SIEMENS

SIPROTEC 5

Дифференциальная защита трансформатора

7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87

V6.00 и выше

Руководство по эксплуатации

Введение

Программное обеспечение с открытым исходным кодом

Оглавление

1 Обзор

2 Базовая структура функций

3 Функции системы

4 Применения

5 Функциональные группы

6 Функции защиты и автоматики

7 Функции управления

8 Функции контроля

9 Измеренные значения, значения энергии и статистические данные

10 Испытания

11 Технические характеристики

A Приложение

Словарь терминов

Алфавитный указатель

C53000-G5056-C016-5

ПРИМЕЧАНИЕ

Для вашей собственной безопасности, пожалуйста, обращайте внимание на предупреждения и соблюдайте указания по технике безопасности, содержащиеся в настоящем руководстве.

Отказ об ответственности

Данный документ до публикации подвергался строгому техническому анализу. Информация, содержащаяся в документе, регулярно пересматривается, и изменения и дополнения включаются в следующие редакции. Содержание данного документа носит только информативный характер. Хотя компания Siemens AG предприняла все меры, чтобы содержание этого документа было как можно более точным и современным, она не несет ответственность за дефекты и повреждения, которые возникают из-за информации, содержащейся в данном документе.

Содержание документа не является частью контракта или деловых отношений и не изменяет их. Все обязательства компании Siemens AG изложены в соответствующих договорных соглашениях.

Компания Siemens AG оставляет за собой право время от времени пересматривать данный документ.

Версия документа: C53000-G5056-C016-5.02

Статус редакции: 10.2017

Версия изделия: V6.00 и выше

Авторское право

Copyright © Siemens AG 2014. Все права защищены.

Раскрытие, копирование, распространение и редактирование этого документа, использование и передача его содержания не допускается без разрешения в письменной форме. Все права, включая права, вытекающие из патента или регистрации используемой модели или конструкции, защищены.

Зарегистрированные марки

Наименования SIPROTEC®, DIGSI®, SIGUARD®, SIMEAS® и SICAM® являются зарегистрированными марками компании Siemens AG. Любое несанкционированное использование является незаконным. Все остальные обозначения в данном документе, могут являться товарными знаками, использование которых третьими сторонами для собственных целей может нарушать права владельца.

Введение

Цель данного руководства

В данном руководстве описаны функции защиты трансформатора.

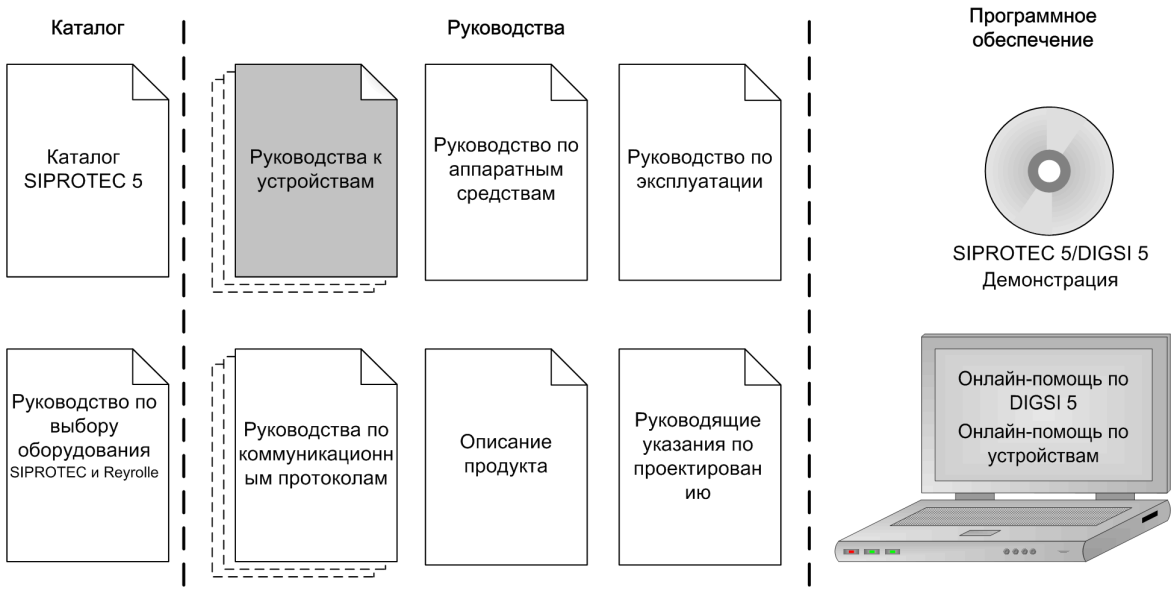
Предполагаемые пользователи

Инженеры по релейной защите, специалисты по вводу в эксплуатацию, наладке, проверке и обслуживанию устройств защиты, автоматики и управления, эксплуатационный и оперативный персонал электроустановок и электростанций.

Объем

Настоящее руководство действительно для семейства устройств SIPROTEC 5.

Прочая документация



[dwprefdm-221012-01.tif, 2, ru_RU]

- Руководства к устройствам

  Руководства к устройствам содержат описание функций и применений каждого конкретного устройства SIPROTEC 5. Отпечатанная документация и онлайновые справочные материалы имеют одну и ту же структуру.

- Руководство по аппаратным средствам

  В руководстве по аппаратным средствам описываются аппаратные компоновочные блоки и комбинации линейки устройств SIPROTEC 5.

- Руководство по эксплуатации

  В руководстве по эксплуатации описываются основные принципы и процедуры по эксплуатации и монтажу линейки устройств SIPROTEC 5.

- Руководства по коммуникационным протоколам

  В руководства по коммуникационным протоколам входит описание специальных протоколов связи линейки устройств SIPROTEC 5 и протоколов обмена данными с сетевыми центрами управления высшего уровня.

- Информация о продукте

  В информации о продукте содержатся основные сведения об установке устройства, технические данные, предельные значения для модулей входов и выходов и условия подготовки к эксплуатации. Данный документ поставляется с каждым устройством SIPROTEC 5.

- Руководящие указания по проектированию

  В руководящих указаниях по проектированию описываются важные этапы проектирования с использованием DIGSI 5. Кроме того, в руководстве описано, как загрузить спроектированную конфигурацию в устройство SIPROTEC 5 и обновить функциональные возможности SIPROTEC 5.

- Онлайн-справка по DIGSI 5

  В онлайн-справке по DIGSI 5 содержится справочная информация по DIGSI 5 и CFC.

  В справочной информации по DIGSI 5 содержится описание основных операций ПО, принципы DIGSI и описание редакторов. В справочной информации CFC содержится введение в программирование CFC, основные примеры работы с CFC и справочная глава с элементами CFC для линейки устройств SIPROTEC 5.

- Демонстрация SIPROTEC 5/DIGSI 5

  В демонстрации на DVD содержится краткая информация о важных характеристиках продукта, более подробная информация об индивидуальных технических характеристиках, а также последовательность действий с заданиями, основанными на практических операциях с краткими объяснениями.

- Каталог устройств SIPROTEC 5

  Каталог SIPROTEC 5 описывает характеристики системы и устройства SIPROTEC 5.

- Руководство по выбору SIPROTEC и Reyrolle

  Руководство по выбору предлагает обзор серии устройств защиты Siemens и таблицу для их выбора.

Соответствие стандартам

CE

Данный продукт соответствует требованиям директивы Совета Европейского Сообщества по согласованию законодательств государств-членов ЕС в отношении электромагнитной совместимости (Директива ЭМС ЕС 2004/108/EC), касающимся электрооборудования для использования в заданных пределах напряжения (Директива о низком напряжении 2006/95/EC).

Соответствие устройства подтверждается результатами испытаний, проведенных Siemens AG в соответствии с Директивой Совета согласно основным стандартам EN 61000-6-2 и EN 61000-6-4 (директива по ЭМС) и стандарту EN 60255-27 (для низковольтных устройств).

Данное устройство разработано и произведено для использования на промышленных объектах.

Изделие соответствует международным требованиям МЭК 60255 и немецкому стандарту VDE 0435.

Прочие стандарты

IEEE Std C 37.90

Технические данные продукта утверждены в соответствии с UL.

Для получения дополнительной информации о базе данных UL, см. *certified.ul.com*

Выберите **Каталог онлайн-сертификатов** и введите **E194016** в качестве **номера файла UL**.



IND. CONT. EQ.
69CA

[ul_listed_c_us, 1, --_--]

Дополнительная поддержка

По всем вопросам касательно системы, пожалуйста, обращайтесь к вашему торговому представителю Siemens.

Поддержка

Наш центр сервисной поддержки работает 24 часа в сутки.

Телефон:	+49 (180) 524-7000
Факс:	+49 (180) 524-2471
Электронный адрес:	*support.energy@siemens.com*

Учебные курсы

Запросы о проведении индивидуальных курсов обучения следует направлять в наш Центр Обучения:

Siemens AG
Siemens Power Academy TD

Humboldtstraße 59
90459 Nürnberg
Германия

Телефон:	+49 (911) 433-7415
Факс:	+49 (911) 433-7929
Электронный адрес:	*poweracademy@siemens.com*
Интернет:	*www.siemens.com/poweracademy*

Замечания по безопасности

Данный документ не является полным указателем всех мер безопасности, необходимых при эксплуатации оборудования (модуля или прибора). Однако он содержит информацию, на которую следует обратить внимание в целях обеспечения собственной безопасности, а также в целях избежания материального ущерба. Информация выделяется и иллюстрируется следующим образом в зависимости от степени опасности.



ОПАСНОСТЬ

ОПАСНО означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **приведет** к смерти или тяжелым травмам персонала.

✧ Чтобы избежать смерти и тяжелых травм, следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ВНИМАНИЕ!

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к смерти или тяжелым травмам персонала.

✧ Чтобы избежать смерти и тяжелых травм, следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ОСТОРОЖНО!

ОСТОРОЖНО означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к травмам средней степени тяжести и легким травмам.

✧ Во избежание подобных травм следуйте всем инструкциям техники безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ

УВЕДОМЛЕНИЕ означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к материальному ущербу.

✧ Во избежание материального ущерба следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ПРИМЕЧАНИЕ

Важная информация о продукте, работе с продуктом или определенном разделе документации, на которую необходимо обратить особое внимание.

Квалифицированный электротехнический персонал

Только квалифицированный в области электротехники персонал может выполнять пуско-наладочные работы и эксплуатировать оборудование (модуль, прибор), описанное в данном документе. Квалифицированный в области электротехники персонал по данному руководству - это люди, которые имеют квалификацию электрика. Эти специалисты могут проводить пуско-наладочные работы, изоляцию, заземление и маркировку приборов, систем и схем в соответствии со стандартами по технике безопасности.

Использование по назначению

Оборудование (устройство, модуль) может быть применено для решения задач, перечисленных в каталогах и технических описаниях и только в комбинации с рекомендованным и разрешенным компанией Siemens оборудованием сторонних производителей.

Беспроблемная и безопасная эксплуатация изделия зависит от следующих факторов:

- Правильная транспортировка
- Правильное хранение, установка и монтаж
- Правильные эксплуатация и техническое обслуживание

При работе электрооборудования на некоторых его частях обязательно присутствуют опасные напряжения. Несоблюдение всех мер безопасности может привести к смерти, тяжелым травмам персонала и ущерба имуществу:

- Оборудование необходимо заземлить через клемму заземления до выполнения каких-либо подключений.
- Все компоненты схемы, подключенные к источнику питания, могут находиться под опасным напряжением.

- Опасные напряжения могут присутствовать в оборудовании даже после снятия напряжения питания (конденсаторы еще могут быть заряжены).
- Запрещена работа оборудования с разомкнутыми цепями трансформатора тока. До отключения оборудования убедитесь, что цепи трансформатора тока закорочены.
- Запрещается превышать предельные значения, приведенные в данном документе. То же самое относится к испытаниям и пуско-наладочным работам.

Программное обеспечение с открытым исходным кодом

Данный продукт содержит в том числе и программное обеспечение с открытым исходным кодом, разработанное сторонними компаниями. Сведения о данном программном обеспечении, а также лицензионное соглашение на его использование включены в файл Readme_OSS. Программное обеспечение с открытым исходным кодом защищено авторским правом. Разрешение на его использование выдается с лицензионным соглашением. При возникновении расхождений между лицензионными условиями программного обеспечения с открытым исходным кодом и применимыми к продукту лицензионными условиями Siemens, первые имеют преимущественную силу. Программное обеспечение с открытым исходным кодом предоставляется бесплатно. Исходный текст программы доступен до окончания третьего года от даты покупки продукта, если это оговорено в лицензионном соглашении программного обеспечения с открытым исходным кодом. Транспортные расходы учитываются отдельно. Мы несем ответственность за данный продукт, включая программное обеспечение с открытым исходным кодом, в соответствии с лицензионным соглашением к продукту. Любая другая ответственность, возникающая при использовании программного обеспечения с открытым исходным кодом, выходящем за рамки процесса выполнения программы, а также ответственность за дефекты, вызванные внесенными в данную программу изменениями, исключена. В случае изменения продукта мы не предоставляем техническую поддержку.

Воспользовавшись онлайн-справкой DIGSI 5, пользователь может открыть и прочитать файл Readme_OSS, содержащий исходный текст лицензии и информацию об авторских правах, в главном меню **Показать сведения о программе с открытым исходным кодом**. Для его просмотра на компьютере необходимо установить программу просмотра PDF-файлов. Для работы с устройствами SIPROTEC 5 требуется действительная лицензия DIGSI 5 (пробная, полная или компактная версия).

Оглавление

Введение **3**

Программное обеспечение с открытым исходным кодом **9**

1 Обзор **37**

1.1 Общие данные 38

1.2 Характеристики семейства SIPROTEC 5 40

1.3 Обзор устройств защиты трансформатора 42

2 Базовая структура функций **45**

2.1 Реализация функций в устройствах 46

2.2 Настройка шаблонов применения 53

2.3 Управление функциями 55

2.4 Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений 59

3 Функции системы **61**

3.1 Сообщения 62

3.1.1 Общие положения 62

3.1.2 Считывание сообщений с панели управления 62

3.1.3 Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5 64

3.1.4 Отображение сообщений 65

3.1.5 Журнал 68

3.1.5.1 Общие положения 68

3.1.5.2 Журнал рабочих сообщений 69

3.1.5.3 Журнал повреждений 71

3.1.5.4 Журнал сообщений о замыканиях на землю 73

3.1.5.5 Журнал изменения уставок 75

3.1.5.6 Журнал, задаваемый пользователем 77

3.1.5.7 Журнал связи 80

3.1.5.8 Журнал безопасности 81

3.1.5.9 Журнал диагностики устройства 83

3.1.5.10 Журнал пусков двигателей 85

3.1.6 Сохранение и удаление журналов 87

3.1.7 Спонтанное сообщение на экране в DIGSI 5 89

3.1.8 Спонтанные сообщения на панели управления 89

3.1.9 Сохраненные сообщения в устройстве SIPROTEC 5 91

3.1.10 Тестовый режим и влияние сообщений на АСУ ТП подстанции 95

3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы 95

3.2 Сбор измеряемых величин 96

3.3 Обработка показателей достоверности 98

3.3.1 Обзор 98

3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели в Редакторе GOOSE-коммуникации ... 100
3.3.3 Обработка показателей качества и влияние пользователя на показатели на схемах CFC ... 102
3.3.4 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели с помощью внутренних функций устройства ... 105
3.4 Регистрация данных о повреждении ... 110
3.4.1 Обзор функций ... 110
3.4.2 Структура функции ... 110
3.4.3 Описание функции ... 110
3.4.4 Указания по применению и вводу уставок ... 113
3.4.5 Уставки ... 114
3.4.6 Список сообщений ... 115
3.5 Передача данных защиты ... 116
3.5.1 Обзор ... 116
3.5.2 Структура передачи данных защиты ... 116
3.5.3 Интерфейс данных защиты и топология защиты ... 117
3.5.3.1 Обзор функций ... 117
3.5.3.2 Структура функции ... 117
3.5.3.3 Описание функции ... 117
3.5.3.4 Инициализация и настройка интерфейса защиты в DIGSI 5 ... 126
3.5.3.5 Уставки топологии устройств ... 128
3.5.3.6 Выбор подключения ... 129
3.5.3.7 Указания по настройке параметров для интерфейса данных защиты ... 129
3.5.3.8 Ранжирование сообщений в DIGSI 5 ... 132
3.5.3.9 Диагностические измеренные значения интерфейса защиты ... 138
3.5.3.10 Диагностические данные для интерфейса защиты ... 143
3.5.3.11 Уставки ... 148
3.5.3.12 Список сообщений ... 149
3.6 Синхронизация даты и времени ... 152
3.6.1 Обзор функций ... 152
3.6.2 Структура функции ... 152
3.6.3 Описание функции ... 152
3.6.4 Указания по применению и вводу уставок ... 155
3.6.5 Уставки ... 159
3.6.6 Список сообщений ... 160
3.7 Определяемые пользователем объекты ... 161
3.7.1 Обзор ... 161
3.7.2 Основные типы данных ... 161
3.7.3 Счетно-импульсные величины и значения измеренной энергии ... 163
3.7.4 Дополнительные типы данных ... 164
3.8 Другие функции ... 165
3.8.1 Фильтрация и блокировка от дребезга входных сигналов ... 165
3.8.2 Блокировка сбора данных и обновление вручную ... 167
3.8.3 Длительные команды ... 170
3.9 Общие указания по заданию уставок защитных функций ... 172
3.9.1 Обзор ... 172
3.9.2 Изменение коэффициентов трансформации в DIGSI 5 ... 173
3.9.3 Изменение коэффициента трансформации трансформатора в устройстве ... 179

3.10 Переключение групп уставок ... 181
3.10.1 Обзор функций ... 181
3.10.2 Структура функции ... 181
3.10.3 Описание функции ... 181
3.10.4 Указания по применению и вводу уставок ... 182
3.10.5 Уставки ... 183
3.10.6 Список сообщений ... 183

4 Применения ... 185
4.1 Обзор ... 186
4.2 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT82 ... 187
4.3 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT85 ... 191
4.4 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT86 ... 196
4.5 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT87 ... 203

5 Функциональные группы ... 205
5.1 Обзор функций группы дифференциальной защиты трансформаторов ... 206
5.1.1 Типы функциональных групп ... 206
5.1.2 Функциональная группа "Трансформатор" ... 208
5.1.2.1 Обзор ... 208
5.1.2.2 Структура функциональной группы ... 210
5.1.2.3 Список сообщений ... 212
5.1.3 Функциональная группа "Сторона трансформатора" ... 212
5.1.3.1 Обзор ... 212
5.1.3.2 Структура функциональной группы ... 214
5.1.3.3 Указания по применению и вводу уставок ... 218
5.1.3.4 Уставки, защищенные от записи ... 220
5.1.3.5 Уставки ... 221
5.1.3.6 Список сообщений ... 222
5.1.4 Функциональная группа "Нейтральная точка трансформатора" ... 222
5.1.4.1 Обзор ... 222
5.1.4.2 Структура функциональной группы ... 224
5.1.4.3 Указания по применению и вводу уставок ... 227
5.1.4.4 Уставки, защищенные от записи ... 228
5.1.4.5 Список сообщений ... 228
5.2 Обзор функций группы дифференциальной защиты автотрансформаторов ... 229
5.2.1 Типы функциональных групп ... 229
5.2.2 Функциональная группа "Автотрансформатор" ... 231
5.2.2.1 Обзор ... 231
5.2.2.2 Структура функциональной группы ... 233
5.2.2.3 Указания по применению и вводу уставок ... 235
5.2.2.4 Уставки ... 235
5.2.2.5 Список сообщений ... 235
5.2.3 Функциональная группа "Сторона общей обмотки автотрансформатора" ... 236
5.2.3.1 Обзор ... 236
5.2.3.2 Структура функциональной группы ... 238
5.2.3.3 Указания по применению и вводу уставок ... 241
5.2.3.4 Уставки, защищенные от записи ... 243
5.2.3.5 Уставки ... 244
5.2.3.6 Список сообщений ... 245
5.2.4 Функциональная группа "Сторона компенсационной обмотки (обмотки НН) автотрансформатора" ... 245
5.2.4.1 Обзор ... 245

5.2.4.2 Структура функциональной группы ... 247
5.2.4.3 Указания по применению и вводу уставок ... 251
5.2.4.4 Уставки, защищенные от записи ... 253
5.2.4.5 Уставки ... 254
5.2.4.6 Список сообщений ... 255
5.2.5 Функциональная группа "Сторона заземления автотрансформатора" ... 255
5.2.5.1 Обзор ... 255
5.2.5.2 Структура функциональной группы ... 257
5.2.5.3 Указания по применению и вводу уставок ... 260
5.2.5.4 Уставки, защищенные от записи ... 262
5.2.5.5 Список сообщений ... 262
5.2.6 Функциональная группа "Нейтральная точка автотрансформатора" ... 263
5.2.6.1 Обзор ... 263
5.2.6.2 Структура функциональной группы ... 265
5.2.6.3 Указания по применению и вводу уставок ... 268
5.2.6.4 Уставки, защищенные от записи ... 269
5.2.6.5 Список сообщений ... 269
5.3 Обзор функций группы дифференциальной защиты электродвигателей ... 271
5.3.1 Типы функциональных групп ... 271
5.3.2 Функциональная группа "Дифференциальная защита электродвигателей" ... 272
5.3.2.1 Обзор ... 272
5.3.2.2 Структура функциональной группы ... 273
5.3.2.3 Информация ... 275
5.3.3 Функциональная группа "Сторона электродвигателя" ... 275
5.3.3.1 Обзор ... 275
5.3.3.2 Структура функциональной группы ... 276
5.3.3.3 Указания по применению и вводу уставок ... 281
5.3.3.4 Уставки, защищенные от записи ... 283
5.3.3.5 Уставки ... 283
5.3.3.6 Список сообщений ... 284
5.4 Функциональная группа "Линия" ... 285
5.4.1 Обзор ... 285
5.4.2 Структура функциональной группы ... 287
5.4.3 Указания по применению и вводу уставок ... 292
5.4.4 Контроль процесса (ФГ Линия) ... 298
5.4.4.1 Обзор функций ... 298
5.4.4.2 Структура функции ... 299
5.4.4.3 Токовый критерий ... 300
5.4.4.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий) ... 300
5.4.4.5 Уставки ... 301
5.4.4.6 Определения положения выключателя для защищаемого объекта ... 301
5.4.4.7 Обнаружение включения ... 302
5.4.4.8 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Обнаружение включения) ... 303
5.4.4.9 Уставки ... 304
5.4.4.10 Критерий по напряжению (опция): ... 304
5.4.4.11 Задание уставок и примечания по вводу уставок (критерий напряжения) ... 305
5.4.4.12 Уставки ... 305
5.4.4.13 Функция обнаружения холодного пуска (опция) ... 306
5.4.4.14 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска) ... 307
5.4.4.15 Уставки ... 308
5.4.4.16 Список сообщений ... 308
5.5 Функциональная группа "Трехфазное напряжение" ... 309
5.5.1 Обзор ... 309

5.5.2 Структура функциональной группы ... 309
5.5.3 Указания по применению и вводу уставок ... 310
5.5.4 Уставки ... 311
5.5.5 Список сообщений ... 311
5.6 Функциональная группа "Напряжение/ток 1ф" ... 312
5.6.1 Обзор ... 312
5.6.2 Структура функциональной группы ... 312
5.6.3 Уставки, защищенные от записи ... 313
5.6.4 Уставки ... 314
5.6.5 Список сообщений ... 314
5.7 Функциональная группа "Напряжение/ток 3ф" ... 315
5.7.1 Обзор ... 315
5.7.2 Структура функциональной группы ... 315
5.7.3 Уставки, защищенные от записи ... 319
5.7.4 Уставки ... 320
5.7.5 Список сообщений ... 321
5.8 Функциональная группа "Выключатель" ... 322
5.8.1 Обзор ... 322
5.8.2 Структура функциональной группы ... 323
5.8.3 Указания по применению и вводу уставок ... 325
5.8.4 Логика отключения от защиты ... 326
5.8.4.1 Описание функции ... 326
5.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 327
5.8.4.3 Уставки ... 327
5.8.4.4 Список сообщений ... 327
5.8.5 Выключатель ... 328
5.8.5.1 Обзор ... 328
5.8.5.2 Аварийное отключение, оперативное отключение и включение выключателя ... 328
5.8.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации ... 329
5.8.5.4 Подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя ... 331
5.8.5.5 Сообщения отключения и включения ... 332
5.8.5.6 Указания по применению и вводу уставок ... 333
5.8.6 Определение положения выключателя для дополнительных функций защиты ... 335
5.8.6.1 Обзор ... 335
5.8.7 Определение ручного включения (для монитора процесса) ... 336
5.8.7.1 Описание функции ... 336
5.8.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 337
5.8.7.3 Уставки ... 337
5.8.7.4 Список сообщений ... 338
5.8.8 Уставки ... 338
5.8.9 Список сообщений ... 339
5.9 Функциональная группа "Аналоговые модули" ... 341
5.9.1 Обзор ... 341
5.9.2 Структура функциональной группы ... 342
5.9.3 Блок Ethernet 20 мА ... 344
5.9.3.1 Обзор ... 344
5.9.3.2 Структура функции ... 344
5.9.3.3 Взаимодействие с блоком Ethernet 20 мА ... 345

5.9.3.4 Заметки по применению и настройке....346
5.9.3.5 Канал 20 мА....347
5.9.3.6 Указания по применению и вводу уставок....350
5.9.3.7 Уставки....350
5.9.3.8 Список сообщений....352
5.9.4 20-мА блок послед....352
5.9.4.1 Обзор....352
5.9.4.2 Рекомендации по применению и настройке....352
5.9.4.3 Уставки....354
5.9.4.4 Список сообщений....355
5.9.5 Связь с блоком 20 мА....355
5.9.5.1 Использование блока с последовательным интерфейсом 20 мА....355
5.9.5.2 Использование блока Ethernet на 20 мА....358
5.9.6 RTD-блок по Ethernet....360
5.9.6.1 Обзор....360
5.9.6.2 Структура функции....361
5.9.6.3 Связь с RTD-блоком....362
5.9.6.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок....363
5.9.6.5 Датчик температуры....364
5.9.6.6 Указания по применению и вводу уставок....365
5.9.6.7 Уставки....365
5.9.6.8 Список сообщений....366
5.9.7 RTD-блок, последовательный обмен данными....366
5.9.7.1 Обзор....366
5.9.7.2 Указания по применению и настройке....366
5.9.7.3 Уставки....367
5.9.7.4 Список сообщений....367
5.9.8 Связь с блоком RTD....368
5.9.8.1 Интеграция последовательного RTD-блока (Ziehl TR1200)....368
5.9.8.2 Интеграция RTD-блока Ethernet (TR1200 IP)....370
5.9.8.3 Моделирование температуры без датчиков....373
5.10 Монитор процесса....374
5.10.1 Обзор функций....374
5.10.2 Структура функции....374
5.10.3 Токовый критерий....375
5.10.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий)....376
5.10.5 Уставки....376
5.10.6 Определения положения выключателя для защищаемого объекта....376
5.10.7 Обнаружение включения....377
5.10.8 Список сообщений....377
5.10.9 Функция обнаружения холодного пуска (опция)....378
5.10.10 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска)....379
5.10.11 Уставки....380
5.10.12 Список сообщений....380

6 Функции защиты и автоматики....383

6.1 Системные данные....385
6.1.1 Обзор....385
6.1.2 Структура системных данных....385
6.1.3 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок....385
6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U-3ф)....386

6.1.5 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного тока (I-3ф) ... 390
6.1.6 Уставки ... 392
6.1.7 Список сообщений ... 396
6.2 Дифференциальная защита трансформатора ... 399
6.2.1 Обзор функций ... 399
6.2.2 Структура функции ... 399
6.2.3 Описание функции ... 400
6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты ... 400
6.2.3.2 Логика Функция ... 404
6.2.3.3 Обработка измеренных величин ... 405
6.2.3.4 Ток нейтрали трансформатора ... 408
6.2.3.5 Особенности защиты автотрансформаторов ... 411
6.2.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-Дифф) ... 412
6.2.3.7 Функция дифференциальной защиты (I-Дифф быстр.) ... 421
6.2.3.8 Логика срабатывания дифференциальной защиты ... 425
6.2.3.9 Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий ... 426
6.2.4 Указания по применению и вводу уставок ... 426
6.2.5 Уставки ... 446
6.2.6 Список сообщений ... 449
6.3 Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов ... 450
6.3.1 Обзор функций ... 450
6.3.2 Фазорегулирующий трансформатор с одним сердечником ... 451
6.3.3 Указания по применению и вводу уставок ФРТ с одним сердечником ... 455
6.3.4 Уставки ... 459
6.3.5 Список сообщений ... 459
6.3.6 Фазорегулирующие трансформаторы специального назначения ... 459
6.3.7 Указания по применению и вводу уставок трансформаторов специального назначения ... 462
6.3.8 Уставки ... 463
6.3.9 Фазорегулирующий трансформатор с двумя сердечниками ... 463
6.3.10 Указания по применению и вводу уставок трансформаторов ФРТ с двумя сердечниками ... 466
6.3.11 Уставки ... 470
6.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю ... 472
6.4.1 Обзор функций ... 472
6.4.2 Структура функции ... 472
6.4.3 Описание функции ... 473
6.4.4 Указания по применению и вводу уставок ... 478
6.4.5 Уставки ... 489
6.4.6 Список сообщений ... 490
6.5 Дифференциальная защита электродвигателя ... 491
6.5.1 Обзор функций ... 491
6.5.2 Структура функции ... 491
6.5.3 Описание функции ... 491
6.5.4 Указания по применению и вводу уставок ... 507
6.5.5 Уставки ... 513
6.5.6 Список сообщений ... 516

6.6 Дифференциальная защита линии ... 518
6.6.1 Обзор функций ... 518
6.6.2 Описание функции ... 518
6.6.3 Структура функции Реализация функции ... 524
6.6.4 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок ... 526
6.6.5 Уставки ... 527
6.6.6 Список сообщений ... 527
6.6.7 Ступень Iдифф ... 528
6.6.7.1 Описание ... 528
6.6.7.2 Указания по применению и вводу уставок ступени Iдифф ... 530
6.6.7.3 Уставки ... 531
6.6.7.4 Список сообщений ... 532
6.6.8 Ступень Iдифф быстр ... 533
6.6.8.1 Описание ... 533
6.6.8.2 Указания по применению и вводу уставок быстродействующей ступени Iдифф быстр ... 535
6.6.8.3 Уставки ... 536
6.6.8.4 Список сообщений ... 537
6.6.9 Пуск и отключение ... 537
6.6.9.1 Логика пуска защиты ... 537
6.6.9.2 Логика отключения от защиты ... 538
6.6.9.3 Список сообщений ... 538
6.6.10 Дистанционное отключение ... 538
6.6.10.1 Описание ... 538
6.6.10.2 Список сообщений ... 538
6.6.11 Функциональная проверка дифференциальной защиты линии ... 539
6.6.12 Вывод из работы местного устройства дифференциальной защиты линии ... 542
6.6.13 Компенсация зарядного тока ... 544
6.6.13.1 Описание ... 544
6.6.13.2 Указания по применению и вводу уставок ... 545
6.6.13.3 Уставки ... 546
6.6.13.4 Список сообщений ... 546
6.7 Дифференциальная защита ошиновки ... 548
6.7.1 Обзор функции ... 548
6.7.2 Структура функции ... 548
6.7.3 Описание функции ... 550
6.7.4 Описание ступени Ошдифф ... 552
6.7.5 Сведения о применении и настройке для Ош-дифф ... 554
6.7.6 Описание ступени Ошдифф быстр ... 555
6.7.7 Задание уставок и примечания по вводу уставок ступени Ошдифф быстр ... 557
6.7.8 Описание выходной логики дифференциальной защиты ошиновки ... 557
6.7.9 Уставки ... 558
6.7.10 Список сообщений ... 558
6.8 Чувствительное обнаружение замыкания на землю ... 560
6.8.1 Обзор функций ... 560
6.8.2 Структура функции ... 560
6.8.3 Общие функции ... 562
6.8.3.1 Описание ... 562
6.8.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 564
6.8.3.3 Уставки ... 565
6.8.3.4 Список сообщений ... 566

6.8.4 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности/остаточного напряжения ... 567
6.8.4.1 Описание ... 567
6.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 568
6.8.4.3 Уставки ... 571
6.8.4.4 Сообщение ... 571
6.8.5 Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ ... 572
6.8.5.1 Описание ... 572
6.8.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 578
6.8.5.3 Уставки ... 581
6.8.5.4 Список сообщений ... 582
6.8.6 Информация об использовании для обнаружения перемежающихся повреждений на землю ... 582
6.8.7 Ступень защиты от замыканий на землю в переходных процессах ... 583
6.8.7.1 Описание ... 583
6.8.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 587
6.8.7.3 Уставки ... 588
6.8.7.4 Список сообщений ... 589
6.8.8 Ступень направленной максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I) 590
6.8.8.1 Описание ... 590
6.8.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 593
6.8.8.3 Уставки ... 594
6.8.8.4 Список сообщений ... 595
6.8.9 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением G0 или B0 596
6.8.9.1 Описание ... 596
6.8.9.2 Указания по применению и вводу уставок ... 601
6.8.9.3 Уставки ... 605
6.8.9.4 Список сообщений ... 606
6.8.10 Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0 ... 606
6.8.10.1 Описание ... 606
6.8.10.2 Указания по применению и вводу уставок ... 608
6.8.10.3 Уставки ... 609
6.8.10.4 Список сообщений ... 610
6.9 Дистанционная защита ... 611
6.9.1 Обзор функций ... 611
6.9.2 Дистанционная защита для систем с заземленной нейтралью ... 611
6.9.2.1 Обзор функции ... 611
6.9.2.2 Структура функции ... 611
6.9.2.3 Указания по применению функции и вводу уставок - Общие уставки ... 616
6.9.2.4 Уставки ... 621
6.9.2.5 Список сообщений ... 625
6.9.3 Дистанционная защита для систем с изолированной/резонансно заземленной нейтралью ... 627
6.9.3.1 Обзор функций ... 627
6.9.3.2 Структура функции ... 627
6.9.3.3 Задание уставок и примечание по вводу уставок — Общие уставки ... 633
6.9.3.4 Определение направления ... 637
6.9.3.5 Уставки ... 640
6.9.3.6 Список сообщений ... 644
6.9.4 Метод пуска: Пуск по сопротивлению ... 646
6.9.4.1 Описание ... 646
6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 647
6.9.4.3 Уставки ... 651
6.9.4.4 Список сообщений ... 651

6.9.5 Зона с полигональной характеристикой срабатывания ... 652
6.9.5.1 Описание ... 652
6.9.5.2 Расчет сопротивлений ... 654
6.9.5.3 Указания по применению и вводу уставок ... 657
6.9.5.4 Уставки ... 661
6.9.5.5 Список сообщений ... 662
6.9.6 Ступень с круговой характеристикой срабатывания, проходящей через начало координат ... 663
6.9.6.1 Описание ... 663
6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 668
6.9.6.3 Уставки ... 670
6.9.6.4 Список сообщений ... 670
6.9.7 Выходная логика дистанционной защиты ... 671
6.10 Блокировка при качаниях мощности ... 673
6.10.1 Обзор функций ... 673
6.10.2 Структура функции ... 673
6.10.3 Описание функции ... 674
6.10.4 Указания по применению и вводу уставок ... 676
6.10.5 Уставки ... 677
6.10.6 Список сообщений ... 677
6.11 Внешнее отключение, 3ф ... 678
6.11.1 Обзор функции ... 678
6.11.2 Структура функции ... 678
6.11.3 Описание ступени ... 679
6.11.4 Указания по применению и вводу уставок ... 679
6.11.5 Уставки ... 680
6.11.6 Список сообщений ... 680
6.12 Фазная МТЗ ... 681
6.12.1 Обзор функций ... 681
6.12.2 Структура функции ... 681
6.12.3 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени ... 683
6.12.3.1 Описание ... 683
6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 686
6.12.3.3 Уставки ... 689
6.12.3.4 Список сообщений ... 692
6.12.4 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени ... 694
6.12.4.1 Описание ... 694
6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 698
6.12.4.3 Уставки ... 701
6.12.4.4 Список сообщений ... 702
6.12.5 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем ... 702
6.12.5.1 Описание ... 702
6.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 703
6.12.5.3 Уставки ... 705
6.12.5.4 Список сообщений ... 706
6.12.6 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания ... 706
6.12.6.1 Описание ... 706
6.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 707
6.12.7 Динамическое изменение уставок от других функций ... 709
6.12.7.1 Описание ... 709

6.12.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность) 711
6.13 МТЗ, включенная на ток нулевой последовательности 712
6.13.1 Обзор функций 712
6.13.2 Структура функции 712
6.13.3 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени 714
6.13.3.1 Описание 714
6.13.3.2 Указания по применению и вводу уставок 716
6.13.3.3 Уставки 718
6.13.3.4 Список сообщений 721
6.13.4 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени 722
6.13.4.1 Описание 722
6.13.4.2 Указания по применению и вводу уставок 725
6.13.4.3 Уставки 727
6.13.4.4 Список сообщений 728
6.13.5 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем 728
6.13.5.1 Описание 728
6.13.5.2 Указания по применению и вводу уставок 729
6.13.5.3 Уставки 731
6.13.5.4 Список сообщений 732
6.13.6 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания 732
6.13.6.1 Описание 732
6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок 733
6.13.7 Динамическое изменение уставок от других функций 734
6.13.7.1 Описание 734
6.13.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность) 736
6.14 Максимальная токовая защита, 1ф 737
6.14.1 Обзор функции 737
6.14.2 Структура функции 737
6.14.3 Максимальная токовая защита, 1ф ступень с зависимой выдержкой времени 739
6.14.3.1 Описание 739
6.14.3.2 Указания по применению и вводу уставок 740
6.14.3.3 Уставки 741
6.14.3.4 Список сообщений 742
6.14.4 Максимальная токовая защита, 1ф защита с обратнозависимой выдержкой времени 743
6.14.4.1 Описание 743
6.14.4.2 Указания по применению и вводу уставок 744
6.14.4.3 Уставки 745
6.14.4.4 Список сообщений 746
6.14.5 Максимальная токовая защита, однофазная, с определяемой пользователем характеристикой срабатывания 746
6.14.5.1 Описание 746
6.14.5.2 Указания по применению и вводу уставок 747
6.14.5.3 Уставки 749
6.14.5.4 Список сообщений 749
6.14.6 Быстрая ступень 750
6.14.6.1 Описание 750
6.14.6.2 Указания по применению и вводу уставок 750
6.14.6.3 Уставки 751
6.14.6.4 Список сообщений 751

6.14.7 Пример использования: Высокоомная дифференциальная защита ... 752
6.14.7.1 Описание ... 752
6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 754
6.14.8 Пример использования: Защита от утечки токов с бака трансформатора ... 758
6.14.8.1 Описание ... 758
6.14.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 759
6.15 Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения ... 760
6.15.1 Обзор функций ... 760
6.15.2 Структура функции ... 760
6.15.3 Ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой и зависимостью от напряжения ... 761
6.15.3.1 Описание ... 761
6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 763
6.15.3.3 Уставки ... 765
6.15.4 Ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой и блокировкой по напряжению ... 767
6.15.4.1 Описание ... 767
6.15.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 768
6.15.4.3 Уставки ... 769
6.16 Направленная МТЗ, фазная ... 770
6.16.1 Обзор функций ... 770
6.16.2 Структура функции ... 770
6.16.3 Управление ступенью ... 772
6.16.3.1 Описание ... 772
6.16.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 772
6.16.4 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени ... 773
6.16.4.1 Описание ... 773
6.16.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 776
6.16.4.3 Уставки ... 778
6.16.4.4 Список сообщений ... 781
6.16.5 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени ... 783
6.16.5.1 Описание ... 783
6.16.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 787
6.16.5.3 Уставки ... 789
6.16.5.4 Список сообщений ... 791
6.16.6 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем ... 792
6.16.6.1 Описание ... 792
6.16.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 793
6.16.6.3 Уставки ... 794
6.16.6.4 Список сообщений ... 796
6.16.7 Определение направления ... 796
6.16.7.1 Описание ... 796
6.16.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 799
6.16.8 Динамическое изменение уставок от других функций ... 800
6.16.9 Указания по применению функции определения направления для параллельных линий ... 800
6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений ... 801
6.17 Направленная МТЗ, земля ... 804
6.17.1 Обзор функций ... 804
6.17.2 Структура функции ... 804

6.17.3 Управление ступенью....806
6.17.3.1 Описание....806
6.17.3.2 Указания по применению и вводу уставок....806
6.17.4 Описание ступени направленной МТЗ с независимой выдержкой времени....808
6.17.4.1 Описание....808
6.17.4.2 Указания по применению и вводу уставок....811
6.17.4.3 Уставки....814
6.17.4.4 Список сообщений....817
6.17.5 Описание ступени направленной МТЗ с инверсной выдержкой времени....818
6.17.5.1 Описание....818
6.17.5.2 Указания по применению и вводу уставок....822
6.17.5.3 Уставки....825
6.17.5.4 Список сообщений....827
6.17.6 Описание ступени направленной МТЗ с логарифмически инверсной выдержкой времени....828
6.17.6.1 Описание....828
6.17.6.2 Указания по применению и вводу уставок....830
6.17.6.3 Уставки....831
6.17.6.4 Список сообщений....832
6.17.7 Описание ступени направленной МТЗ с логарифмически-инверсной выдержкой времени с точкой перегиба....833
6.17.7.1 Описание....833
6.17.7.2 Указания по применению и вводу уставок....834
6.17.7.3 Уставки....835
6.17.7.4 Список сообщений....836
6.17.8 Описание ступени направленной МТЗ с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем....837
6.17.8.1 Описание....837
6.17.8.2 Указания по применению и вводу уставок....839
6.17.8.3 Уставки....840
6.17.8.4 Список сообщений....841
6.17.9 Определение направления....842
6.17.9.1 Описание....842
6.17.9.2 Указания по применению и вводу уставок....844
6.17.9.3 Уставки....846
6.17.9.4 Список сообщений....847
6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций....847
6.18 Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени....848
6.18.1 Обзор функций....848
6.18.2 Структура функции....848
6.18.3 Описание ступени....849
6.18.4 Указания по применению и вводу уставок....851
6.18.5 Уставки....854
6.18.6 Список сообщений....855
6.19 Защита от снижения тока....857
6.19.1 Обзор функций....857
6.19.2 Структура функции....857
6.19.3 Описание ступени защиты минимального тока....858
6.19.4 Указания по применению и вводу уставок....859
6.19.5 Уставки....860
6.19.6 Список сообщений....861

6.20 Защита от перевозбуждения ... 862
6.20.1 Обзор функций ... 862
6.20.2 Структура функции ... 862
6.20.3 Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень) ... 863
6.20.3.1 Описание ... 863
6.20.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 866
6.20.3.3 Уставки ... 867
6.20.3.4 Список сообщений ... 868
6.20.4 Ступень с независимой характеристикой срабатывания ... 869
6.20.4.1 Описание ... 869
6.20.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 869
6.20.4.3 Уставки ... 870
6.20.4.4 Список сообщений ... 870
6.21 Защита от несимметричной нагрузки ... 872
6.21.1 Обзор функций ... 872
6.21.2 Структура функции ... 872
6.21.3 Описание функции ... 873
6.21.4 Указания по применению и вводу уставок ... 875
6.21.5 Уставки ... 877
6.21.6 Список сообщений ... 877
6.22 Мгновенное отключение при больших токах ... 879
6.22.1 Обзор функций ... 879
6.22.2 Структура функции ... 879
6.22.3 Стандартный принцип пуска ... 880
6.22.4 Указания по применению и вводу уставок ... 881
6.22.5 Принцип пуска через интерфейс данных защиты ... 882
6.22.6 Указания по применению и вводу уставок ... 884
6.22.7 Уставки ... 884
6.22.8 Список сообщений ... 885
6.23 Трехфазная защита от повышения напряжения ... 886
6.23.1 Обзор функций ... 886
6.23.2 Структура функции ... 886
6.23.3 Описание ступени ... 887
6.23.4 Указания по применению и вводу уставок ... 888
6.23.5 Уставки ... 888
6.23.6 Список сообщений ... 889
6.24 Защита от повышения напряжения прямой последовательности ... 891
6.24.1 Обзор функций ... 891
6.24.2 Структура функции ... 891
6.24.3 Описание ступени ... 892
6.24.4 Указания по применению и вводу уставок ... 892
6.24.5 Уставки ... 893
6.24.6 Список сообщений ... 894
6.25 Защита от повышения напряжения обратной последовательности ... 895
6.25.1 Обзор функций ... 895
6.25.2 Структура функции ... 895
6.25.3 Описание ступени ... 896
6.25.4 Указания по применению и вводу уставок ... 897

6.25.5 Уставки 898
6.25.6 Список сообщений 898
6.26 Защита от превышения напряжения нулевой последовательности.... 900
6.26.1 Обзор функций 900
6.26.2 Структура функции 900
6.26.3 Описание ступени 901
6.26.4 Указания по применению и вводу уставок 902
6.26.5 Уставки 905
6.26.6 Список сообщений 906
6.27 Защита от повышения напряжения по любому напряжению....907
6.27.1 Обзор функций....907
6.27.2 Структура функции 907
6.27.3 Описание ступени 908
6.27.4 Указания по применению и вводу уставок 909
6.27.5 Уставки 910
6.27.6 Список сообщений 911
6.28 Трехфазная защита от снижения напряжения.... 913
6.28.1 Обзор функций....913
6.28.2 Структура функции 913
6.28.3 Описание ступени 914
6.28.4 Указания по применению и вводу уставок 916
6.28.5 Уставки 917
6.28.6 Список сообщений 918
6.29 Защита от снижения напряжения прямой последовательности.... 920
6.29.1 Обзор функций 920
6.29.2 Структура функции 920
6.29.3 Описание ступени....921
6.29.4 Указания по применению и вводу уставок 922
6.29.5 Уставки.... 924
6.29.6 Список сообщений.... 925
6.30 Защита от снижения напряжения по любому напряжению....927
6.30.1 Обзор функций....927
6.30.2 Структура функции 927
6.30.3 Описание ступени 928
6.30.4 Указания по применению и вводу уставок 929
6.30.5 Уставки 931
6.30.6 Список сообщений 932
6.31 Функция определения места повреждения (ОМП)....933
6.31.1 Обзор функций....933
6.31.2 Структура функции 933
6.31.3 Описание функции....933
6.31.4 Указания по применению и вводу уставок 935
6.31.5 Уставки.... 936
6.31.6 Список сообщений.... 937
6.32 Защита от повышения частоты....938
6.32.1 Обзор функций....938

6.32.2 Структура функции 938
6.32.3 Ступень защиты от повышения частоты 939
6.32.4 Указания по применению и вводу уставок 940
6.32.5 Уставки 941
6.32.6 Список сообщений 942
6.33 Защита от снижения частоты 943
6.33.1 Обзор функций 943
6.33.2 Структура функции 943
6.33.3 Ступень защиты от снижения частоты 944
6.33.4 Указания по применению и вводу уставок 945
6.33.5 Уставки 947
6.33.6 Список сообщений 947
6.34 Защита по скорости изменения частоты 949
6.34.1 Обзор функций 949
6.34.2 Структура функции 949
6.34.3 Общие функции (контроль снижения напряжения, вычисление df/dt) 950
6.34.3.1 Описание 950
6.34.3.2 Указания по применению и вводу уставок 950
6.34.4 Описание ступени 951
6.34.4.1 Описание 951
6.34.4.2 Указания по применению и вводу уставок 952
6.34.4.3 Уставки 953
6.34.4.4 Список сообщений 954
6.35 Контроль чередования фаз 955
6.35.1 Обзор функций 955
6.35.2 Структура функции 955
6.35.3 Описание функции 956
6.35.4 Указания по применению и вводу уставок 958
6.35.5 Уставки 959
6.35.6 Список сообщений 959
6.36 Мгновенное отключение при включении на КЗ 961
6.36.1 Обзор функций 961
6.36.2 Структура функции 961
6.36.3 Описание ступени 962
6.36.4 Указания по применению и вводу уставок 962
6.36.5 Уставки 963
6.36.6 Список сообщений 963
6.37 Защита от тепловой перегрузки 964
6.37.1 Обзор функций 964
6.37.2 Структура функции 964
6.37.3 Описание функции 965
6.37.4 Указания по применению и вводу уставок 969
6.37.5 Уставки 972
6.37.6 Список сообщений 974
6.38 Защита от тепловой перегрузки 1-фазная 975
6.38.1 Обзор функций 975
6.38.2 Структура функции 975

6.38.3 Описание функции....976
6.38.4 Указания по применению и вводу уставок....980
6.38.5 Уставки....984
6.38.6 Сообщение....985
6.39 Контроль температуры....986
6.39.1 Обзор функций....986
6.39.2 Структура функции....986
6.39.3 Описание функции....987
6.39.4 Указания по применению и вводу уставок....988
6.39.5 Уставки....989
6.39.6 Список сообщений....992
6.40 Расчет горячих точек....995
6.40.1 Обзор функций....995
6.40.2 Структура функции....995
6.40.3 Описание функции....996
6.40.4 Указания по применению и вводу уставок....1001
6.40.5 Уставки....1004
6.40.6 Список сообщений....1005
6.41 УРОВ....1006
6.41.1 Обзор функции....1006
6.41.2 Структура функции....1006
6.41.3 Описание функции....1007
6.41.4 Указания по применению и вводу уставок....1012
6.41.5 Уставки....1019
6.41.6 Список сообщений....1020
6.42 Защита от дуговых перекрытий выключателя....1021
6.42.1 Обзор функции....1021
6.42.2 Структура функции....1021
6.42.3 Описание функции....1021
6.42.4 Указания по применению и вводу уставок....1025
6.42.5 Уставки....1029
6.42.6 Список сообщений....1029
6.43 Дуговая защита....1031
6.43.1 Обзор функции....1031
6.43.2 Структура функции....1031
6.43.3 Описание....1032
6.43.4 Указания по применению и вводу уставок - Общие параметры....1034
6.43.5 Указания по применению и вводу уставок для ступени....1034
6.43.6 Уставки....1035
6.43.7 Список сообщений....1037
6.43.8 Пример применения дуговой защиты с режимом работы: только свет....1038
6.43.8.1 Описание....1038
6.43.8.2 Указания по применению и вводу уставок....1039
6.43.9 Пример применения дуговой защиты с режимом работы: ток и свет....1040
6.43.9.1 Описание....1040
6.43.9.2 Указания по применению и вводу уставок....1042

6.43.10 Пример применения дуговой защиты внешним пуском ... 1042
6.43.10.1 Описание ... 1042
6.43.10.2 Указания по применению и вводу уставок для варианта 1 (без обратной связи с защитами фидера) ... 1045
6.43.10.3 Указания по применению и вводу уставок для варианта 2 (с обратной связью с защитами фидера) ... 1047
6.44 Обнаружение броска тока намагничивания ... 1050
6.44.1 Обзор функций ... 1050
6.44.2 Структура функции ... 1050
6.44.3 Описание функции ... 1050
6.44.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1054
6.44.5 Уставки ... 1055
6.44.6 Список сообщений ... 1056
6.45 Трехфазная защита по мощности ... 1057
6.45.1 Обзор функций ... 1057
6.45.2 Структура функции ... 1057
6.45.3 Ступень активной мощности ... 1058
6.45.4 Ступень реактивной мощности ... 1060
6.45.5 Пример применения ... 1061
6.45.6 Замечания по уставкам для ступени активной мощности ... 1062
6.45.7 Замечания по уставкам для ступени реактивной мощности ... 1063
6.45.8 Уставки ... 1064
6.45.9 Список сообщений ... 1065
6.46 Выбор точки измерения напряжения ... 1067
6.46.1 Обзор функций ... 1067
6.46.2 Описание функции ... 1067
6.46.3 Указания по применению и вводу уставок ... 1068
6.46.4 Список сообщений ... 1069

7 Функции управления ... 1071

7.1 Обзор ... 1072
7.1.1 Обзор ... 1072
7.1.2 Концепция элементов управления ... 1072
7.2 Элементы переключения ... 1075
7.2.1 Общие сведения ... 1075
7.2.2 Коммутационный элемент выключатель ... 1075
7.2.2.1 Структура коммутационного аппарата "Выключатель" ... 1075
7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1079
7.2.2.3 Варианты подключения выключателя ... 1082
7.2.2.4 Уставки ... 1088
7.2.2.5 Список сообщений ... 1090
7.2.3 Коммутационный элемент разъединитель ... 1091
7.2.3.1 Структура коммутационного аппарата Разъединитель ... 1091
7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1093
7.2.3.3 Типы управления разъединителем ... 1095
7.2.3.4 Уставки ... 1098
7.2.3.5 Список сообщений ... 1099
7.3 Последовательности переключений ... 1100
7.3.1 Обзор функций ... 1100
7.3.2 Описание функции ... 1100

7.3.3 Указания по применению и вводу уставок 1102
7.3.4 Уставки 1106
7.3.5 Список сообщений 1106
7.4 Системные функции управления 1108
7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства 1108
7.4.2 Протоколирование команд 1128
7.4.3 Уставки 1133
7.4.4 Список сообщений 1134
7.5 Функция контроля синхронизма 1135
7.5.1 Обзор функций 1135
7.5.2 Структура функции 1135
7.5.3 Схемы подключения и основные определения 1136
7.5.4 Общие функции 1138
7.5.5 Последовательность функций 1142
7.5.6 Условия включения для ступени проверки синхронизма 1144
7.5.7 Условия включения для синхронной/асинхронной ступени 1145
7.5.8 Расширенные проверки (df/dt и сглаженность колебаний) 1149
7.5.9 Включение на линию / шины без напряжения 1150
7.5.10 Команда прямого включения 1152
7.5.11 Взаимодействие с управлением и внешним пуском 1152
7.5.12 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Общее) 1153
7.5.13 Задание уставок и примечания по вводу (контроль синхронизма) 1156
7.5.14 Задание уставок и примечания по вводу уставок (синхронное / асинхронное включение) 1156
7.5.15 Задание уставок и примечания по вводу (Включение без напряжения / Команда прямого включения) 1158
7.5.16 Уставки 1159
7.5.17 Список сообщений 1162
7.6 РПН трансформатора 1165
7.6.1 Описание функции 1165
7.6.2 Указания по применению и вводу уставок 1168
7.6.3 Уставки (диалоговое окно "Свойства") 1174
7.6.4 Уставки 1174
7.6.5 Список сообщений 1175
7.7 Контроллер напряжения 1176
7.7.1 Обзор функций 1176
7.7.2 Структура функции 1176
7.7.3 Описание функции 1177
7.7.4 Указания по применению и вводу уставок 1192
7.7.5 Уставки 1200
7.7.6 Список сообщений 1203

8 Функции контроля 1207

8.1 Обзор 1208
8.2 Контроль потребления ресурсов 1209
8.2.1 Модель загрузка процессора 1209
8.2.2 Функциональные единицы 1211

8.2.3 Ресурсы CFC 1212

8.3 Контроль вторичной системы 1214

8.3.1 Обзор 1214

8.3.2 Неисправность в цепях измеряемого напряжения 1214
8.3.2.1 Обзор функций 1214
8.3.2.2 Структура функции 1215
8.3.2.3 Несимметричное повреждение в цепях напряжения 1216
8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения 1217
8.3.2.5 Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения, при малой нагрузке 1219
8.3.2.6 Указания по применению и вводу уставок 1220
8.3.2.7 Уставки 1221
8.3.2.8 Список сообщений 1222

8.3.3 Автоматический выключатель трансформатора напряжения 1222
8.3.3.1 Обзор функций 1222
8.3.3.2 Структура функции 1223
8.3.3.3 Описание функции 1223
8.3.3.4 Указания по применению и вводу уставок 1223
8.3.3.5 Уставки 1224
8.3.3.6 Список сообщений 1224

8.3.4 Контроль симметрии напряжений 1224
8.3.4.1 Обзор функций 1224
8.3.4.2 Структура функции 1224
8.3.4.3 Описание функции 1224
8.3.4.4 Указания по применению и вводу уставок 1226
8.3.4.5 Уставки 1226
8.3.4.6 Список сообщений 1226

8.3.5 Контроль суммы напряжений 1227
8.3.5.1 Обзор функций 1227
8.3.5.2 Структура функции 1227
8.3.5.3 Описание функции 1227
8.3.5.4 Указания по применению и вводу уставок 1229
8.3.5.5 Уставки 1229
8.3.5.6 Список сообщений 1229

8.3.6 Контроль чередования фаз напряжения 1230
8.3.6.1 Обзор функций 1230
8.3.6.2 Структура функции 1230
8.3.6.3 Описание функции 1230
8.3.6.4 Указания по применению и вводу уставок 1231
8.3.6.5 Уставки 1231
8.3.6.6 Список сообщений 1231

8.3.7 Обнаружение обрыва провода 1231
8.3.7.1 Обзор функций 1231
8.3.7.2 Структура функции 1232
8.3.7.3 Описание функции 1232
8.3.7.4 Применение и рекомендации по выбору уставок 1233
8.3.7.5 Уставки 1234
8.3.7.6 Список сообщений 1234

8.3.8 Контроль симметрии токов 1234
8.3.8.1 Обзор функций 1234
8.3.8.2 Структура функции 1235
8.3.8.3 Описание функции 1235
8.3.8.4 Указания по применению и вводу уставок 1236
8.3.8.5 Уставки 1237
8.3.8.6 Список сообщений 1237

8.3.9 Контроль суммы токов....1237
8.3.9.1 Обзор функций....1237
8.3.9.2 Структура функции....1238
8.3.9.3 Описание функции....1238
8.3.9.4 Указания по применению и вводу уставок....1240
8.3.9.5 Уставки....1240
8.3.9.6 Список сообщений....1241
8.3.10 Контроль чередования фаз тока....1241
8.3.10.1 Обзор функций....1241
8.3.10.2 Структура функции....1241
8.3.10.3 Описание функции....1242
8.3.10.4 Указания по применению и вводу уставок....1242
8.3.10.5 Уставки....1243
8.3.10.6 Список сообщений....1243
8.3.11 Контроль цепи отключения....1243
8.3.11.1 Обзор функций....1243
8.3.11.2 Структура функции....1243
8.3.11.3 Контроль цепей отключения с использованием 2 дискретных входов....1243
8.3.11.4 Контроль цепей отключения с использованием 1 дискретного входа....1245
8.3.11.5 Указания по применению и вводу уставок....1248
8.3.11.6 Уставки....1249
8.3.11.7 Список сообщений....1249
8.4 Контроль аппаратных средств....1250
8.4.1 Обзор....1250
8.4.2 Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов....1251
8.4.2.1 Обзор функций....1251
8.4.2.2 Структура функции....1252
8.4.2.3 Описание функции....1252
8.5 Контроль прошивки устройства....1255
8.6 Контроль конфигурации аппаратных средств....1256
8.7 Контроль коммуникационных соединений....1257
8.8 Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей....1258
8.8.1 Обзор....1258
8.8.2 Тяжесть дефекта 1....1259
8.8.3 Тяжесть дефекта 2....1262
8.8.4 Тяжесть дефекта 3....1263
8.9 Групповое предупредительное сообщение....1265

9 Измеренные значения, значения энергии и статистические данные....1267

9.1 Обзор функций....1268
9.2 Структура функции....1269
9.3 Рабочие измеряемые величины....1271
9.4 Основная гармоника и симметричные составляющие....1273
9.5 PMU (блок измерения параметров векторов)....1274
9.5.1 Обзор функций....1274
9.5.2 Структура функциональной группы....1274
9.5.3 Описание функции....1274
9.5.4 Передаваемые данные....1279
9.5.5 Коммуникация PMU (IEEE C37.118)....1279
9.5.6 Параметрирование PMU с помощью DIGSI....1280
9.5.7 Параметрирование PMU на устройстве....1287

9.5.8 Указания по применению и вводу уставок 1288
9.5.9 Уставки 1290
9.5.10 Список сообщений 1290
9.6 Средние значения 1291
9.6.1 Описание функций среднекватратичных величин 1291
9.6.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для средних величин 1291
9.7 Минимальные/максимальные значения 1294
9.7.1 Описание функций минимальных/максимальные величин 1294
9.7.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок минимальных/максимальных величин 1295
9.8 Значения энергии 1296
9.8.1 Описание функций величин энергии 1296
9.8.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для величин энергии 1297
9.9 Определяемые пользователем значения учета 1299
9.9.1 Описание функции учитываемого значения импульса 1299
9.9.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок счетно-импульсных величин. 1300
9.10 Статистические величины первичной системы 1303
9.11 Измерительные преобразователи 1304
9.11.1 Обзор функций 1304
9.11.2 Структура функции 1304
9.11.3 Описание функции 1304
9.11.4 Указания по применению и вводу уставок 1308
9.11.5 Уставки 1309
9.11.6 Список сообщений 1311
9.12 Мониторинг износа выключателя 1312
9.12.1 Обзор функций 1312
9.12.2 Структура функции 1312
9.12.3 Описание функции 1313
9.12.3.1 Описание 1313
9.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок 1314
9.12.3.3 Уставки 1315
9.12.3.4 Список сообщений 1315
9.12.4 Ступень ΣI^x метода 1316
9.12.4.1 Описание 1316
9.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок 1318
9.12.4.3 Уставки 1318
9.12.4.4 Список сообщений 1318
9.12.5 Ступень 2P метода 1319
9.12.5.1 Описание 1319
9.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок 1322
9.12.5.3 Уставки 1323
9.12.5.4 Список сообщений 1323
9.12.6 Ступень I^2t метода 1324
9.12.6.1 Описание 1324
9.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок 1325
9.12.6.3 Уставки 1325
9.12.6.4 Список сообщений 1325

10 Испытания 1327

10.1 Общие примечания 1328

10.2 Проверка подключения к системе ... 1329
10.3 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов 1331
10.3.1 Вторичные испытания ... 1331
10.3.2 Первичные испытания ... 1333
10.4 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей 1343
10.4.1 Вторичные испытания ... 1343
10.4.2 Первичные испытания ... 1344
10.5 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты от замыканий на землю ... 1345
10.6 Тест защиты от замыкания на землю ... 1347
10.7 Проверка подключения цепей тока и напряжения ... 1348
10.8 Функциональное тестирование для обмена данными защиты ... 1349
10.8.1 Управление Передача данных защиты ... 1349
10.8.2 Направленный тест ... 1350
10.8.3 Проверка контура ... 1350
10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения ... 1355
10.10 Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки ... 1356
10.11 Функциональные испытания для расчета горячих точек ... 1358
10.11.1 Вторичные испытания ... 1358
10.12 Первичные и вторичные испытания функции УРОВ ... 1359
10.13 Тестирование выключателя ... 1362
10.14 Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания ... 1365
10.15 Тестирование функции контроля цепей отключения ... 1366
10.16 Проверка контроля чередования фаз ... 1367
10.17 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации ... 1368

11 Технические характеристики ... 1373

11.1 Общая информация об устройстве ... 1375
11.1.1 Аналоговые входы ... 1375
11.1.2 Напряжение питания ... 1376
11.1.3 Дискретные входы ... 1378
11.1.4 Выходные реле ... 1378
11.1.5 Конструктивные особенности ... 1380
11.2 Дифференциальная защита трансформатора ... 1383
11.3 Дифференциальная защита от замыканий на землю ... 1386
11.4 Дифференциальная защита электродвигателя ... 1388
11.5 Дифференциальная защита линии ... 1390
11.6 Дифференциальная защита ошиновки ... 1392
11.7 Чувствительное обнаружение замыкания на землю ... 1394
11.7.1 Общие данные ... 1394
11.7.2 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности ... 1395
11.7.3 Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ ... 1395
11.7.4 Ступень защиты от неустойчивых замыканий на землю ... 1396
11.7.5 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I) 1396
11.7.6 Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0 ... 1397

11.8 Интерфейс данных защиты и топология защиты....1398
11.9 Синхронизация даты и времени 1400
11.10 устройство векторных измерений....1401
11.11 Дистанционная защита....1402
11.12 Блокировка при качаниях мощности 1405
11.13 Внешнее отключение 1406
11.14 МТЗ с независимой выдержкой времени, фазы 1407
11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени....1409
11.16 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с определяемой пользователем характеристикой срабатывания 1417
11.17 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени 1419
11.18 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени....1421
11.19 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с определяемой пользователем характеристикой срабатывания 1429
11.20 Максимальная токовая защита, 1ф (ступень с независимой выдержкой времени) 1431
11.21 Максимальная токовая защита, однофазная (ступень МТЗ с инверсной выдержкой времени) 1433
11.22 Максимальная токовая защита, однофазная, с определяемой пользователем характеристикой срабатывания 1435
11.23 Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)....1437
11.24 Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению....1438
11.25 Направленная трехфазная МТЗ 1440
11.26 Токовая направленная защита нулевой последовательности, заземл.нейтраль....1443
11.27 Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени 1448
11.28 Мгновенное отключение при больших токах....1449
11.29 Защита максимального напряжения для трехфазного напряжения 1450
11.30 Защита максимального напряжения прямой последовательности 1451
11.31 Защита от повышения напряжения обратной последовательности 1452
11.32 Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности 1453
11.33 Защита максимального напряжения по любому напряжению 1454
11.34 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения.1455
11.35 Защита минимального напряжения прямой последовательности....1456
11.36 Защита минимального напряжения по любому напряжению 1457
11.37 Защита максимальной частоты 1459
11.38 Защита минимальной частоты 1460
11.39 Защита по скорости изменения частоты....1461
11.40 Функция определения места повреждения (ОМП) 1462
11.41 Мгновенное отключение при включении на КЗ 1463
11.42 Защита от тепловой перегрузки....1464
11.43 Функциональная группа Аналоговые модули....1467
11.44 Контроль температуры....1468

11.45 Расчет горячих точек ... 1469
11.46 УРОВ ... 1470
11.47 Защита от дуговых перекрытий выключателя ... 1472
11.48 Дуговая защита ... 1473
11.49 Защита от перевозбуждения ... 1474
11.50 Защита от несимметричной нагрузки ... 1476
11.51 Обнаружение броска тока намагничивания ... 1478
11.52 Трехфазная защита по мощности (P, Q) ... 1479
11.53 Функция контроля синхронизма ... 1480
11.54 Регулирование напряжения ... 1482
11.55 Мониторинг симметрии токов ... 1483
11.56 Мониторинг симметрии напряжений ... 1484
11.57 Контроль суммы токов ... 1485
11.58 Контроль суммы напряжений ... 1486
11.59 Контроль чередования фаз тока ... 1487
11.60 Изменение порядка чередования фаз напряжения ... 1488
11.61 Контроль цепи отключения ... 1489
11.62 Контроль аналоговых измерений путем быстрого суммирования токов ... 1490
11.63 Обнаружение повреждения в цепях напряжения ... 1491
11.64 Автоматический выключатель трансформатора напряжения ... 1493
11.65 Рабочая измеряемая величина и статистические значения ... 1494
11.66 Величины энергии ... 1497
11.67 CFC ... 1498

A Приложение ... 1503

A.1 Опции заказа и аксессуары ... 1504
A.2 Принятые обозначения (по тексту и на схемах) ... 1506
A.3 Стандартный вариант для 7UT82 ... 1509
A.4 Стандартные варианты для 7UT85 ... 1510
A.5 Стандартные варианты для 7UT86 ... 1511
A.6 Стандартные варианты для 7UT87 ... 1513
A.7 Требования к трансформаторам тока (трансформатор тока в фазе) ... 1515
A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока ... 1518
A.9 Примеры подключения к трансформаторам напряжения ... 1525
A.10 Примеры подключения для трансформаторов ... 1531
A.11 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность ... 1537
A.12 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема ... 1539
A.13 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 90V) ... 1541
A.14 Предварительное ранжирование для электродвигателя ... 1544
A.15 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора ... 1546
A.16 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема ... 1548

A.17 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора Полуторная схема (87T, 50BF, 87N, 21) 1550
A.18 Предварительное ранжирование для автотрансформатора 1552
A.19 Предварительное ранжирование для автотрансформатора, полуторная схема 1555

Словарь терминов **1559**

Алфавитный указатель **1577**

1 Обзор

1.1	Общие данные	38
1.2	Характеристики семейства SIPROTEC 5	40
1.3	Обзор устройств защиты трансформатора	42

1.1 Общие данные

Цифровые многофункциональные устройства защиты и управления присоединением серии SIPROTEC 5 оборудованы мощным микропроцессором. В результате, все задачи, начиная от выполнения измерений и до выдачи команд управления на выключатель, выполняются цифровым способом.

Аналоговые входы

Измерительные входы преобразуют значения токов и напряжений, переданные измерительными трансформаторами, и адаптируют их для внутренней обработки на уровне устройства. В каждом устройстве SIPROTEC 5 имеется трансформатор тока. Кроме того, такое устройство, в зависимости от типа, может комплектоваться трансформатором напряжения. Токовые входы предназначены для измерения фазных токов и тока утечки на землю. Измерение тока утечки на землю может выполняться с высокой чувствительностью с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Также предусмотрена возможность измерения фазных токов с высокой чувствительностью, необходимая для особо точных измерений. Входы напряжения предназначены для получения сигнала измерительного напряжения для тех функций устройства, в которых нужны измеренные значения тока и напряжения.

Для последующей обработки аналоговые величины оцифровываются внутренним микропроцессором.

Микропроцессорная система

Все функции устройства обрабатываются микропроцессорной системой.

Обработка включает следующие операции:

- Фильтрация и подготовка измеряемых величин к обработке.
- Постоянный контроль измеряемых величин
- Контроль условий срабатывания для каждой функции защиты.
- Опрос пороговых величин и согласование времен.
- Обработка сигналов для функций логического управления
- Принятие решений о выдаче команд на отключение и включение.
- Хранение сообщений, данных повреждений и величин при повреждениях для последующего анализа.
- Управление операционной системой и связанными функциями, такими как хранение данных, часы реального времени, обмен данными, интерфейсы, т.п.
- Обмен данными с внешними устройствами.

Дискретные входы и выходы

Устройство получает информацию от системы или других устройств (например, команды блокировки) с помощью дискретных входов и выходов. Наиболее важные выходные сигналы представляют собой команды для коммутационных аппаратов, а также сигналы о появлении новых событий и изменении состояний.

Элементы лицевой панели устройства

В устройствах со встроенной или съемной панелью оператора информация о функционировании устройства, данные о событиях и состояниях, а также результаты измерений отображаются с помощью светодиодов и жидкокристаллического дисплея (ЖКД), находящихся в передней части. Встроенная клавиатура и ЖКД обеспечивают возможность управления устройством на месте эксплуатации. Оператор может вызвать на экран любую информацию, связанную с устройством, например, параметры настройки, данные об эксплуатационных режимах либо неисправностях, а также измеренные значения. Кроме того, с помощью расположенного на устройстве интерфейса пользователя можно управлять оборудованием системы.

Последовательные интерфейсы

Последовательный интерфейс на передней панели устройства обеспечивает локальную связь с персональным компьютером (ПК) с установленной управляющей программой DIGSI. С помощью нее можно настраивать все функции устройства. Дополнительные интерфейсы на задней панели позволяют реализовать обмен данными с помощью различных протоколов связи.

Электропитание

Отдельные функциональные блоки устройства питаются от внутреннего источника питания. Кратковременные прерывания напряжения питания, которые могут происходить при коротких замыканиях в системе питания, обычно сглаживаются за счет наличия конденсатора (см. раздел "Технические данные").

1.2 Характеристики семейства SIPROTEC 5

Семейство SIPROTEC 5 включает компактные устройства на уровне присоединения, которые могут устанавливаться непосредственно в ячейки распределительных устройств среднего и высокого напряжения. Устройства сочетают в себе обширную библиотеку функций защиты и управления.

Основные свойства

- Высокопроизводительный микропроцессор
- Полностью цифровая обработка измеряемых величин и выполнение функций управления, начиная от измерения и преобразования измеренных величин и до выдачи команд отключения и включения на выключатель.
- Полная и надежная гальваническая развязка между внутренними рабочими цепями устройства и внешними цепями измерения, управления и питания обеспечивается благодаря конструкции аналоговых входных трансформаторов, дискретных входов и выходов, и преобразователей постоянного и переменного токов.
- Удобство эксплуатации с помощью встроенной панели оператора с дисплеем либо с помощью подключенного ПК с интерфейсом пользователя.
- Постоянное отображение величин измерения и учета на лицевой панели.
- Хранение минимальных / максимальных измеренных значений (функция "slave pointer") и средних значений за длительный период.
- Хранение сообщений о повреждениях в системе с метками времени и мгновенными значениями для осциллографирования повреждений.
- Непрерывный контроль измеряемых величин, а также аппаратного и программного обеспечения устройства.
- Возможность обмена данными с устройствами управления и хранения через интерфейсы связи.
- Встроенные часы с возможностью синхронизации, с батареей питания.

Модульная конструкция

Модульная конструкция устройств серии SIPROTEC 5 обеспечивает согласованность и целостность всех функциональных возможностей всей серии устройств. Наиболее важные характеристики:

- Модульная структура аппаратного и программного обеспечения и коммуникации.
- Объединение различных функций, таких как защита, управление и регистрация повреждений.
- Однотипность модулей расширения и обмена данными для всех устройств семейства.
- Инновационная технология, обеспечивающая легкость сборки терминала, взаимозаменяемость и наивысшую степень безопасности.
- Одни и те же функции могут быть сконфигурированы отдельно для всей серии устройств.
- Возможность выполнения обновления в любое время посредством библиотек.
- Открытая, масштабируемая архитектура для интеграции в системы ИТ и добавления новых функций.
- Многоуровневый механизмы безопасности во всех звеньях цепи безопасности.
- Процедуры самодиагностики для поиска и отображения неисправностей устройства.
- Автоматическая регистрация попыток доступа и критических с точки зрения безопасности операций с устройством и системой.

Резервные каналы связи

Устройства семейства SIPROTEC 5 поддерживают полное резервирование связи:

- Несколько резервных интерфейсов обмена данными
- Возможность применения резервных и независимых протоколов обмена данными с центрами управления (МЭК 60870-5-103 и МЭК 61850 с резервированием или без резервирования)
- Резервирование каналов синхронизации времени (таких как IRIG-B, SNTP или IEEE 1588)

1.3 Обзор устройств защиты трансформатора

Устройство может применяться для защиты силовых многообмоточных трансформаторов, а также автотрансформаторов. Функции основной дифференциальной защиты трансформатора дополнены дифференциальной защитой от замыканий на землю. Также могут использоваться и другие дополнительные функции защиты.

Классификация устройства защиты ориентирована на конструкцию защищаемого объекта. Простейшей конструкцией является двухобмоточный силовой трансформатор с различной векторной группой. Защищаемым объектом может также являться простейший автотрансформатор. Кроме того, это может быть трехобмоточный трансформатор с различными схемами векторных групп. Или же это может быть автотрансформатор с компенсационной обмоткой. В последнюю группу входят многообмоточные трансформаторы, которые обычно применяются в преобразовательных установках (например, при передаче постоянного тока высокого напряжения).

Важной характеристикой устройств защиты является их способность обрабатывать токи нескольких обмоток (далее используется термин "сторона") и нескольких точек (плеч) измерения.

В следующей таблице приведены 4 основных класса устройств дифференциальной защиты трансформатора.

Таблица 1-1 Классификация устройств

7	**UT**		**Основные характеристики**
7	UT	82	Двухобмоточный силовой трансформатор (2 стороны и максимум 2 точки измерения)
7	UT	85	Двухобмоточный силовой трансформатор (3 стороны, из которых 2 разомкнуты и максимум 4 точек измерения)
7	UT	86	Трехобмоточный силовой трансформатор (4 стороны, из которых 3 разомкнуты и максимум 5 точек измерения)
7	UT	87	Многообмоточный силовой трансформатор (5 сторон и максимум 7 точек измерения).

В устройстве 7UT87 имеются особые функциональные возможности. Благодаря способности к обработке до 5 сторон (максимум), одно устройство обеспечивает функции защиты двух трансформаторов (например, двух 2-обмоточных трансформаторов). Информацию о дополнительных возможностях можно получить в каталоге устройства или в шаблонах применения в Разделе 4.

Стандартные свойства 4 типов устройств приведены в следующей таблице:

Таблица 1-2 Свойства – 7UT82

Краткое описание	Дифференциальная защита двухобмоточных силовых трансформаторов всех классов напряжения
Основная функция защиты	1 функция дифференциальной защиты (стандартный трансформатор) с дополнительным торможением; до 2 функций дифференциальной защиты от замыканий на землю
Применимые точки измерения	Две точки измерения 1-фазного тока Три точки измерения 2-фазного тока
Входы и выходы	1 стандартный вариант, содержащий 8 трансформаторов тока, 7 дискретных входов, 6 дискретных выходов
Ширина корпуса от	1/3 × 19 дюймов

Таблица 1-3 Свойства – 7UT85

Краткое описание	Дифференциальная защита двухобмоточных силовых трансформаторов всех классов напряжения
Основная функция защиты	1 функция дифференциальной защиты (стандартная или для автотрансформатора) с дополнительным торможением; до 2 функций дифференциальной защиты от замыканий на землю

Применимые точки измерения	4 точки измерения трехфазных токов 3 точки измерения однофазного тока 2 точки измерения трехфазного напряжения
Входы и выходы Гибкость аппаратного обеспечения	2 стандартных варианта, содержащих 8 трансформаторов тока, от 7 до 19 дискретных входов, от 7 до 23 дискретных выходов Модульная конструкция устройств серии SIPROTEC 5 обладает невероятной гибкостью и возможностью расширения числа входов/выходов.
Ширина корпуса от	1/3 × 19 дюймов до 1/1 × 19 дюймов

Таблица 1-4 Свойства – 7UT86

Краткое описание	Дифференциальная защита трехобмоточных силовых трансформаторов всех классов напряжения
Основная функция защиты	1 функция дифференциальной защиты (стандартная) с дополнительным торможением; до 3 функций дифференциальной защиты от замыканий на землю В установках с автотрансформаторами 2 функции дифференциальной защиты могут обрабатываться в функциональной группе автотрансформатора.
Применимые точки измерения	5 точек измерения трехфазных токов 4 точки измерения однофазного тока 3 точки измерения трехфазного напряжения
Входы и выходы Гибкость аппаратного обеспечения	2 стандартных варианта, содержащих 12 трансформаторов тока, 4 трансформатора напряжения, от 11 до 23 дискретных входов, от 19 до 34 дискретных выходов. Модульная конструкция устройств серии SIPROTEC 5 обладает невероятной гибкостью и возможностью расширения числа входов/выходов.
Ширина корпуса от	1/2 × 19 дюймов до 1/1 × 19 дюймов

Таблица 1-5 Свойства – 7UT87

Краткое описание	Дифференциальная защита многообмоточных силовых трансформаторов всех классов напряжения
Основная функция защиты	До 2 функций дифференциальной защиты с дополнительным торможением (в различных функциональных группах трансформаторов); до 5 функций дифференциальной защиты от замыканий на землю. В установках с автотрансформаторами 2 функции дифференциальной защиты могут обрабатываться в функциональной группе автотрансформатора.
Применимые точки измерения	7 точек измерения трехфазных токов 5 точек измерения однофазного тока 3 точки измерения трехфазного напряжения
Входы и выходы Гибкость аппаратного обеспечения	2 стандартных варианта, содержащих 20 трансформаторов тока, 4 трансформатора напряжения, от 15 до 27 дискретных входов, от 22 до 38 дискретных выходов. Модульная конструкция устройств серии SIPROTEC 5 обладает невероятной гибкостью и возможностью расширения числа входов/выходов.
Ширина корпуса от	2/3 × 19 дюймов до 1/1 × 19 дюймов

Наиболее важными функциональными особенностями устройств являются:

- Обширная библиотека универсальных основных и дополнительных защит для двух-, трех- и многообмоточных трансформаторов.
- Возможность получения измерений из нескольких точек
- Возможность применения для классов напряжений, от среднего и до сверхвысокого.

- Защита стандартных силовых трансформаторов и автотрансформаторов
- Обеспечение стандартных характеристик дифференциальной защиты трансформатора, таких как гибкая коррекция по векторной группе трансформатора, командам включения и процессам перевозбуждения, надежное функционирование при различной степени насыщения трансформаторов тока.
- Повышенная чувствительность при замыканиях на землю вблизи точки нейтрали благодаря наличию отдельной дифференциальной защиты от замыканий на землю.
- Регулятор напряжения для контроля и регулирования РПН
- Для стандартных функций защиты, таких как МТЗ, защиты по напряжению, частоте и пр. можно добавить дополнительные входы тока и напряжения.
- В стандартном исполнении возможно установить два модуля обмена данными с поддержкой различных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, DNP3 (последовательный+IP), ведомый RTU Modbus)
- Реализация функций автоматики с помощью CFC-логики.
- Последовательные коммуникационные интерфейсы позволяют обмениваться данными на больших расстояниях с помощью любой доступной среды передачи (оптоволокно, 2-проводное соединение и сети связи)
- Измерение всех важнейших рабочих величин
- Регистрация повреждений
- Принцип непрерывной диагностики
- Внешние функции для простоты тестирования и ввода в эксплуатацию

2 Базовая структура функций

2.1	Реализация функций в устройствах	46
2.2	Настройка шаблонов применения	53
2.3	Управление функциями	55
2.4	Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений	59

2.1 Реализация функций в устройствах

Общие данные

Устройства серии SIPROTEC 5 обеспечивают большую гибкость в работе с функциями. Функции могут быть загружены в устройство по отдельности. Кроме того, имеется возможность копировать функции внутри устройства или между устройствами. Необходимая интеграция функций в устройство проиллюстрирована следующим примером.



ПРИМЕЧАНИЕ

Доступность конкретных уставок и параметров настройки зависит от типа устройства и функций, доступных в устройстве!

ПРИМЕР

В качестве примера служит применение устройства дистанционной защиты 7SA86 в полуторной схеме. Для реализации необходимы следующие функции защиты (упрощенный и сокращенный список):

- Дистанционная защита (21)
- Фазная МТЗ (51)
- УРОВ (50BF), для выключателей 1 и 2
- Базовые функции (обработка отключения и т.д.)

Для каждого устройства семейства существует несколько заранее заданных наборов функций, привязанных к определенным вариантам применения. Заранее заданный набор функций называется **шаблоном применения**. Существующие шаблоны применения автоматически доступны для выбора в библиотеках при создании нового устройства в программе DIGSI 5.

ПРИМЕР

При создании устройства в программе DIGSI 5 вы должны выбрать соответствующий шаблон применения. В примере выбран шаблон применения **ДЗ воздушной линии, системы с глухозаземленной нейтралью, полуторная схема**. Данный шаблон применения охватывает весь необходимый объем функций. Выбор данного шаблона применения определяет объем предварительно заданных функций. При необходимости он может быть изменен (см. Раздел *2.2 Настройка шаблонов применения*).

Функциональные группы (ФГ)

Функции объединены в функциональные группы. Это облегчает работу с функциями (добавление и копирование). Функциональные группы назначаются таким основным объектам, как линия, трансформатор или выключатель.

Функциональные группы объединяют функции относительно следующих основных задач:

- Назначение функций на трансформаторы тока и/или напряжения (привязка функций к точкам измерения и, таким образом, к защищаемым объектам)
- Обмен информацией между функциональными группами

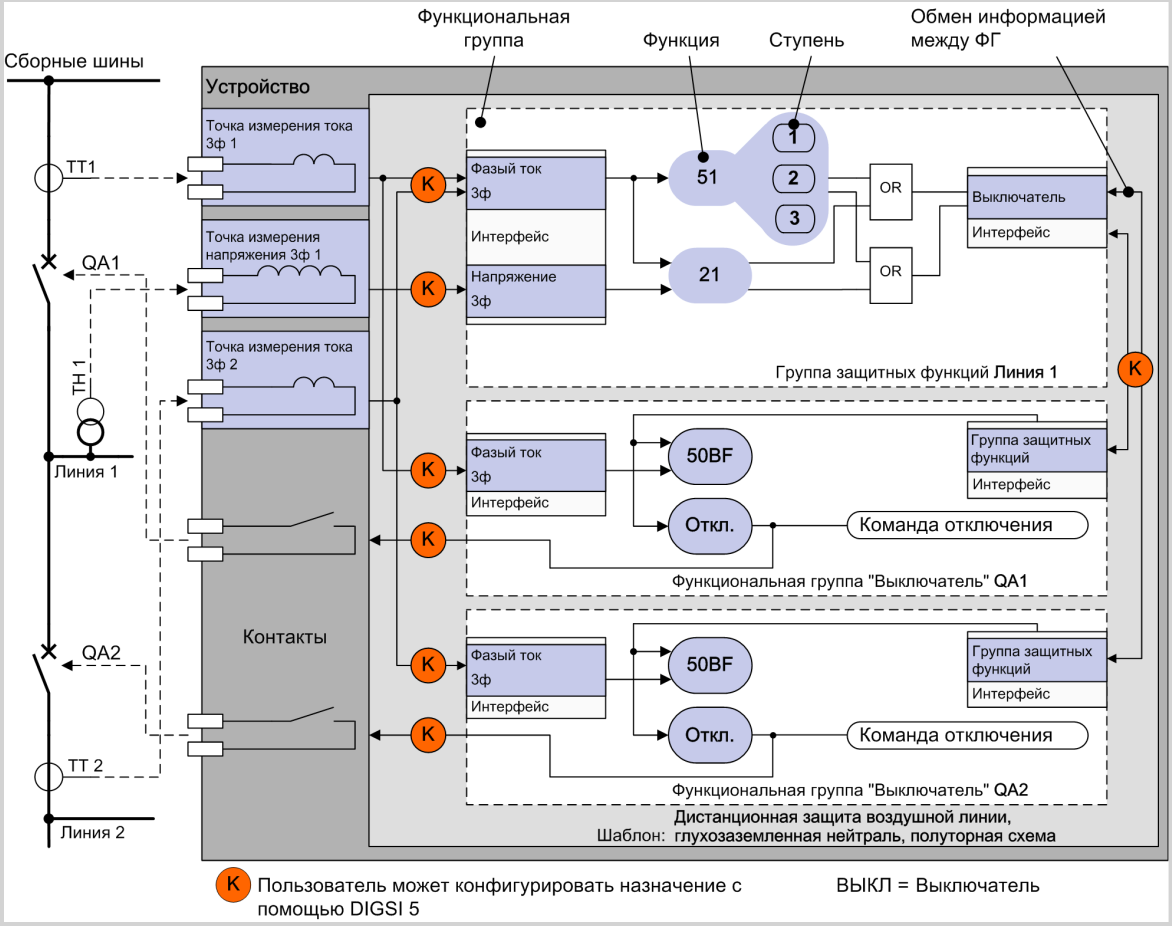
Когда функция копируется в функциональную группу, она автоматически начинает работать с точками измерения, заданными для данной ФГ. Также ее выходные сигналы автоматически включаются в настроенные интерфейсы ФГ.

ПРИМЕР

Выбранный шаблон применения **ДЗ воздушной линии, системы с глухозаземленной нейтралью, полуторная схема** содержат три функциональные группы:

- Функциональная группа защиты **Линия 1**
- Функциональная группа выключателя **QA 1**
- Функциональная группа выключателя **QA 2**

На рисунке ниже приведена реализация функций с помощью функциональных групп.



[dweifkfg-021012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-1 Реализация функций с помощью функциональных групп

В зависимости от типа устройства выделяются следующие типы функциональных групп:

- Функциональные группы защиты
- Функциональные группы Выключатель

Функциональные группы защит объединяют функции, которые назначены на один защищаемый объект – например, линию. В зависимости от типа устройства и свойств защищаемого объекта, имеются различные типы функциональных групп защиты (линия, 3-фазное напряжение/ток, трансформатор, двигатель и т.д.).

Функциональные группы выключателя объединяют функции, которые назначены на выключатели (такие, как обработка отключения, УРОВ,).

Количество и тип функциональных групп отличается в соответствующих шаблонах применения, в зависимости от типа устройства и применения. Вы можете добавлять, копировать или даже удалять функциональные группы для конкретных применений. Вы также можете адаптировать объем функций

внутри функциональной группы в соответствии с применением. Подробную информацию об этом можно найти в онлайн-справке программы DIGSI 5.

Интерфейс между функциональной группой и точкой измерения

Функциональные группы получают измеряемые трансформаторами тока и напряжения величины в точках измерения. Для этого функциональные группы подключены к одной или нескольким точкам измерения.

Количество точек измерения и привязка функциональных групп к точкам измерения задаются шаблоном применения в соответствии с конкретным применением. Таким образом, задается какая точка (точки) измерения и соответствующие измеряемые величины должны использоваться функцией в пределах функциональной группы.

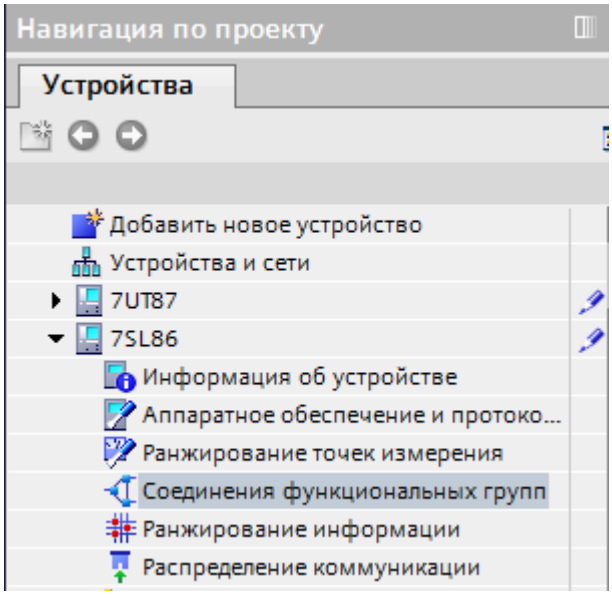
ПРИМЕР

Точки измерения в шаблоне применения *Рисунок 2-1* назначаются функциональным группам следующим образом:

- Функциональная группа защиты **Линия** назначается точкам измерения **I-3ф 1**, **I-3ф 2** и **V-3ф 1**. Поэтому функциональная группа получает измеряемые значения от трансформаторов тока 1 и 2, а также от трансформатора напряжения 1. Токи точек измерения **I-3ф 1** и **I-3ф 2** суммируются геометрически для использования в защите линии.
- Функциональная группа выключателя **QA1** назначается на точку измерения **I-3ф 1** и получает измеренные значения от трансформатора тока 1.
- Функциональная группа выключателя **QA2** назначается на точку измерения **I-3ф 2** и получает измеренные значения от трансформатора тока 2.

Пользователь может менять назначения, если это необходимо, то есть функциональные группы могут быть назначены на любую из точек измерения устройства.

Для проверки или изменения назначения точек измерения на функциональные группы, сделайте двойной щелчок мышкой на разделе **Соединения функциональных групп** в структуре проекта в программе DIGSI 5.



[scfgverb-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-2 Структура проекта в программе DIGSI 5

Окно ранжирования точек измерения открывается в рабочей области (см. следующий рисунок, не соответствует примеру).

Соединить точки измерения с функциональной группой

	Линия 1		Выключатель 1	
Точка измерения	U 3ф.	Iлин. 3ф	U	I 3ф
(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)
Точка измер. U 3ф 1[Код 3]	X		X	
Точка измер. I 3ф 1[Код 1]		X		X

[scmscofg-180311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-3 Привязка точек измерения к функциональной группе

Интерфейс между функциональными группами защиты и выключателя

Функциональная(ые) группа(ы) защиты подключены к одной или нескольким функциональным группам выключателя. Данное подключение определяет:

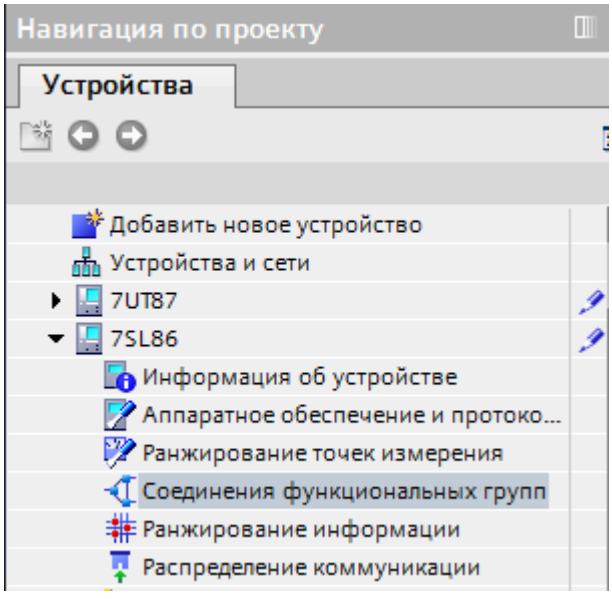
- Какой выключатель(и) отключаются при действии функций защит ФГ защиты.
- Пуск функции **УРОВ** (если она имеется в функциональной группе Выключатель) от функций защит подключенной функциональной группы защиты
- Пуск функции **АПВ** (АПВ, если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной функциональной группы защиты

Кроме общего назначения функциональных(ой) групп(ы) защиты на функциональные группы выключателя, вы также можете в деталях настроить взаимодействие функций защит и выключателя. Подробную информацию об этом можно найти в разделе ниже. На *Рисунок 2-6* показано, как найти подробную настройку. *Рисунок 2-7* подробно описывает возможные назначения.

Данные назначения также задаются для конкретных применений с помощью выбранного шаблона применения.

Пользователь может менять данную связь как необходимо, то есть функциональные группы защиты могут быть назначены на любые функциональные группы выключателя.

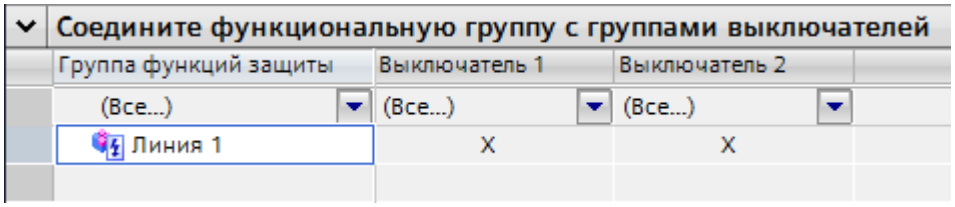
Для того чтобы проверить или изменить привязку функциональной группы защиты к функциональной группе выключателя, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на пункте **Соединения функциональной группы** в дереве проекта DIGSI 5 **Имя устройства** .



[scfgverb-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-4 Структура проекта в программе DIGSI 5 (подробности)

Окно для общего назначения функциональных групп открывается в рабочей области (см. следующий рисунок).

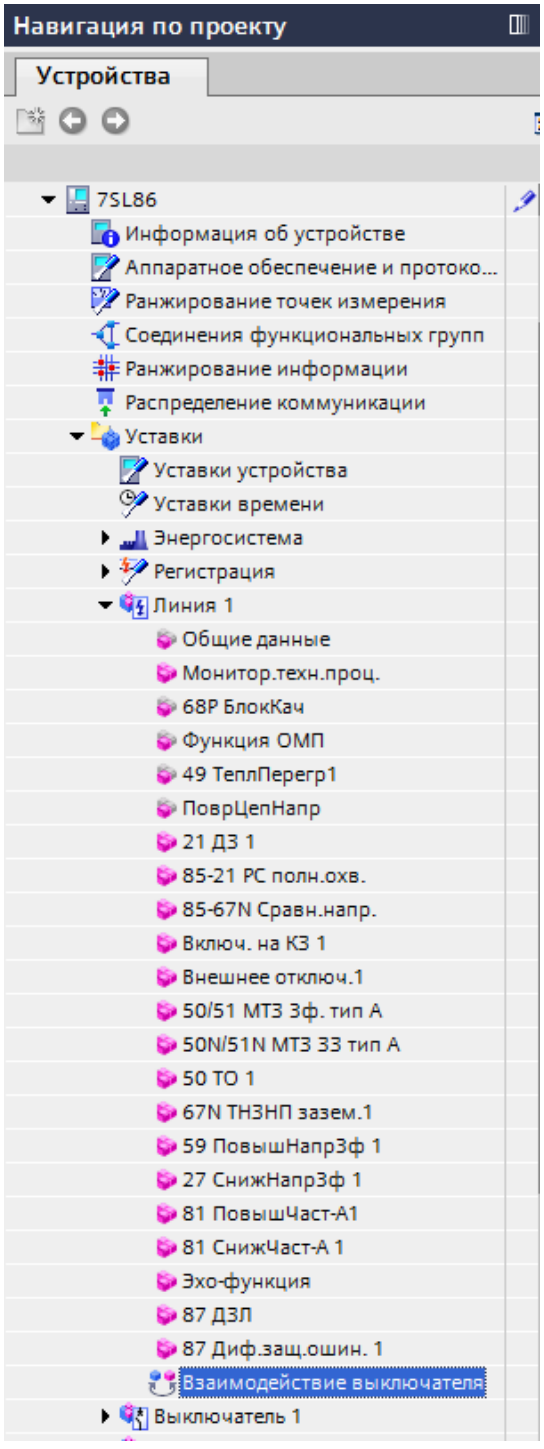


[scfgcols-220211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-5 Соединение функциональной группы защиты с функциональной группой выключателя

Кроме общего назначения функциональных(ой) групп(ы) защиты на функциональные группы выключателя, вы также можете в деталях настроить взаимодействие функций защит и выключателя. Выполните следующее:

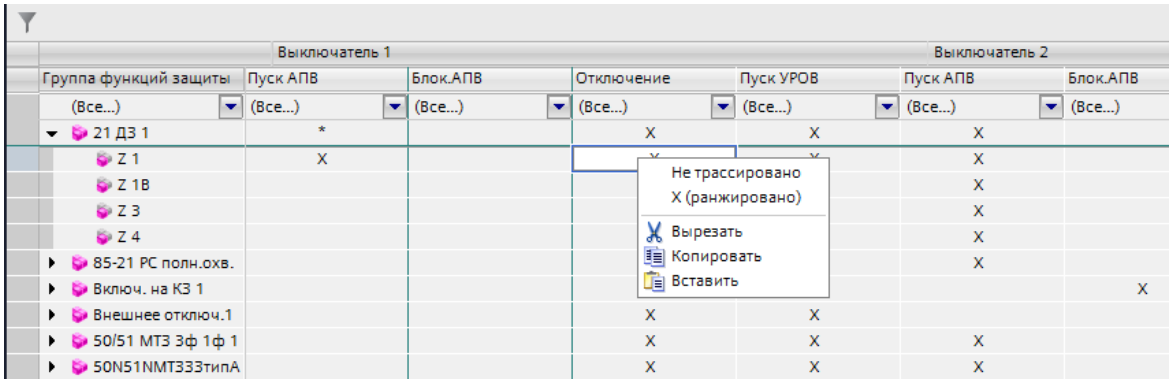
- Откройте каталог устройства серии SIPROTEC 5 в структуре проекта в программе DIGSI 5.
- Откройте каталог уставок функции в структуре проекта в программе DIGSI 5.
- Откройте соответствующую функциональную группу в структуре проекта в программе DIGSI 5, например, **Линия 1** (см. следующий рисунок)



[sclsinta-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-6 Структура проекта в программе DIGSI 5

- Дважды щелкните кнопкой мыши по разделу "Взаимодействие выключателя" (см. *Рисунок 2-6*).
- В рабочей области откроется окно подробной настройки интерфейса между функциональной группой защиты и функциональной группой (функциональными группами) выключателя.
- На этом экране настройте интерфейс с помощью контекстного меню (правая кнопка мышки), см. *Рисунок 2-7*.



[scdetail-220211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-7 Подробная настройка интерфейса между функциональной группой защиты и функциональными группами выключателя

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие из защитных функций активируют функцию АПВ.
- Какие функции защиты блокируют функцию АПВ.
- Какие функции защиты запускают функцию УРОВ.

Функции (ФН), ступени отключения/функциональные блоки (ФБ)

Как уже было показано на рисунке *Рисунок 2-1*, функции назначаются на защищаемые объекты или другие основные объекты с помощью функциональных групп.

Функции могут быть разделены на функциональные блоки. Например, функции защиты часто содержат несколько ступеней (например, функция МТЗ). Другие функции могут содержать один или больше функциональных блоков.

Каждой ступени, каждому функциональному блоку и каждой функции (без ступеней/функциональных блоков) могут быть отдельно заданы определенные режимы работы (например, введено/выведено). Это определяется соответствующими параметрами и объясняется в главе *2.3 Управление функциями*.

Чтобы настроить функционирование для определенного применения, можно добавлять, копировать и удалять функции, ступени и функциональные блоки (см. главу *2.2 Настройка шаблонов применения*).

2.2 Настройка шаблонов применения

Шаблон применения

Шаблон применения определяет заранее заданный объем функций устройства для конкретного сценария использования. Для каждого типа устройства заранее задано определенное количество шаблонов применения. При формировании нового устройства программа DIGSI 5 автоматически предлагает выбрать шаблон применения. Доступные шаблоны применения с соответствующим объемом функций более подробно описаны в Разделе 4.

Выбор шаблона применения предварительно задает, какие функциональные группы и функции доступны в устройстве (см. также *Рисунок 2-1* в Разделе *2.1 Реализация функций в устройствах*).

Вы можете откорректировать объем функций под требования вашего применения.

Корректировка набора функций

При необходимости возможна корректировка набора функций для выбранного шаблона применения. Вы можете добавлять, копировать или удалять функции, ступени отключения, функциональные блоки или целые функциональные группы.

В структуре проекта в программе DIGSI 5 это можно сделать с помощью следующих редакторов:

- Однолинейная конфигурация
- Ранжирование информации
- Уставки

Для корректировки набора функций компания Siemens рекомендует использовать редактор **Однолинейной конфигурации**.

Сначала добавьте необходимые функции из глобальной библиотеки DIGSI 5. После этого становятся доступны уставки по умолчанию добавленных функций. Вы можете копировать функции внутри устройства, а также между устройствами. При копировании функций также копируются уставки и ранжирование.



ПРИМЕЧАНИЕ

При удалении настроенной функциональной группы, функции или ступени защиты из устройства, все уставки и ранжирование будут потеряны. Функциональная группа, функция или ступень могут быть добавлены снова, но при этом они будут активированы с уставками по умолчанию.

В большинстве случаев корректировка набора функций состоит в добавлении и удалении функций, ступеней и функциональных блоков. Как было описано выше, функции, ступени и функциональные блоки автоматически подключаются к точкам измерения, назначенным на функциональную группу.

В некоторых случаях может быть необходимо добавить функциональную группу защиты или выключателя. Эти новые добавленные функциональные группы не содержат функций (защиты). Вам необходимо загрузить функции (защиты), необходимые для Вашего применения, отдельно. Также необходимо подключить функциональную группу защиты или выключателя к одной или более точке измерения (см. главу *2.1 Реализация функций в устройствах*). Необходимо подключить новые добавленные функциональные группы защит к функциональной группе выключателя (см. главу *2.1 Реализация функций в устройствах*).

Может быть добавлено ограниченное количество функций, ступеней, функциональных блоков и функциональных групп. Максимальное количество можно найти в описании соответствующей функции и функциональной группы.

Функциональные единицы

К некоторым функциям устройства привязывается определенное количество используемых ими функциональных единиц. Более подробная информация приведена в описании шаблонов применения, в главе Применение.

Устройство поставляется с определенным доступным для использования количеством функциональных единиц. Функции, использующие функциональные единицы, могут загружаться только в

пределах доступного количества функциональных единиц. Функции не могут быть загружены в устройство, если требуемое количество необходимых функциональных единиц превышает значение доступных. В данном случае необходимо либо удалить некоторые функции, либо увеличить доступный кредит функциональных единиц.

Для добавления дополнительных ступеней в функции функциональные единицы не требуются.

Увеличение доступного количества функциональных единиц

Возможно дозаказать дополнительное количество функциональных единиц в случае, если доступного объема недостаточно для реализации проекта.

Выполните следующее:

- Определите необходимое количество функциональных единиц, например, с помощью программы DIGSI 5 или Конфигуратора SIPROTEC 5.
- Закажите дополнительные функциональные единицы у своего местного дистрибьютора или на веб-сайте *http://www.energy.siemens.com*.
- Компания Siemens предоставит подписанный ключом безопасности лицензионный файл для устройства либо по электронной почте, либо в виде ссылки для скачивания.
- Для загрузки лицензионного файла в устройство используйте программу DIGSI 5. Данная процедура описана в интерактивной справке программы DIGSI 5.

2.3 Управление функциями

Управление функциями используется для:

- Функций, которые не содержат ступеней или функциональных блоков
- Ступеней внутри функций
- Функциональных блоков внутри функций

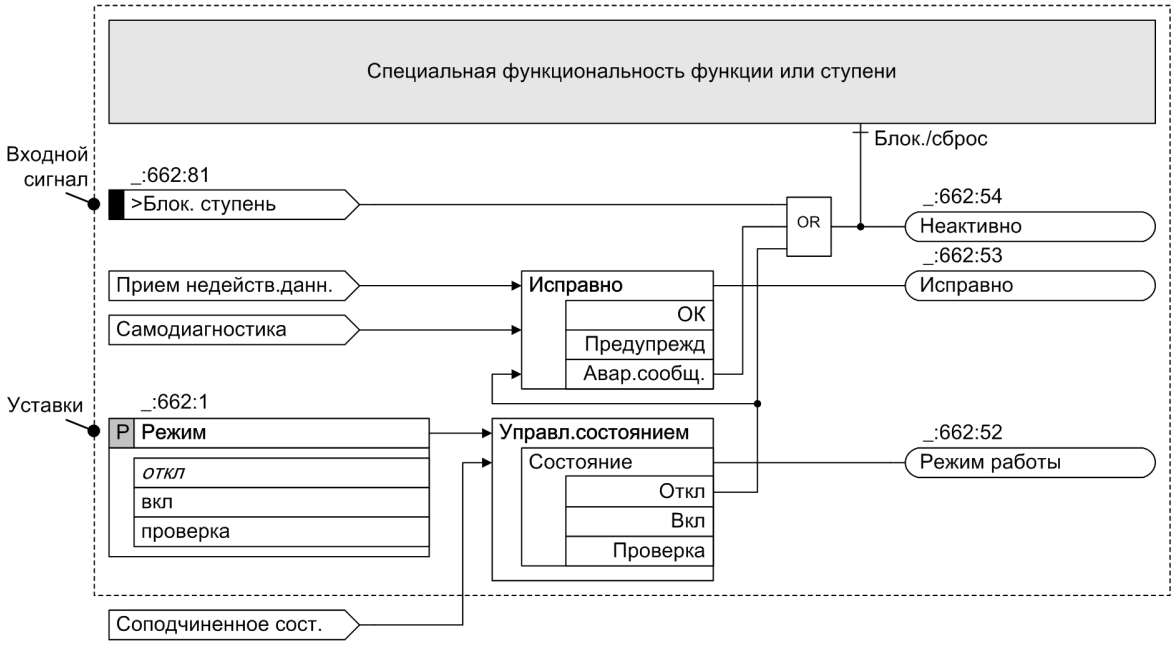
ПРИМЕЧАНИЕ

Описание **функций** и **управления функциями** будет приведено далее. Описание также распространяется на управление ступенями и функциональными блоками.

Функции могут быть включены на различные режимы работы. Вы можете использовать параметр **Режим**, чтобы определить, хотите ли вы включить функцию (***Вкл***) или нет (***Выкл***). Кроме того, вы можете временно заблокировать функцию или переключить ее в тестовый режим для ввода в эксплуатацию (параметр **Режим** = ***Тестирование***).

Функции показывают текущее состояние – такое как *Тревога* – с помощью сигнала *Исправен*.

Ниже описываются различные режимы работы и процесс перевода функции в данные режимы. Управление функциями показано в *Рисунок 2-8*. Оно стандартно для всех функций. Поэтому управление не рассматривается в описаниях самих функций.



[losteurg-040411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-8 Общее управление функцией

Управление состоянием

Вы можете контролировать состояние функции с помощью параметра **Режим** и входа **Состояние из верхнего уровня управления**.

Вы можете установить определенное рабочее состояние функции с помощью параметра **Режим**. Режим работы функции может быть задан, как ***Введена***, ***Выведена*** и ***Тестовый***. Принцип работы описан в *Таблица 2-2*. Вы можете определить уставку **Режим** через:

- DIGSI 5
- Непосредственную работу с устройством
- Отдельные протоколы управления системой (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103)

Возможность корректировки **состояния из верхнего уровня управления** ограничена. С целью проведения испытаний все устройство может быть переведено в режим тестирования.

В следующей таблице показано, как уставка **Режим** и состояние из верхнего уровня управления влияют на состояние функции.

Таблица 2-1 Итоговое состояние функции (от взаимодействия уставок "Режим" и "Состояние из верхнего уровня управления")

Входы		**Состояние функции**
Уставки режима (функции)	**Состояние из верхнего уровня управления**	
Выкл.	Любое	Выкл.
Любое	Выкл.	Выкл.
Введена	Введена	Введена
Введена	Тестирование	Тестирование
Тестирование	Введена	Тестирование
Тестирование	Тестирование	Тестирование

В следующей таблице показаны возможные состояния функции:

Таблица 2-2 Возможные состояния функции

Состояние функции	**Пояснения**
Введена	Функция введена и работает, как задано. Предпосылкой является то, что функция находится в состоянии исправности ***OK***.
Выкл.	Функция выведена из работы. Она не создает каких-либо данных. Отключенная функция всегда имеет значение состояния исправности ***OK***.

<table>
<tr><th>Состояние функции</th><th colspan="2">Пояснения</th></tr>
<tr><td>Тестирование</td><td colspan="2">Функция работает в режиме тестирования. Данное состояние помогает при вводе устройства в работу. Вся выходная информация функции (сообщения и, при наличии, измеренные значения) передается с тестовым битом. Данный тестовый бит значительно влияет на дальнейшую обработку информации, в зависимости от адресата.
Тем самым среди прочего имеется возможность реализовать блокировку командного реле, известную по серии SIPROTEC 4.</td></tr>
<tr><td></td><td>Адресат информации</td><td>Обработка</td></tr>
<tr><td></td><td>Буфер</td><td>Сообщения передаются с идентификатором Тестирование в буфер.</td></tr>
<tr><td></td><td>Контакт</td><td>Сигналы, ранжированные на контакт, не приведут к его срабатыванию.</td></tr>
<tr><td></td><td>Светодиод (СИД)</td><td>Сигналы, ранжированные на СИД, приведут к срабатыванию СИДов (обычная обработка)</td></tr>
<tr><td></td><td>CFC</td><td>Поведение зависит от состояния блок-схемы CFC.
• Сама блок-схема CFC не находится в тестовом режиме:
Схема CFC не срабатывает при смене состояния сигналов с заданным тестовым битом. Изначальное состояние данных (состояние перед заданием тестового бита) не обрабатывается во время выполнения блок-схемы CFC.
• Сама блок-схема CFC находится в тестовом режиме:
Блок-схема CFC продолжает нормальную обработку данных (сигналов или измеренных значений). Выходные данные CFC снабжаются тестовым битом. Значения в этой таблице применяются к их непрерывной обработке.
Блок-схема CFC может быть переведена в режим тестирования только путем перевода всего устройства в режим тестирования.</td></tr>
<tr><td></td><td>Протокол</td><td>Сообщения и измеренные значения передаются с заданным тестовым битом при условии, что протокол поддерживает данную функцию.
Если объект передается как GOOSE-сообщение, тестовый бит задается спонтанно, а GOOSE-сообщение передается мгновенно. Приемник GOOSE-сообщения автоматически уведомляется о тестовом режиме передатчика.
Если объект передается через интерфейс обмена данными защиты, тестовый бит не передается. Состояние Тестирование также должно передаваться в качестве данных, чтобы данное состояние было учтено при применении на стороне приемника. Вы должны ранжировать сигнал Тестирования в структуре проекта в программе DIGSI 5 → Устройство → Ранжирование связи.
Тестовый режим дифференциальной защиты в применении выполняется отдельно.</td></tr>
</table>

Состояние

Сигнал о состоянии подается, если выбранная функция может выполнять заданные функции. Если да, то выдается сигнал состояния устройства *OK*. В случае ограниченной функциональности или неисправности из-за состояния или проблем внутри устройства, выдается сигнал состояния устройства - *Внимание* (при ограниченной функциональности) или *Тревога* (при неисправности устройства).

Функция внутренней самодиагностики может вызывать сигнал состояния устройства *Аварийное сообщение* (см. главу Управление функциями). Если функция находится в состоянии исправности *Аварийное сообщение*, она больше неактивна (выдается сообщение *Неактивна*).

Только некоторые функции могут приводить к появлению сообщения состояния *Предупреждение*. Состояние исправности *Предупреждение* возникает при контроле определенной функции и – там, где это возникает – причина объясняется в описании функции. Если функция выдает сообщение о неисправности *Предупреждение*, она остается активной, то есть может продолжать работать с ограничением функциональности, а также может работать на отключение (в случае функции защиты).

Неактивно

Сообщением *Неактивно* указывается, что функция в текущий момент не работает. Сообщение *Неактивно* выдается в следующих случаях:

- Функция выведена из работы
- Функция находится в состоянии исправности *Аварийное сообщение*
- Функция блокируется входным сигналом (см. *Рисунок 2-8*)

Блокировка срабатывания функции на отключение; отсутствие запуска регистрации аварийных событий при пуске функции

С помощью уставки **Блокировка срабатывания и осциллографирования** определите, работает ли функция в качестве функции защиты или контроля. Кроме того, это можно использовать для определения типа и объема регистрации (см. следующую таблицу)

Значение параметра	Описание
Нет	Функция работает как функция защиты. Она выдает сообщение об отключении и запускает регистрацию аварийных событий при пуске. Во время осциллографирования созданная неисправность регистрируется в виде осциллограммы в журнале регистрации неисправностей.
Да	Функция работает, как функция мониторинга. Логика работает в нормальном режиме, но не создает сообщения о срабатывании. Сообщения об истечении выдержки времени продолжают создаваться и могут быть обработаны при необходимости. При пуске процесс записи осциллограмм не начинается.

2.4 Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений

Всем параметрам и всем сигналам присвоены уникальные справочные номера для устройств SIPROTEC 5. Идентификационный номер дает четкую связь, например, между сообщением в буфере устройства и соответствующим описанием в руководстве пользователя. Вы можете найти идентификационные номера в данном документе, например, в указаниях по применению и уставкам, на логических схемах и в списках уставок и сообщений.

Чтобы сформировать уникальные текстовые и идентификационные номера, функциональная группа, функция, функциональный блок/ступень и сообщение или уставка имеют имя и номер. Это означает, что создан структурированный текст и номера.

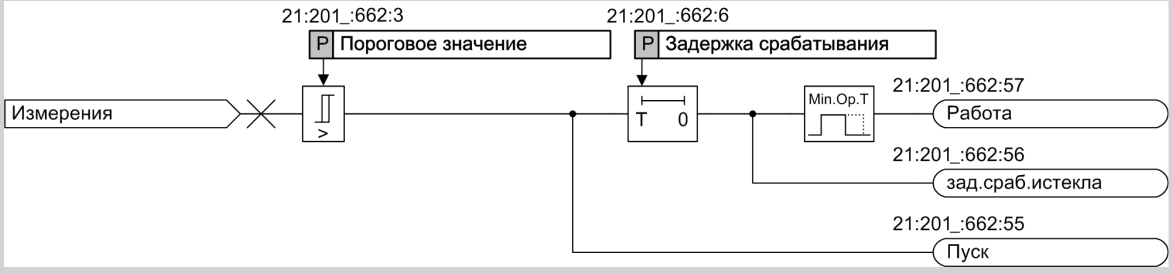
Структура текста и идентификационных номеров в соответствии с иерархией показана на *Рисунок 2-1*.

- Функциональная группа:Функция:Ступень/функциональный блок:Сообщение
- Функциональная группа:Функция:Ступень/функциональный блок:Параметр

Двоеточие служит элементом структуры для разделения иерархических уровней. В зависимости от функциональности, не все иерархические уровни всегда доступны. Функциональная группа и ступень/функциональный блок доступны опционально. Поскольку функциональные группы, функции, а также функциональные блоки/ступени отключения одного и того же типа могут быть созданы несколько раз, то к этим элементам добавляют определенный номер экземпляра.

ПРИМЕР

Структура названия и идентификационного номера показана в функциональной группе защиты **Линия** в качестве примера уставки **Пороговое значение** и сообщения **Пуск** для 2-й ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени функции **Максимальная токовая защита, фазы** (см. *Рисунок 2-9*). В устройстве имеется только одна функция и одна функциональная группа. Изображение ступени упрощено.



[lostuumz-180311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-9 Ступень функции фазной МТЗ (без представления управления ступенью)

В следующей таблице показаны названия и номера участвующих иерархических элементов:

	Имя	Номер типа	Номер экземпляра
Группа защитных функций	линия;	2	1
Функция	МТЗ 3ф	20	1
Ступень	МТЗ с независимой выдержкой времени	66	2
Параметры	Пороговое значение	3	–
Сообщение	Пуск	55	–

Номера экземпляров получаются следующим образом:

- Функциональная группа: Линия **1**

  1 экземпляр, так как в устройстве имеется только одна функциональная группа "Линия"

- Функция: МТЗ 3ф **1**

  1 экземпляр, так как в функциональной группе "Линия" имеется только одна функциональная группа 3-фазной токовой защиты

- Ступень: МТЗ с независимой выдержкой времени **2**

  2 экземпляра, поскольку в функции 3-фазной МТЗ имеется 2 ступени с независимой выдержкой времени (здесь 2-й экземпляр дается в качестве примера)

В результате получаются следующие названия и номера (включая номера экземпляров):

Параметр:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пороговое значение	21:201:662:3
Сообщение:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пуск	21:201:662:55

Структура упрощена соответственно для уставок и сообщений с меньшими уровнями иерархии.

3 Функции системы

3.1	Сообщения	62
3.2	Сбор измеряемых величин	96
3.3	Обработка показателей достоверности	98
3.4	Регистрация данных о повреждении	110
3.5	Передача данных защиты	116
3.6	Синхронизация даты и времени	152
3.7	Определяемые пользователем объекты	161
3.8	Другие функции	165
3.9	Общие указания по заданию уставок защитных функций	172
3.10	Переключение групп уставок	181

3.1 Сообщения

3.1.1 Общие положения

Во время работы сообщения позволяют получить информацию о рабочем состоянии. Они включают:

- Данные измерений
- Системные данные
- Контроль устройства
- Функции устройства
- Процедуры функций во время тестирования и наладки устройства

Кроме того, сообщения предоставляют обзор важных событий о повреждениях в системе. Все сообщения имеют присвоенную метку времени, указывающую на время их появления.

Сообщения сохраняются в журнале устройства и доступны для последующего анализа. Определенное количество сообщений сохраняется в соответствующих журналах (зависит от объема сообщений):

- Журнал защиты, чувствительной к замыканиям на землю, 100 сообщений
- Журнал, определяемый пользователем, 200 сообщений
- Журнал повреждений, 1000 сообщений
- Рабочий журнал, 2000 сообщений

Если исчерпана максимальная емкость журнала, самые старые значения удаляются до внесения новых. При неисправности источника питания записанные данные безопасно сохраняются благодаря буферной батарее или флэш-памяти. Журнал регистрации в устройстве можно считывать и анализировать с помощью DIGSI 5. Используя кнопки навигации и дисплей, чтение и анализ журналов сообщений осуществляются непосредственно с устройства, на рабочем месте.

Сообщения могут выводиться спонтанно через интерфейсы связи устройства и через внешнюю команду по общему опросу. В DIGSI 5 сообщения можно спонтанно отслеживать в режиме онлайн в специальном окне. Сообщения могут быть направлены в систему АСУ ТП с помощью распределения на различные коммуникационные интерфейсы.



ПРИМЕЧАНИЕ

Все сообщения назначаются в соответствии с определенными функциям устройства. Текст каждого сообщения содержит функциональное обозначение. Вы можете найти описание сообщения в соответствующей функции устройства. Тем не менее, вы также можете сами определить сообщения и сгруппировать их в свои собственные функциональные блоки. Это можно сделать с помощью дискретных входных сигналов или логики CFC.

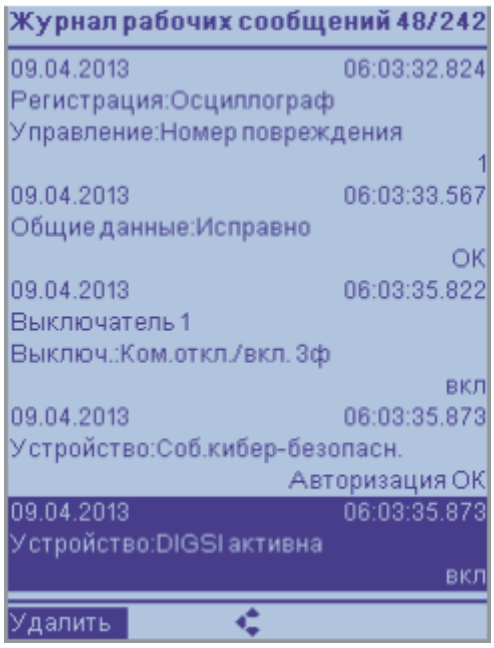
Считывание сообщений

Для просмотра сообщений устройства SIPROTEC 5 можно использовать панель управления на объекте или компьютер, на котором установлена программа DIGSI 5. В следующем разделе описан порядок действий.

3.1.2 Считывание сообщений с панели управления

Порядок действий

Меню журнала начинается с заголовка и двух чисел в правом верхнем углу дисплея. Число после косой черты обозначает количество доступных сообщений. Число перед косой чертой показывает, сколько сообщений выбрано или отображается. В конце список сообщений заканчивается строкой ***END***



[scoprlog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-1 Отображение списка сообщений панели управления на объекте (пример: журнал рабочих сообщений)

Путь в меню	Журнал
Главное меню → Сообщения →	Журнал рабочих сообщений Журнал сообщений о повреждениях Журнал сообщений о замыканиях на землю Изменения уставок Пользовательские сообщения 1 Пользовательские сообщения 2
Главное меню → Тест и диагностика → Сообщения →	Сообщения безопасности Диагностика устройств Сообщения связи

- ✧ Чтобы получить доступ к нужному журналу из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.
- ✧ Перемещение по журналу обеспечивается с помощью навигационных клавиш (вверх/вниз). Текущее сообщение можно найти в верхней части списка. Выбранное сообщение будет выделено темным фоном.
- ✧ То, какое сообщение может отображаться в выбранном журнале, зависит от назначений в матрице ранжирования данных DIGSI 5 или от ранее заданных параметров. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приводится в разделе *3.1.5.1 Общие положения*.
- ✧ Каждое сообщение содержит дату, время и состояние в виде дополнительной информации.
- ✧ В некоторых журналах можно полностью удалить список сообщений. Информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

ПРИМЕЧАНИЕ

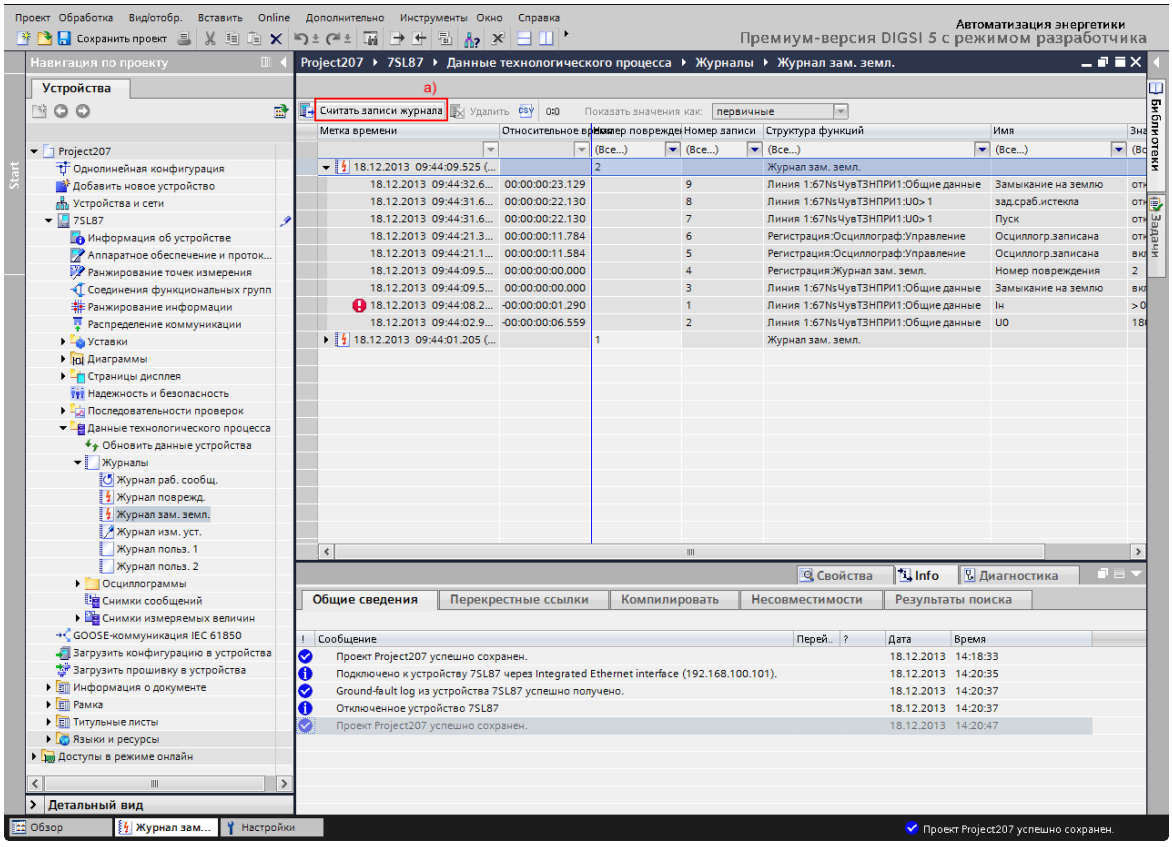
Для считывания сообщений из устройства пароль вводить не нужно.

3.1.3 Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

Порядок действий

Путь в меню (Проект)	Журнал
Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал →	Журнал рабочих сообщений Журнал сообщений о повреждениях Журнал сообщений о замыканиях на землю Изменения уставок Пользовательские сообщения 1 Пользовательские сообщения 2
Проект → Устройство → Информация об устройстве → Журнал →	Сообщение безопасности Диагностика устройств Сообщения связи

- ✧ Для считывания сообщений с помощью DIGSI 5, ПК пользователя должен быть подключен через **порт USB** на панели управления на объекте или через **интерфейс Ethernet** устройства. Прямое подключение к компьютеру можно установить через интерфейсы Ethernet. Также возможен доступ ко всем подключенным устройствам SIPROTEC 5 через сеть передачи данных от программы DIGSI 5 на вашем ПК.
- ✧ Чтобы получить доступ к нужному журналу устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта. Если устройство не подключено к проекту, попасть в него можно также через **онлайн-доступ**.
- ✧ После выбора желаемого журнала вы увидите последнее сообщение журнала, загруженного из устройства. Для обновления необходимо выполнить синхронизацию с журналом на устройстве.
- ✧ Для синхронизации с журналами нажмите соответствующую кнопку заголовка журнала (см. пример сообщений о замыкании на землю на *Рисунок 3-2* а)).



[scgrflmd-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-2 DIGSI 5 Экран со списком сообщений (пример журнала о замыкании на землю)

- ✧ Дополнительную информацию об удалении и сохранении журналов вы можете найти в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.
- ✧ Для определения времени относительно других журналов можно сослаться на журнал входящих сообщений, и, если это необходимо, на реальное время конкретной записи журнала. Метки времени событий остаются без изменений.
- ✧ Для этого нажмите соответствующую кнопку заголовка журнала (см. пример журнала замыканий на землю на *Рисунок 3-2* а)).

Установка относительного времени

- ✧ То, какие сообщения могут отображаться в выбранном журнале, зависит от назначений в матрице ранжирования данных DIGSI 5 или от ранее заданных параметров. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приводится в разделе *3.1.5.1 Общие положения*.

3.1.4 Отображение сообщений

Отображаемые сообщения в DIGSI 5 и на панели управления на объекте имеют следующую дополнительную информацию:

Таблица 3-1 Обзор дополнительной информации

Сообщения в	**Информация в DIGSI 5**	**Отображение информации в устройстве**
Журнал для рабочих сообщений и журнал для сообщений, определенных пользователем	Метка времени (дата и время), Относительное время, Возрастание порядкового номера, Значение, Номер сообщения, Качество, Причина	Метка времени (дата и время), значение;
Журнал сообщений о повреждениях,	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер ошибки, Возрастание порядкового номера, Значение, Номер сообщения, Качество, Причина	Метка времени (дата и время), Номер ошибки, значение;
Журнал сообщений о замыканиях на землю	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер ошибки, Возрастание порядкового номера, Значение, Номер сообщения, Качество, Причина	Метка времени (дата и время), Номер ошибки, значение;
Окно спонтанных сообщений (DIGSI 5)	Метка времени (дата и время), Номер ошибки, Возрастание порядкового номера, Значение, Номер сообщения, Качество, Причина	Метка времени (дата и время), Номер ошибки, значение;

DIGSI 5: Столбец сообщений о качестве

Качество	**Значение**
Хорошее	Сообщение достоверно
Недостоверное	Сообщение не достоверно

DIGSI 5: столбец дополнительной информации о сообщениях

Столбец дополнительной информации выводится в формате Причина/Инициатор/Дополнительная причина:

- Причина → Какая причина?
- Источник → Что является источником?
- Дополнительная причина → Дополнительные примечания

Причина	Значение
Изменение данных	Изменение значения сообщения
Обновление данных	Обновление значения сообщения
Общий опрос	Общий опрос
Циклический	Циклический общий опрос
Изменение качества	Изменение качества сообщения

Источник	Значение
Ячейка	Местное управление
Подстанция	Управление через подстанцию
Дистанционное управление	Управление через центр управления
Поле (авто)	Местное управление через функцию автоматики
Подстанция (авто)	Управление через подстанцию и функцию автоматики
Расстояние (авто)	Управление через центр управления и функцию автоматики
Техническое обслуживание	Техническое обслуживание
Обработка	Работа устройства (нормальная)

Дополнительная причина	Значение
Ошибка проверки прав на выполнение операций переключений	Ошибка проверки прав доступа на выполнение переключений
Ошибка при выборе	Ошибка при выборе
Недопустимое положение	Недопустимое положение
Достигнутое положение	Достигнутое положение
Выполнение изменения уставок	Выполнение изменения уставок
Достигнуто крайнее положение	Достигнуто крайнее положение
Недопустимый режим	Недопустимый режим
Блокировка с использованием процесса	Блокировка со стороны процесса
Оперативные блокировки	Оперативные блокировки
Контроль синхронизма не выполнен	Контроль синхронизма не выполнен
Команда уже выполняется	Команда уже выполняется
Не готово	Не готово
Ошибка управления типа 1 из N	Ошибка управления типа 1 из N
Отмена команды	Отмена команды
Время наблюдения истекло	Время наблюдения истекло
Отмена из-за команды отключения	Отмена из-за команды отключения
Объект не выбран	Объект не выбран
Нет прав доступа	Нет прав доступа
Превышено крайнее положение	Превышено крайнее положение
Целевое значение не достигнуто	Целевое значение не достигнуто
Потеря соединения	Потеря соединения
Неизвестно	Неизвестно
Блокировка от команды	Блокировка от команды
Объект уже выбран	Объект уже выбран
Несовместимость параметра(ов)	Несовместимость параметра(ов)
Заблокировано по причине неизвестного источника доступа	Заблокировано по причине неизвестного источника доступа
Перерыв в выборе	Перерыв в выборе
Выключатель не отключен	Выключатель не отключен

Дополнительная причина	Значение
Связь прервана	Связь прервана
Топология нестабильна	Топология нестабильна
Обработка ОМП	Идет обработка ОМП
Тестирование диф. защиты трансф.	Тестирование дифференциальной защиты трансформатора
Команда пуска активна	Команда пуска активна
Команда включения активна	Команда включения активна
Блокировка от защиты	Блокировка от защиты
Произошло повреждение	Произошло повреждение
Выключатель не включен	Выключатель не включен
Выключатель не готов	Выключатель не готов
Выключатель не отключен	Выключатель не отключен
Команда включения активна	Команда включения активна
Идет проверка выключателя	Идет проверка выключателя

3.1.5 Журнал

3.1.5.1 Общие положения

Сообщения сохраняются в журнале устройства и доступны для последующего анализа. Разные журналы обеспечивают разбиение сообщений на категории на основе рабочих состояний (например, журнал рабочих сообщений или журнал сообщений о повреждениях) и в зависимости от применения.

Таблица 3-2 Область обзора журнала

Журнал	Регистрация
Журнал рабочих сообщений	Рабочие сообщения
Журнал сообщений о повреждениях	Сообщения о повреждениях
Журнал сообщений о замыканиях на землю	Сообщения о замыкании на землю
Журнал регистрации изменения уставок	Изменения уставок
Журнал пользователя	Сообщения, определенные пользователем
Журнал безопасности	Доступ в соответствии с безопасностью
Журнал диагностики устройства	Ошибка устройства (программная, аппаратная) и подключенных цепей
Журнал связи	Статус интерфейсов связи
Журнал пусков двигателей	Информация о пуске двигателя

Управление журналами

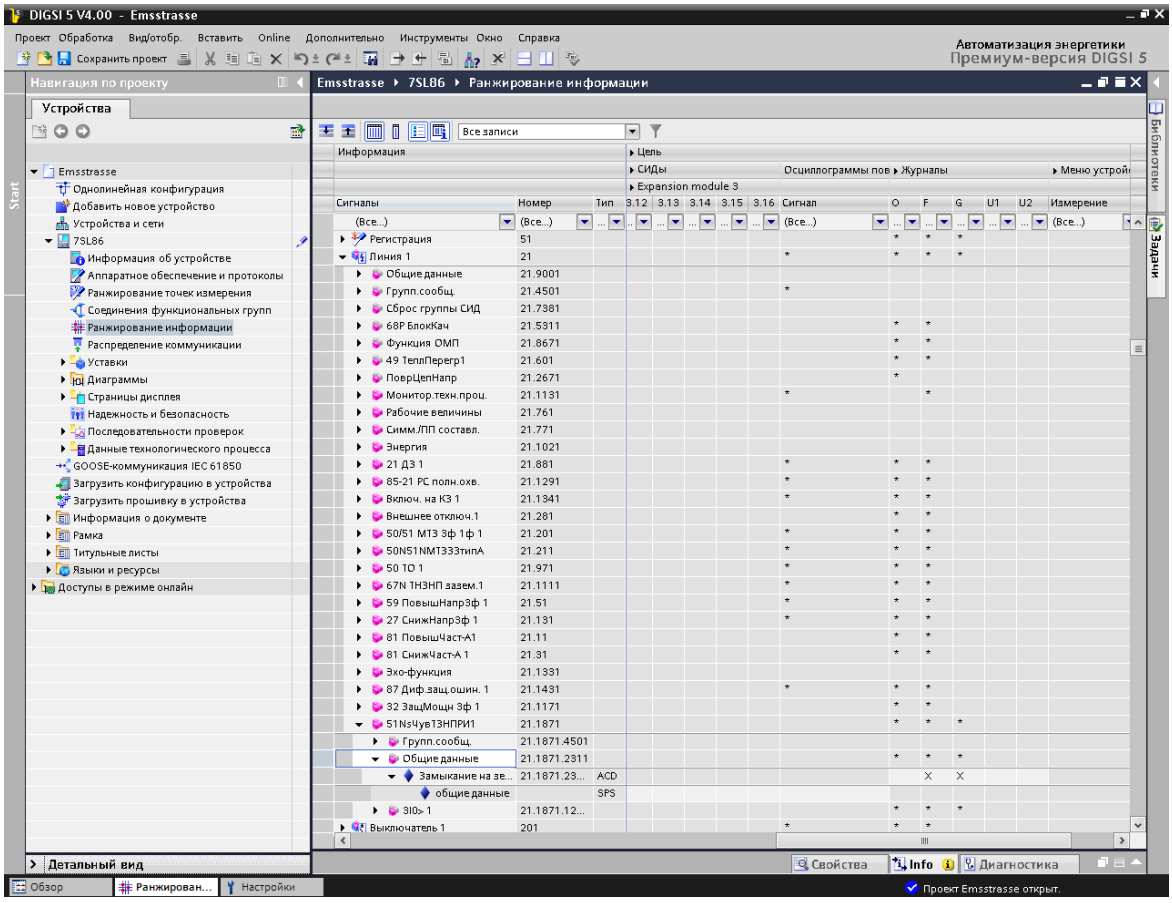
Журналы имеют кольцевую структуру и управляются автоматически. Если исчерпана максимальная емкость журнала, самые старые значения удаляются до внесения новых. При неисправности источника питания записанные данные безопасно сохраняются благодаря буферной батарее или флэш-памяти. Журнал регистрации в устройстве можно считывать и анализировать с помощью DIGSI 5. Используя кнопки навигации и дисплей, чтение и анализ журналов сообщений осуществляются непосредственно с устройства, на рабочем месте.

Настройка журналов

Объем записываемых сообщений в конфигурируемый журнал (например, журнал сообщений о замыканиях на землю) формируется из информации, ранжированной в матрице ранжирования в DIGSI 5, специально предназначенной для этих целей.

Порядок действий

- Чтобы получить доступ к ранжированию информации вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта. Доступ возможен только через проект:
  Проект → Устройство → **Ранжирование информации**
- Выберите соответствующий столбец ранжирования в матрице из:
  Цель → Журнал → **Столбец в журнале сообщений о замыканиях на землю**
- Ранжирование выбранного сообщения выполняется нажатием правой кнопки мыши. Выберите один из вариантов в окне списка:
  – (X) - ранжировано
  – Не ранжировано



[scinfpuf-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-3 Настройка сообщений в DIGSI 5 (пример: Журнал сообщений о замыканиях на землю)

Для не конфигуируемых журналов (например, журнал регистрации изменения уставок) объем и тип зарегистрированных сообщений описаны отдельно (смотри следующую главу о журналах).

3.1.5.2 Журнал рабочих сообщений

Рабочие сообщения – это данные о событиях, которые устройство генерирует во время работы. Это следующая информация:

- Состояние функций устройства
- Данные измерений
- Системные данные

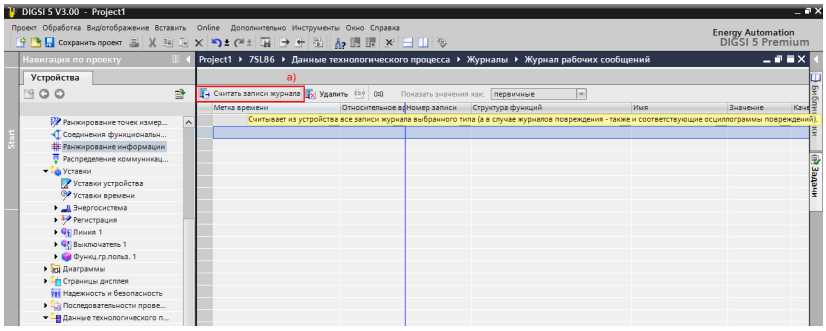
Превышение или кратковременное снижение предельных значений выводится как рабочее сообщение. Короткие замыкания в сети выводятся как рабочее сообщение **Повреждение** с последующим номером повреждения. Дополнительную информацию о регистрации повреждений в системе приводится в описании журнала повреждений (глава *3.1.5.3 Журнал повреждений*). В журнале можно сохранять до 2000 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Журнал рабочих сообщений**

- Вам будет показан статус последнего загруженного из устройства журнала рабочих сообщений. Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считывание записей журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-4* а)).



[scbetrmd-030211-01.tif, 1, ru_RU]

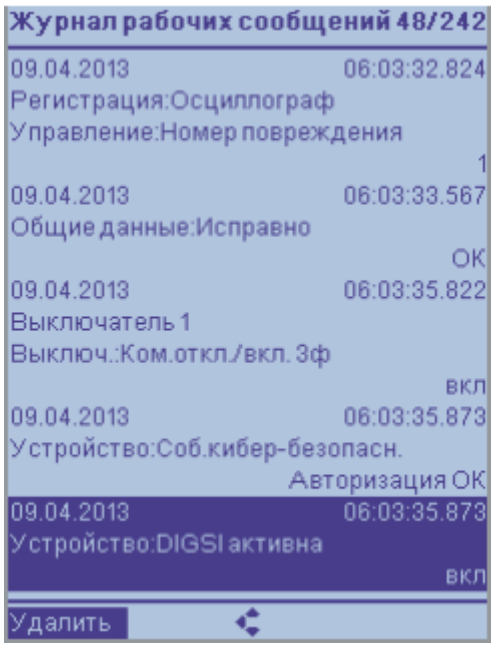
Рисунок 3-4 Считывание рабочего журнала с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу рабочих сообщений из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Сообщений → **Рабочие сообщения**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scoprlog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-5 Просмотр журнала рабочих сообщений устройства через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Это выполняется обычно после тестирования и пуска устройства в эксплуатацию. Информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Объем журнала рабочих сообщений настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журнал → Столбец **Журнал рабочих сообщений**

Выбранные шаблоны применения и функции из библиотеки ведет к ранее установленному набору рабочих сообщений, которые вы можете настроить индивидуально в любое время.

3.1.5.3 Журнал повреждений

Сообщения о повреждениях – это события, возникающие при повреждении. Они регистрируются в журнале повреждений с меткой реального времени и с меткой относительного времени (опорная точка: появление повреждения). Повреждения нумеруются последовательно в порядке возрастания. При регистрации повреждения соответствующая запись о повреждении с тем же номером существует для каждого зарегистрированного повреждения в журнале сообщений о повреждениях. Всего в устройстве может храниться максимум 128 журналов повреждений. В каждый журнал повреждений можно записать максимум 1000 сообщений.

Определение повреждения

Обычно повреждение начинается с пуска защиты и заканчивается возвратом защиты после выдачи команды отключения.

При использовании функции АПВ полный цикл повторного включения (успешного или неуспешного) предпочтительно включить в повреждение. Если в цикле АПВ возникает развивающееся КЗ, то под одним номером регистрируется полный процесс ликвидации повреждения, даже если это займет несколько циклов пуска. Без использования АПВ каждый пуск также регистрируется как отдельное повреждение.

Также имеется возможность пользовательской конфигурации журнала повреждений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Определение повреждения выполняется через установленные параметры осциллографирования (см. Руководство пользователя устройства). События регистрируются в журнале повреждений, даже когда функция осциллографирования отключена.

Отдельно от регистрации сообщений о повреждении в журнале повреждений, на экране устройства также выполняется отображение спонтанных сообщений о последнем повреждении. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приводится в разделе *3.1.8 Спонтанные сообщения на панели управления*.

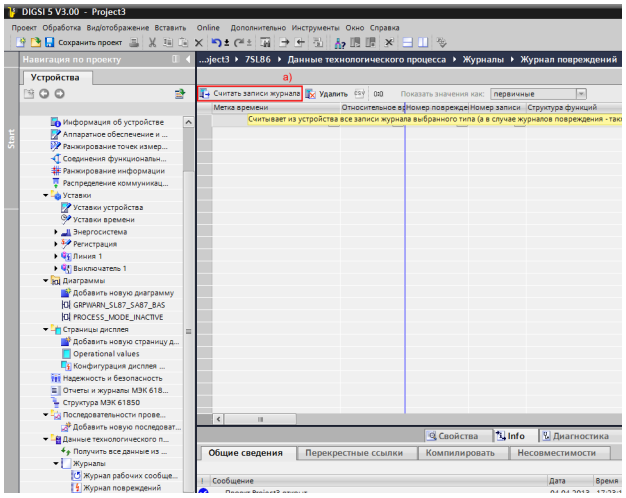
Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу повреждений вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Журналы повреждений**

Вам будет показан статус последнего загруженного из устройства журнала повреждений.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считывание записей журнала** в заголовке списка сообщений.



[scstflmd-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-6 Считывание журнала повреждений с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу повреждений из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Сообщения → **Журналы повреждений**

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления на объекте.



[scfaullg-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-7 Просмотр журнала повреждений устройства через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал повреждений вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Объем журнала повреждений настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журнал → Столбец **Журнал повреждений**

Выбранные шаблоны применения и функции из библиотеки ведет к ранее установленному набору рабочих сообщений, которые вы можете настроить индивидуально в любое время.

Измеренные значения рабочих параметров, а также основных и симметричных составляющих (см. Руководство к оборудованию) вычисляются через каждые 9 циклов (на частоте 50 Гц, т.е. через каждые 180 мс). Однако это может означать, что данные не синхронизированы с дискретизированными сигналами аналоговых каналов. Запись измеренных значений может использоваться для анализа медленно меняющихся процессов.

3.1.5.4 Журнал сообщений о замыканиях на землю

Сообщения о замыканиях на землю - это события, возникающие при замыкании на землю. Они регистрируются в журнале сообщений о замыканиях на землю с меткой реального времени и с меткой относительного времени (опорная точка: появление замыкания на землю). Замыкания на землю нумеруются последовательно в порядке возрастания. Всего в устройстве может храниться максимум 10 журналов сообщений о замыканиях на землю. В каждый журнал сообщений о замыканиях на землю можно записать максимум 100 сообщений.

Следующие функции могут запускать регистрацию замыкания на землю при превышении заданных параметров пуска.

- **Направленная чувствительная защита от повреждений на землю для систем с заземленной и изолированной нейтралью** (67Ns)
- **Чувствительная защита для тока замыкания на землю по току I0** (50Ns/51Ns)
- **Защита от перемежающихся замыканий на землю**

Регистрация заканчивается по фронту импульса пуска.

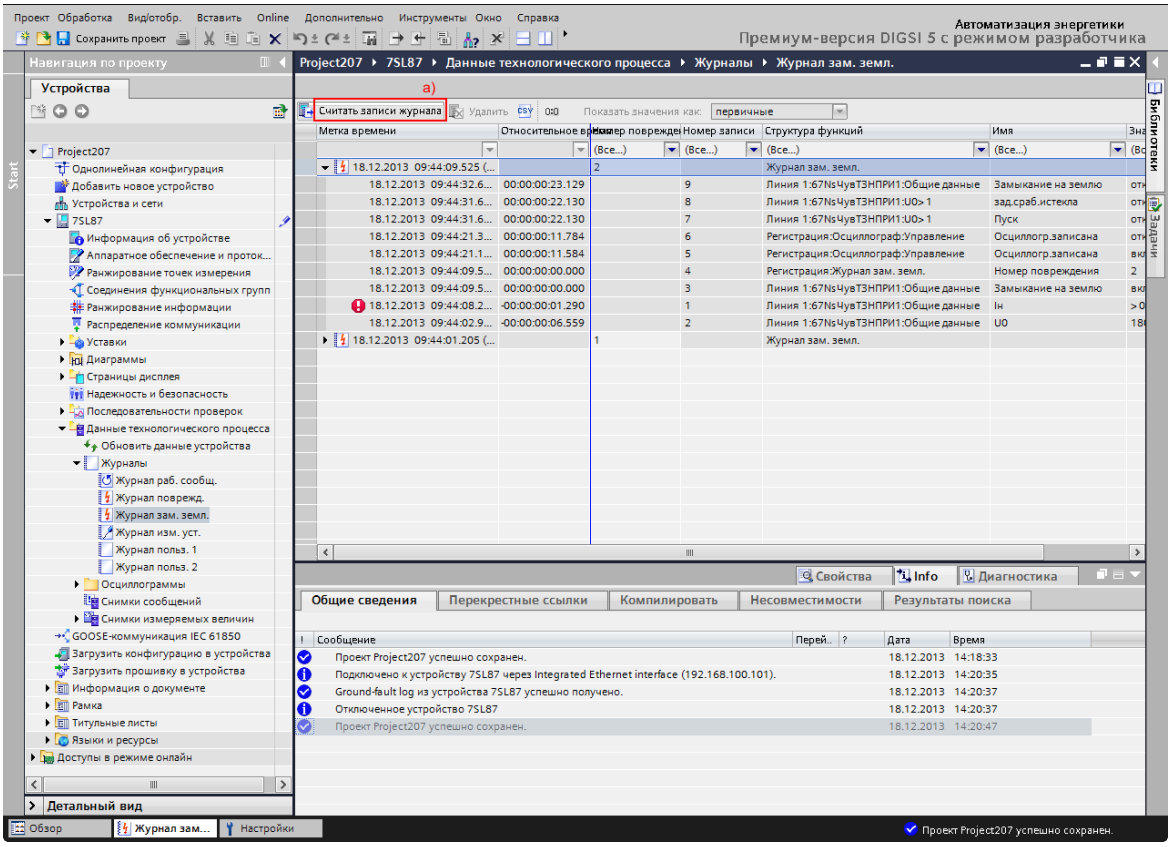
Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу сообщений о замыканиях на землю вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Сообщения о замыканиях на землю**

Вам будет показан статус журнала диагностики устройства, загруженного последним из журнала сообщений о замыканиях на землю.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считывание записей журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-8* а)).



[scgrflmd-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-8 Считывание журнала сообщений о замыканиях на землю с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу сообщений о замыканиях на землю из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню Сообщения → **Сообщения о замыканиях на землю**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scgfllg1-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-9 Просмотр журнала сообщений о замыканиях на землю устройства через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал сообщений о замыканиях на землю вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Объем журнала сообщений о замыканиях на землю настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журнал → **Столбец в журнале сообщений о замыканиях на землю**

Выбранные шаблоны применения и функции из библиотеки ведет к ранее установленному набору рабочих сообщений, которые вы можете настроить индивидуально в любое время.

3.1.5.5 Журнал изменения уставок

Все изменения отдельных уставок и загрузки файлов с полными наборами параметров регистрируются в журнале изменения уставок. Это позволяет определить, связаны ли сделанные изменения с зарегистрированными событиями (например, повреждениями). С другой стороны, с помощью анализа повреждений можно доказать, что, например, текущее состояние всех уставок на самом деле соответствует параметрам в момент повреждения. В журнале изменения уставок можно сохранять до 200 сообщений.

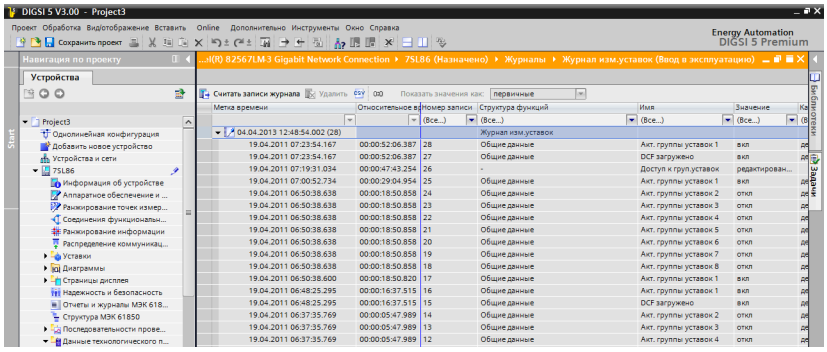
Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Для получения доступа к журналу изменения уставок вашего устройства SIPROTEC 5 используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Изменения уставок**

Вам будет показан статус журнала изменения уставок, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считывание записей журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-10*).



[scparamd-030211-01.tif, 1, ru_RU]

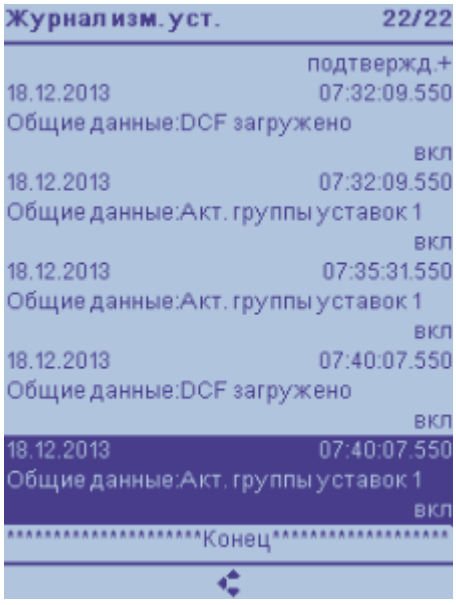
Рисунок 3-10 Считывание журнала изменения уставок с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу изменения уставок из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Сообщения → **Изменения уставок**

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления на объекте.



[schislog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-11 Просмотр журнала истории уставок устройства через рабочую панель на объекте

Категории сообщений в журнале изменения уставок

Для этого журнала существует выборочная информация, которая сохраняется в случае успешного или неуспешного изменения уставок. На следующем рисунке приводится обзор этой информации.

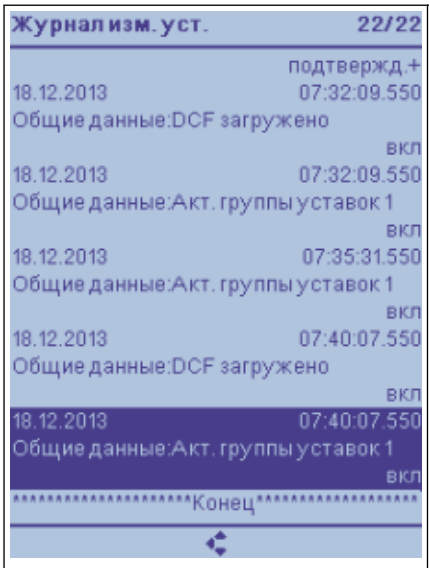
Таблица 3-3 Обзор типов сообщений

Отображаемая информация	Пояснения
Редактирование выбранного+	Выбор группы уставок для редактирования
Отказ+	Успешная отмена изменения всех уставок
Активация PG+	Успешная активация PG с помощью команды
Активация PG-	Неуспешная активация PG с помощью команды

Отображаемая информация	Пояснения
Установить+	Значение параметра было изменено
Принято+	Изменение успешно принято
Принято-	Ошибка принятия изменения
DCF загружено	DCF (Файл конфигурации устройства) загружено в устройство
PG 1	Группа уставок 1
PG 2	Группа уставок 2
PG 3	Группа уставок 3
PG 4	Группа уставок 4
PG 5	Группа уставок 5
PG 6	Группа уставок 6
PG 7	Группа уставок 7
PG 8	Группа уставок 8

Пример регистрации в журнале изменения уставок

Для этого журнала существует выборочная информация, которая сохраняется в случае успешного или неуспешного изменения уставок. На следующем рисунке приводится обзор этой информации.



Сверху вниз:

- В примере слева устройство запущено с помощью активной группы уставок 1.
- Затем для изменения выбирается группа уставок 1.
- Был изменен отдельный параметр функции для контроля чередования фаз.
- Изменения успешно приняты.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!
- Пользователь не может удалить журнал, организованный в виде циклического буфера!
- Если вы хотите архивировать информацию о безопасности без ее потери, вы должны регулярно считывать содержимое журнала.
- Вы не можете ранжировать дополнительные сообщения в журнале изменения уставок.

3.1.5.6 Журнал, задаваемый пользователем

С помощью конфигурируемого пользователем журнала (до 2 штук) вы имеете возможность регистрации отдельных сообщений параллельно с регистрацией в журнале рабочих сообщений. Это полезно, например, для целей специализированного мониторинга, а также для классификации журналов по регистрации параметров в разных областях. В конфигурируемом пользователем журнале можно сохранять до 200 сообщений.

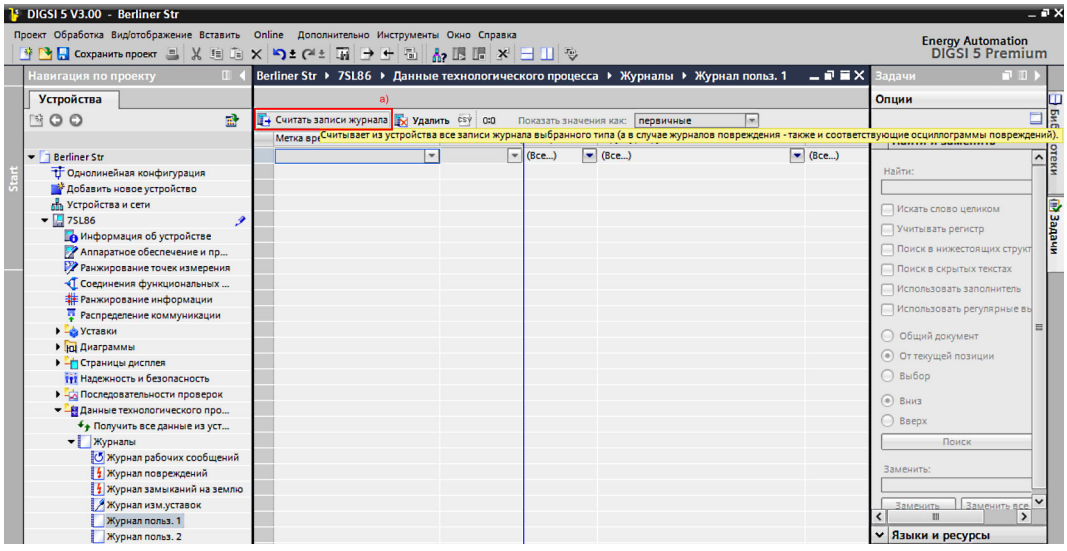
Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Для получения доступа к определяемому пользователем журналу вашего устройства SIPROTEC 5 используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Определяемый пользователем журнал 1/2**

Вам будет показан статус пользовательского журнала, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считывание записей журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-12* а)).



[scanwnmd-030211-01.tif, 1, ru_RU]

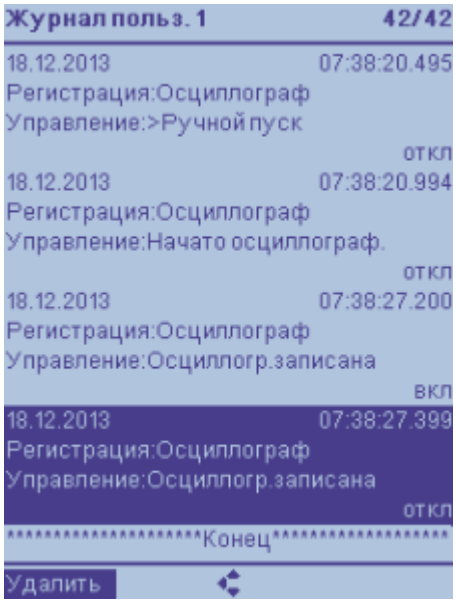
Рисунок 3-12 Считывание определяемого пользователем журнала с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Для получения доступа к определяемым пользователем журналам из главного меню используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Сообщения → **Определяемый пользователем журнал 1/2**

Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scuserlg-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-13 Просмотр определяемого пользователем журнала устройства через рабочую панель на объекте

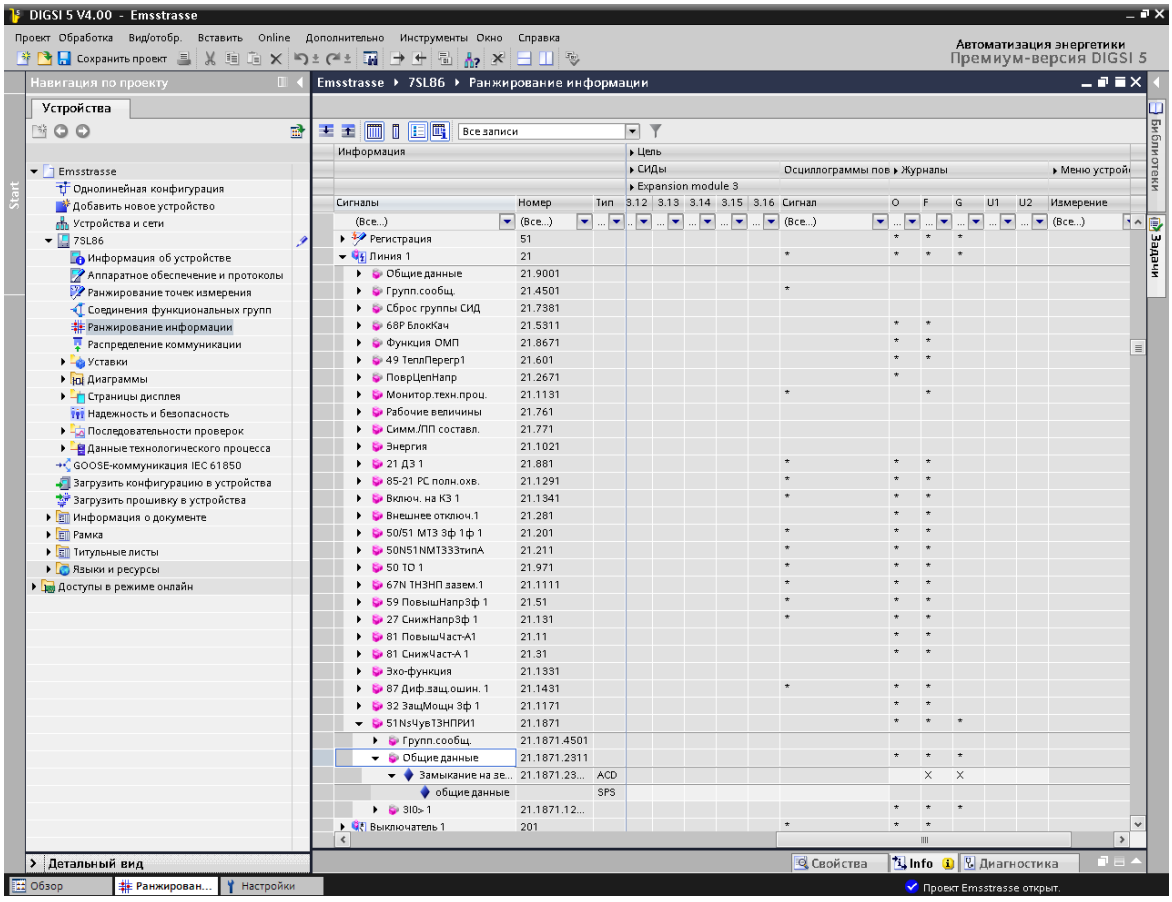
Возможность удаления

Журнал вашего устройства SIPROTEC 5, определяемый пользователем, можно удалить. Информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурация определяемого пользователем журнала

Объем журнала сообщений, определяемого пользователем, свободно настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журнал → V1 или V2



[scinfpuf-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-14 Настройка сообщений в DIGSI 5 (пример: Журнал, определяемый пользователем, V1/2)

3.1.5.7 Журнал связи

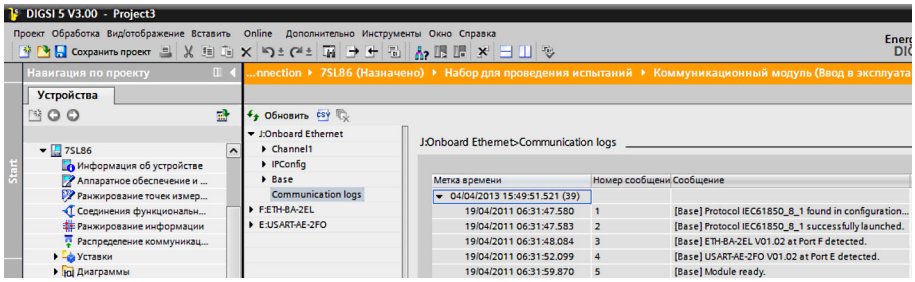
Регистрация соответствующего статуса, например, как последующих неисправностей, операции тестирования и диагностики, коэффициент использования оборудования связи, выполняется для всех интерфейсов связи, сконфигурированных на аппаратном обеспечении. В журнале связи может быть сохранено до 500 сообщений. Регистрация происходит отдельно для каждого коммуникационного порта сконфигурированных коммуникационных модулей.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналам связи вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Онлайн-доступ → USB → Проект → Тестовый комплекс → Коммуникационный модуль
- Далее выберите:
  J:Встроенный Ethernet → **Журнал связи**

Рядом с колонкой "Отметка времени" будет показан статус последнего загруженного из устройства журнала связи.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Обновление** в заголовке списка сообщений.



[sccompuf-140912-01.tif, 1, ru_RU]

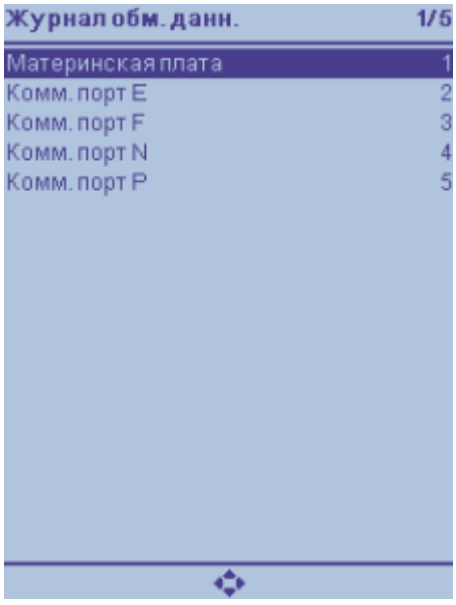
Рисунок 3-15 Считывание журнала связи с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу связи из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Тест и диагностика → Сообщения → **Журнал связи**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[sccommlg-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-16 Просмотр журнала связи устройства через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал связи вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Подробная информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Журналы связи нельзя настраивать произвольно. Записи сконфигурированы предварительно.

3.1.5.8 Журнал безопасности

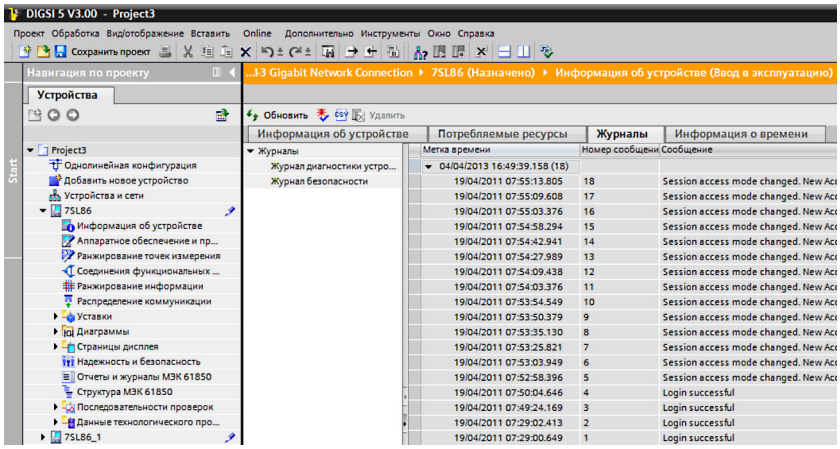
Доступ с ограниченными правами к областям устройства регистрируется в журнале безопасности. Также регистрируются попытки неуспешного или несанкционированного доступа. В журнале безопасности может быть сохранено до 500 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу безопасности вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Информация об устройстве → Журнал → **Журнал безопасности**

Вам будет показан статус последнего загруженного из устройства журнала безопасности.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Обновление** в заголовке списка сообщений.



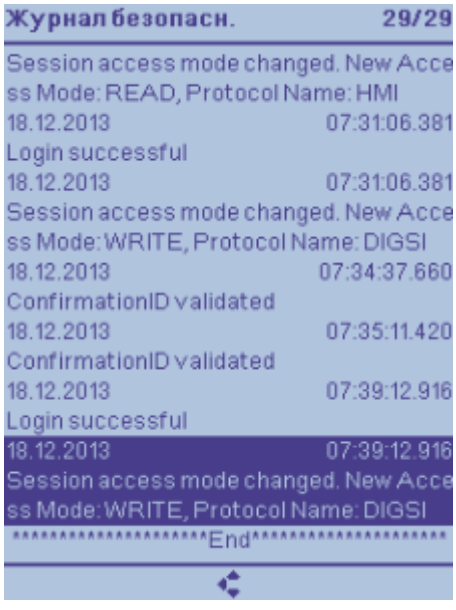
[scsecmld-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-17 Считывание журнала связи с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу безопасности из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.
  Главное меню → Тест и диагностика → Сообщения → **Журнал безопасности**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scseclog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-18 Просмотр журнала безопасности устройства через рабочую панель на объекте

ПРИМЕЧАНИЕ

- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!
- Пользователь не может удалить журнал, организованный в виде циклического буфера!
- Если вы хотите архивировать информацию о безопасности без ее потери, вы должны регулярно считывать содержимое журнала.

3.1.5.9 Журнал диагностики устройства

Регистрация и отображение конкретных команд выполняется в журнале диагностики устройства при

- необходимом техническом обслуживании (например, при проверке батареи);
- обнаружении неисправностей аппаратного обеспечения;
- проблемах совместимости.

В журнале диагностики устройства можно сохранять до 500 сообщений. При нормальных условиях работы для диагностики достаточно следовать содержимому журнала рабочих сообщений. Особое значение придается журналу диагностики устройства, когда устройство больше не готово к работе из-за неисправности аппаратного обеспечения или проблем с совместимостью и активна резервная система.

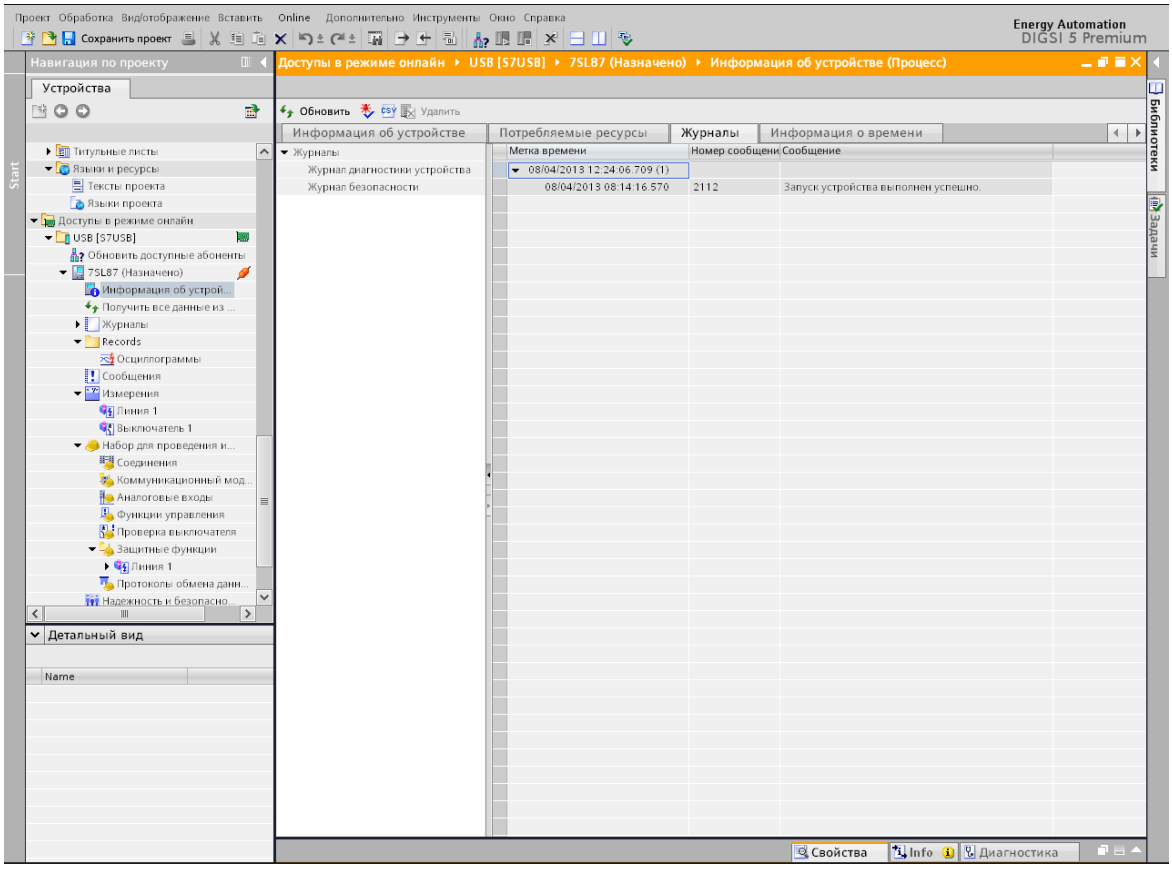
Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5 в нормальном режиме работы

- Чтобы получить доступ к журналу диагностики вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.

  Проект → Устройство → Информация об устройстве → Журнал → **Журнал диагностики устройства**

Вам будет показан статус журнала диагностики устройства, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Обновление** в заголовке списка сообщений.



[scdevdia-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-19 Считывание журнала диагностики устройства с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте в нормальном режиме работы

- Чтобы получить доступ к журналу диагностики из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Тест и диагностика → Сообщения → **Журнал диагностики устройства**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scdevdia-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-20 Просмотр журнала диагностики устройства через рабочую панель на объекте

ПРИМЕЧАНИЕ

- Журнал диагностики устройства нельзя удалить!
- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!

3.1.5.10 Журнал пусков двигателей

В журнале пусков двигателей ведется запись данных пускового тока, пускового напряжения и длительности пуска для каждого пуска двигателя. Пусковые ток и напряжение двигателя отображаются как первичные значения. В журнале пусков двигателей можно сохранять до 200 сообщений.

Измерение статистических данных двигателя начинается, когда состояние двигателя меняется на ***Пуск***. Измерение времени запуска двигателя прекращается, как только состояние двигателя меняется на ***Остановка*** или ***Работа***. Информацию о состоянии двигателя получают с помощью функции **Определения состояния двигателя**.

Если состояние двигателя меняется на ***Пуск*** и ток двигателя падает ниже пускового тока в течение 500 мс, запись в журнал пусков двигателя не производится.

Таблица 3-4 Журнал пусков двигателей

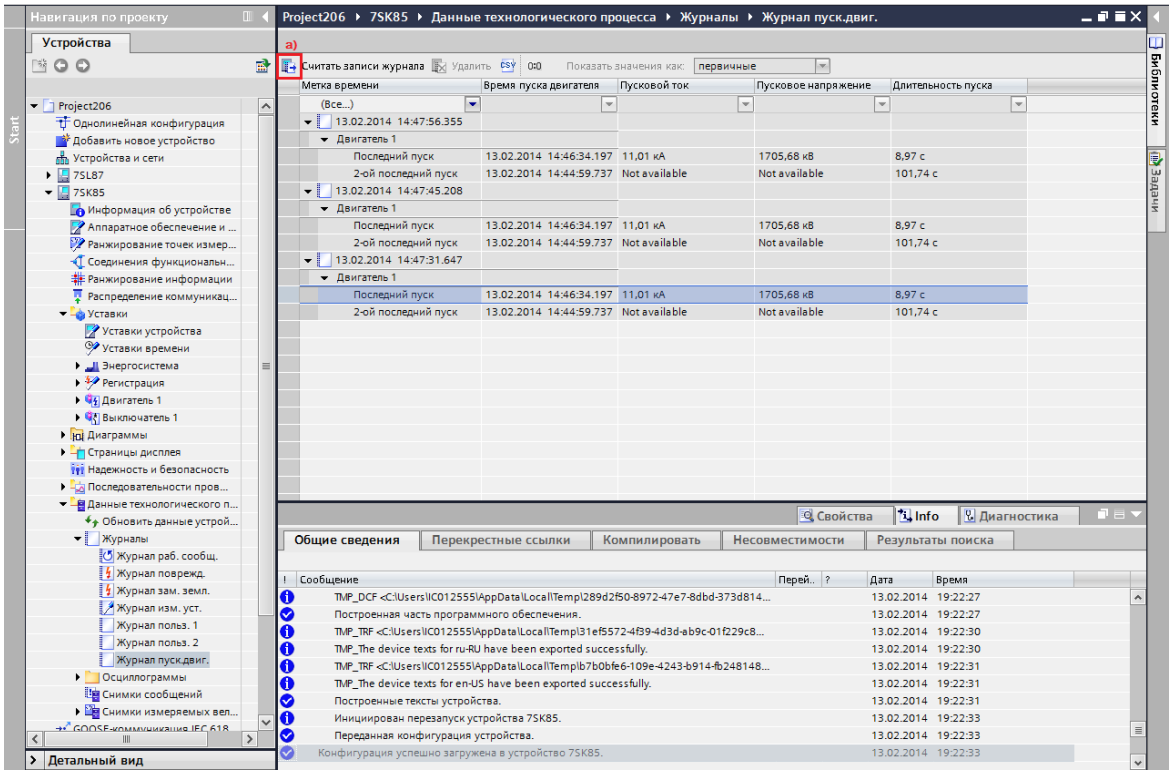
Измеряемые величины		**Первичные**
Длительность пуска	Время пуска двигателя	с
Пусковой ток	Пусковой ток двигателя (первичный)	А (или кА)
Пусковое напряжение	Пусковое напряжение двигателя (первичное)	В (или кВ)

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналам пусков двигателей своего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Информация об устройстве → Журнал → **Журнал пусков двигателей**

Вам будет показан статус журнала пусков двигателей, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Обновление** в заголовке списка сообщений.



[scmotmlp-160713-01.tif, 1, ru_RU]

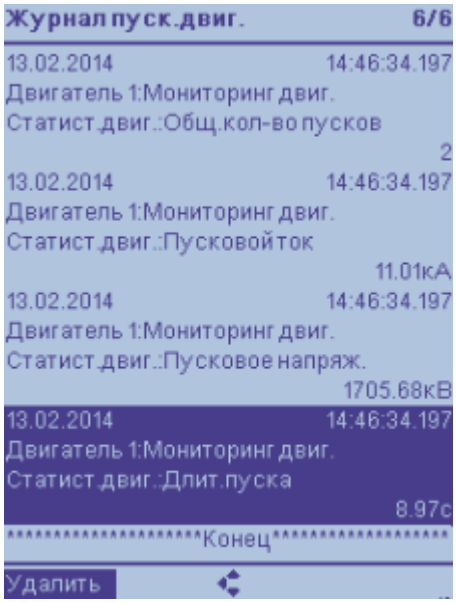
Рисунок 3-21 Считывание журнала пусков двигателей с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте

- Чтобы получить доступ к журналу пусков двигателей из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.

  Главное меню → Сообщения → **Журнал пусков двигателей**

- Вы можете перемещаться на рабочей панели на объекте, используя навигационные клавиши (вверх/вниз) в пределах отображаемого списка сообщений.



[scmotlog-160713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-22 Просмотр журнала пусков двигателей через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал пусков двигателей вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Подробная информация об этом приводится в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Конфигурируемость Журнал пусков двигателей имеется только в функциональной группе **Двигатель**. Для журнала пусков двигателей нет столбца в информационной матрице DIGSI. Записи в журнале пусков двигателей предварительно настроены и их нельзя изменить.

3.1.6 Сохранение и удаление журналов

Нет необходимости в удалении журналов во время работы устройства. Если памяти уже недостаточно для записи новых сообщений, самые старые сообщения автоматически удаляются, и вместо них записываются новые. При необходимости в будущем иметь возможность записи в память новых повреждений, например, после проверки системы, то очистка журнала имеет смысл. Сброс журналов выполняется отдельно для каждого журнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед удалением содержимого журнала вашего устройства SIPROTEC 5 скопируйте журнал с DIGSI 5 на жесткий диск вашего ПК.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не все журналы вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Эти ограничения используются в особенности для журналов, имеющих отношение к безопасности и послепродажного периода (журнал безопасности, журнал диагностики устройства, журнал изменения уставок).

ПРИМЕЧАНИЕ

При удалении журнала повреждений все соответствующие записи о повреждениях также удаляются. Кроме того, счетчики количества повреждений и количества осциллограмм повреждений сбрасываются на 0. И наоборот, при удалении осциллограммы повреждений содержимое журнала повреждений, включая присвоенные номера повреждений, остается.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство выполняет первый запуск, например, после обновления ПО устройства, автоматически удаляются следующие журналы:

- Журнал рабочих сообщений
- Журнал сообщений о повреждениях
- Журнал сообщений о замыканиях на землю
- Журнал регистрации изменения уставок
- Журнал пользователя
- Журнал пусков двигателей

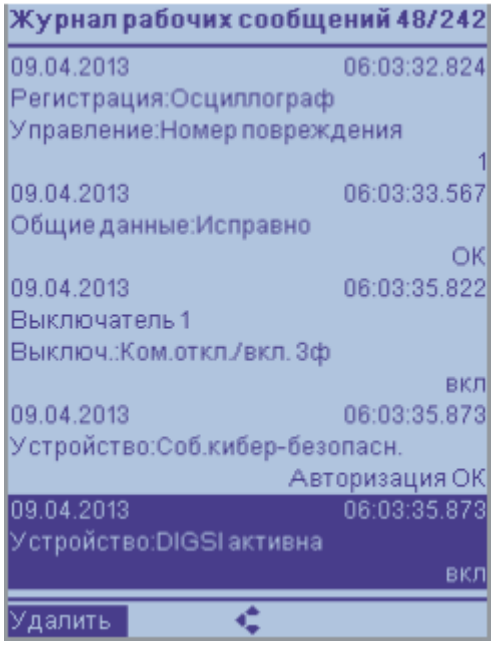
Резервное копирование удаляемых журналов при помощи DIGSI 5.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в данный момент существует замыкание на землю, то журнал регистрации замыканий на землю удалить нельзя.

Удаление журналов с панели управления на объекте

- Чтобы получить доступ к выбранному журналу из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления на объекте.
  Главное меню → Сообщений → **Рабочие сообщения**



[scoprlog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-23 Удаление журналов через панель управления на объекте

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления на объекте.
- Опция удаления содержимого журнала находится в нижней левой части экрана. Используйте программируемые ключи под экраном, чтобы активировать командные запросы. Подтвердите запрос **Удалить**.
- После запроса введите пароль и подтвердите его, нажав **Ввод**.
- После запроса подтвердите действие **Удаление всех записей**, нажав кнопку **OK**.

Считывание журнальных сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

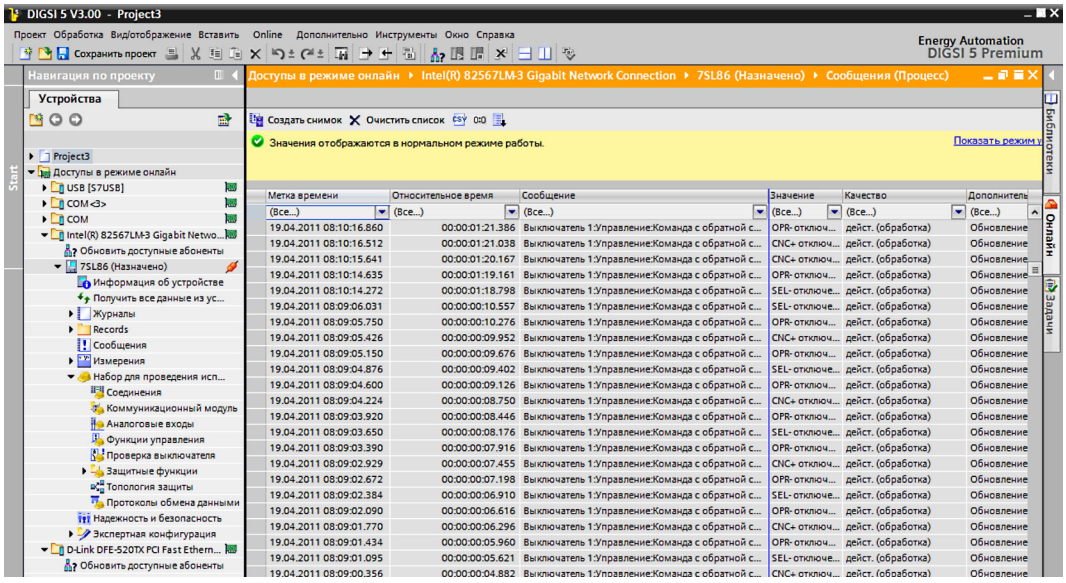
- Чтобы получить доступ к выбранному журналу рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5 (например, к журналу рабочих сообщений), используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Обработка данных → Журнал → **Журнал рабочих сообщений**

3.1.7 Спонтанное сообщение на экране в DIGSI 5

С помощью DIGSI 5 у вас есть возможность отображать все текущие передаваемые сообщения выбранного устройства в специальном окне сообщений.

Порядок действий

- Порядок действий Вызвать спонтанные сообщения выбранного вами устройства в навигационном окне, используя онлайн-доступ.
- В адресной строке нажать **Сообщения**:
  Онлайн-доступ → Интерфейс → Устройство → **Сообщения**
- Возникающие сообщения появятся немедленно без ожидания обновления цикла или инициации обновления меню.



[scspnmld-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-24 Отображение спонтанных сообщений устройства в DIGSI 5

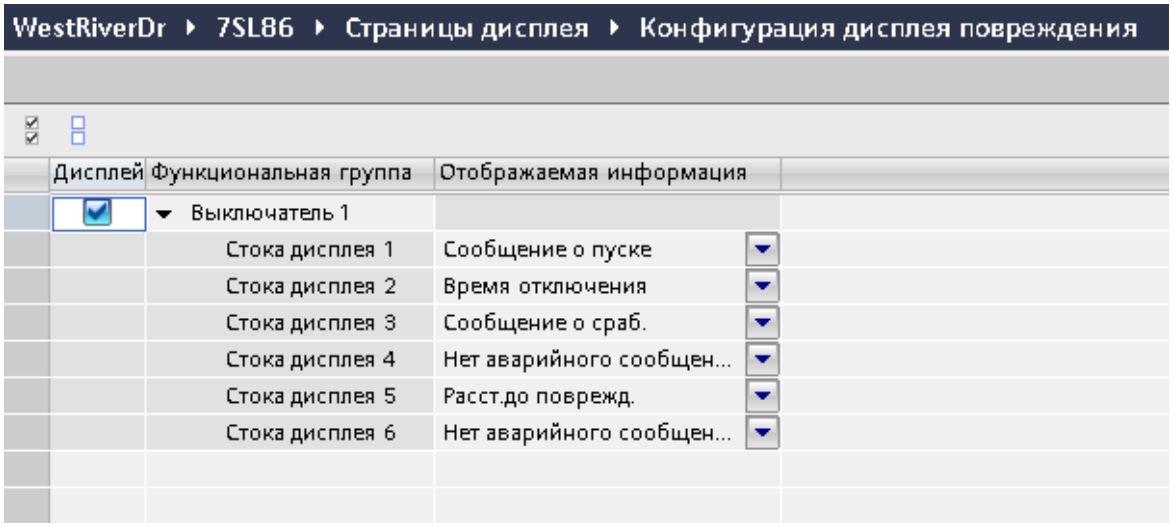
3.1.8 Спонтанные сообщения на панели управления

После повреждения самые важные данные о последнем повреждении можно отобразить на дисплее устройства автоматически без других измерений рабочих величин. В устройствах SIPROTEC 5 в зависимости от варианта применения и даже выключатели (возможно использование нескольких экзем-

пляров). В DIGSI 5 в зависимости от применения можно сконфигурировать несколько экранов спонтанных сообщений о повреждениях; каждый отдельный экран назначается для конкретного выключателя. Эти экраны отображаются в устройстве до тех пор, пока они не будут квитированы вручную или не будут сброшены при сбросе светодиодов.

Конфигурация дисплея спонтанных сообщений при повреждении с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к **конфигурации дисплея повреждения** вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Дисплеи → **Конфигурация дисплея повреждения**
- В главном окне показаны все сконфигурированные выключатели. Для каждого выключателя предлагается максимум 6 конфигурируемых строк на дисплее. Активация дисплея спонтанных сообщений о повреждении для каждого выключателя происходит при установке отметки в столбце **Дисплей**.
- С помощью параметра **Отображение неисправности** (Устройство → Параметр → Уставки устройства) вы определяете, следует ли выводить на дисплей спонтанные сообщения о повреждении при каждом пуске устройства или только при пуске, после которого генерируется команда отключения.



[sckonstf-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-25 Конфигурация дисплея спонтанных сообщений о повреждении в устройстве

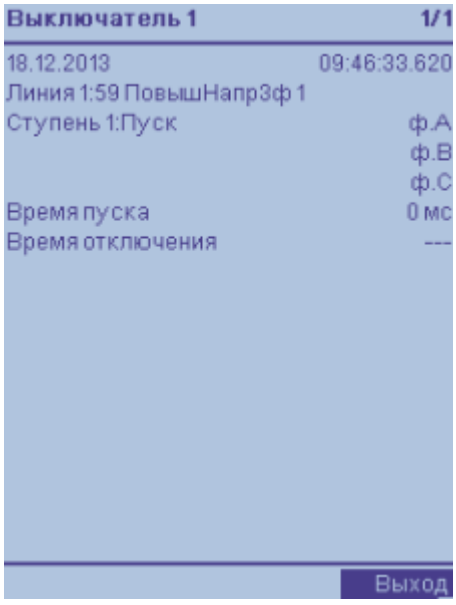
Для каждой строки дисплея можно выбрать следующие опции:

Таблица 3-5 Обзор опций дисплея

Отображаемая информация	**Пояснения**
Сообщение о пуске	Отображение информации о первой сработавшей ступени функции при повреждении. Если это необходимо, то выводится дополнительная информация (фазы/земля/направление).
T пуск	Отображение общего времени пуска при повреждении
Сообщение о срабатывании	Отображение информации о первой ступени функции, сработавшей при повреждении. Если это необходимо, то выводится дополнительная информация (фазы).
T-срабатывание	Отображение времени срабатывания с момент начала повреждения (с момента пуска).
Расстояние до места повреждения	Отображение измеренного расстояния до места повреждения.

Квитирование дисплея спонтанных сообщений о повреждении

После повреждений на экране отображается информация по последнему из повреждений. В случае если конфигурация имеет больше одного выключателя, в устройстве могут сохраняться несколько дисплеев повреждений, при этом отображаться будет информация о самом последнем повреждении. Эти экраны отображаются в устройстве до тех пор, пока они не будут квитированы вручную или не будут сброшены при сбросе светодиодов.



[scstfanz-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-26 Дисплеи спонтанных сообщений о повреждении в устройстве

Способ 1: Ручное квитирование

- Нажмите клавишу **Выход** на основной панели дисплея. Дисплей закроется без возможности вернуться к нему снова. Повторяйте этот шаг, пока не перестанет появляться дисплей спонтанных сообщений о неисправности.
- После квитирования всех дисплеев будет отображаться дисплей с последней перед повреждением информацией.

Способ 2: Квитирование через сброс светодиодов

- Сброс светодиодов (устройства) вызывает сброс всех сохраненных светодиодов и дискретных выходов устройства, а также квитирование сохраненных дисплеев повреждений.

Более подробную информацию по сбросу светодиодов вы можете найти в разделе **Сохраненные сообщения** в руководстве по устройствам SIPROTEC 5.

3.1.9 Сохраненные сообщения в устройстве SIPROTEC 5

На устройстве SIPROTEC 5 сообщения можно настроить как **сохраненные.** Этот тип конфигурации можно использовать для светодиодов, а также для выходных контактов. Сконфигурированный выход (светодиод или контактный выход) остается активированным до тех пор, пока он не будет квитирован. Квитирование осуществляется через:

- Панель оператора
- DIGSI 5
- Дискретный вход
- Протокол АСУ ТП

Конфигурация сохраненных сообщений с помощью DIGSI 5

- При **Ранжировании информации** при программировании каждого устройства в DIGSI 5 можно ранжировать дискретные сигналы, среди прочих, на светодиоды или на выходные контакты. Для этого перейдите к структуре проекта.

  Проект → Устройство → **Ранжирование информации**

- Нажмите правой кнопкой мыши в поле ранжирования дискретного сообщения в желаемом столбце дискретного выхода, относящемся к светодиодам или выходным контактам в области ранжирования целевых объектов.

Доступны следующие варианты:

Таблица 3-6 Обзор вариантов ранжирования

Варианты ранжирования		**Свето-диоды**	**ДВых**	**ДВх**	**Описание**
H	(активен)			X	Сигнал ранжируется как активный при наличии напряжения.
L	(активен)			X	Сигнал ранжируется как активный при отсутствии напряжения.
V	(нефиксиров.)	X	X		Сигнал ранжируется без фиксации его состояния. Активация и сброс выходных объектов (светодиод, дискретный выход) происходит автоматически через значение дискретного сигнала.
L	(фиксиров.)	X	X		Дискретный сигнал фиксируется функцией защелки при активации выходного элемента (светодиод). Для его сброса должно появится соответствующий сигнал квитирования.
Изме-рения:	(запоминание только при отключении)	X			Сообщения о повреждении сохраняются при активации выходного элемента (светодиод). Если повреждение закончилось командой отключения от устройства, сохраненное состояние удерживается. В случае возврата после пуска без выдачи команды отключения от устройства (т.е. внешнее повреждение), то будет отображаться информация, предшествующая повреждению.
TL	(запоминание только при отключении)		X		Опция ранжирования TL (запоминание при отключении) возможна только в том случае, если коммутационным объектов является выключатель. Выходной модуль сохраняется для отключения от защиты. Контакт остается активированным до момента квитирования. На команды управления это не влияет. Команда управления опрашивается через заданный период опроса команд, пока не будет успешно получено сообщение обратной связи для команды.

Квитирование сохраненных сообщений с панели управления на объекте

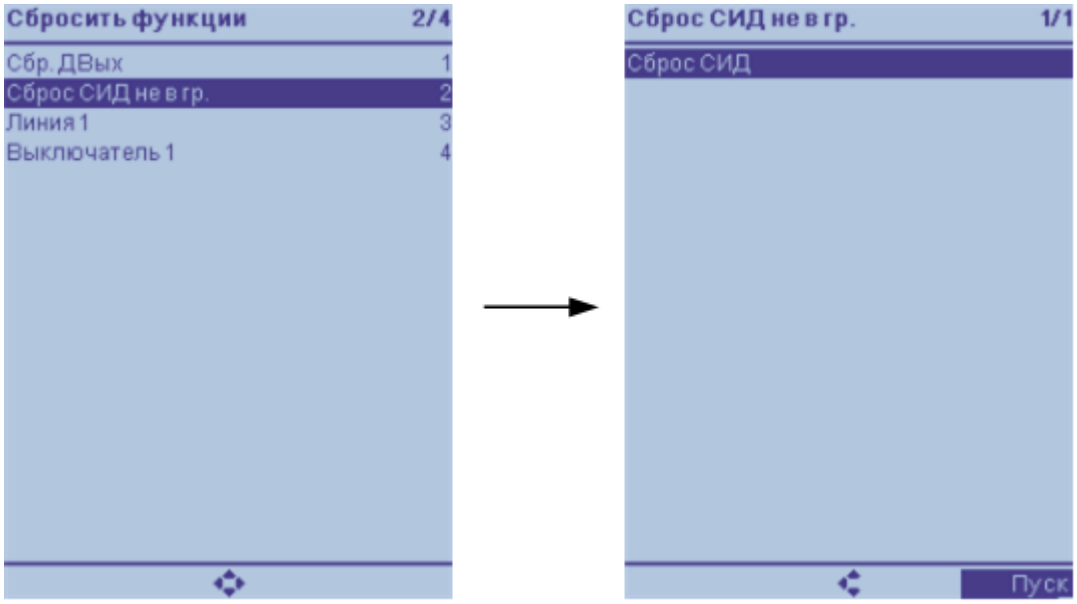
Квитирование через **Сброс светодиодов**

Нажатие кнопки сначала вызывает активацию всех светодиодов (проверка светодиодов), а при отпускании кнопки происходит сброс всех сохраненных сообщений. Сохраненные светодиоды, выходные контакты и дисплеи спонтанных сообщений о повреждениях будут сброшены.

Квитирование через рабочее меню

Для получения доступа к функциям сброса из главного меню используйте навигационные клавиши на панели оператора на объекте.

- Выберите: Главное меню -> Функции устройства -> **Функции сброса**
  Доступны различные варианты сброса.
- Откройте соответствующее подменю.



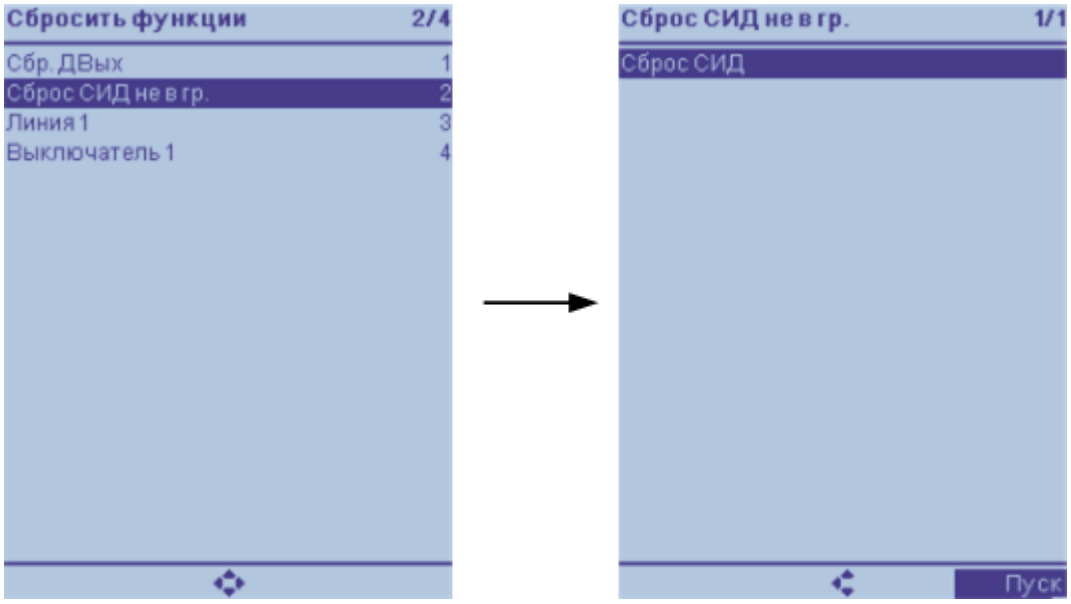
[scresled-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-27 Сброс функций с панели управления на объекте

- Используйте функцию **Сброс дискретных выходов** для сброса выходных контактов с запоминанием срабатывания.
- Нажмите кнопку **Старт** на главной панели.
- Если необходимо, введите подтверждающий идентификационный код, если он запрошен, а затем подтвердите его, нажав кнопку **Ввод**.
- Используйте функцию **Сброс светодиодов, не входящих в ФГ** для сброса светодиодов, которые не назначены специальной функциональной группе.
- Нажмите кнопку **Старт** на главной панели.
- Если необходимо, введите подтверждающий идентификационный код, если он запрошен, а затем подтвердите его, нажав кнопку **Ввод**.

В зависимости от конфигурации устройства, группа(ы) защитных функций отображаются как подменю, для каждого из которых можно сбросить соответствующий светодиод с запоминанием срабатывания.

- Перейдите к подменю выбранной функциональной группы (например, **Линия 1**).
- Используйте функцию **Сброс светодиодов** для сброса светодиодов с запоминанием срабатывания в выбранной функциональной группе.
- Нажмите кнопку **Старт** на главной панели.
- Если необходимо, введите подтверждающий идентификационный код, если он запрошен, а затем подтвердите его, нажав кнопку **Ввод**.



[screslin-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-28 Сброс функций с панели управления на объекте (например, для ФГ "Линия")

Квитирование сохраненных сообщений через дискретные входы

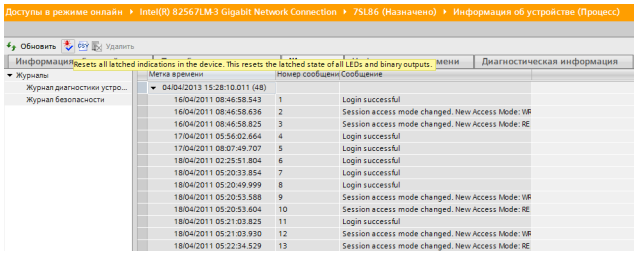
Квитирование через вход **>Сброс светодиодов**

Квитирование через дискретный вход **>Сброс светодиодов** приводит к загоранию всех светодиодов (проверка светодиодов); при исчезновении сигнала происходит сброс всех сохраненных сообщений. Сохраненные светодиоды, выходные контакты и дисплеи спонтанных сообщений о повреждениях будут сброшены.

Квитирование сохраненных сообщений с помощью DIGSI 5

Вы можете квитировать сохраненные сообщения через DIGSI 5 при работе в режиме онлайн. Для этого перейдите к структуре проекта.

- Выберите Онлайн-доступ → Интерфейс → Устройство → **Информация об устройстве**



[scquiled-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-29 Сброс светодиодов через DIGSI 5

- Нажмите кнопку "Сброс светодиодов".
- Введите код подтверждения.
- Подтвердите операцию, нажав OK.

Сохраненные светодиоды, выходные контакты и дисплеи спонтанных сообщений о повреждениях будут сброшены на соответствующем устройстве.

Квитирование сохраненных сообщений через журнал

Инициация квитирования сохраненных сообщений также может выполняться через канал связи от подключенной АСУ ТП подстанции. Это можно выполнить в соответствии со стандартами (МЭК 61850,

МЭК 60870-5-103) или через конфигурацию (распределение) входного сигнала сброса светодиодов для любого протокола. Сохраненные светодиоды, выходные контакты и дисплеи спонтанных сообщений о повреждениях будут сброшены.



ПРИМЕЧАНИЕ

Квитирование **сохраняемых** сообщений приведет к сбросу сконфигурированных светодиодов и выходных контактов, поскольку эти активные сообщения без запоминания срабатывания активны одновременно с сохраняемыми сообщениями. На сообщения, сконфигурированные как **без запоминания**, квитирование не повлияет.

3.1.10 Тестовый режим и влияние сообщений на АСУ ТП подстанции

Если устройство находится в тестовом режиме либо активны отдельные его функции, то устройство SIPROTEC 5 маркирует сообщения, отправленные в АСУ ТП подстанции, дополнительным битом тестового режима. Этот бит тестового режима позволяет определить тот факт, что сообщение возникло при работе устройства в тестовом режиме. Таким образом, в нормальном режиме работы на базе таких сообщений будут подавлены необходимые ответные действия устройства.

3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы

В пределах функциональной группы можно сконфигурировать сообщения отдельных функций как "сохраняемые". Этот тип конфигурации можно использовать для светодиодов, а также для выходных контактов. Сконфигурированный выход (светодиод или контактный выход) остается активированным до тех пор, пока он не будет квитирован.

Функциональные группы функций защиты и выключателя содержат блок **Сброс СИД функциональная группа**. Блок **Сброс ФГ светодиодов** виден только в пункте "Ранжирование сообщений" в соответствующей функциональной группе DIGSI 5. Для сброса светодиодов с запоминанием срабатывания в выбранной функциональной группе можно использовать дискретный входной сигнал *>Сброс светодиодов*. Сконфигурированные выходы (контакты) не сбрасываются.

3.2 Сбор измеряемых величин

Основной принцип работы

Устройства SIPROTEC 5 оснащены мощными функциями сбора измеренных величин. В дополнение к высокой частоте дискретизации, они имеют высокое разрешение измеряемой величины. Это обеспечивает высокую степень точности измерения в широком динамическом диапазоне. 24-битный сигма/дельта аналого-цифровой преобразователь является ядром сбора данных об измеряемых величинах. Кроме того, функция избыточной дискретизации поддерживает высокое разрешение измеряемой величины. В зависимости от требований отдельного метода измерения, частота дискретизации снижается (**Снижение частоты дискретизации**).

В цифровых системах отклонения от номинальной частоты приводят к дополнительным погрешностям. Чтобы этого избежать, во всех устройствах SIPROTEC 5 используется 2 процесса с разными алгоритмами:

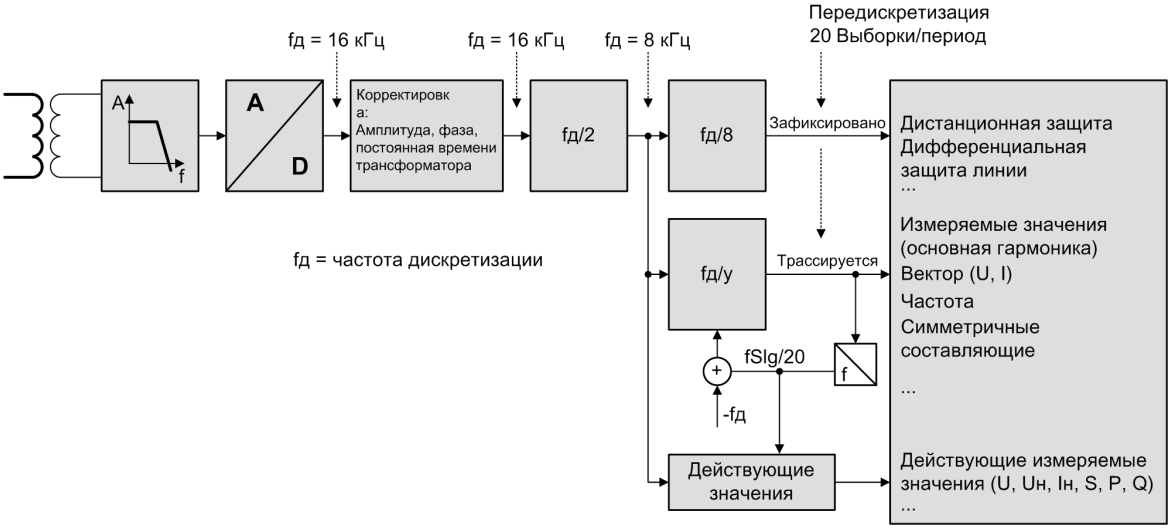
- Отслеживание частоты дискретизации:

  На каналах аналоговых входов циклически производится поиск действительных сигналов. Фактическая частота сигнала вычисляется, а необходимая частота дискретизации определяется с помощью **алгоритма передискретизации**. Отслеживание эффективно в диапазоне частот от 10 Гц до 80 Гц.

- Фиксированная частота дискретизации – коррекция коэффициентов фильтрации:

  Этот метод работает в ограниченном диапазоне частот ($f_{ном}$ +/- 5 Гц). Фактическая частота сигнала вычисляется, коэффициенты фильтрации корректируются в зависимости от степени отклонения частоты.

На следующем рисунке показан принцип распределения дискретных значений (SAV) в цепочке сбора измеряемых величин. *Рисунок 3-30* демонстрирует, каким сигналам доступны какие частоты дискретизации. Для ограничения ширины полосы частот входных сигналов ниже по схеме установлен фильтр низких частот (фильтр сглаживания для поддержания теоремы о дискретном представлении). После дискретизации настраиваются токовые входные каналы. Это означает, что корректируются амплитуда и фаза, а также постоянная времени трансформатора. Компенсация предназначена для того, чтобы клеммы с трансформаторами тока можно было менять случайным образом между устройствами.



[dwmeserf-250211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-30 Цепочка сбора измеряемых величин

Внутренняя частота дискретизации устройств SIPROTEC 5 фиксирована и составляет 16 кГц (частота дискретизации: 320 выборок за период промышленной частоты 50 Гц). Все входы тока и напряжения дискретизированы. Если абсолютная величина, фаза и постоянная времени трансформатора корректируются, частота дискретизации снижается на 8 кГц (160 выборок за период промышленной частоты

50 Гц). Это основная частота дискретизации, на которую ссылаются различные процессы, такие как запись осциллограмм, действующие значения измеряемые значения. Окно просмотра действующих значений измеряемых величин отрегулировано на основании частоты сети. Для многих приложений измерения и защиты достаточно 20 выборок за период (при $f_{ном}$ = 50 Гц: дискретизация каждые 1 мс, при $f_{ном}$ = 60 Гц: дискретизация каждые 0,833 мс). Эта частота дискретизации является адекватным компромиссом между точностью и параллельной обработкой функций (многофункциональность).

Частота дискретизации 20 выборок за период предоставляется для алгоритмов, выполняемых в функциональных группах, в 2-х вариантах:

- Фиксированный (без передискретизации)
- С передискретизацией (диапазон частот от 10 Гц до 80 Гц)

В зависимости от алгоритма (см. описание функций) рассматривается соответствующий поток данных. Для выбранных методов измерения используется более высокая частота дискретизации. Более подробная информация по данному вопросу приведена в соответствующем разделе с описанием функции.



ПРИМЕЧАНИЕ

Точки измерения тока и напряжения представлены в **данных системы** *6.1.1 Обзор*. Каждая точка измерения имеет свои собственные параметры.

3.3 Обработка показателей достоверности

3.3.1 Обзор

Стандарт МЭК 61850 определяет конкретные показатели достоверности для объектов данных (DO), так называемую достоверность. Система SIPROTEC 5 автоматически обрабатывает некоторые из этих показателей достоверности. Чтобы соответствовать разным применениям, вы можете изменить конкретные показатели достоверности, а также и значения объектов данных в зависимости от этих показателей достоверности. С их помощью вы можете обеспечить необходимую функциональность.

На следующем рисунке показана общая организация потока данных в устройстве SIPROTEC 5. На рисунке также показаны точки, обеспечивающие улучшение достоверности, конструктивные блоки.



[loquali1-090212-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-31 Поток данных в устройстве SIPROTEC 5

Поддерживаемые показатели достоверности

Следующие показатели достоверности автоматически обрабатываются в системе SIPROTEC 5.

- **Контроль** производится с использованием значений *достоверности* или *недостоверности*

  Атрибут контроля **достоверности** показывает, принимается ли (достоверен) передаваемый объект через сообщение GOOSE или нет (недостоверен). Состояние *недостоверности* на принимающем устройстве можно подавить, задав подстановочное значение для непринятого объекта (см. *Рисунок 3-32*). Подстановочное значение передается функциям.

  Признаки *зарезервированности* и *сомнительности* не создаются в системе SIPROTEC 5 и далее не обрабатываются. Если устройство получает эти значения, оно заменяется значением *недействительно* и далее обрабатывается как *недействительно*.

  Если указанный качественный признак (detailQual) имеет значение *ИСТИНА*, то параметр **Действительность** устанавливается на значение *недостоверно*, если это еще не было сделано на стороне отправителя.

- **Тестирование** использует значения *ИСТИНА*, *ЛОЖЬ*

  Показатель достоверности **Тестирование** указывает принимающему устройству, что объект, полученный через сообщение GOOSE, создается в режиме тестирования, а не в рабочем режиме.

- **ОператорБлокир** использует значения *ИСТИНА*, *ЛОЖЬ*

  Показатель достоверности **ОператорБлокир** показывает, исходит ли объект, передаваемый через сообщение GOOSE, из устройства, которое находится в состоянии *выхода из системы*. Если устройство-отправитель отключено от сети, объект больше не будет получен, его состояние расценивается как *недействительно*. Однако поскольку достоверность **ОператорБлокир** была указана на принимающем устройстве, то объект может обрабатываться на принимающем конце по-разному (см. главу *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели в Редакторе GOOSE-коммуникации*). На принимающем конце объект может расцениваться как затухающий сигнал.

Влияние рабочих режимов на показатели достоверности

Кроме нормальной работы устройство также поддерживает определенные рабочие режимы, которые влияют на показатели достоверности:

- **Тестовый режим устройства**

  Вы можете переключить устройство в тестовый режим. В этом случае все объекты данных, вырабатываемые в устройстве (показатели состояния и измеренные значения) получают показатель достоверности **Тестирование** = *ИСТИНА*.

  Схемы CFC также создаются в тестовом режиме, и все выходные данные получают показатели достоверности **Тестирование** = *ИСТИНА*.

- **Тестовый режим отдельных функций, отключающих ступеней или функциональных блоков**

  Отдельные функции, отключающие ступени или функциональные блоки, можно переключать в тестовый режим. В этом случае все объекты данных, вырабатываемые этой функцией, отключающей ступенью или функциональным блоком (показатели состояния и измеренные значения) получают атрибут достоверности **Тестирование** = *ИСТИНА*.

- **Функциональный выход устройства из системы**

  Если вы исключаете устройство из работы и хотите отключить его от источника питания, вы можете функционально вывести его из системы заранее. Как только устройство функционально выводится из системы, все объекты данных, сгенерированные в устройстве (показатели состояния и измеренные величины), получают атрибут достоверности **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*. Это также используется для выходов схем CFC.

  Если объекты передаются через сообщение GOOSE, принимающее устройство может оценить показатель достоверности. Принимающее устройство определяет функциональный выход устройства-отправителя из системы. После отключения передающего устройства, принимающее устройство определяет, что передающее устройство вышло из системы, но оно не имеет неисправностей. Сейчас принимаемые объекты можно автоматически задать для определенных условий (см. главу *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели в Редакторе GOOSE-коммуникации*).

Влияние аппаратного обеспечения на достоверность

Функции контроля отслеживают аппаратное обеспечение устройства (см. главу *8.4.1 Обзор*). Если функции контроля определяют неисправность при сборе данных устройства, то все записанные данные будут иметь атрибут достоверности **Действительность** = *недостоверно*.

Влияние пользователя на достоверность

Вы можете по-разному влиять на обработку данных и их показатели достоверности. В DIGSI 5 это можно сделать в следующих разделах:

- В редакторе **Коммуникация МЭК 61850 GOOSE** для подключений GOOSE
- На схеме CFC
- В редакторе **Ранжирование информации** дискретных входных сигналов внутренних функций устройства

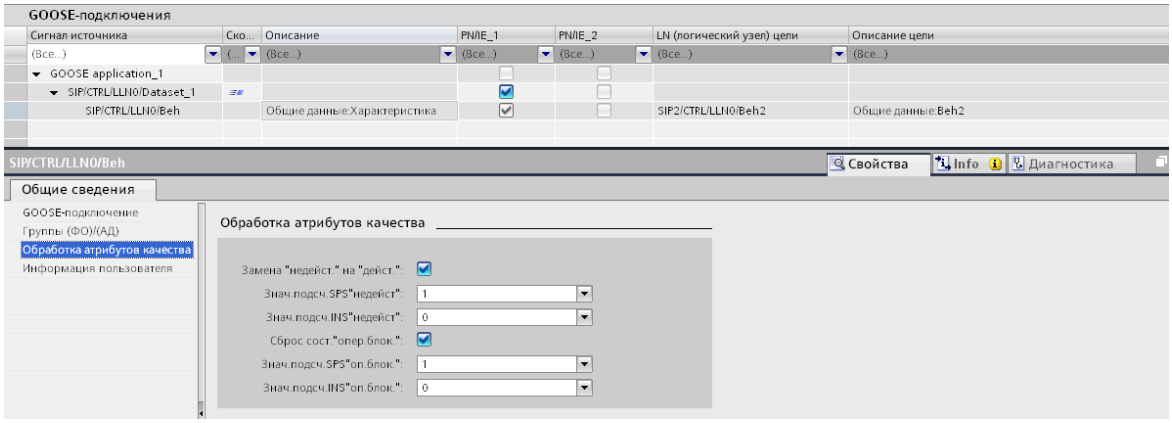
Следующие главы содержат более подробное описание вариантов этого влияния, а также автоматическую обработку показателей достоверности.

Если соединение GOOSE – это источник данных дискретного входного сигнала внутренней функции устройства, вы можете влиять на обработку показателей достоверности в 2 местах: в подключении GOOSE и на входном сигнале функции. Это основывается на следующем: Данные GOOSE можно распределять в принимающем устройстве на несколько функций. Параметры соединения GOOSE (влияют) устанавливаются на все функции. Однако, если для разных функций требуются определяемые пользователем параметры, они затем устанавливаются непосредственно на дискретном входном сигнале функции.

3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели в Редакторе GOOSE-коммуникации

В редакторе **Коммуникация МЭК 61850 GOOSE** вы можете влиять на значение данных и показатели достоверности всех типов данных. *Рисунок 3-32* иллюстрирует возможное влияние на тип данных ACD (в качестве примера).

- В структуре проекта DIGSI 5 дважды щелкните по **Коммуникация МЭК 61850 GOOSE**.
- Выберите желаемый канал данных в рабочей области **GOOSE-подключения**.
- Откройте окно **Свойства** и выберите лист **Обработка показат. достовер.**.



[scgoosee-020311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-32 Опция влияния при соединении объектов с типом данных ACD

Опция задания параметров работает на устройстве, принимающем данные.

Показатель достоверности: Действительность	
Значения *зарезервировано* и *сомнительно* на принимающем конце заменяются на значение *недостоверно*.	
• Флажок не установлен. • Флажок установлен и имеет признак **Действительность** = *хорошо*	Атрибут достоверности и значение данных передаются без изменений.
Флажок установлен, и принимается значение **Действительность** = *недостоверно* (также используется для значений *зарезервировано* и *сомнительно*).	• Атрибут достоверности устанавливается на *хорошо* и далее обрабатывается с этим значением. • Значение данных устанавливается для указанного подстановочного значения и обрабатывается далее с этим подстановочным значением.

Показатель достоверности: Заблокировано оператором (opBlk)	
• Флажок не установлен. • Флажок устанавливается и принимает признак **ОператорБлокир** = *ЛОЖЬ*	Атрибут ОператорБлокир и данные передаются без изменений.

Показатель достоверности: Заблокировано оператором (opBlk)	
Флажок устанавливается и принимает признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	• Признак ОператорБлокир устанавливается на *ЛОЖЬ* и далее обрабатывается с этим значением. • Значение данных устанавливается для указанного подстановочного значения и обрабатывается далее с этим подстановочным значением.

Взаимодействие действительности атрибутов достоверности и функции ОператорБлокир	
Устанавливается флажок ОператорБлокир; принимается признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	Несмотря на то, установлен флажок или нет, и несмотря на текущую достоверность, атрибут достоверности устанавливается как *хорошо*, а также принимается подстановочное значение объектов данных ОператорБлокир. Другими словами, параметры функции ОператорБлокир перезаписывают параметры Достоверности.
Устанавливается флажок ОператорБлокир; принимается признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	Признак ОператорБлокир остается установленным и перенаправляется. Если флажок Достоверность установлен, а прием достоверности = *недостоверно*, то используется подстановочное значение соответствующего объекта данных. Для постоянной обработки сигналов и влияния на них, следует учитывать, что в этой конфигурации подстановочное значение объекта данных устанавливается как Действительность = *недостоверно*, а атрибут достоверности ОператорБлокир еще не установлен.

Подстановочные значения данных

В зависимости от типа данных должны использоваться разные подстановочные значения.

Тип данных	**Возможные подстановочные значения данных**	
ACD, ACT	общие, ф.A, ф.B, ф.C, нейтр.	0 (Ложь), 1 (Истина)
только ACD	направлОбщ	0, 1, 2, 3 (Неизвестно, Вперед, Назад, Оба)
	направл.ф.A, направл.ф.B, направл.ф.C, направл.нейтр.	0, 1, 2 (Вперед, Назад, Оба)
BAC, APC	mxVal	$1.401298 \cdot 10^{от\ -45}$ до $7,922 \cdot 10^{28}$
	stSeld	0 (Ложь), 1 (Истина)
	ct/Num	1 .. 255
BCR	actVal, frVal, frTm	0 до 1 073 741 824
CMV	ампл., угол	$1.401298 \cdot 10^{от\ -45}$ до $7,922 \cdot 10^{28}$
DPC, DPS	stVal	0, 1, 2, 3 (промежуточное состояние, отключено, включено, неисправное состояние)
Типы ENUM (например, ENS, EN, ENC)	SPS выход	0 (Ложь), 1 (Истина)
	INS выход	от -100 до 100 (в зависимости от типа, см. МЭК 61850)
INC	stVal	0 до 1 073 741 824
	stSeld	0 (Ложь), 1 (Истина)
ING	SetVal	0 до 1 073 741 824
INS	stVal	0 до 1 073 741 824

Тип данных	Возможные подстановочные значения данных	
ISC, BSC	vWTpos	-64 до 64
	vWTInd	0 (Ложь), 1 (Истина)
SEC	cnt	0 до 1 073 741 824
SPC, SPS	stVal	0 (Ложь), 1 (Истина)
SPG	SetVal	0 (Ложь), 1 (Истина)
MV	ампл	$1.401298 \cdot 10^{от\ -45}$ до $7,922 \cdot 10^{28}$

3.3.3 Обработка показателей качества и влияние пользователя на показатели на схемах CFC

В случае схем CFC различие должно осуществляться между основной обработкой атрибутов качества и определенными блоками CFC, которые специально назначены для обработки атрибутов качества.

Общая информация об обработке.

Большинство блоков CFC не имеют подробной обработки качественных показателей. Для этих блоков необходимо использовать следующие механизмы.

Показатель достоверности: Действительность
Если при поступлении входных данных CFC будет получено хотя бы одно *недостоверное* сообщение, то **все** выходные данные CFC будут устанавливаться в виде *недостоверных*, при условии, что они поступают от блоков без точной обработки качественных показателей. Другими словами, показатели достоверности не обрабатываются последовательно из блока в блок, а выходные данные задаются единовременно. Исключением являются выходные данные CFC, которые исходят из блоков с точной обработкой атрибутов достоверности (см. следующий раздел).

Показатель достоверности: Тестирование	
Схема CFC находится в **нормальном** состоянии.	Входные данные CFC с атрибутом **Тестирование** = *ИСТИНА* игнорируются. Когда выполняется схема CFC, используются данные, которые были допустимы до атрибута **Тестирование** = *ИСТИНА*. Достоверность этого **старого** значения также обрабатывается. Это означает, что атрибут тестирования никогда не сможет стать равным *ИСТИНА* на выходе.
Схема CFC находится в состоянии **Тестирование** [1].	Если выполняется схема CFC, то устанавливается признак **Тестирование** = *ИСТИНА* для всех данных, которые имеются на выходе схемы CFC. Это не зависит от того, строятся ли данные на базе блоков CFC с обработкой или без обработки атрибутов достоверности.

[1] Схему CFC можно установить в тестовое состояние по следующим причинам:

- Устройство в целом находится в тестовом состоянии, также это относится и к схемам CFC и всем функциям.
- Через блок CFC **ERR_INFO** можно переключить индивидуальную схему в тестовое состояние.
- Через функции связи МЭК 61850 можно переключить отдельную схему CFC в тестовое состояние.

Показатель достоверности: ОператорБлокирован	
Схема CFC находится в **нормальном** состоянии.	В схемах CFC для входящих данных атрибут **ОператорБлокир** игнорируется.

Показатель достоверности: ОператорБлокирован	
Схема CFC находится в **функциональном отключенном от системы** состоянии[1].	В схемах CFC для входящих данных атрибут **ОператорБлокир** игнорируется. Все выходные данные CFC маркируются как функционально отключенные от системы.

[1] Это состояние имеет место только в том случае, если устройство функционально отключено от системы. В этом случае атрибуты качества всех выходных данных CFC маркируются как **функционально отключенные**.

Блоки обработки показателей достоверности (Обработка условий)

Первые три блока (x_SPS) обрабатывают показатели достоверности автоматически по заданной логике. Другие блоки используются для изоляции показателей достоверности от объекта данных и, после отдельной логической обработки, добавления их обратно.

Блоки	**Описание**		
OR_SPS **AND_SPS** **NEG_SPS**	Блоки работают согласно их логике, при этом также обрабатывают поддерживаемые атрибуты достоверности. Следующие таблицы описывают логику с помощью атрибута **Действительность**, используя значения *хорошо* (=g) и *недостоверно* (=i). x = 0 или 1, истина = i или g		
	OR_SPS		
	A (Значение, Атрибут)	**B (Значение, Атрибут)**	**Q (Значение, Атрибут)**
	0, i	0, x	0, i
	0, g	0, g	0, g
	1, g	x, x	1, g
	1, i	0, x	1, i
	1, i	1, i	1, i
	Выходной сигнал принимает логическое значение **1** с атрибутом **Действительность** = *хорошо*, как только по крайней мере 1 входной сигнал имеет логическое значение **1** с атрибутом **Действительность** = *хорошо*. Другими словами, входные сигналы рассматриваются в соответствии с операцией ИЛИ и объединяются по операции ИЛИ для бита достоверности со значением НЕДОСТОВЕРНО.		
	AND_SPS		
	A (Значение, Атрибут)	**B (Значение, Атрибут)**	**Q (Значение, Атрибут)**
	0, g	x, x	0, g
	0, i	1, x	0, i
	1, i	1, x	1, i
	1, g	1, g	1, g
	Выходной сигнал принимает логическое значение **0** с атрибутом **Действительность** = *хорошо*, как только по крайней мере 1 входной сигнал имеет логическое значение **0** с атрибутом **Действительность** = *хорошо*. Другими словами, входные сигналы рассматриваются в соответствии с операцией И объединяются по операции ИЛИ для бита достоверности со значением НЕДОСТОВЕРНО.		
	NEG_SPS		
	A (Значение, Атрибут)	**Q (Значение, Атрибут)**	
	0, i	1, i	
	0, g	1, g	
	1, i	0, i	
	1, g	0, g	

Блоки	Описание
SPLIT_SPS **SPLIT_DPS** **SPLI_XMV**	Блоки изолируют значение данных и показателей достоверности объекта данных. Требование – показатель достоверности доступен на входе. Это тот случай, если блок взаимосвязан с входными данными схемы CFC или связан с подключенным ниже по схеме блоком обработки атрибутов достоверности (x_SPS). В других случаях редактор CFC не позволяет подключить этот блок.
SPLIT_Q	Блок выполняет двоичное разделение показателя достоверности на *хорошо*, *плохо* (= *недостоверно*), *тест* и *ОператорБлокир*. Эти 4 атрибута затем можно обработать с помощью бинарной операции отдельно. Блок должен подключаться к блоку SPLIT_(DO) ниже по схеме.
BUILD_Q	Блок всегда вводит двоичное значение для атрибутов *хорошо* и *плохо* (= *недостоверно*) в каждую структуру атрибута достоверности. Таким образом, с помощью этого блока атрибуты достоверности *хорошо* и *плохо* (=*недостоверно*) могут быть точно определены, например, в виде результата контроля логики. Все другие атрибуты достоверности устанавливаются по умолчанию, например, **Тест** = *ЛОЖЬ*. Если, например, вся схема CFC находится в тестовом состоянии (см.Атрибут достоверности: Тест при основной обработке), то этот заранее заданный статус можно снова перезаписать на стороне выходных сигналов схемы CFC. Блок должен подключаться к блоку BUILD_(DO) ниже по схеме.
BUILD_SPS **BUILD_DPS** **BUILD_XMV** **BUILD_ENS**	Эти блоки объединяют значения данных и показатели достоверности. Выход блока в основном используется как выход CFC. В общих случаях блок BUILD_Q подключается к этому блоку ниже по схеме.

Схемы CFC работают по стандартной схеме при обработке чисто бинарных сигналов. Если входной сигнал схемы CFC имеет маркировку *недостоверно*, то все выходные сигналы схемы CFC также получают отметку *недостоверно*. Эта стандартная схема в некоторых вариантах применения нежелательна. Если вы используете стандартные блоки для обработки показателей качества, то атрибуты достоверности входных сигналов обрабатываются в схеме CFC.

ПРИМЕР: Оперативная блокировка с помощью телеграммы GOOSE

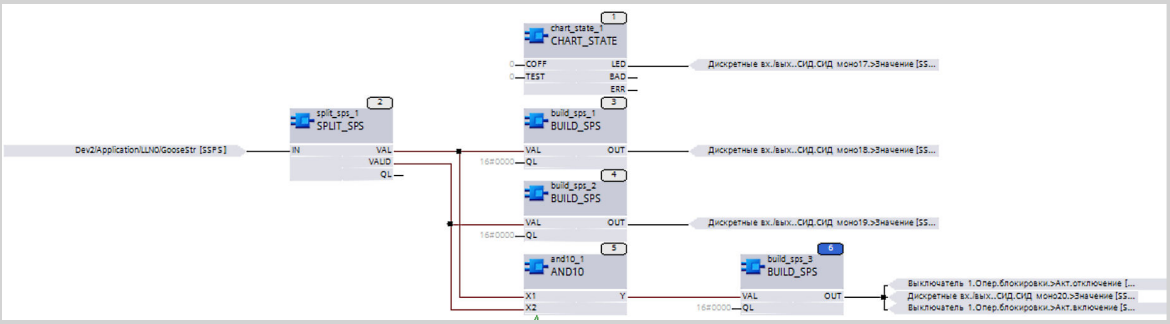
В примере приняты следующие условия:

- Условия оперативной блокировки распределительного устройства хранятся в устройстве в виде схемы CFC.
- Удаленное устройство посылает разрешающий сигнал оперативной блокировки с помощью телеграммы GOOSE.

Если соединение прервано, разрешающий сигнал (**GOOSEStr**) получает отметку *недостоверно* через сообщение GOOSE. Если схема CFC получает недостоверный входной сигнал, то доступны следующие возможности: Используется последний достоверный сигнал до прерывания связи (достоверность = *хорошо*), либо используется подстановочное значение с достоверностью *хорошо* (Истина, Ложь).

Для этого вы должны создать отдельную схему CFC в дополнение к схеме оперативных блокировок распределительного устройства. Используйте логические блоки для обработки показателей достоверности в отдельной схеме CFC. С помощью стандартного блока SPLIT_SPS разделите входной сигнал (тип данных = SPS) на значение данных и информацию о достоверности. Затем вы можете продолжить раздельную обработку этих сигналов в схеме CFC. Используйте данные о достоверности как входной сигнал для стандартного блока BUILD_SPS и назначьте сигналу атрибут *хорошо*. В результате вы получите сигналы SPS с маркировкой достоверности *хорошо*. Вы можете использовать это для правильной обработки выдаваемых сообщений. Вы можете обрабатывать разрешающие сигналы с достоверностью *хорошо* в схеме CFC текущих оперативных блокировок. Таким образом, выдаваемый для комму-

тационного аппарата сигнал, показанный в логике оперативной блокировки, доступен как достоверный результат с отметкой *хорошо*. На следующем рисунке показан пример схемы CFC со стандартными блоками для обработки показателей достоверности:



[sccfcran-310112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-33 График CFC со стандартными блоками для обработки показателей качества (блокировка распределительного устройства через GOOSE)

Если вы не хотите преобразовывать недостоверный разрешающий сигнал в достоверный, как описано, во время обрыва соединения, вы можете также присвоить разрешающему сигналу определенное значение. Выполните следующее: С помощью стандартного блока SPLIT_SPS разделите входной сигнал (тип данных = SPS) на значение данных и информацию о достоверности. Соедините выход ДОСТОВЕРНОСТЬ стандартного блока SPLIT_SPS со значением входного сигнала (элемент И). Таким образом, с помощью достоверных входных сигналов можно установить значение безопасного состояния. В примере выходному сигналу схемы CFC присваивается значение *ЛОЖЬ*, когда входной сигнал недостоверный.

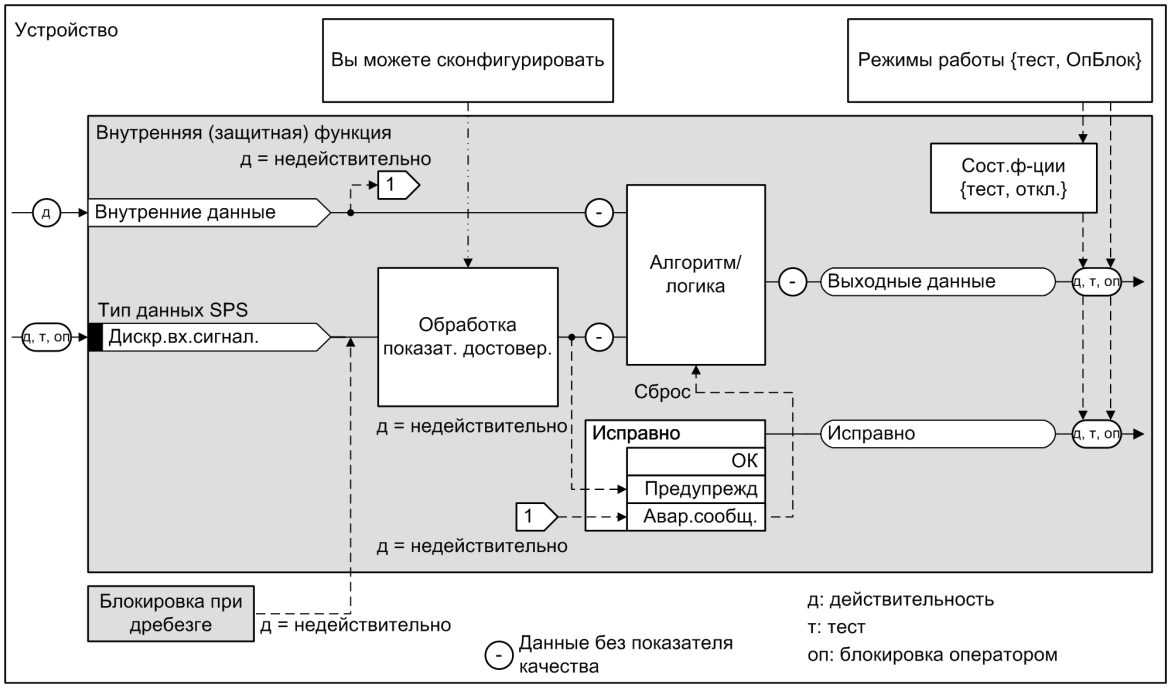
3.3.4 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели с помощью внутренних функций устройства

Рисунок 3-34 дает обзор обработки показателей достоверности данных во внутренней функции устройства.

Функция может принимать внутренние данные или входные данные, ранжируемые пользователем (дискретный входной сигнал или двойные команды). Соответствующие поддерживаемые атрибуты достоверности анализируются функцией на стороне входных сигналов. Атрибуты не обрабатываются специальным алгоритмом / специальной логикой функции. Выходные данные выдаются с достоверностью, которая определятся состоянием функции и режимом работы устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учесть, что работа функции блокировки от дребезга (см. главу *3.8.1 Фильтрация и блокировка от дребезга входных сигналов*) устанавливает атрибут **Действительность** в значение *недостоверно*.



[loquali3-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-34 Обзор обработки показателей достоверности внутренней функцией

Внутренние входные данные

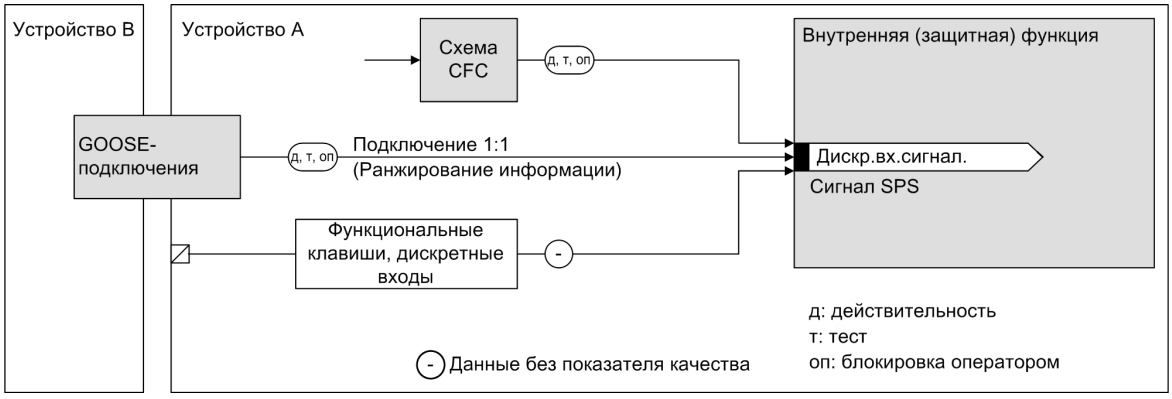
Обработка показателей достоверности осуществляется автоматически для внутренних входных данных.

Поддерживаемые показатели достоверности	Описание
Действительность	• На принимающем конце внутренние значения могут иметь значения только *недостоверно* или *хорошо*. • Для значения *недостоверно* работоспособность функции устанавливается на **Аварийный** и функция сбрасывается. Причины недостоверных внутренних данных, например, могут быть следующими: • Выход устройства из рабочего частотного диапазона. • Устройство не откалибровано. • При диагностике АЦП обнаружена ошибка.

Ранжируемые дискретные входные сигналы (Тип данных SPS)

Рисунок 3-35 иллюстрирует возможные источники для подключения дискретного входного сигнала. В зависимости от источника можно установить разные атрибуты достоверности:

- Схема CFC: См. описание в главе *3.3.3 Обработка показателей качества и влияние пользователя на показатели на схемах CFC*
- Соединение GOOSE: См. описание в главе *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели в Редакторе GOOSE-коммуникации*
- Аппаратное обеспечение устройства: Атрибуты достоверности не устанавливаются и не поддерживаются.



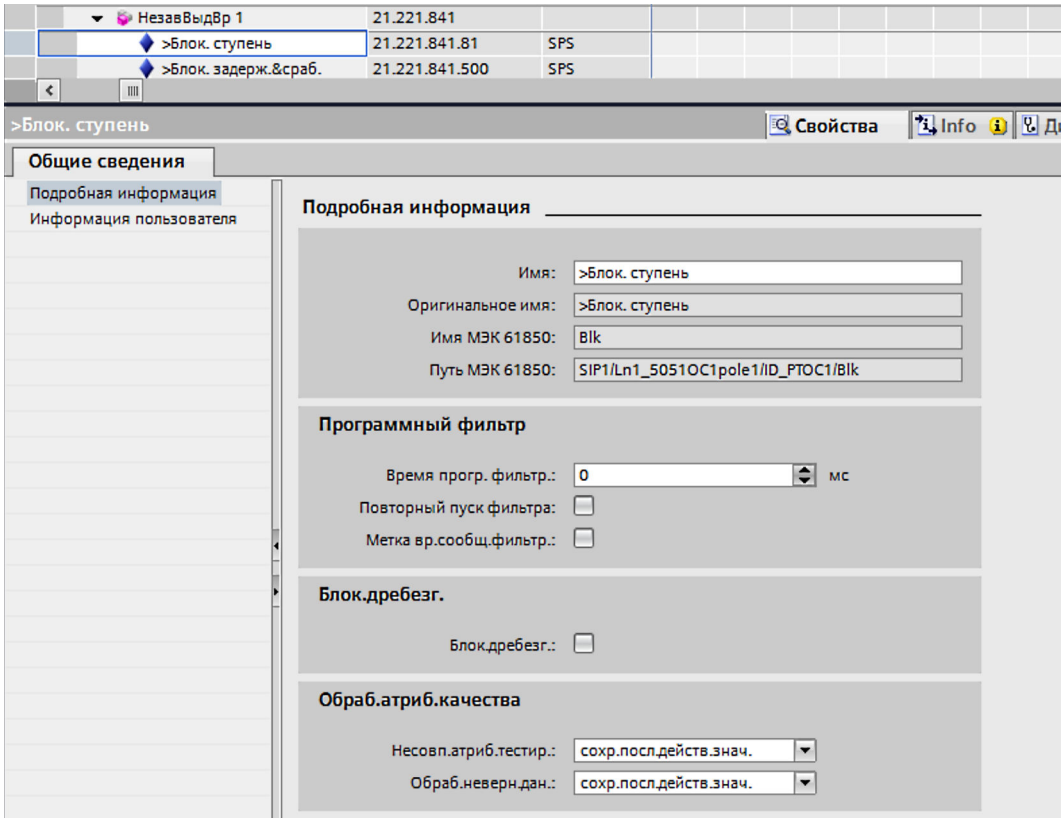
[loquali2-230212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-35 Источники для подключения дискретного входного сигнала

Вы можете влиять на обработку показателей достоверности сигналов этого типа (SPS), см. обзор в *Рисунок 3-34*.

Рисунок 3-36 иллюстрирует возможное влияние на дискретный входной сигнал ступени защиты.

- В структуре проекта DIGSI 5 дважды щелкните по пункту **Ранжирование информации**.
- В рабочем поле выберите желаемый дискретный входной сигнал.
- В окне **Свойства** выберите запись **Подробная информация**. Здесь вы можете найти пункт **Обработка атрибутов достоверности**.



[sceinflu-020311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-36 Опции, влияющие на дискретный входной сигнал (входной сигнал SPS)

Показатель достоверности: Действительность	
Атрибут **Действительность** может иметь значения *хорошо* или *недостоверно* (*зарезервировано* и *сомнительно* уже заменены на входе устройства значением *недостоверно*).	
Источник входного сигнала имеет атрибут *недостоверно*.	Текущее значение сигнала игнорируется. Вы можете выбрать среди следующих опций: • Дальнейшая обработка последнего достоверного значения данных исходного сигнала (т.е. уставка по умолчанию с несколькими исключениями). • Установить значение для дальнейшей обработки равным **0**. • Установить значение для дальнейшей обработки равным **1**. Эта опция конфигурации необходима для возможности работы при различных вариантах применения. Работоспособность функции переключается на предупреждающую.
Источник входного сигнала имеет атрибут *хорошо*.	Значение данных источника сигнала обрабатывается и далее.

Показатель достоверности: Тестирование	
• Источник входного сигнала и защитная функция находятся в тестовом режиме. • Источник входного сигнала не находится в состоянии тестирования, а обрабатываемая функция – в тестовом состоянии.	Значение данных источника сигнала обрабатывается и далее.
Источник входного сигнала находится в состоянии тестирования, а обрабатываемая функция – в нормальном состоянии.	Значение данных источника сигнала игнорируется. Вы можете выбрать среди следующих опций: • Дальнейшая обработка последнего допустимого значения данных сигнала до переключения источника в тестовое состояние (т.е. уставка по умолчанию). • Установить значение для дальнейшей обработки равным **0**. • Установить значение для дальнейшей обработки равным **1**. Эта опция конфигурации необходима для возможности работы при различных вариантах применения.

Атрибут достоверности Оператор заблокирован
В этом режиме на достоверность повлиять невозможно, это не приведет к реакции в логической схеме

Выходные данные

Показатели достоверности не обрабатываются текущим алгоритмом / логикой функции. Следующая таблица показывает условия, необходимые для установки показателей достоверности выходных сигналов функции.

Причина	**Значение D0**	**Атрибут качества**	
		После **внутренний** (для систем SIPROTEC 5, например, в части схемы CFC)	На интерфейс МЭК 61850, в буфер

Причина	**Значение D0**	**Атрибут качества**	
Функциональное условие = **Тест** (как результат рабочий режим устройства = **Тест** или функциональный режим = **Тест**)	Без изменений	**Тест** = *ИСТИНА*	**Тест** = *ИСТИНА*
Функциональное условие = **ВЫКЛ** (как результат рабочий режим устройства = **ВЫКЛ**)	Зависит от конкретной функции согласно определению условий отключения	**Действительность** = *хорошо*	**Действительность** = *недостоверно*
Готовность функции = **Авар.сообщ.** (т. е. результат недостоверных принимаемых данных)	Зависит от конкретной функции согласно определению сброса	**Действительность** = *хорошо*	**Действительность** = *недостоверно*
Рабочий режим устройства = **функционально отключено от системы**	Без изменений	**Действительность** = *хорошо* **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	**Действительность** = *хорошо* **detailQual** = *старые данные* **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*

3.4 Регистрация данных о повреждении

3.4.1 Обзор функций

Все устройства серии SIPROTEC 5 имеют память аварийных событий, в которой надежно хранятся осциллограммы повреждений. Осциллограмма фиксирует то, что произошло в энергосистеме и реакцию устройства защиты на данные события. Вы можете выгрузить все осциллограммы из устройства для последующего анализа с помощью специальных программных продуктов, например, SIGRA.

Каждая осциллограмма содержит следующие данные:

- Дискретизированные значения аналоговых входных каналов
- Измеренные значения, рассчитанные самим устройством
- Любые дискретные сигналы (например, сигналы пуска и срабатывания функций защиты)

Вы можете произвольно задавать сигналы, которые должны быть зафиксированы на осциллограмме. Кроме того, можно задавать условия пуска, длительность записи и критерий сохранения осциллограммы. Осциллограммы, сохраненные в устройстве, остаются доступными и после потери питания.

3.4.2 Структура функции

Функция **Осциллографирование** является важной функцией устройства. И критерий записи, и измеренные значения, и дискретные сигналы, которые должны быть сохранены, предварительно задаются с помощью шаблонов применения. Вы можете изменить конфигурацию под собственные требования в программе DIGSI 5. Осциллографирование и регистратор аварийных событий управляются одинаково. Это гарантирует, что реальное время, относительное время и нумерация данных о повреждениях будут синхронизированы.

Это означает, что все осциллограммы будут основываться на одинаковой системе реального и относительного времени.

Данные, считываемые с помощью программы DIGSI-PC, сохраняются в формате COMTRADE. Осциллограммы могут быть переданы в систему АСУ ТП подстанции по существующим каналам связи по запросу и в соответствии со стандартами (например, МЭК 61850, МЭК 60870-5-103). Центральное устройство анализирует данные, используя соответствующее программное обеспечение.

3.4.3 Описание функции

Функция **Осциллографирование** сохраняет дискретизированные значения, определенные для каждого устройства, всех аналоговых входов, вычисляемых самим устройством величин и дискретных сигналов. Конфигурация, заранее заданная для каждого устройства с помощью шаблонов применения, может быть настроена по вашим требованиям. Подробную информацию о выборе и удалении осциллограмм смотрите в Руководстве по эксплуатации.

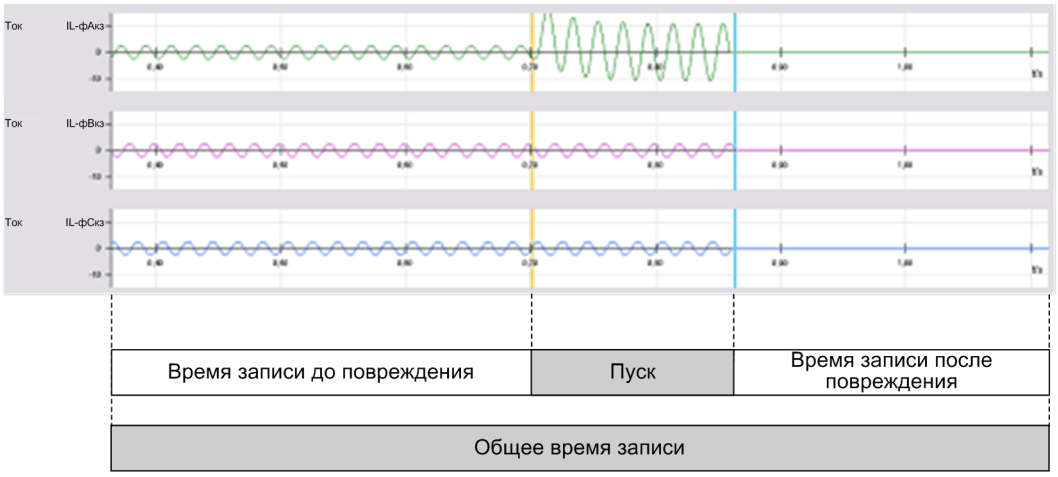
Память аварийных событий устройства автоматически обновляется для каждой записи. Когда память полностью заполняется, наиболее старая запись автоматически перезаписывается новой. Таким образом, наиболее новые записи всегда надежно сохраняются. Максимальное количество записей равно 128..

Частота дискретизации

Измерительные каналы аналоговых величин дискретизируют величины с различной частотой дискретизации. Уставка **Частота дискретизации** используется, чтобы задать необходимую частоту дискретизации. Возможные значения данной уставки: 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц и 8 кГц. Данная уставка влияет только на осциллографирование и не оказывает влияния на функции защиты или на значения расчетных параметров.

Длительность записи осциллограмм

Общая длительность процесса записи одной осциллограммы включает в себя период настраиваемого критерия пуска записи **Вр.зап.до пуска** и **Вр.зап. после пуска**. Параметры для данных компонентов можно устанавливать отдельно.



[dwsigrar-070813-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-37 Пример осциллографирования

Уставка **Осцилл.повреждений** используется, чтобы задать критерий старта записи.

Вы можете задать следующие значения:

- ***при пуске***:

  Осциллограмма записывает весь процесс повреждения до возврата. В расчет принимаются результирующие сигналы пуска всех функциональных групп.

- ***определ. пользов.***:

  Путем задания уставки в программе DIGSI 5 задается критерий пуска записи осциллограмм. Также реализован функциональный критерий пуска записи.

Если критерий пуска записи возникает повторно в течение времени пуска или времени после пуска, активная в текущий момент запись продлевается, чтобы включить в себя новое время после пуска.

При частоте дискретизации 8 кГц и 24 аналоговых каналах, длительность одной записи может быть до 20 с.

Максимальная длительность записи может быть ограничена уставкой **Макс.длит.осциллогр.**.

Кроме начала записи осциллограммы при пуске защиты, также имеются следующие возможности пуска записи:

- Внешним сигналом на дискретный вход *>Внешний пуск* (например, от внешнего устройства защиты, не имеющего функции регистрации, путем передачи объекта с помощью GOOSE-сообщения)
- Командой из программы DIGSI 5 или с помощью настраиваемого входного сигнала *>Ручной пуск* (например, функциональной кнопкой), Вы можете начать запись тестовой осциллограммы настраиваемой длительности (уставка **Длит.ручн.записи**)
- С помощью команды от центрального устройства по существующим каналам связи (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103)

Сохранение осциллограмм

Нет необходимости сохранять каждую записываемую осциллограмму. С помощью уставки **Хранение** вы задаете, хотите вы или нет сохранять осциллограмму, которая начала записываться. Также можно сохранять данные только тех повреждений,в отношении которых пуск функции защиты также вызвал отключение. При использовании данной уставки внешние повреждения не приведут к записи осциллограмм, замещающих уже записанные осциллограммы.

Настройка сигналов, которые необходимо записать

Все аналоговые входы устройства, которые были настроены (токи и напряжения) записываются как дискретизированные каналы. Функциональные дискретные сигналы (например, пуск и отключение) и каналы измеряемых значений могут быть индивидуально настроены для записи с помощью матрицы ранжирования в программе DIGSI. Для этого имеется отдельный столбец **Содержание**.

Измеренные значения рабочих параметров, а также основных и симметричных составляющих (см. Руководство к оборудованию, разделы 9.3 и 9.4) вычисляются через каждые 9 циклов (на частоте 50 Гц это каждые 180 мс). Однако это может означать, что данные не синхронизированы с дискретизированными сигналами аналоговых каналов. Запись измеренных значений может использоваться для анализа медленно меняющихся процессов.

Нумерация и метки времени

Все сохраненные осциллограммы автоматически нумеруются в порядке возрастания и каждой назначается метка реального времени момента начала записи. Осциллограф регистрирует повреждение в относительном времени. Базовой точкой является момент начала записи. Каждая осциллограмма имеет соответствующий журнал повреждения с тем же номером. Это гарантирует, что осциллограмма может быть сопоставлена с журналом событий.

Память повреждений

Устройство динамически управляет доступной памятью аварийных событий, поэтому всегда доступна максимальная емкость для записи. Когда предел памяти аварийных событий превышен, автоматически перезаписывается наиболее старая запись. Это означает, что наиболее новые записи всегда доступны. Частота дискретизации, тип и количество измеряемых величин, которые должны быть записаны, являются важнейшими переменными, когда дело доходит до ограничения длины и количества возможных записей. Параллельно с дискретизированными значениями могут быть записаны до 50 функциональных измеренных значений и до 100 дискретных сигналов. В следующей таблице приведены общие сведения о максимальной продолжительности записи в секундах для различных вариантов подключения устройств защиты.

Таблица 3-7 Максимальная длина всех сохраненных осциллограмм

Примеры схем подключения	**Частота дискретизации 1 кГц**	**Частота дискретизации 2 кГц**	**Частота дискретизации 4 кГц**	**Частота дискретизации 8 кГц**
Присоединение: 4 тока, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	1365 с	819 с	455 с	241 с
Присоединение: 4 тока, 4 напряжения, 20 дискретных каналов	1125 с	566 с	284 с	142 с
Присоединение: 4 тока, 4 напряжения, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	890 с	500 с	266 с	137 с
Присоединение 1,5 LS: 8 токов, 8 напряжений, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	525 с	281 с	145 с	74 с

Входные и выходные сигналы

Функция **Регистратор повреждений** предоставляет несколько входных сигналов, обеспечивающих точный запуск осциллограмм, и остановку. Выходные сигналы предоставляют информацию о состоянии функции.

В следующей таблице приведены входные сигналы функции **Регистратор повреждений**:

Имя	Тип	Описание
Управление: Начать запись	SPC	Начать запись с помощью функциональной кнопки
Управление: Сброс памяти	SPC	Удалить все записи с помощью функциональной кнопки. Номера повреждений сброшены.
Управление: Удалить память	SPC	Удалить все записи с помощью функциональной кнопки. Номера повреждений остаются как есть.
Управление: >Внешний пуск	Неактивно SPS	Начать запись от внешнего дискретного сигнала, например от команды отключения внешнего устройства защиты, не имеющего осциллографа. В расчет принимаются выдержки времени до и после срабатывания.
Управление: >Ручной пуск	Неактивно SPS	Начать запись осциллограммы заданной длины (уставка **Длит.ручн.записи**) от внешнего дискретного сигнала, например вручную с помощью функциональной кнопки или от внешнего дискретного сигнала.

В следующей таблице приведены выходные сигналы функции **Регистратор повреждений**:

Имя	Тип	Описание
Общее: Режим	ENC	Обратная связь состояния осциллографирования в соответствии с Главой 2.3 Управление функцией.
Общее: Состояние	ENS	
Общее: Дежурный резерв	ENS	
Управление: Номер ошибки	INS	Указание номера текущей ошибки делает возможным уникальное распределение записей в буферах сообщения для записанных осциллограмм.
Управление: запись начата	Неактивно SPS	Начата запись данных повреждения

3.4.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Осцилл.повреждений

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:130) Осцилл.повреждений** = ***при пуске***

Уставкой **Осцилл.повреждений** вы задаете интервал времени, в котором записываются осциллограммы. Общая длительность записи определятся длительностью повреждения плюс сумма уставок **Вр.зап.до пуска**, **Вр.зап. после пуска** и ограничена максимальной длительностью записи.

Значение параметра	Описание
при пуске	Время осциллографирования определятся общим количеством всех пусков защит. В расчет принимаются результирующие сигналы пуска всех функциональных групп. Примечание: Когда истекает время выдержки на возврат, сообщения функции АПВ не записываются. Развивающиеся КЗ после окончания выдержки времени могут привести к новому КЗ с собственной осциллограммой.
определ. пользов.	Время записи осциллограмм определятся пользователем. Примечание: Вы должны указать все сигналы в матрице ранжирования в программе DIGSI 5, чтобы задать продолжительность записи осциллограмм. Для этого в матрице ранжирования в разделе **Осциллографирование** имеется отдельный столбец **Пуск**. Время записи вычисляется с помощью логического операнда ИЛИ, применяемого ко всем запущенным заданным сигналам.

Параметр: Хранение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:131) Хранение** = ***всегда***

Уставкой **Хранение** вы задаете критерий сохранения осциллограммы, запись которой уже началась.

Значение параметра	Описание
всегда	Каждая осциллограмма, запись которой началась, сохраняется.
при отключении	Если хотя бы одна функция защиты выдаст сообщение о срабатывании во время записи, любая осциллограмма, которая начала записываться, будет сохранена.

Параметр: Макс.длит.осциллогр.

- Уставка по умолчанию **(_:2761:111) Макс.длит.осциллогр.** = ***5,00 с***

Уставкой **Макс.длит.осциллогр.** вы задаете максимальную длительность записи одной осциллограммы. По истечении заданного времени текущая запись осциллограммы отменяется. Данная уставка просто ограничивает длительность записи осциллограммы. Она не влияет на регистрацию повреждения в журнале аварийных событий.

Параметр: Вр.зап.до пуска

- Рекомендуемая уставка **(_:2761:112) Вр.зап.до пуска** = ***0,50 с***

Уставкой **Вр.зап.до пуска** задается длительность доаварийной записи одной осциллограммы. Заданное время доаварийной записи добавляется к текущему критерию записи.

Параметр: Вр.зап. после пуска

- Рекомендуемая уставка **(_:2761:113) Вр.зап. после пуска** = ***0,50 с***

Уставкой **Вр.зап. после пуска** задается максимальная длительность послеаварийной записи одной осциллограммы. Заданное время послеаварийной записи добавляется к текущему критерию записи после устранения повреждения.

Параметр: Частота дискретизации

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:140) Частота дискретизации** = ***8 кГц***

Уставкой **Частота дискретизации** вы задаете частоту дискретизации осциллографа. Имеется возможность задать этот параметр равным 8 кГц, 4 кГц, 2 кГц и 1 кГц.

Параметр: Длит.ручн.записи

- Рекомендуемая уставка **(_:2761:116) Длит.ручн.записи** = ***0,50 с***

Уставка **Длит.ручн.записи** определяет длительность записи в следующих случаях:

- Если запись осциллограммы активируется динамически (импульсно) с помощью отдельно настраиваемого входного сигнала *>Ручной пуск*
- При ручном пуске тестовой осциллограммы из программы DIGSI 5

В этом случае времена доаварийной и послеаварийной записи игнорируются.

3.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2731:1	Общие данные:Режим		• вкл • испытание	вкл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Управление				
_:2761:130	Управление:Осцилл.повреждений		• при пуске • при пуске и цикл. АПВ • определ. пользов.	при пуске
_:2761:131	Управление:Хранение		• всегда • при отключении	всегда
_:2761:111	Управление:Макс.длит.осциллогр.		0.20 с до 20.00 с	5.00 с
_:2761:112	Управление:Вр.зап.до пуска		0.05 с до 4.00 с	0.50 с
_:2761:113	Управление:Вр.зап. после пуска		0.05 с до 0.50 с	0.50 с
_:2761:116	Управление:Длит.ручн.записи		0.20 с до 20.00 с	0.50 с
_:2761:140	Управление:Частота дискретизации		• 8 кГц • 4 кГц • 2 кГц • 1 кГц	2 кГц

3.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Дискр.вх./вых.			
_:2731:51	Общие данные:Режим(управляемый)	ENC	C
_:2731:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2731:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Дискр.вх./вых.			
_:2761:300	Управление:Пуск осциллографа	SPC	C
_:2761:305	Управление:Сброс памяти	SPC	C
_:2761:306	Управление:Очистка памяти	SPC	C
_:2761:502	Управление:>Внешний пуск	SPS	I
_:2761:503	Управление:>Ручной пуск	SPS	I
_:2761:310	Управление:Номер повреждения	INS	O
_:2761:311	Управление:Начато осциллограф.	SPS	O
_:2761:314	Управление:Осциллогр.записана	SPS	O
_:2761:327	Управление:Тмакс уменьшено	SPS	O

3.5 Передача данных защиты

3.5.1 Обзор

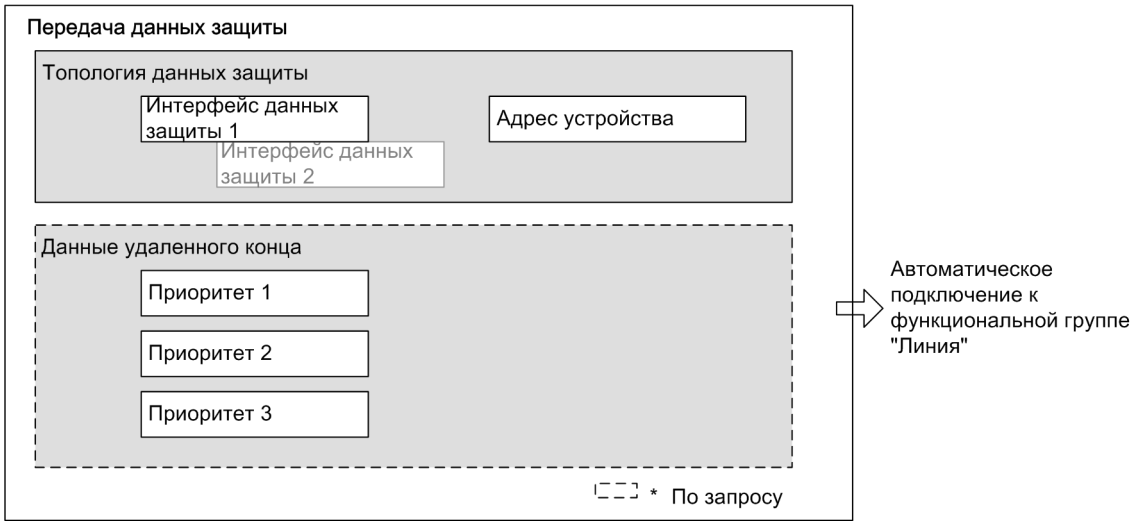
Передача данных защиты включает в себя все функциональные средства, необходимые для обмена данными через защитный интерфейс (ЗащИнт). Он управляет одним или максимум двумя защитными интерфейсами. **Связь между защитами** осуществляется путем конфигурации каналов согласно протоколу.

Подробную информацию можно найти в разделе **Интерфейс данных защиты** в главе *3.5.3.1 Обзор функций* .

3.5.2 Структура передачи данных защиты

Следующие функции **защитного интерфейса** доступны:

- Определение топологии
- Дистанционные данные



[dwpdioko-250612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-38 Структура обмена данными между защитами

Интерфейс для функциональных групп ТТ/автоматических преобразователей.

Дискретные сигналы, измеренные значения и другие данные автоматически передаются между функциональными группами **передачи данных защиты** и **защиты преобразователя** или **автоматических преобразователей**. Во всех случаях связь произвольная.

Распознавание топологии

Определение топологии фиксирует физическую структуру комбинации устройств, т.е. определение топологии фиксирует способ связи устройств между собой. Управление коммуникацией основано именно на этом.

Данные удаленного конца

Функция **удаленных данных** используется в том случае, если вы ранжируете специализированный сигнал или измеряемую величину на интерфейс защиты. Затем интерфейс защиты обеспечивает передачу и прием таких сигналов. Максимальное количество удаленных данных определяется доступной полосой пропускания.

3.5.3 Интерфейс данных защиты и топология защиты

3.5.3.1 Обзор функций

Функция **Топология защиты и интерфейса защиты** обеспечивает обмен данными между устройствами через синхронную последовательную связь типа точка-точка от со скоростью от 64 кбит/с до 2 Мбит/с. Эти соединения могут быть установлены непосредственно через оптоволокно или с использованием других средств связи, например, по выделенным линиям или через коммуникационные сети.

Следующая информация, важная для работы защитного интерфейса, также передается. Вы не можете использовать эти данные:

- Топологические данные и значения передаются для мониторинга и тестирования линии.
  Результаты отображаются на устройстве или DIGSI 5.
- Для дистанционной защиты и защиты от замыканий на землю передаются данные о защите или двоичные данные схемы телеускорения защиты.
- Синхронизацию устройств по времени можно осуществить через соединение, за счет которого устройство топологии защиты принимает на себя роль главного синхронизирующего устройства.

Связь постоянно контролируется на предмет ошибок в данных и нарушений связи, а также измеряется временная задержка.

Защитные интерфейсы обычно используются вместе со схемой телеускорения защиты для дистанционной защиты и защиты от замыканий на землю. В системе SIPROTEC 5 можно настраивать защитные интерфейсы во всех устройствах, а затем использовать их в дальнейших защитах. В то же время, любая двоичная информация и измеренные величины могут передаваться между устройствами.

3.5.3.2 Структура функции

Структура функции Интерфейсы защиты устройств находятся в группе функций Интерфейс данных защиты. Устройство имеет 1 или 2 защитных интерфейса с определенными заданными параметрами.

Топология защиты используется для управления параметрами топологией для соответствующих интерфейсов и имеет данные от всех устройств, входящих в топологию.



[dwstruct-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-39 Структура защитного интерфейса в устройстве

Обмен данными между защитам физически реализован через последовательный оптический коммуникационный модуль. Этот модуль может иметь 1 или 2 канала. Обмен данными между защитами осуществляться через разные модули. Это зависит от типа интерфейса и применения. DIGSI 5 используется для настройки 1 или 2 каналов последовательного оптического модуля как интерфейса защиты. Это обеспечивает связь с данными, заданными в **интерфейсе защиты** через этот канал.

3.5.3.3 Описание функции

Топология и тип обмена данными защиты

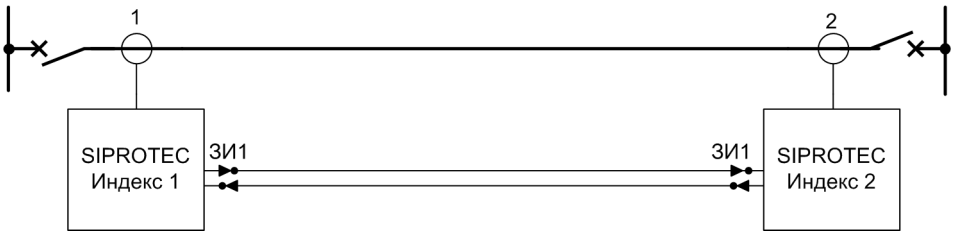
Интерфейсы данных защиты (ИнтЗащ) служат для организации прямой связи между устройствами защиты типа "точка-точка" посредством различных сред передачи данных. Обмен данными может выполняться как в пределах распредустройства, так и между распредустройствами.

Устройства, подключенные друг к другу через интерфейс данных защиты, образуют топологию защиты.

Топология из двух устройств: Простая передача данных или передача с резервированием

В случае топологии из двух устройств на каждое устройство требуется один порт для интерфейса данных защиты (см. следующий рисунок).

Наиболее часто применяется обмен данными между двумя устройствами по типу "точка-точка" (подключение защит по типу 2), применяемый в устройствах защиты линии электропередач. Возможно создание топологии с числом устройств до шести.



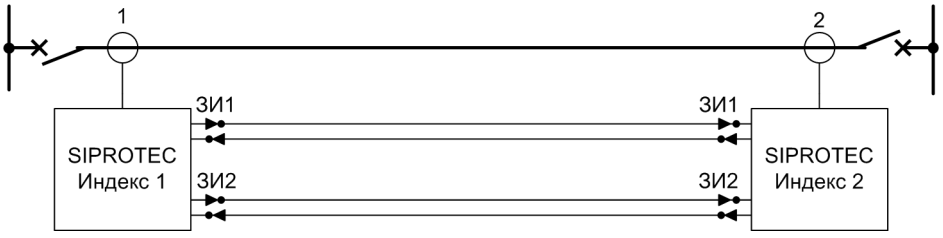
[dwinterf-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-40 Обмен данными между двумя устройствами, каждое из которых имеет порт для интерфейса данных защит

ПРИМЕЧАНИЕ

Индекс описывает последовательную нумерацию устройств в топологии защиты (см. параметр **`Лок.устр.-это устр.`**).

В одно устройство могут встраиваться не более 2 портов для связи защит (см. рис.). Если интерфейс данных защит реализован с использованием 2 портов связи для каждого устройства, участвующего в обмене данными, это обеспечивает 100 % резервирование. Устройства определяют канал связи с наибольшей пропускной способностью (например, оптоволокно) и используют его в качестве основного. При сбое связи система автоматически выполняет переключение на второй канал и работает по нему до тех пор, пока не будет восстановлена связь по первому каналу. Так как канал с более низкой пропускной способностью определяет максимально допустимое количество передаваемой информации, то одна и та же информация передается по обоим каналам в полном объеме. Следовательно, оба канала связи защиты в устройстве имеют тип 1.



[dwintera-030211-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-41 Обмен данными между двумя устройствами, каждое из которых имеет 2 канала связи

Передача информации интерфейса защиты

Посредством интерфейса данных защиты устройства могут обмениваться сигналами и измеренными величинами с заданным быстродействием (приоритетом).

Существует 3 различных приоритета передачи информации:

- **Приоритет 1**: Используйте **Приоритет 1** для передачи сигналов быстродействующих защит. Передача и обновление информации в посылке (телеграмме) выполняется каждые 20 мс или чаще.
- **Приоритет 2**: Используйте **Приоритет 2** для передачи быстродействующих однопозиционных или двухпозиционных сообщений. Передача и обновление при этом производится каждые 40 мс или чаще.
- **Приоритет 3**: Используйте **Приоритет 3** для всех сигналов, измеренных и вычисленных значений. Обновление и передача таких сигналов выполняется каждые 100 мс или чаще.

Средства связи

Обмен данными выполняется через прямое оптоволоконное соединение, через коммутируемую сеть или через двухжильные медные проводники. Компания Siemens рекомендует применение прямого оптоволоконного соединения, так как при этом обеспечивается наивысшая скорость передачи данных в 2 Мбит/с, устойчивость к повреждениям в канале передачи, а также наименьшее время передачи. Кроме того, применение оптоволокна позволяет передавать большой объем дополнительной информации по каналу связи дифференциальной защиты, а также выполнять удаленное управление устройствами с помощью DIGSI 5.

Расстояние передачи и доступные каналы передачи определяются с помощью уставок интерфейса защиты. Для подключения к коммутируемым сетям обмена данными через интерфейсы G703.1-, X21- или G703.6 используются внешние коммуникационные конвертеры. Подключение к двухпроводным медным кабелям выполняется также через коммуникационные конвертеры. Например, интерфейс C37.94 со скоростью передачи 2 Мбит/с предполагает прямое оптоволоконное подключение к мультиплексору через соответствующий интерфейс.

В *Таблица 3-8* - *Таблица 3-9* показаны примеры подключений для обмена данными.

В случае реализации прямого соединения, расстояние, на которое может осуществляться передача данных, зависит от типа оптоволокна. Это расстояние может быть увеличено за счет применения внешних ретрансляторов (повторителей).

Легкость адаптации к каналам передачи данных обеспечивается за счет возможности замены модулей связи устройства. В случае применения двойного модуля USART-AE-2FO 820 нм с 2 каналами, в одном модуле могут работать 2 интерфейса защиты.

Указанные модули могут устанавливаться в разъемы E и F базового устройства, а также в разъемы N и P съемных модулей с встроенным источником питания.

При использовании коммуникационных конвертеров подключение устройства к конвертеру выполняется с помощью оптических кабелей.

Таблица 3-8 СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ С ИНТЕРФЕЙСОМ СВЯЗИ ЗАЩИТЫ

СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ	**Тип модуля: USART-AF-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AW-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AG-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AU-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AK-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AV-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AH-1LDFO [1]**	**Тип модуля: USART-AJ-1LDFO[2]**	**Тип модуля: USART-AX-2LDFO[3]**	**Тип модуля: USART-AY-2LDFO[4]**
Физическое подключение										
1 x последовательный порт, 1300 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 24 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм, 4 км – через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм.	●									
2 x оптических последовательных порта, двунаправленные через 1 оптоволокно, 1300 нм, дуплексные с разъемом LC, расстояние 24 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм, 4 км через мультимодовое оптоволокно 62,5/125 мкм.		●								
1 оптический последовательный порт, 1300 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 60 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм			●							
2 оптических последовательных порта, 1300 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 60 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм				●						
1 оптический последовательный порт, 1550 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 100 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм					●					
2 оптических последовательных порта, 1550 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 100 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм						●				
1 оптический порт, двунаправленный через одно оптоволокно, 1300/1550 нм (Tx/Rx), симплексный с разъемом LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм							●			
1 оптический порт, двунаправленный через одно оптоволокно, 1550/1300 нм (Tx/Rx), симплексный с разъемом LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм								●		
2 оптических порта, двунаправленные через 1 оптоволокно, 1300/1550 нм (Tx/Rx), симплексные с 2 разъемами LC, расстояние 40 км через одномо- довое оптоволокно 9/125 мкм									●	
2 оптических порта, двунаправленные через 1 оптоволокно, 1550/1300 нм (Tx/Rx), симплексные с 2 разъемами LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм										●

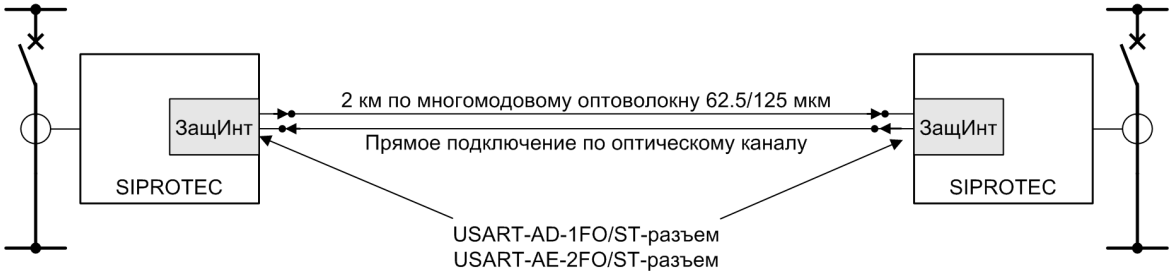
[1] только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне
[2] только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне
[3] USART-AX-2LDFO только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне
[4] USART-AY-2LDFO только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне

Таблица 3-9 СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ USART-AD-1FO И USART-AE-2FO

СЪЕМНЫЙ МОДУЛЬ	**СЪЕМНЫЙ МОДУЛЬ USART-AD-1FO**	**USART-AE-2FO**
Физическое подключение		
1 оптический последовательный порт, 820 нм, разъем ST, расстояние 1,5 км через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	●	
2 оптических последовательных порта, 820 нм, разъем ST, расстояние 1,5 км через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм		●
Применение		
Интерфейс защиты (Синхр. HDLC, IEEE C37.94)	X	X

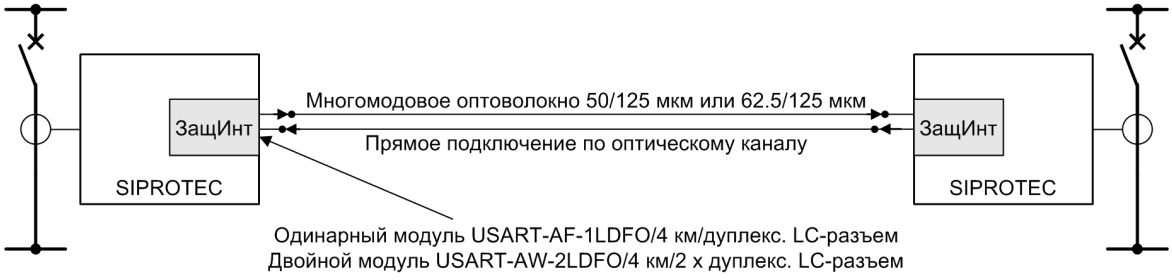
ПРИМЕЧАНИЕ

Съемные модули типа **USART** могут устанавливаться в слотах **E** и **F** базового модуля, а также в слотах **N** и **P** модуля расширения CB202. Они не подходят для использования с портом **M** модуля расширения **CB202**.



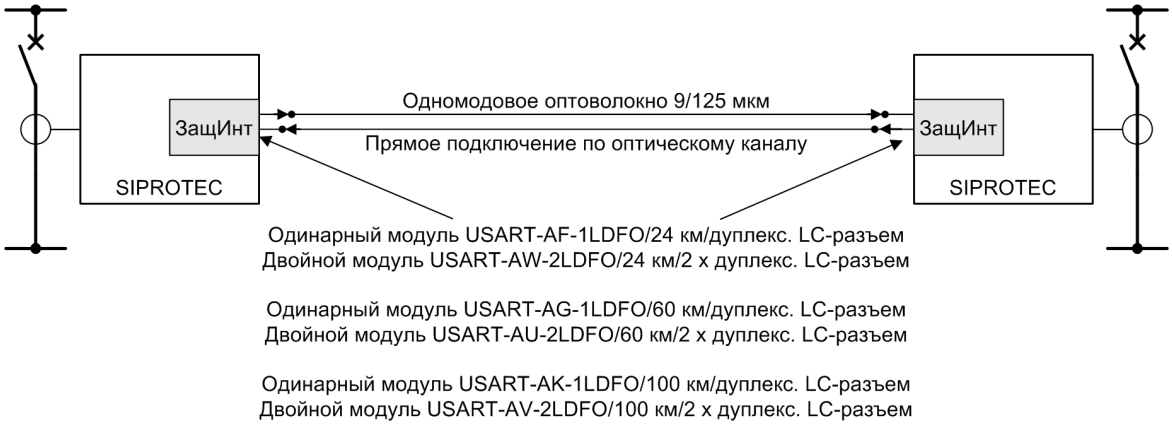
[dwmultim-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-42 Передача данных на малые расстояния от 1,5 до 2 км через многомодовое оптоволокно



[dwmultim-070611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-43 Передача данных максимум на 4 км через многомодовое оптоволокно

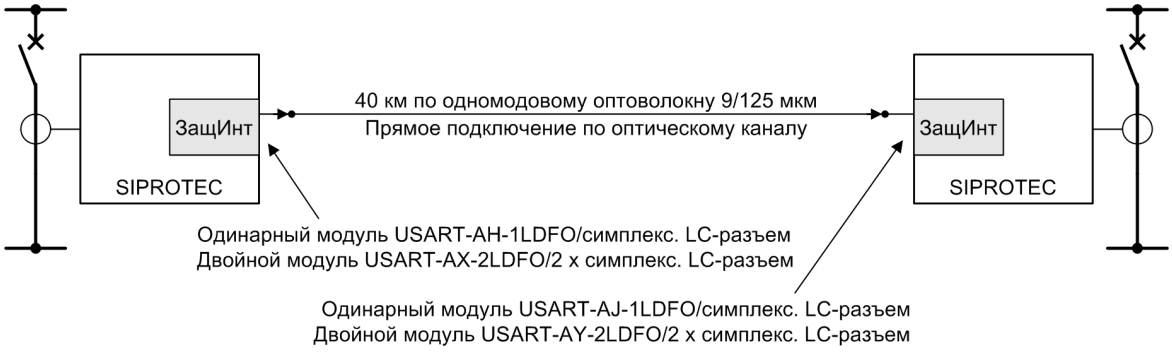


[dwsingle-070611-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-44 Передача данных на разные расстояния через одномодовое оптоволокно

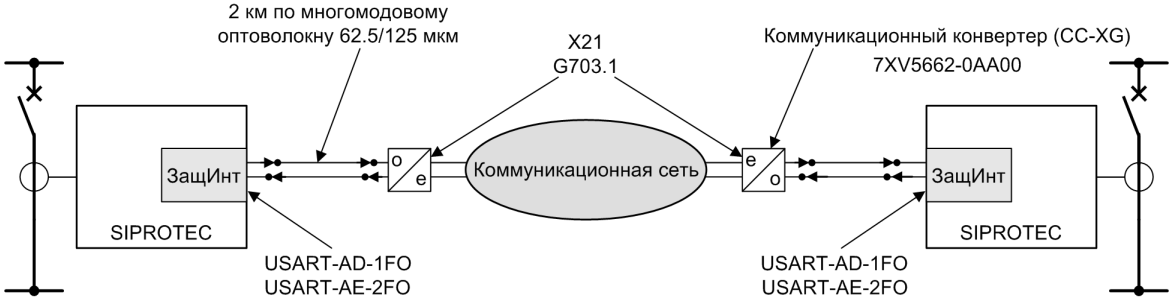
ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы избежать оптической перегрузки на стороне приемника на расстояниях менее 25/50 км , необходимо на одной стороне оптического канала связи в модулях USART-AG, USART-AU, USARTAK и USART-AV использовать аттенюатор 7XV5107-0AA00.



[dwsingle-020513-04.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-45 Подключение через одномодовое оптоволокно

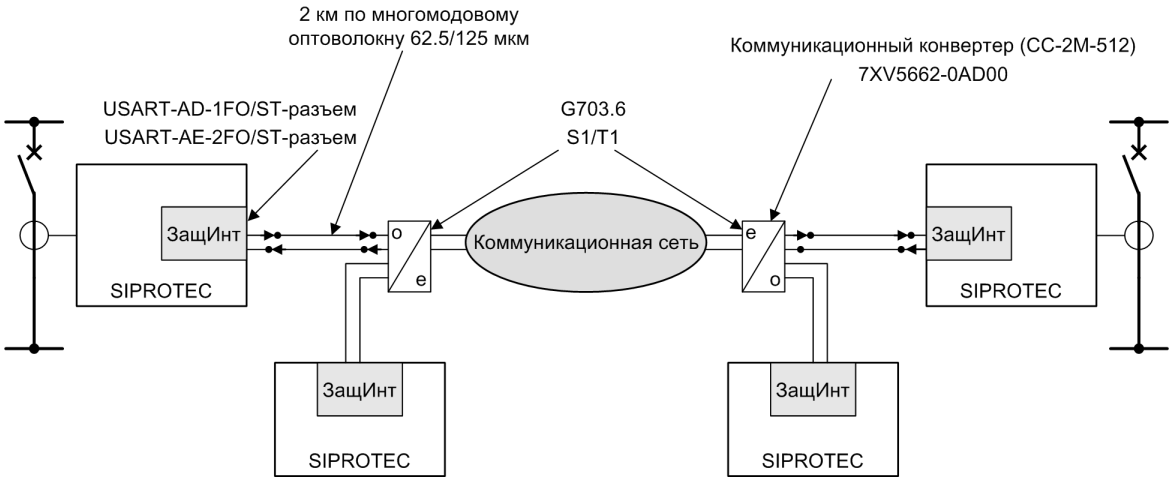


[dwmultim-070611-05.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-46 Обмен данными через сеть обмена данными с использованием интерфейса G703.1

Подключение к мультиплексору выполняется через преобразователь связи с интерфейсом G703.1 (на скорости 64 кбит/с) или интерфейсом X21 (на скорости от 64 кбит/с до 512 кбит/с). Уставки скорости передачи для KU-XG-512 (for X21), KU-XG-256 (for X21), KU-XG-128 (for X21), and KU-XG-64 (for X21 or G703.1) выполняются с помощью параметра **Подключение через**.

Более подробную информацию вы можете найти в *Таблица 3-10*.

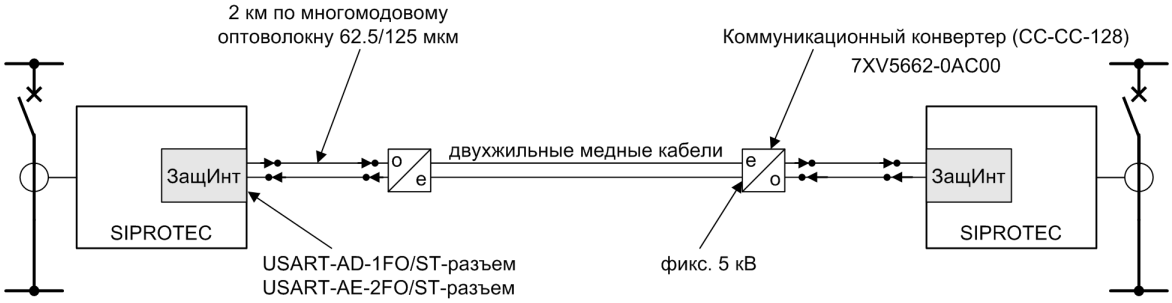


[dwmultim-070611-06.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-47 Обмен данными через сеть обмена данными с использованием интерфейса G703.6

Подключение к мультиплексору выполняется на скорости 512 кбит/с через преобразователь связи с интерфейсом G703.6 (E1 на скорости 2 Мбит/с или T1 на скорости 1,44 Мбит/с). Преобразователь связи имеет второй интерфейс для подключения еще одного интерфейса защиты.

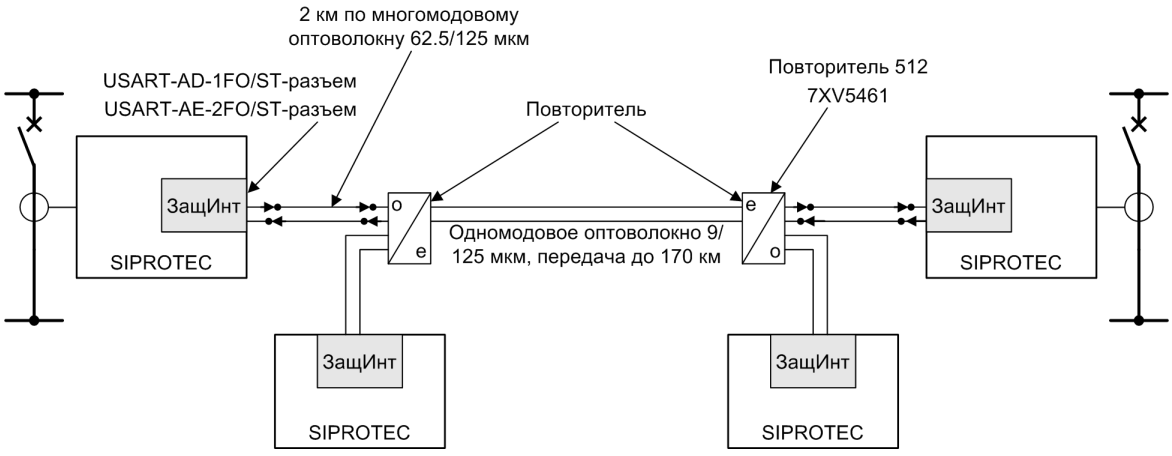
Настройки для обмена с KU-2M-512 при 512 Кб/с выполняются в соответствии с *Таблица 3-10* для параметра **Подключение через**.



[dwmulti7-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-48 Подключение с использованием 2-проводных медных кабелей

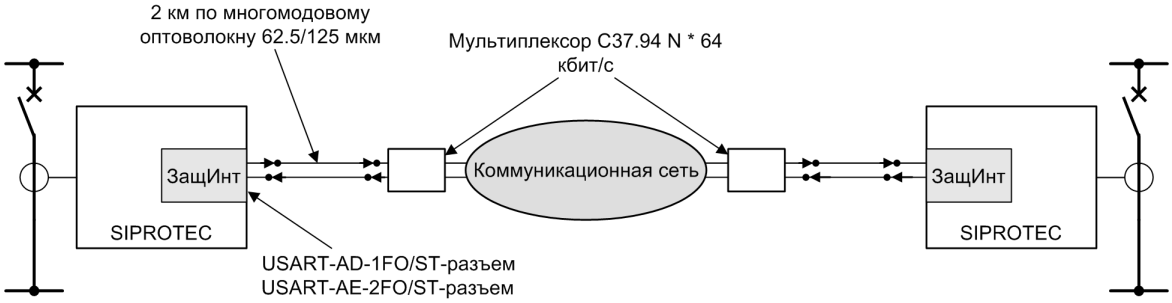
Подключение для обмена данными по двухпроводному медному кабелю Подключение к коммуникационному конвертеру со встроенной изоляцией на напряжение 5 кВ выполняется на скорости 128 кбит/с (уставка в соответствии с *Таблица 3-10*). Возможна реализация изоляции двухпроводного соединения на напряжение 20 кВ с помощью внешнего изолирующего трансформатора 7XR9516.



[dwrepeat-070611-10.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-49 Прямое оптоволоконное подключение через внешний ретранслятор (повторитель)

Ретранслятор имеет интерфейс для подключения дополнительных интерфейсов защит. Подключение к ретранслятору выполняется на скорости 512 кбит/с (уставка ретранслятора 512 в соответствии с *Таблица 3-10*).



[dwmutip8-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-50 Прямое оптоволоконное подключение к мультиплексору с интерфейсом C37.94 N * 64 кбит/с (слоты времени N = 1, 2 или 8)

ПРИМЕЧАНИЕ

Резервирование различных соединений для обмена данными (для топологии "кольцо") требует обязательного разделения устройств, участвующих в обмене данными. Следовательно, следует избегать применения различных каналов обмена данными через одну плату мультиплексора, так как при сбое мультиплексора все каналы связи станут недоступны.

Мониторинг обмена данными

Процесс обмена данными постоянно контролируется устройствами.

Если получено некоторое количество дефектных пакетов данных или пакеты не получены, это рассматривается как **отказ** связи, если превышено время отказа 100 мс (настройку по умолчанию можно изменить). Список измеряемых величин отображается в окне программы DIGSI 5 (число дефектных телеграмм за минуту/час; число переданных и принятых телеграмм за минуту/час, процент дефектных телеграмм за минуту/час). При возникновении сбоев всегда выдается соответствующее сообщение. При нарушении всех доступных каналов связи функция защиты, использующая интерфейс защиты, не работает.

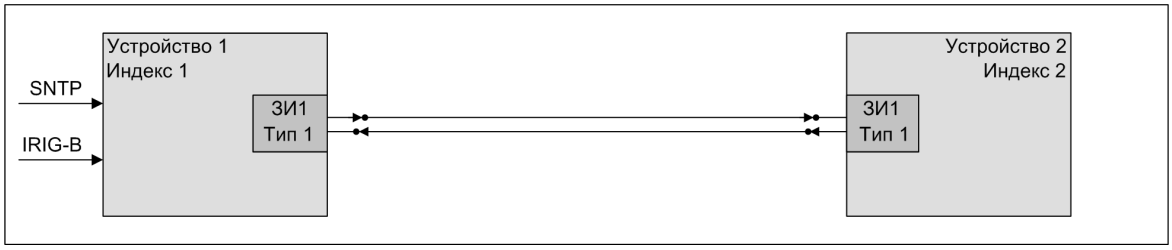
Если связь прерывается на время более, чем задано уставкой **Сообщ.ош.перед.после**, то эта ситуация расценивается как сбой связи. При возникновении сбоев всегда выдается соответствующее сообщение.

Синхронизация времени через интерфейс защиты

Часы всех устройств в топологии могут синхронизироваться относительно друг друга. Точность синхронизации составляет микросекунду. Синхронизация времени выполняется независимо от функций защиты и используется исключительно для учета времени устройств в топологии интерфейса обмена данными.

Если уставка устройства **`Адрес устройства 1`** равна 1, то это устройство выполняет функцию ведущего синхронизирующего устройства. При исключении ведущего устройства из топологии в качестве источника синхронизации времени будет выступать устройство со следующим порядковым индексом. Главное устройство синхронизации синхронизирует тактовые сигналы других устройств в группе через интерфейсы защиты. Время в главном синхронизирующем устройстве обычно синхронизируется через АСУ ТП подстанции (например, через Ethernet или SNTP) или через IRIG-B. Для любого устройства SIPROTEC может быть задано 2 источника синхронизации времени. В случае повреждения первого источника в ведущем синхронизирующем устройстве система переключается на второй источник. Время (синхронизация) передается другим устройствам, участвующим в обмене информацией по интерфейсу данных защиты, с точностью до микросекунды.

Установите интерфейс защиты как первый источник синхронизации в других устройствах в цепи. Таким образом, все события в устройствах, участвующих в обмене информацией по интерфейсу данных защиты, записываются в одно время и синхронизируются по времени даже на разных подстанциях. Это упрощает анализ аварий, так как регистрация осуществляется одновременно на всех устройствах.



[dwtisyst-221013, 1, ru_RU]

Рисунок 3-51 Синхронизация времени в топологии защиты

Рисунок 3-51 Показывает, как устройство 1 с индексом 1 синхронизируется с устройством 2 через интерфейс защиты. Устройство 1 синхронизируется извне с 2 источниками (IRIG-B и SNTP через Ethernet)

Синхронизация времени при передаче измеренных значений дифференциальной защиты линии с точностью 1 микросекунда

Измеренные значения дифференциальной защиты линии с разных концов ЛЭП синхронизируются друг с другом с микросекундной точностью через интерфейс защиты. Об успешной синхронизации устройство сообщает посредством сигнала *ЗащИнт синхрониз.*.

При появлении проблем со связью возможна некорректная синхронизация измеренных значений. В этом случае сообщение *ЗащИнт синхрониз.* снимается. Дифференциальная защиты линии блокируется. Для разблокирования защиты необходимо осуществить сброс синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сброс синхронизации интерфейса защиты можно выполнить непосредственно на устройстве. Выполните следующее:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Синхронизация сброса..

Журнал событий устройства

Устройство можно отключить для тестирования защитных функций, проверки системы или отключения присоединения по причинам, связанным с эксплуатацией. Отключенное устройство больше не

участвует в топологии защиты и, следовательно, больше не является ее частью. Защитные функции продолжают работать в устройствах на других концах (или конце) защищаемого объекта.

Необходимы следующие условия для успешного отключения устройства:

- Топология защиты не находится в переходном состоянии и устойчиво функционирует.
- Если используется линейная топология, местное устройство является одним из двух мастер-токенов. Мастер-токены — это устройства, находящиеся на конце линии связи.
- Выключатель должен быть отключен, ток не должен протекать.

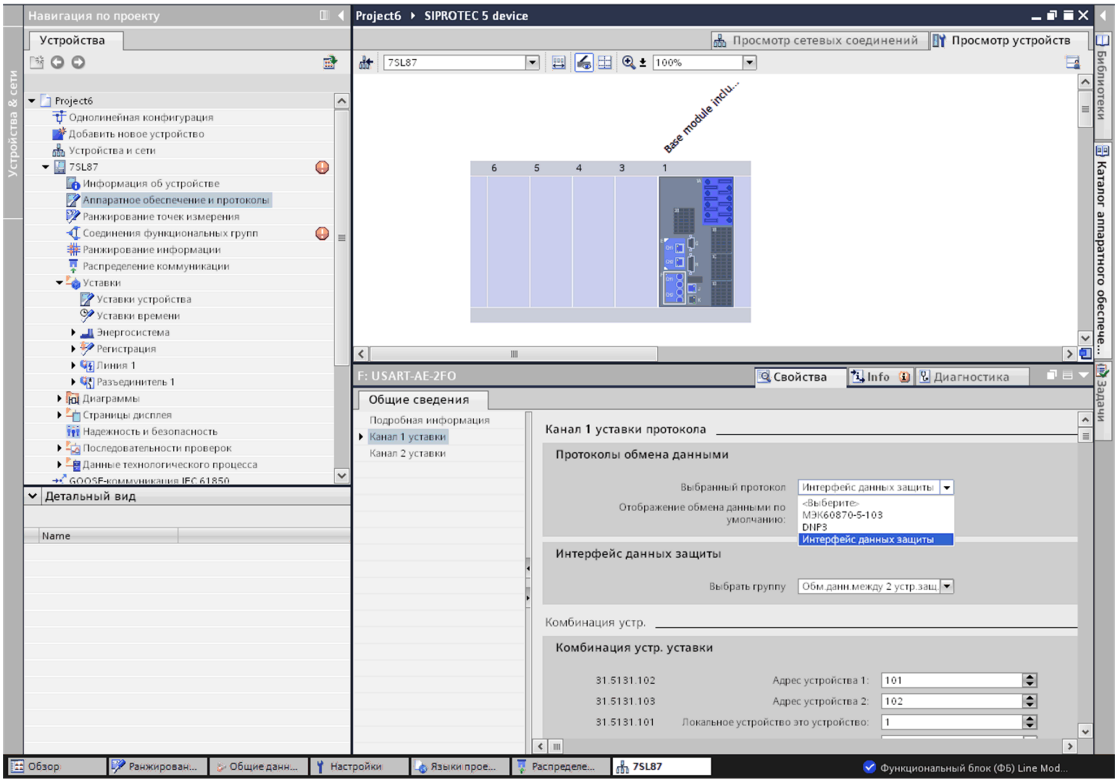
ПРИМЕЧАНИЕ

Если одно из этих условий не выполняется, устройство не сможет выйти из топологии.

3.5.3.4 Инициализация и настройка интерфейса защиты в DIGSI 5

Если устройство имеет модули, выполните следующее:

- Выберите желаемый модуль связи на задней части устройства.
- Используйте текстовое окно **Протоколов связи** для выбора интерфейса защиты. Появится текстовое окно **Интерфейс данных защиты**.



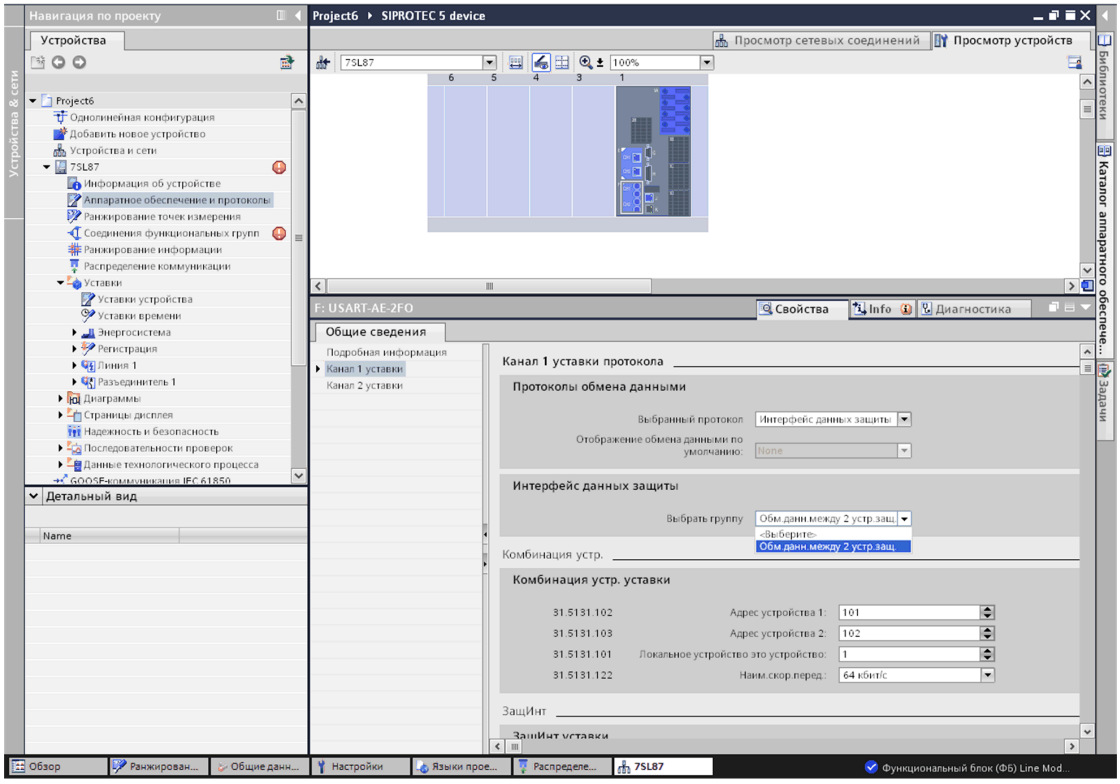
[scconfcp-241110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-52 Выбор протокола связи

- Далее используйте текстовое окно **Выбрать конфигурацию** для выбора количества устройств (см. рисунок ниже).

  В зависимости от устройства, выбор конфигурации можно ограничить 2 или 3 устройствами.

  Количество устройств – это обязательная опция в отношении дифференциальной защиты.



[scconfws-241110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-53 Выбор установки

ПРИМЕЧАНИЕ

У пользователя есть возможность изменять количество устройств (например, **два устройства с защ. связью**) в зависимости от кода продукта любым способом в текстовом окне **Выбрать конфигурацию**.

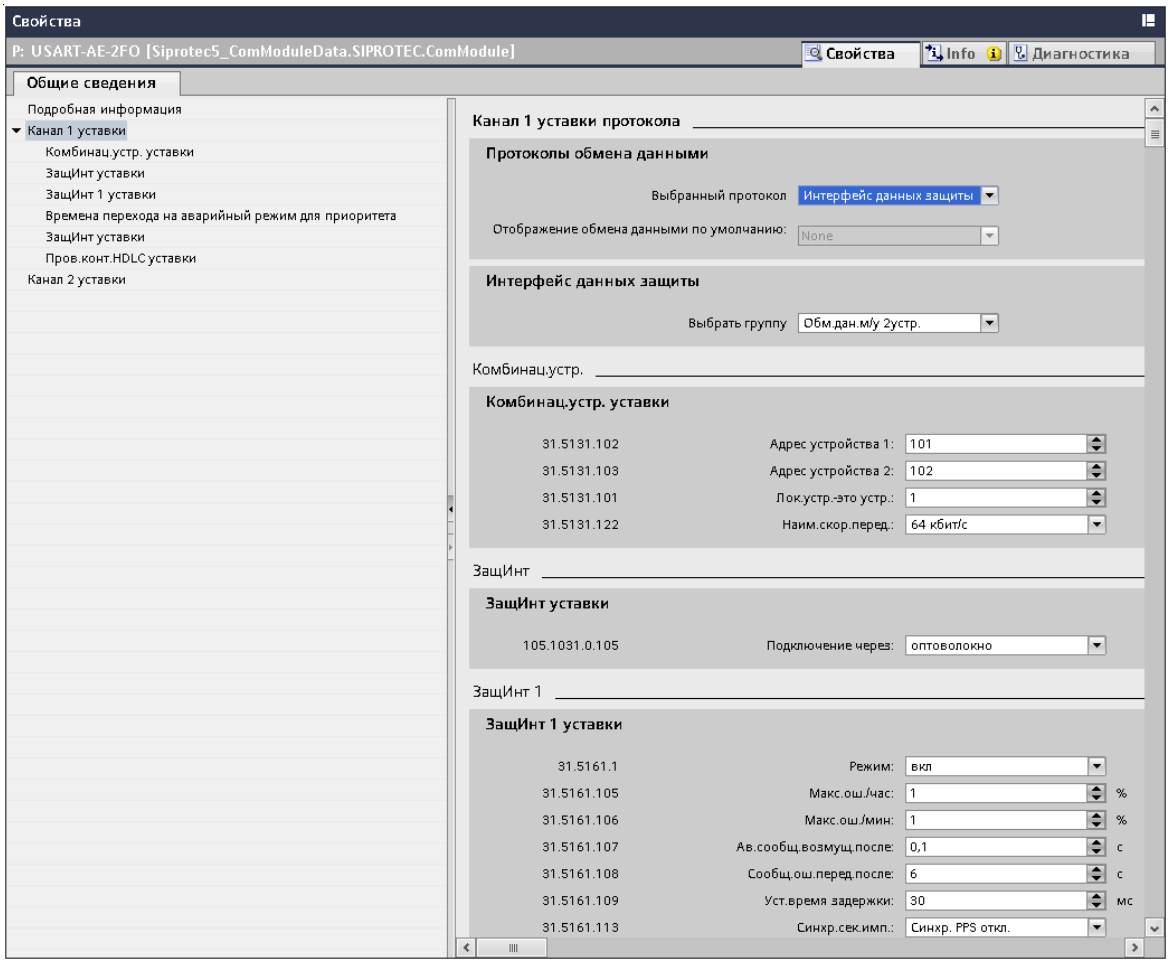
После изменения количества устройств в текстовом окне **Выбрать конфигурацию** все предыдущие активированные установки будут потеряны.

Если модули не имеют слотов, выполните следующее:

- Выберите желаемый модуль связи на задней части устройства.
- Выберите модуль из каталога и переместите его в канал. Таким образом канал конфигурируется с модулем. Информацию о том, можно ли использовать этот модуль для обмена данными защиты, приложение DIGSI 5 выводит в разделе **Информация об устройстве**.
- Используйте текстовое окно **Протоколов связи** для выбора интерфейса защиты. Появится текстовое окно **Интерфейс данных защиты** (см. *Рисунок 3-52*).
- Далее используйте текстовое окно **Выбрать конфигурацию** для выбора количества устройств (например, **два устройства с защ. связью**) (см. *Рисунок 3-53*).

3.5.3.5 Уставки топологии устройств

Задайте уставки комбинации устройств и уставки для обмена данными защиты (см. следующий рисунок).



[scconfig-181013-011, 1, ru_RU]

Рисунок 3-54 Инициализация и конфигурирование интерфейса данных защиты

Изменения в канале всегда видны также и на другом канале. Все последующие параметры можно установить отдельно для каждого канала.

Настройка уставок комбинации устройств

- Уставка по умолчанию **(_:5131:102) Адрес устройства 1** = ***101***
- Уставка по умолчанию **(_:5131:103) Адрес устройства 2** = ***102***

Параметры **Адрес устройства 1**до **Адрес устройства 2** можно использовать для назначения адреса каждому устройству. Установите уникальный и точный адрес для каждого устройства.

- Уставка по умолчанию **(_:5131:101) Лок.устр.-это устр.** = ***1***

С помощью параметра **Лок.устр.-это устр.** вы можете выбрать индекс (номер) вашего устройства в топологии. В одной топологии может присутствовать максимум 6 устройств.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ

Имеется топология с двумя устройствами.

Выберите, например, в DIGSI 5 уставку параметра **Адрес устройства 1** со значением ***101*** для устройства 1 и уставку параметра **Адрес устройства 2** со значением ***102*** для устройства 2.

Затем используйте **Лок.устр.-это устр.** параметр для установки индекса локального устройства.

Адреса следует задать одинаково для всех устройств в группе. Для интерфейса защиты во всех устройствах топологии требуется также назначить тот же самый индекс для устройств с уникальным адресом.

- Уставка по умолчанию **(_:5131:122) Наим.скор.перед.** = ***64 кбит/с***

Параметр **Наим.скор.перед.** используется для установки минимально возможной скорости передачи данных в группе устройств. Установите наименьшее значение в каждом устройстве с трех концевой конфигурацией с двумя оптоволоконными подключениями (2 Мбит/с) и подключением на 64 кбит/с. Это значение определяет максимальное количество сигналов и измеряемых величин в группе.

Независимо от значения по умолчанию вы можете также установить следующие скорости в битах:

- ***128 кбит/с***
- ***512 кбит/с***
- ***2048 кбит/с***

ПРИМЕЧАНИЕ

Если между устройствами используются оптические кабели, установите значение равным ***2048 кбит/с***.

3.5.3.6 Выбор подключения

- Уставка по умолчанию **(_:105) Подключение через** = ***оптоволокно***

Параметр **Подключение через** используется для определения скорости передачи данных интерфейса данных защиты. В зависимости от средств передачи данных можно ввести различные фиксированные значения (см. следующую таблицу).

Таблица 3-10 Средство передачи данных

Средство передачи данных	См.	Уставка	Скорость обмена
Оптоволоконные соединения	*Рисунок 3-42* к *Рисунок 3-45*	***оптоволокно***	2 Мбит/с
коммуникационный конвертер CC-XG-512	*Рисунок 3-46*	***CCXG 512 кбит/с***	512 кбит/с
коммуникационный конвертер CC-XG-128	*Рисунок 3-46*	***CCXG 128 кбит/с***	256 кбит/с
коммуникационный конвертер CC-XG-64	*Рисунок 3-46*	***CCXG 64 кбит/с***	64 кбит/с
Ретранслятор 512 (коммуникационный конвертер)	*Рисунок 3-49*	***репитер 512 кбит/с***	512 кбит/с
коммуникационный конвертер CC-CC-128	*Рисунок 3-48*	***CCPW 128 кбит/с***	128 кбит/с
коммуникационный конвертер CC-2M-512	*Рисунок 3-47*	***CC2M 512 кбит/с***	512 кбит/с
Мультиплексор с интерфейсом C37.94	*Рисунок 3-50*	***C37.94 1 * 64кбит/с*** ***C37.94 2 * 64кбит/с*** ***C37.94 8 * 64кбит/с***	64 кбит/с 128 кбит/с 512 кбит/с
Другое (свободно назначаемые скорости передачи для прямого соединение по оптоволокну для специализированного применения)		***64 кбит/с*** ***128 кбит/с*** ***512 кбит/с*** ***2048 кбит/с***	64 кбит/с 128 кбит/с 512 кбит/с 2048 кбит/с

3.5.3.7 Указания по настройке параметров для интерфейса данных защиты

Параметр: Максимальное количество ошибок в час

- Уставка по умолчанию **(_:5161:105) Макс.ош./час** = ***1,0 %***

Параметр **Макс.ош./час** позволяет вам получать сообщение об ошибке (количество ошибочных телеграмм в час). После этого выдается сообщение.

Параметр: Максимальное количество ошибок в минуту

- Уставка по умолчанию **(_:5161:106) Макс.ош./мин** = ***1,0 %***

Параметр **Макс.ош./мин** позволяет вам получать сообщение об ошибках (количество ошибочных телеграмм в минуту). После этого выдается сообщение.

Параметр: Аварийные сообщения после

- Уставка по умолчанию **(_:5161:107) Твыд ав.сигнала о наруш.** = ***100 мс***

Параметр **Твыд ав.сигнала о наруш.** определяет задержку, после того, как появляется сигнал о поврежденной или пропущенной телеграмме.

Параметр: Сообщения ошибки передачи данных после Отказ. Тревога после

- Уставка по умолчанию **(_:5161:108) Твыд ав.сигнала отказа** = ***6,0 с***

Параметр **Твыд ав.сигнала отказа** используется для определения времени, после которого появляется сигнал о неисправности связи.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если значения уставок **Твыд ав.сигнала о наруш.** и **Твыд ав.сигнала отказа** превышаются, выдается сообщение.

Параметр: Уст.время задержки

- Уставка по умолчанию **(_:5161:109) Уст.время задержки** = ***30,0 мс***

Для параметра **Уст.время задержки**, значение по умолчанию выбирается таким образом, чтобы оно не превышалось стандартными сетями связи. Если во время работы задержка превышается (например, при переключении на другой маршрут передачи), выдается сообщение **Превыш.выд.времени**.

Параметр: Время Tx и Rx отлич.

- Уставка по умолчанию **(_:5161:110) Время Tx и Rx отлич.** = ***0,1 мс***.

Параметр **Время Tx и Rx отлич.** можно использовать для настройки максимальной разницы по задержке времени между отправкой и получением.
Установите это значение на ***0*** в случае использования прямого оптического подключения. Для передачи через сети связи необходимо более высокое значение. Опорное значение: ***0,1 мс*** (рекомендованное значение).

ПРИМЕЧАНИЕ

Если пользователь применяет мультиплексор с интерфейсом C37.94 в качестве среды передачи данных, то Siemens рекомендует задать уставку в диапазоне от ***0,25*** до ***0,6 мс***.

Параметр: Синхронизация секундными импульсами (PPS)

- Уставка по умолчанию **(_:5161:113) Синхр.сек.имп.** = ***Синхр. PPS откл.***

Если устройство SIPROTEC работает с синхронизацией PPS (PPS: секундный импульс), используйте параметр **Синхр.сек.имп.** для определения того, как защита активируется после восстановления коммуникации (базовое состояние или состояние после неисправности канала связи).
Информацию об этом см. на *Рисунок 3-55*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Измерение PPS используется для учета времени выдержки в направлениях отправки и получения. Если PPS не успешно из-за ошибок приема или кратковременного неблагоприятного положения спутника, синхронизация через обычные средства связи остается активной.

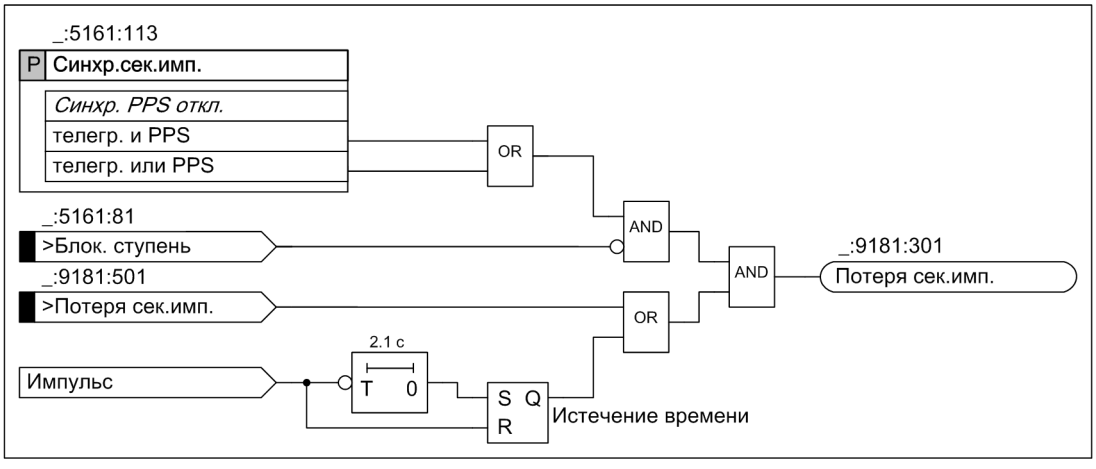
Параметр **Синхр.сек.имп.** предлагает 3 разных варианта уставок:

Значение параметра	Описание
телегр. и PPS	При этой уставке дифференциальная защита активна только при вновь установленной связи, если часть линии связи синхронизирована через PPS или если подается сигнал о временной задержке с помощью внеш- него воздействия (дискретный входной сигнал). Как результат синхронизация телеграмм измерения обеспечивается измерением PPS.
телегр. или PPS	При этой уставке дифференциальная защита активна сразу после восста- новления соединения (получены сообщения с данными). Для синхрони- зации используется обычный метод. Как результат синхронизация телеграмм измерения обеспечивается измерением PPS.
Синхр. PPS откл.	Данная уставка означает, что синхронизация не выполняется через PPS для интерфейса защиты. Это обычный случай, если предполагается различие в временных задержках. Синхронизация происходит только с телеграммами измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Режим синхронизации можно установить отдельно для обоих интерфейсов защиты.

Если дальнейший импульс PPS не принимается в течение 2,1 сек, срабатывает система мониторинга превышения времени. Если не получен новый второй импульс после истечения времени мониторинга, появляется сообщение **Потеря сек.имп.**.



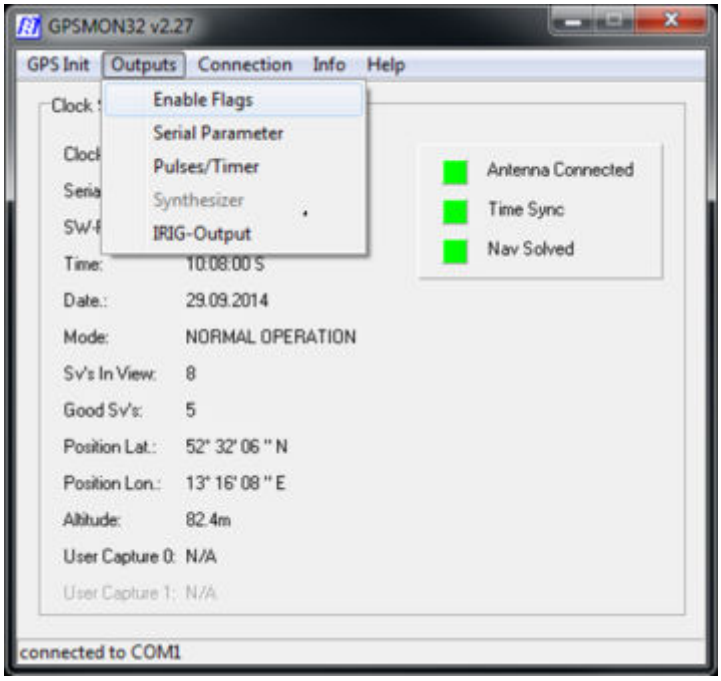
[loppssyn-100113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-55 Настройка синхронизации PPS

Дискретный входной сигнал **>Потеря сек.имп.** можно использовать для сигнализации о внешних обнаруженных неисправностях в сигнале PPS (например, сообщение об ошибке от принимающего устройства). Настройка этого дискретного входного сигнала также приводит к появлению сообщения **Потеря сек.имп.**.

Если вы используете второй импульс от приемника GPS, необходимо убедиться в том, что потеря или сбои приема не генерируют второй импульс. По умолчанию установлены приемники GPS, рекомендованные Siemens, поэтому потеря или сбои приема не генерируют второго импульса. В случае возникновения проблем проверьте значение настройки второго импульса.

Siemens рекомендует приемник GPS **Meinberg 164**. Проверьте настройки по умолчанию для второго импульса с помощью программы **GPSMON32**. Программа доступна в SIPROTEC *Область загрузки*. Вы можете найти значение уставки в разделе **Выходы** → **Флаги разрешения**. Второй импульс должен быть установлен на значение ***Если синхр.***



[scGPS_1, 2, --_--]

Рисунок 3-56 Проверка настройки значения второго импульса с помощью программы GPSMON32, Шаг 1



[scGPS_2, 2, --_--]

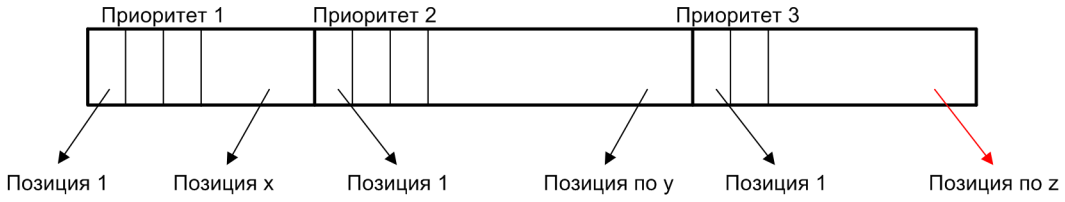
Рисунок 3-57 Проверка настройки значения второго импульса с помощью программы GPSMON32, Шаг 2

3.5.3.8 Ранжирование сообщений в DIGSI 5

Средства обмена данными защиты одного типа образуют топологию устройств.

Для получения подробной информации по этому вопросу см *3.5.3.3 Описание функции*.

Пакеты данных передаются между устройствами топологии, соединенными через интерфейсы обмена данными защиты. Эти данные можно записывать или считывать с помощью устройств. Это можно использовать для обмена разными сигналами между устройствами. В этом случае для каждого сигнала требуется определенный номер в поле данных.



[dwdatenl-100113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-58 Обмен пакетами данных между устройствами

Пакеты данных делятся на три приоритета, которые также имеют разные скорости передачи и объемы данных.

Следующий основной принцип приемлем для всех сообщений: Передаются только данные. Показатели достоверности (например, *Достоверно*) не передаются автоматически. Если вы хотите передать их (например, для последующей обработки сообщений GOOSE), то она должна передаваться отдельно (например, с помощью CFC). Если передается сигнал с тестовым флагом (из-за того, что его функция находится в тестовом режиме, например), все сигналы маркируются тестовым флагом на приемной стороне. Если связь нарушена, все принятые сигналы маркируются показателем *недостоверно*. По желанию можно задать, чтобы значение переходило в состояние безопасности после заданного времени возврата, либо использовалось последнее принятое значение (уставка ***Удержание***). Это можно настроить отдельно для каждого принимаемого сигнала (см.*Таблица 3-14*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сигналов типа **ACT** передается информация только о фазе.

Сообщения, которые представляют собой поля передаваемых данных приоритета 1, передаются с каждой телеграммой. Они преимущественно используются для передачи быстрых сигналов, например для разрешения телеотключения выключателя. Здесь необходима строго определенная, быстрая передача.

Сигналы приоритета 2 передаются минимум в каждом втором сообщении. Для скорости передачи данных > 256 кбит/с нет разницы между приоритетом 1 и приоритетом 2.

Информация, имеющая приоритет 3, передается по крайней мере каждые 100 мс. Этот приоритет используется для передачи измеряемых и рассчитанных значений. Комплексные значения следует маршрутизировать для передачи отдельно как реальную и мнимую части. Пороги измеряемых величин, которые обеспечивают обновление измеренных значений, устанавливаются централизованно как свойство измеренного значения. Эти пороги измеренных значений используют соответствующую отчетность, например, для передачи через МЭК 61850 в АСУ ТП.

Сообщения, записанные в поле данных, при приоритете пакетов данных должны ранжироваться на сообщение того же типа в устройстве, считывающем эту информацию. В противном случае они будут неправильно обрабатываться на принимающей стороне. Пакеты данных имеют битовую организацию. Информацию о необходимых битах для каждого типа сигналов см. в *Таблица 3-13*.

В *Таблица 3-11* и *Таблица 3-12* показывается количество областей данных на панели данных по отношению к доступной скорости передачи данных в бодах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **`Наим.скор.перед.`**, который следует установить в каждом устройстве для интерфейсов защиты в топологии, определяет количество областей данных, а также тип топологии.

Если, например, в трехконцевой группе с шинной топологией типа 2 два устройства соединены через прямые оптоволоконные кабели, а 2 устройства – через самый медленный канал 64 кбит/с, то сегмент 64 кбит/с является ограничивающим фактором для всей группы.

Таблица 3-11 Доступные биты – Минимальная скорость обмена в группе 64/128 кбит/с

	Приоритет 1	**Приоритет 2**	**Приоритет 3**
Тип 1	8 бит	24 бит	128 бит
Тип 2	32 бит	64 бит	256 бит

Таблица 3-12 Доступные биты – Минимальная скорость обмена в группе 512/2048 кбит/с

	Приоритет 1	**Приоритет 2**	**Приоритет 3**
Тип 1	48 бит	128 бит	384 бит
Тип 2	96 бит	200 бит	1024 бит

Таблица 3-13 Потребность в битах

Тип сигнала	**Размер в битах**
SP (однопозиционное сообщение)	1 бит
DP (двухпозиционное сообщение)	2 бит
IN (рассчитанные величины)	32 бит
MW (измеренные величины)[5]	32 бит
ACT	4 бит

Таблица 3-14 Возможные значения возврата

Тип сигнала	**Значения возврата**
SP (однопозиционное сообщение)	Исходящее, входящее. удержание
DP (двухпозиционное сообщение)	ВКЛ, ВЫКЛ, промежуточное положение, положение неисправности, удержание
IN (рассчитанные величины)	0, удержание
MW (измеренные значения)	0, удержание
ACT	Удержание

ПРИМЕЧАНИЕ

Если канал защиты неисправен, эти величины можно установить на принимающей стороне.

ПРИМЕР

2 устройства подключены с дифференциальной защитой через канал 64 кбит/с. Это топология типа 1, 8 битов свободно доступны для приоритета 1. Например, теперь может выполняться маршрутизация 4 SPS и 2 DPS:

4 x 1 бит + 2 x 2 бит = 8 бит

ПРИМЕЧАНИЕ

Измеренные значения передаются в первичных величинах.

Удаленная передача данных Маршрутизация сообщений и измеренных значений в интерфейс защиты

Передача осуществляется в форме блоков данных, которыми постоянно обмениваются устройства. Информацию об этом см. в *Рисунок 3-58*.

[5] Предварительно ранжированные комплексные векторы точки измерения

Сообщение устройства или измеренное значение распределяется в определенную область блока данных.

Рисунки *Рисунок 3-59* – *Рисунок 3-62* показывают маршрутизацию для топологии линий связи защитного интерфейса типа 1.

Для передачи сигналов в другие устройства, эти сигналы следует направить в матрицу ранжирования в часть **Передача**. Дискретные входы 1 и 2 – это однопозиционные сообщения (SPS), и они ранжируются в положении 1 и положении 2 передачи с наивысшим приоритетом (приоритет 1). Например, для 64 кбит/с только 8 из этих полей данных доступны для типа 1, которые передаются с каждой телеграммой между маршрутами передачи. Сигналы 3 и 4 являются двухпозиционными сообщениями (DPS), например положение переключателя, которое передается устройством 1. Двухпозиционное сообщение занимает 2 позиции в блоке данных. Кроме того, измеренные значения и расчетные значения передаются с приоритетом 3.

Т. к. измеренное или расчетное значение использует 32 бита, значение 2 начинается на позиции 33. DIGSI 5 показывает следующую доступную позицию.

Информация			E:USART-AE-2FO:Ch1:Обм.данн.между 2 устр.защ.							
			Получить					Передать		
Сигналы	Номер	Тип	R	Уровень приори	Позиция двоич	Значение Fallba	T	Уровень приори	Позиция двоич	
(Все...)	(Все...)	...	..	(Все...)	(Все...)	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	
Общие данные	91									
Устройство	4171									
Работа с авар.сообщ.	5971									
Управел.врем.	8821									
СинхрВрем	8851									
Сбр.ДВы	4711									
Сброс СИД не в гр.	7411									
Энергосистема	11									
Регистрация	51									
Дискретные вх./вых.	61						*			
Дискретные входы	61.1051						*			
Дискр.вход1	61.1051.3151						*			
Значение	61.1051.315...	SPS					X	1	1	
Дискр.вход2	61.1051.3152						*			
Значение	61.1051.315...	SPS					X	1	2	
Дискр.вход3	61.1051.3153									

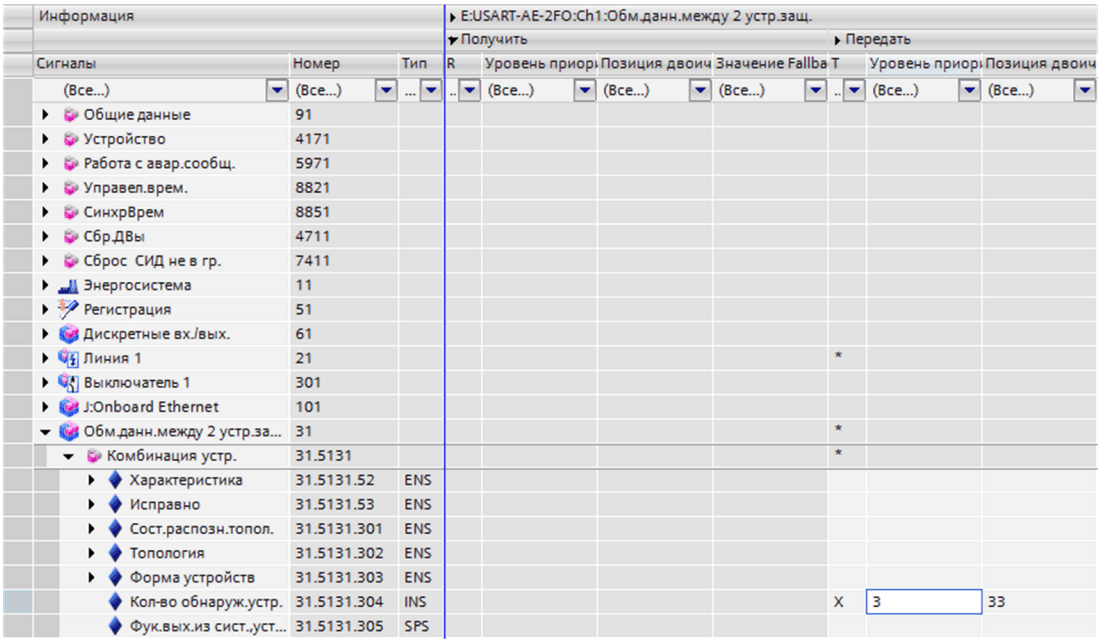
[scransps-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-59 Назначение однопозиционных сообщений в интерфейс защиты в устройстве 1

Информация			E:USART-AE-2FO:Ch1:Обм.данн.между 2 устр.защ.							
			Получить					Передать		
Сигналы	Номер	Тип	R	Уровень приори	Позиция двоич	Значение Fallba	T	Уровень приори	Позиция двоич	
(Все...)	(Все...)	...	..	(Все...)	(Все...)	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	
Общие данные	91									
Устройство	4171									
Работа с авар.сообщ.	5971									
Управел.врем.	8821									
СинхрВрем	8851									
Сбр.ДВы	4711									
Сброс СИД не в гр.	7411									
Энергосистема	11									
Регистрация	51									
Дискретные вх./вых.	61									
Линия 1	21						*			
Общие данные	21.9001									
Групп.сообщ.	21.4501									
Сброс группы СИД	21.7381									
Функция ОМП	21.8671									
ОбнарПоврЦепНапр	21.2671									
Мониторинг техн.проц.	21.1131									
Рабочие величины	21.761						*			
Характеристика	21.761.1147...	ENS								
Исправно	21.761.1147...	ENS								
f	21.761.1021...	MV					X	3	1	
Uф	21.761.1003...	WYE								

[scrangmw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

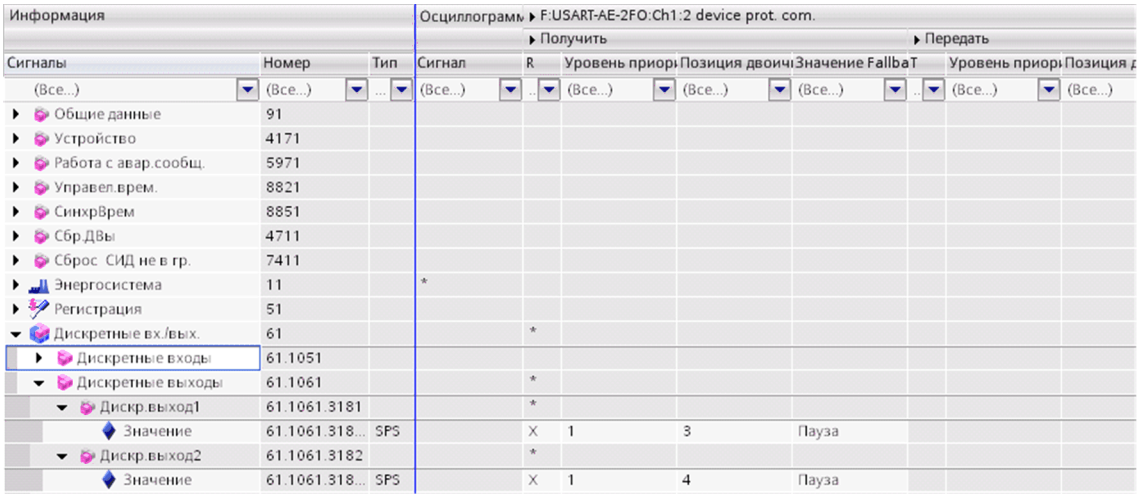
Рисунок 3-60 Назначение измеренных значений в интерфейс защиты в устройстве 1



[scrangzw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-61 Назначение подсчитываемых значений в интерфейс защиты в устройстве 1

Это устройство также получает сообщения (в матрице **Прием**). Оно должно быть ранжировано как цель для других устройств (см. следующий рисунок). Дискретные выходы 1 и 2 устройства 1 принимают эту информацию через интерфейс защиты. Это информация с приоритетом 1, которая направляется в другое устройство в позициях 3 и 4 пакета данных. Безопасное состояние определятся в столбце **Резервное значение**. Если связь нарушена, однопозиционное сообщение сбрасывается на ***ожидаемое*** или **исходящее** или это значение сохраняется как ***удерживаемое***). Для данных с разными приоритетами вы также можете задать время возврата, по истечении которого произойдет сброс (см. *Рисунок 3-61*) в значение резервирования, чтобы сохранить исходное состояние на небольшое время в случае кратковременных обрывов связи. Эти три времени возврата применяются для всех данных в пределах одного приоритета передачи и задаются как параметры.

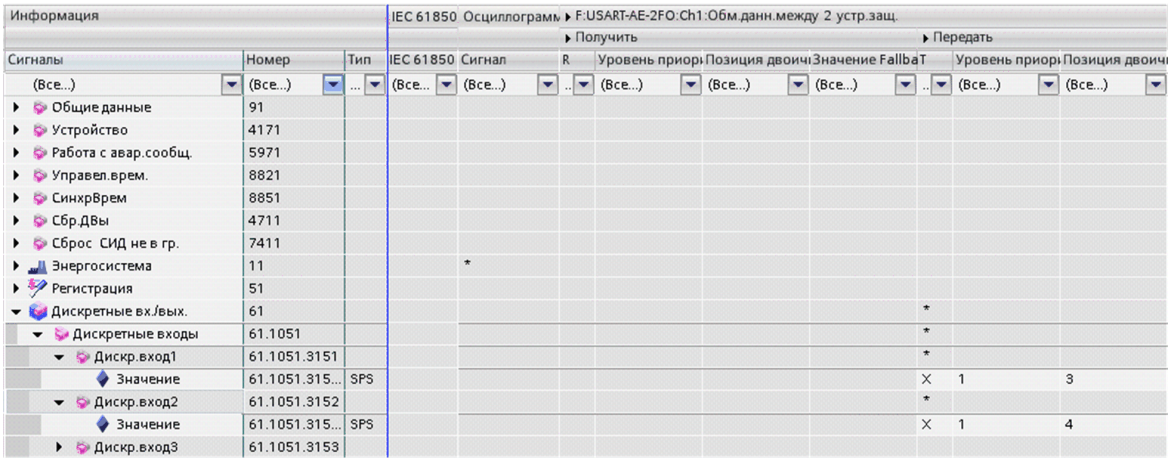


[scspsemp-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-62 Ранжирование однопозиционных сообщений (прием) в интерфейс защиты в устройстве 1

Следующий рисунок показывает ранжирование во втором устройстве. Здесь двоичные входы 1 и 2 маршрутизируются с приоритетом 1 в позиции 3 и 4. В устройстве 1 позиции 1 и 2 уже заняты (см. *Рисунок 3-59*). Если вы также направите сигналы в позиции 1 и 2, сигналы устройств объединятся в

соответствующем положении с помощью логической операцией **ИЛИ**. Если измеренные величины или величины учета направляются в те же поля данных, это в результате дает несовместимые значения на приеме, где происходит считывание данных. Как пользователь, вы, следовательно, отвечаете за правильное ранжирование.

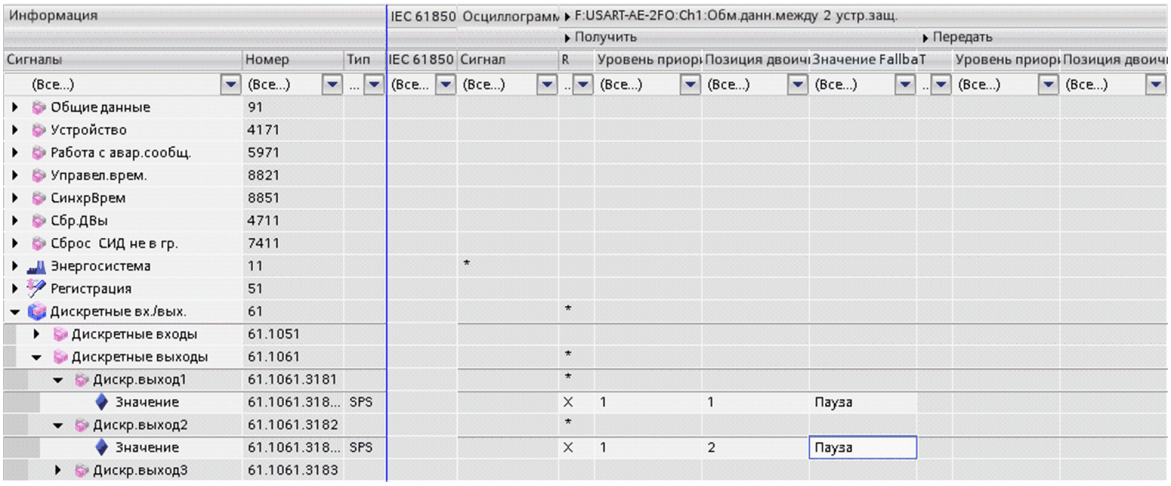


[scbaspsr-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-63 Маршрутизация одиночных сообщений, передаваемых в интерфейс защиты в устройстве 2

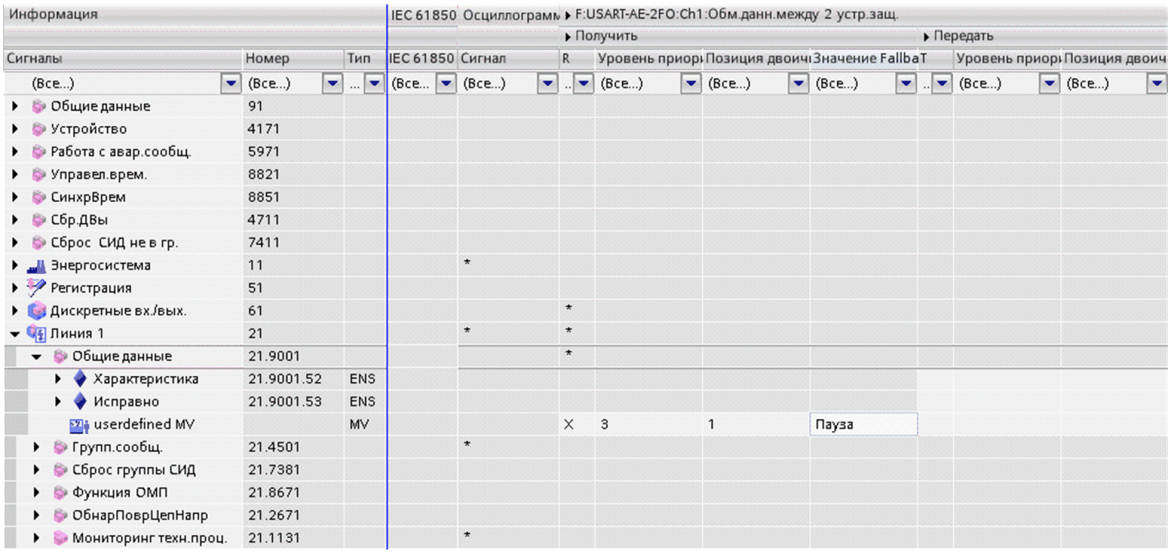
Бинарные выходы 1 и 2 (**Прием**) во втором устройстве соединены с сигналами 1 и 2 приоритета 1 из первого устройства. Это происходит через области данных в позициях 1 и 2 линейки данных, которые передают состояние сообщений. Другие устройства также могут считывать эту информацию и связывать ее со своими внутренними сигналам. Здесь также вводится безопасное состояние, которое устанавливается, когда прерывается соединение защиты. Это состояние зависит от информации. В случае однопозиционных сообщений, состояние – это 1 или 0. В случае двухпозиционных сообщений возможны комбинации битов 00, 01, 10 или 11, чтобы непосредственно получить сигнал о неисправности при нарушении передачи данных, например.

Удержание используется для восстановления состояния.



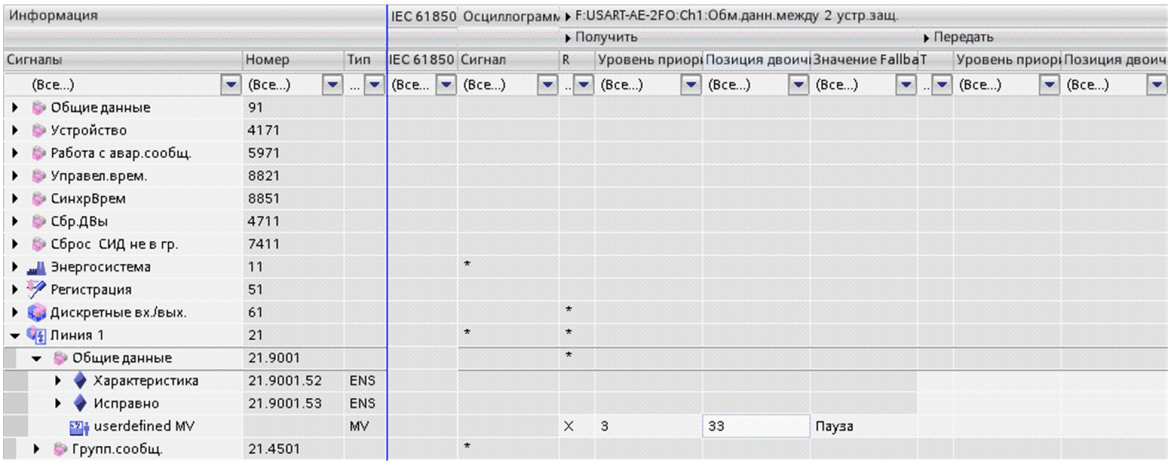
[scbausps-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-64 Ранжирование однопозиционных сообщений (прием) в интерфейс защиты в устройстве 2



[scbausmw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-65 Маршрутизация принимаемых сообщений в интерфейс защиты в устройстве 2



[scbauszw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-66 Назначение подсчитываемых значений в интерфейс защиты в устройстве 2

3.5.3.9 Диагностические измеренные значения интерфейса защиты

Определенные измеренные значения, синхронизированные во времени в устройствах защиты, которые передаются по каналу связи и доступны для любого устройства защиты.

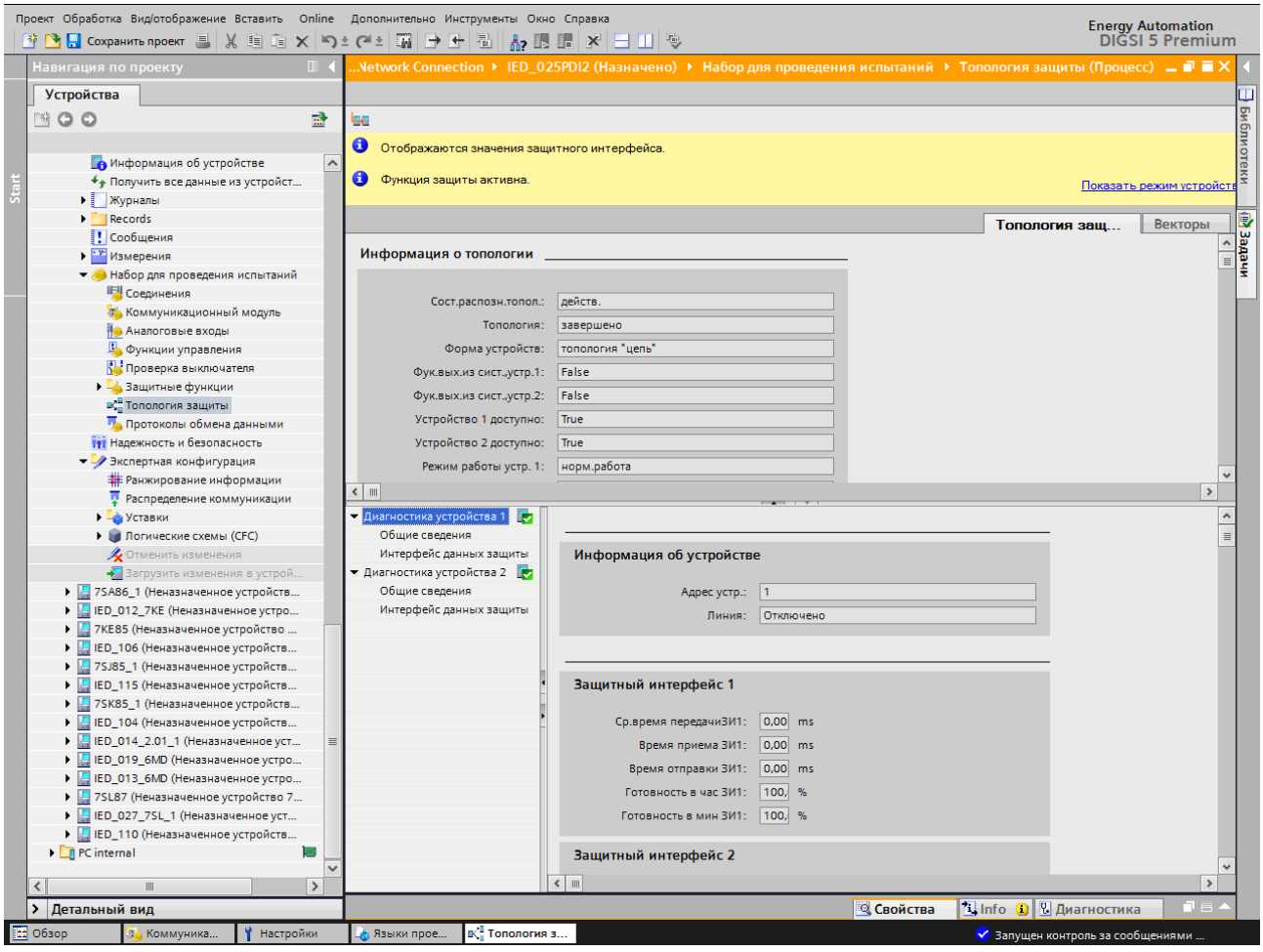
ПРИМЕЧАНИЕ

В устройствах 7UT8x отсутствуют измеренные значения группы.

Следующие диагностические данные предоставляют интерфейсы защиты об устройствах в группе:

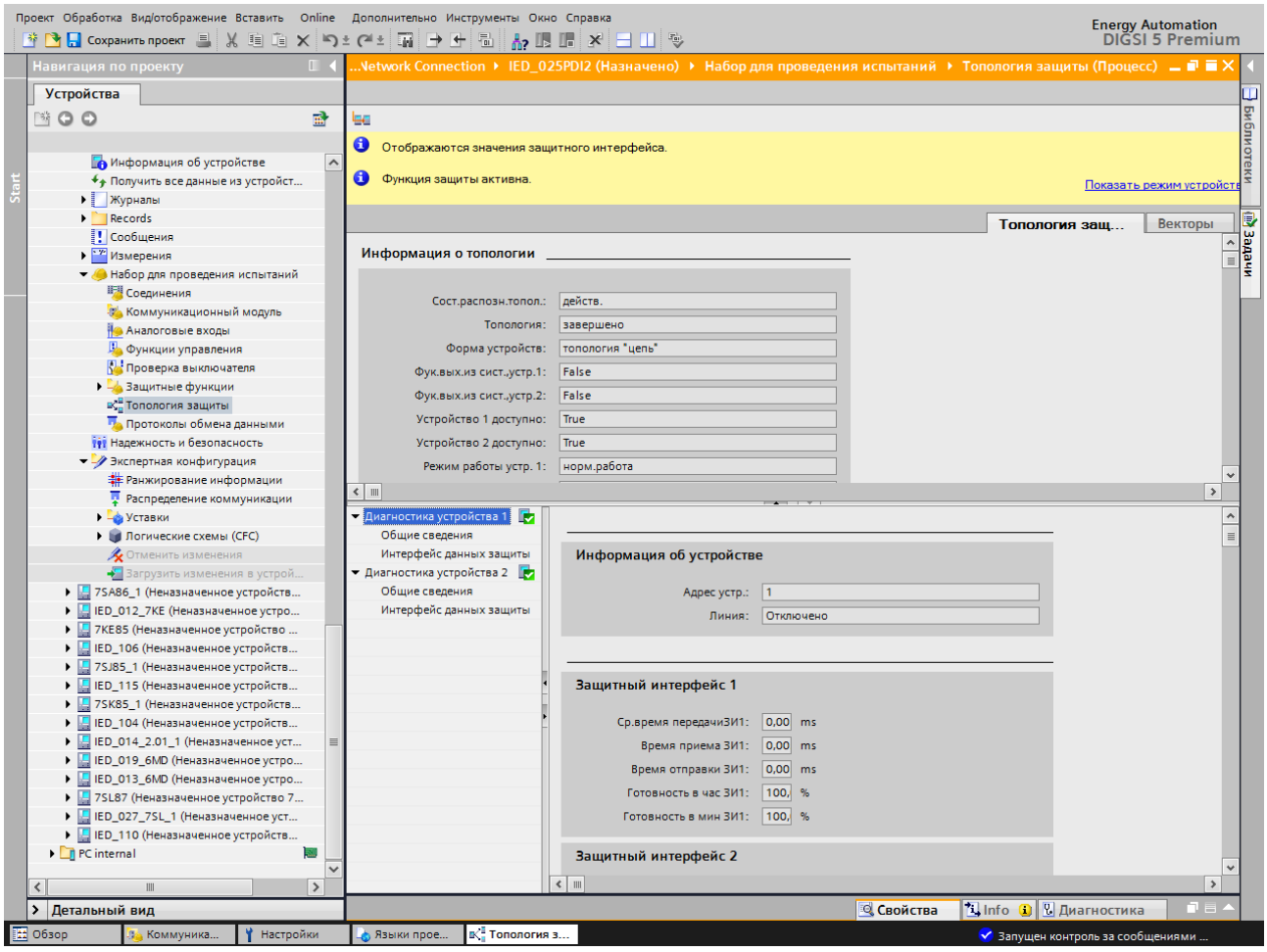
- Адрес устройства в группе
- Положение выключателя (открыто/закрыто/не определено)
- Доступность связи с интерфейсом защиты в течение последней минуты, в процентах
  Доступность связи с интерфейсом защиты в течение последнего часа, в процентах
- Задержка по времени в направлении сообщений передачи и получения между локальным и соседним устройством

Вы можете найти эти диагностические данные в DIGSI в следующей структуре меню (смотри *Рисунок 3-67* для *Рисунок 3-68*):



[sc_diagnose_wskanäle_geräteadresse, 1, ru_RU]

Рисунок 3-67 Диагностические данные канала для интерфейса защиты. Адрес устройства



[sc_diagnose_wskanäle_geräte_nichtverb, 1, ru_RU]

Рисунок 3-68 Диагностические данные Каналов интерфейса защиты. Устройство 2 не подключено

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сброса измеренных значений интерфейса защиты непосредственно в устройстве можно использовать следующую процедуру:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Сброс измеренных значений.

Выходные сигналы интерфейса защиты

Каждый отдельный интерфейс защиты предоставляет для ввода в эксплуатацию и диагностирования связи следующие сообщения:

Сообщение	Описание
(_:5161:301) Сост.уровн. 1 и 2	Выходной сигнал содержит сведения о состоянии коммуникационных уровней 1 и 2 (1: физический уровень, 2: канальный уровень). Возможны следующие значения показаний: • *Инициализировано*: Интерфейс защиты не подключен и находится в исходном состоянии. • *Интерфейс защиты подключен*: Интерфейс защиты подключен к интерфейсу защиты устройства. • *Сбой интерфейса защиты*: Интерфейсом защиты не получено каких-либо достоверных телеграмм в течение времени, заданного в параметре **(_:5161:107) Твыд ав.сигнала о наруш.**. • *Сбой интерфейса защиты*: Интерфейсом защиты не получено каких-либо достоверных телеграмм в течение времени, заданного в параметре **(_:5161:108) Твыд ав.сигнала отказа**. • *не присутствует*: Каналу передачи данных не назначен интерфейс защиты.
(_:5161:302) Сост.уровн. 3 и 4	Выходной сигнал содержит сведения о состоянии коммуникационных уровней 3 и 4 (3: сетевой уровень, 4: транспортный уровень). Возможны следующие значения показаний: • *нет ошибки*: Интерфейс защиты работает правильно. • *Версии программного обеспечения несовместимы*: Версии программно-аппаратных средств подключенных устройств несовместимы. Обновите программно-аппаратные средства. • *System mirroring* (Отражение системы): Интерфейсом защиты принимаются свои собственные данные. Проверьте соединение. • *Неправильный адрес устройства*: Адрес устройства партнера является неправильным. Проверьте уставки **Адрес устройства 1** по **адрес устройства N** (_:5131:102 и следующий). • *Неправильная группа*: Для устройств заданы разные настройки группы. Проверьте, чтобы уставка **Выбрать группу** была одинаковой для всех устройств. • *Неправильный параметр группы*: Убедитесь, что во всех устройства для параметра **(_:5131:122) Наим.скор.перед.** задана одна и та же уставка. • *Ошибка дифференциального параметра*: Настройки дифференциальной защиты линии для подключенных устройств несовместимы. Проверьте, установлены ли оба устройства для работы с дифференциальной защитой линии или без такой защиты. Уставки **(_:9001:101) Номинальный ток** и **(_:9001:102) Номин.напряж.** должны иметь одинаковое значение на обоих концах линии. Если на линии установлен трансформатор, оба параметра должны быть установлены таким образом, чтобы номинальная полная мощность на обоих концах линии (параметр **(_:9001:103) Ном. полная мощн.**) была одинаковой.

Чтобы облегчить поиск неисправностей, каждым отдельным интерфейсом защиты выводятся следующие двоичные сигналы:

Дискретный выходной сигнал	Описание
(_:5161:303) Обрыв соединения	Сигнал *Обрыв соединения* показывает, что в течение заданного времени (параметр **(_:5161:107) Твыд ав.сигнала о наруш.**) постоянно принимались ошибочные телеграммы или телеграммы отсутствовали. Если выводится сообщение «Connection interrupted» (Соединение прервано), работа неисправного канала интерфейса защиты будет завершена. Это может вызывать блокирование активной дифференциальной защиты, или кольцевая топология может измениться на линейную топологию.
(_:5161:320) Выд.врем., скачок	Сигнал *Выд.врем., скачок* показывает, что значения времени прохождения данных резко изменились. Это вызвано переключением канала связи в сети передачи данных.
(_:5161:340) Потеря телеграммы	Сигнал *Потеря телеграммы* показывает, что ожидаемой телеграмме не удалось достичь конечного пункта или получена поврежденная телеграмма. Вы можете переместить сигнал *Потеря телеграммы* в рабочий журнал. Это позволит анализировать операции переключения в первичной системе или операции с компонентами сети передачи данных. **Примечание:** Так как данный сигнал может появляться довольно часто, рабочий журнал может переполняться. Компания Siemens рекомендует маршрутизировать сигнал только для выяснения причин отказов.

Измеряемые значения интерфейса защиты

Для диагностики связи интерфейса защиты предоставляются следующие измеряемые значения:

Измеряемая величина	Описание
(_:5161:308) Tx телегр./час	Телеграммы, отправленные за последний час
(_:5161:309) Rx телегр./час	Телеграммы, полученные за последний час
(_:5161:310) Tx телегр./мин	Телеграммы, отправленные за последнюю минуту
(_:5161:311) Rx телегр./мин	Телеграммы, полученные за последнюю минуту
(_:5161:312) Tx ош./час	Частота сбоев передачи данных за последний час
(_:5161:313) Rx ош./час	Частота сбоев приема данных за последний час
(_:5161:314) Tx ош./мин	Частота сбоев передачи данных за последнюю минуту
(_:5161:315) Rx ош./мин	Частота сбоев приема данных за последнюю минуту
(_:5161:325) Сред.Δt	Среднее время прохождения сигнала (среднее значение времени прохождения в направлении передачи и приема, деленное на 2, без GPS-синхронизации)
(_:5161:326) Прм. Δt	Время прохождения сигнала в направлении приема (с GPS-синхронизацией)
(_:5161:327) Прд. Δt	Время прохождения сигнала в направлении передачи (с GPS-синхронизацией)
(_:5161:334) Пропущ.телегр./мин	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последнюю минуту
(_:5161:335) Пропущ.телегр./час	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последний час
(_:5161:336) Пропущ.телегр./день	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последний день
(_:5161:337) Пропущ.телегр./нед	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последнюю неделю

Измеряемая величина	Описание
(_:5161:338) Изм.пот./ день	Самый длительный сбой приема телеграмм в течение последнего дня
(_:5161:339) Изм.пот./нед	Самый длительный сбой приема телеграмм в течение последнего дня

ПРИМЕЧАНИЕ

Измеряемые значения интерфейса защиты можно сбросить непосредственно в устройстве. Выполните следующее:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Сброс измеренных значений.

3.5.3.10 Диагностические данные для интерфейса защиты

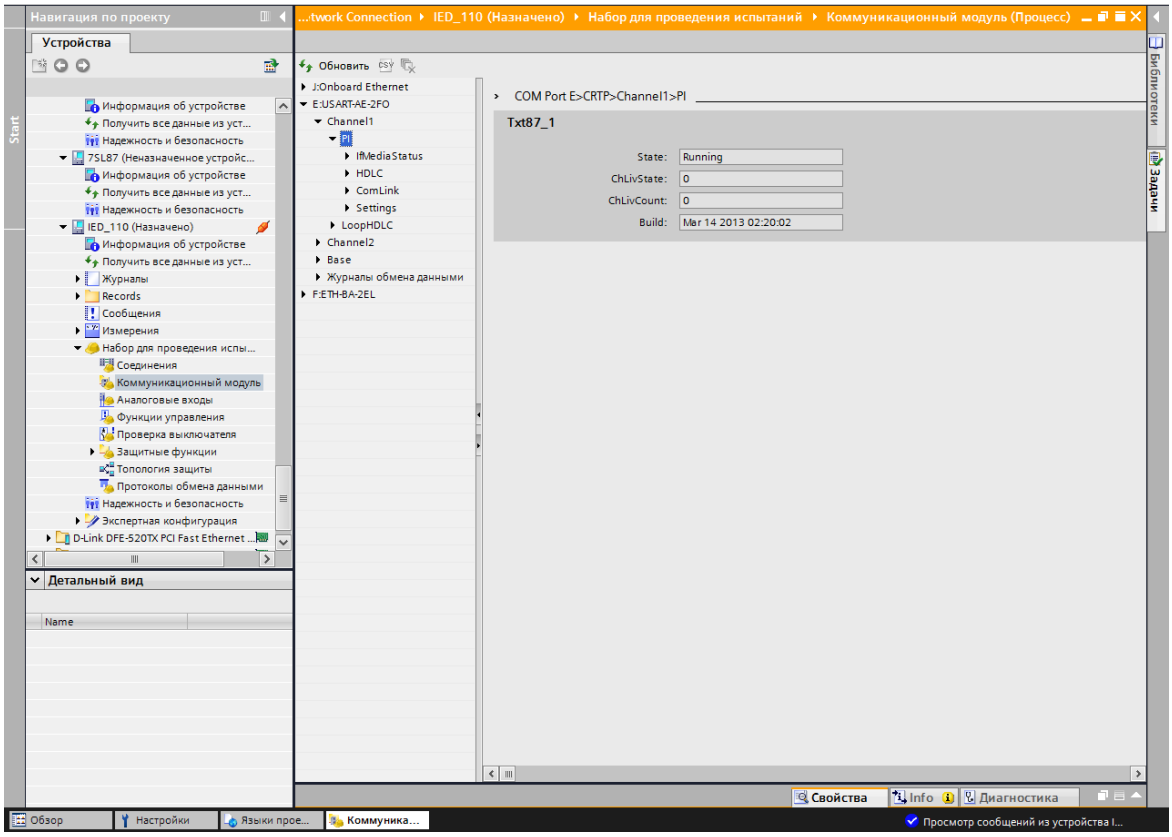
Диагностические данные канала в DIGSI 5

С помощью DIGSI 5 можно получить различные диагностические данные.

Для этого подключитесь к устройству с помощью DIGSI 5 и запросите информацию об устройстве. Диагностическую информацию для модулей, каналы которых настроены с интерфейсом защиты, можно получить, выбрав слот модуля (например, F) и соответствующий канал (1 или 2). Следующие рисунки содержат расширенные диагностические данные для интерфейса защиты. Диагностические данные особенно полезны, если возникнут ошибки в данных или другие сбои в соединении обмена данными (например, колебания времени передачи данных).

ПРИМЕЧАНИЕ

Диагностические данные можно также считать через меню устройства на его дисплее. Однако в данной главе это не рассматривается.



[scdiapin-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-69 Диагностические данные канала связи интерфейса защиты

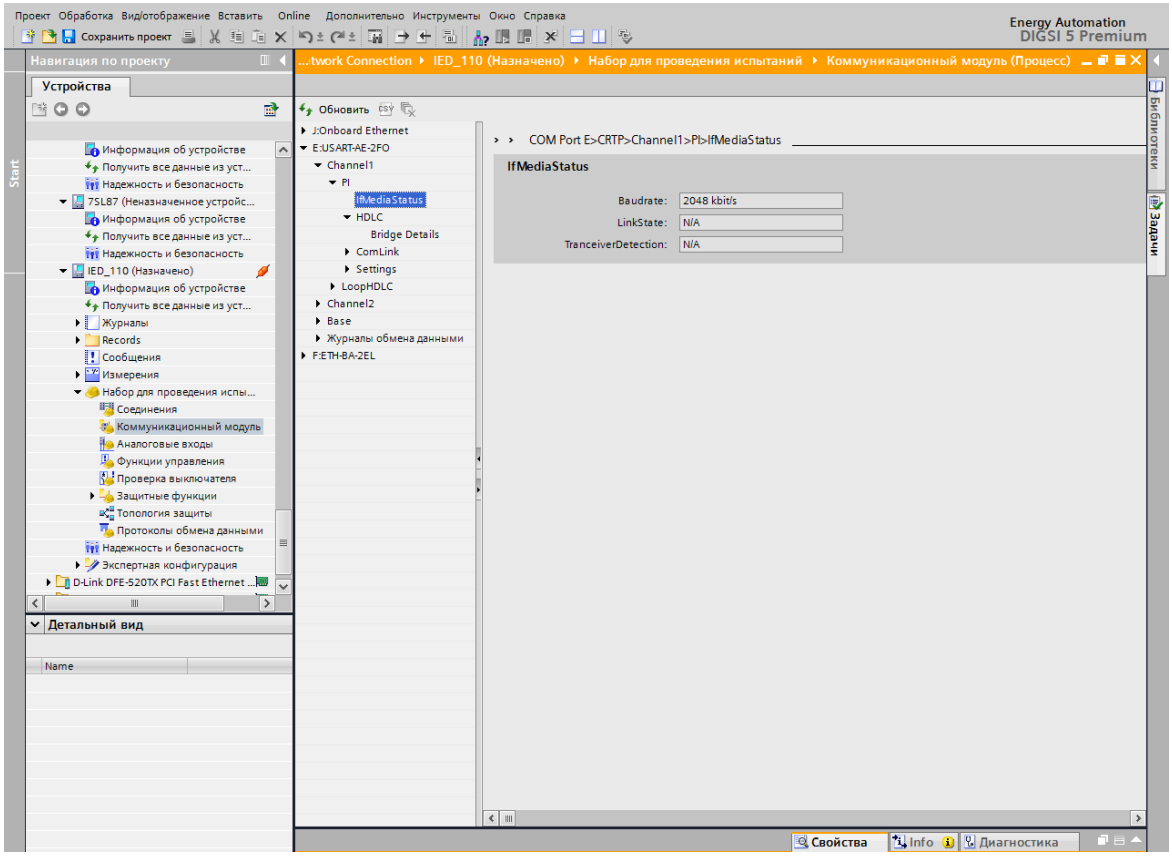
Следующая таблица описывает показания на дисплее.

Таблица 3-15 Описание диагностических данных при использовании интерфейса защиты

Тип канала	**Имя**	**Функциональные измеряемые величины**	**Описание – диагностические данные для журнала интерфейса защиты (PI)**
Интерфейсы защиты – журнал	Статус	Исходный, текущий, ошибка	Статус рабочего процесса журнала
Интерфейсы защиты – журнал	Версия	Дата/ время	Дата и время версии журнала

Диагностические данные журнала интерфейса защиты в DIGSI 5

На следующих рисунках и в таблицах описываются отображаемые данные журнала интерфейса защиты.

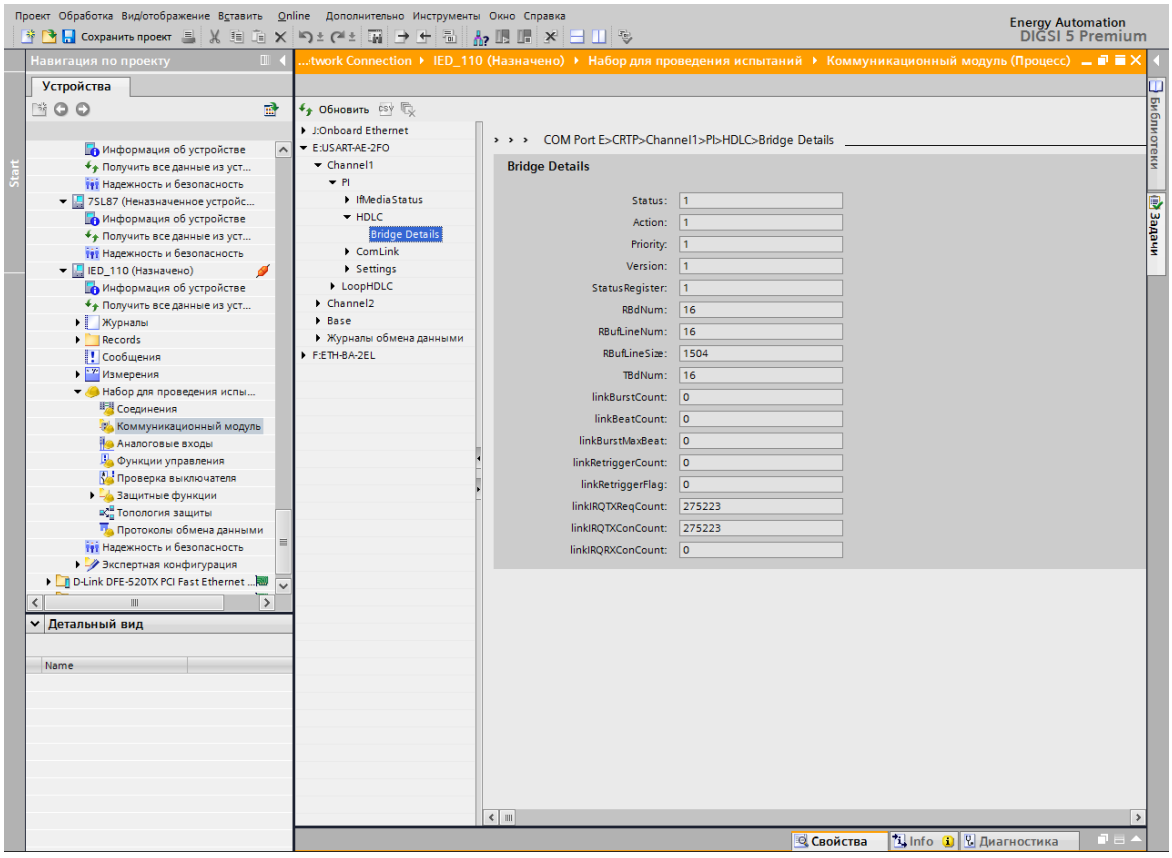


[scdiamed-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-70 Диагностические данные журнала интерфейса защиты – статус устройств связи

Таблица 3-16 Описание диагностических данных при использовании устройств связи

Интерфейсы защиты – тип журнала	Имя	Функциональные измеряемые величины	Описание – интерфейс средств связи (в направлении внешнего интерфейса)
Статус устройств связи	Скорость	64 кбит/с; 128 кбит/с; 512 кбит/с; 2048 кбит/с; 30 Мбит/с; <unknown>	Скорость HDLC: FO: FO: от 64 кбит/с до 2048 кбит/с для модулей USART 820 нм LDFO: 30 Мбит/с для очень удаленных модулей 1300/1500 нм Случаи ошибок: <unknown>
Статус устройств связи	Статус линии	НЕ ДОСТУПНО, РАБОТА ОТКЛЮЧЕНА	FO: Нет данных (всегда отображается «нет данных»)
Статус устройств связи	Обнаружение приемопередатчика	Не обнаружено, нет приемопередатчика, обнаружен приемопередатчик	FO: Не доступно (всегда не доступно) (Не обнаружен приемопередатчик, обнаружен приемопередатчик) В случае ошибки: НЕ ОБНАРУЖЕНО



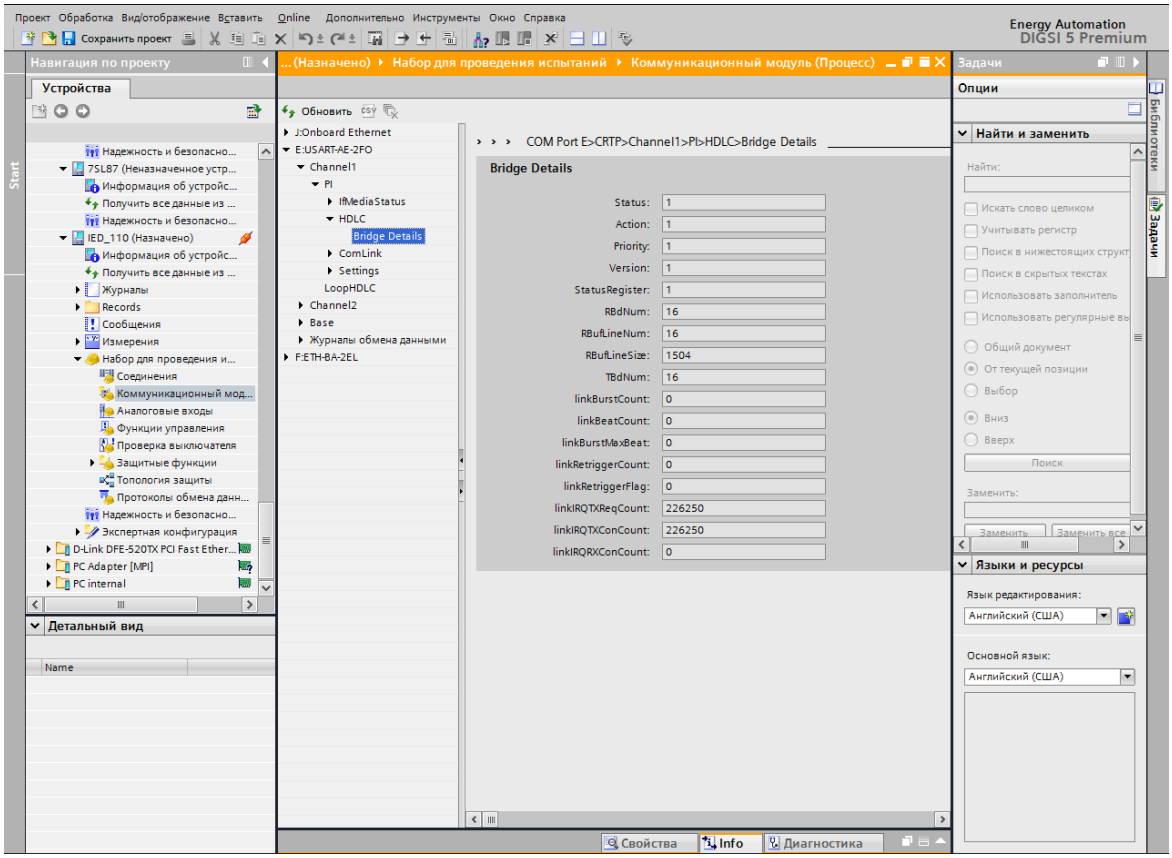
[scdiahdl-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-71 Диагностические данные журнала интерфейса защиты – HDLC (журнал – уровень)

Таблица 3-17 Диагностические данные журнала интерфейса защиты – HDLC (журнал – уровень)

Интерфейсы защиты – тип журнала	**Имя**	**Функциональные измеряемые величины**	**Описание – Диагностические данные уровня канала HDLC (в направлении внешнего интерфейса)**
HDLC	RXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, OK
HDLC	RXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, OK
HDLC	RXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
HDLC	RXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
HDLC	TXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, OK
HDLC	TXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, OK
HDLC	TXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой

Интерфейсы защиты – тип журнала	Имя	Функциональные измеряемые величины	Описание – Диагностические данные уровня канала HDLC (в направлении внешнего интерфейса)
HDLC	TXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
HDLC	Сведения о подузлах моста	Подузлы	Внутренняя специальная диагностика Siemens для поиска неисправностей



[scdiacom-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-72 Диагностические данные журнала интерфейса защиты – интерфейс COM (Интерфейс внутреннего канала COM между модулем и материнской платой)

Таблица 3-18 Описание диагностических данных интерфейса COM (Интерфейс внутреннего канала COM между модулем и материнской платой)

Интерфейсы защиты – тип журнала	Имя	Функциональные измеряемые величины	Описание – диагностические данные о слоях интерфейса COM (Интерфейс COM внутреннего канала на материнской плате)
Интерфейс COM	RXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, OK
Интерфейс COM	RXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, OK
Интерфейс COM	RXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой

Интерфейсы защиты – тип журнала	Имя	Функциональные измеряемые величины	Описание – диагностические данные о слоях интерфейса COM (Интерфейс COM внутреннего канала на материнской плате)
Интерфейс COM	RXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	TXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, OK
Интерфейс COM	TXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, OK
Интерфейс COM	TXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	TXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	Сведения о подузлах моста	Подузлы	Внутренняя специальная диагностика Siemens для поиска неисправностей

Таблица 3-19 Описание некоторых уставок для интерфейса защиты

Интерфейсы защиты – тип журнала	Имя	Функциональные измеряемые величины	Описание – значения уставок интерфейса защиты
Уставки	**Подключение через**	Целое число – отображает внутреннее кодирование варианта уставок	Интерфейс защиты – **Подключение через**
Уставки	**Полоса пропускания PDI**	Показание скорости в битах	Скорость в битах (бит/с) для сообщений защиты на основе параметра **Подключение через**
Уставки	**PDI Telegram.Overhead (Телеграмма PDI. Служебные сигналы)**	Отображение битов	Заголовок для каждого сообщения защиты в битах.

3.5.3.11 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Комбинац.устр.				
_:5131:102	Комбинац.устр.:Адрес устройства 1		1 до 65534	101
_:5131:103	Комбинац.устр.:Адрес устройства 2		1 до 65534	102
_:5131:104	Комбинац.устр.:Адрес устройства 3		1 до 65534	103
_:5131:105	Комбинац.устр.:Адрес устройства 4		1 до 65534	104
_:5131:106	Комбинац.устр.:Адрес устройства 5		1 до 65534	105

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:5131:107	Комбинац.устр.:Адрес устройства 6		1 до 65534	106
_:5131:101	Комбинац.устр.:Лок.устр.-это устр.		1 до 6	1
_:5131:122	Комбинац.устр.:Наим.скор.перед.		• 64 кбит/с • 128 кбит/с • 512 кбит/с • 2048 кбит/с	64 кбит/с
ЗащИнт 1				
_:5161:1	ЗащИнт 1:Режим		• откл • вкл	вкл
_:5161:105	ЗащИнт 1:Макс.ош./час		0.000 % до 100.000 %	1.000 %
_:5161:106	ЗащИнт 1:Макс.ош./мин		0.000 % до 100.000 %	1.000 %
_:5161:107	ЗащИнт 1:Твыд ав.сигнала о наруш.		0.05 с до 2.00 с	0.10 с
_:5161:108	ЗащИнт 1:Твыд ав.сигнала отказа		0.0 с до 6.0 с	6.0 с
_:5161:109	ЗащИнт 1:Уст.время задержки		0.1 мс до 30.0 мс	30.0 мс
_:5161:110	ЗащИнт 1:Время Tx и Rx отлич.		0.000 мс до 3.000 мс	0.100 мс
_:5161:113	ЗащИнт 1:Синхр.сек.имп.		• телегр. и PPS • телегр. или PPS • Синхр. PPS откл.	Синхр. PPS откл.
Внешн. Синхр.				
_:9181:114	Внешн. Синхр.:Сбщ.пот.сек.имп.после		2.1 с до 60.0 с	2.1 с

3.5.3.12 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Комбинац.устр.			
_:5131:52	Комбинац.устр.:Режим работы	ENS	O
_:5131:53	Комбинац.устр.:Исправно	ENS	O
_:5131:301	Комбинац.устр.:Сост.распозн.топол.	ENS	O
_:5131:302	Комбинац.устр.:Топология	ENS	O
_:5131:303	Комбинац.устр.:Форма устройств	ENS	O
_:5131:304	Комбинац.устр.:Кол-во обнаруж.устр.	INS	O
_:5131:305	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.1	SPS	O
_:5131:306	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.2	SPS	O
_:5131:307	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.3	SPS	O
_:5131:309	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.4	SPS	O
_:5131:310	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.5	SPS	O
_:5131:311	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.6	SPS	O
_:5131:312	Комбинац.устр.:Устр.1 доступно	SPS	O
_:5131:313	Комбинац.устр.:Устр.2 доступно	SPS	O
_:5131:314	Комбинац.устр.:Устр.3 доступно	SPS	O
_:5131:315	Комбинац.устр.:Устр.4 доступно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5131:316	Комбинац.устр.:Устр.5 доступно	SPS	O
_:5131:317	Комбинац.устр.:Устр.6 доступно	SPS	O
ЗащИнт 1			
_:5161:81	ЗащИнт 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5161:500	ЗащИнт 1:>Сбр.синхронизации	SPS	I
_:5161:341	ЗащИнт 1:Сброс синхр.	SPC	C
_:5161:342	ЗащИнт 1:Сброс измерений	SPC	C
_:5161:52	ЗащИнт 1:Режим работы	ENS	O
_:5161:53	ЗащИнт 1:Исправно	ENS	O
_:5161:301	ЗащИнт 1:Сост.уровн. 1 и 2	ENS	O
_:5161:302	ЗащИнт 1:Сост.уровн. 3 и 4	ENS	O
_:5161:303	ЗащИнт 1:Обрыв соединения	SPS	O
_:5161:316	ЗащИнт 1:Част.ош./мин превыш.	SPS	O
_:5161:317	ЗащИнт 1:Част.ош./час превыш.	SPS	O
_:5161:318	ЗащИнт 1:Превыш.выд.времени	SPS	O
_:5161:319	ЗащИнт 1:Выд.врем.отличается	SPS	O
_:5161:320	ЗащИнт 1:Выд.врем., скачок	SPS	O
_:5161:321	ЗащИнт 1:ЗащИнт синхрониз.	SPS	O
_:5161:340	ЗащИнт 1:Потеря телеграммы	SPS	O
_:5161:308	ЗащИнт 1:Tx телегр./час	MV	O
_:5161:309	ЗащИнт 1:Rx телегр./час	MV	O
_:5161:310	ЗащИнт 1:Tx телегр./мин	MV	O
_:5161:311	ЗащИнт 1:Rx телегр./мин	MV	O
_:5161:312	ЗащИнт 1:Tx ош./час	MV	O
_:5161:313	ЗащИнт 1:Rx ош./час	MV	O
_:5161:314	ЗащИнт 1:Tx ош./мин	MV	O
_:5161:315	ЗащИнт 1:Rx ош./мин	MV	O
_:5161:334	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./мин	MV	O
_:5161:335	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./час	MV	O
_:5161:336	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./день	MV	O
_:5161:337	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./нед	MV	O
_:5161:338	ЗащИнт 1:Изм.пот./день	MV	O
_:5161:339	ЗащИнт 1:Изм.пот./нед	MV	O
_:5161:331	ЗащИнт 1:Пол.д.	MV	O
_:5161:323	ЗащИнт 1:Снх.сек.им.:несим.вр.	SPS	O
_:5161:324	ЗащИнт 1:ЗащИнт снх.сек.имп.	SPS	O
_:5161:325	ЗащИнт 1:Сред.Δt	MV	O
_:5161:326	ЗащИнт 1:Прм. Δt	MV	O
_:5161:327	ЗащИнт 1:Прд. Δt	MV	O
Внешн. Синхр.			
_:9181:500	Внешн. Синхр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:9181:501	Внешн. Синхр.:>Потеря сек.имп.	SPS	I
_:9181:301	Внешн. Синхр.:Потеря сек.имп.	SPS	O
_:9181:302	Внешн. Синхр.:Секундный импульс	SPS	O
Изм.вел.устр.1			
_:1351:6811:300	Изм.вел.устр.1:Ад.уст.	INS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:1351:6811:301	Изм.вел.устр.1:Линия	ENS	O
_:1351:6811:302	Изм.вел.устр.1:Uф	Звезда	O
_:1351:6811:303	Изм.вел.устр.1:Iф	Звезда	O
Изм.вел.устр.2			
_:1351:6841:300	Изм.вел.устр.2:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6841:301	Изм.вел.устр.2:Линия	ENS	O
_:1351:6841:302	Изм.вел.устр.2:Uф	Звезда	O
_:1351:6841:303	Изм.вел.устр.2:Iф	Звезда	O
Изм.вел.устр.3			
_:1351:6871:300	Изм.вел.устр.3:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6871:301	Изм.вел.устр.3:Линия	ENS	O
_:1351:6871:302	Изм.вел.устр.3:Uф	Звезда	O
_:1351:6871:303	Изм.вел.устр.3:Iф	Звезда	O
Изм.вел.устр.4			
_:1351:6901:300	Изм.вел.устр.4:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6901:301	Изм.вел.устр.4:Линия	ENS	O
_:1351:6901:302	Изм.вел.устр.4:Uф	Звезда	O
_:1351:6901:303	Изм.вел.устр.4:Iф	Звезда	O
Изм.вел.устр.5			
_:1351:6931:300	Изм.вел.устр.5:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6931:301	Изм.вел.устр.5:Линия	ENS	O
_:1351:6931:302	Изм.вел.устр.5:Uф	Звезда	O
_:1351:6931:303	Изм.вел.устр.5:Iф	Звезда	O
Изм.вел.устр.6			
_:1351:6961:300	Изм.вел.устр.6:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6961:301	Изм.вел.устр.6:Линия	ENS	O
_:1351:6961:302	Изм.вел.устр.6:Uф	Звезда	O
_:1351:6961:303	Изм.вел.устр.6:Iф	Звезда	O

3.6 Синхронизация даты и времени

3.6.1 Обзор функций

Своевременная запись процессов требует точной синхронизации времени устройств. Встроенная синхронизация даты/времени позволяет расставлять события в точном хронологическом порядке относительно внутреннего времени устройства, используемого для задания меток времени в журналах событий, которые затем передаются в АСУ ТП подстанции или передаются через интерфейс защиты. Модуль часов находится внутри устройства и имеет аварийное аккумуляторное питание. Данный модуль периодически синхронизируется с текущим временем устройства, поэтому правильное время в устройстве доступно и используется даже в случае потери питания. И в тоже время, это позволяет осуществлять аппаратный мониторинг времени устройства.

3.6.2 Структура функции

Встроенная синхронизация даты/времени устройства является функцией диагностики устройства. Уставки и сигналы находятся в следующих меню программы DIGSI и устройства:

Установить дату и время:

- DIGSI: Онлайн доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве -> **Информация о времени**
- Устройство: Главное меню -> Функции устройства -> **Дата и время**

Параметр:

- DIGSI: Проект -> Устройство -> Параметр -> **Уставки времени**

Сообщения:

- DIGSI: Прект -> Устройство -> Ранжирование информации -> **Сохранение внутреннего времени** или **Синхронизация времени**

3.6.3 Описание функции

Каждое устройство серии SIPROTEC 5 имеет внутреннее время и дату. Дата и время могут быть заданы с помощью лицевой панели устройства или с помощью программы DIGSI 5. Обычно необходимо производить точную регистрацию времени процессов и иметь точную синхронизацию времени всех устройств внутри системы или даже вне ее. Для устройств серии SIPROTEC 5 могут быть заданы источники времени и опции синхронизации.

Настраиваемые опции синхронизации:

- **Нет** (значение по умолчанию)

  Устройство функционирует без какой-либо внешней синхронизации времени. Внутренняя синхронизация времени продолжает работать благодаря наличию аварийного аккумулятора даже при временной потере напряжения питания. Время может быть откорректировано вручную.

- **Телеграмма**

  Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом МЭК 60870-5-103 или DNP3.

- **Подключение к радиочасам**

  Синхронизация времени происходит при получении телеграмм настройки времени от внешнего приемника IRIG-B или DCF77 через интерфейс синхронизации времени устройства.

- **Ethernet**

  Синхронизация времени выполняется с помощью Ethernet-протокола SNTP (Простой сетевой протокол синхронизации времени), например, для станций МЭК 61850 или через IEEE 1588. Чтобы быть доступными в качестве опции синхронизации времени, эти протоколы должны быть активированы во время конфигурации интерфейсов Ethernet.

- **Защитный интерфейс**

  Синхронизация времени происходит с помощью интерфейсов защиты, настроенных для вашего устройства SIPROTEC 5. В данном случае ведущее по времени устройство преобладает над управлением временем.

Настраиваемые источники времени:

- Для устройств серии SIPROTEC 5 могут рассматриваться два источника времени. Для каждого источника времени может быть выбран тип синхронизации, исходя из имеющихся вариантов.
- **Источник времени 1** имеет приоритет перед **Источник времени 2**, то есть, **Источник времени 2** будет источником синхронизации времени устройства, только если **Источник времени 1** будет неисправен. Если доступен только один источник времени, и он неисправен, то продолжают работать только несинхронизированные внутренние часы. Состояние источников времени отображается.
- Для каждого источника времени имеется возможность задать с помощью уставки **Час.пояс ист.времени 1** (или **Час.пояс ист.времени 2**), если этот источник передает свое время в UTC (универсальное время) или настройки соответствуют местному часовому поясу устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что уставки источников времени соответствуют фактической конфигурации аппаратной части устройства SIPROTEC 5. В любом случае, неверные уставки приводят к выдаче сообщений о состоянии источников времени.

Настраиваемый формат даты

Независимо от источника синхронизации времени, внутри устройства сохраняется единообразный формат даты. Следующие опции доступны для привычного в данной местности отображения формата даты:

- День.Месяц.Год: 24.12.2009
- Месяц/День/Год: 12/24/2009
- Год-Месяц-День: 2009-12-24

Учет местных часовых поясов

Внутреннее время устройства ведется в формате универсального времени (UTC). Для отображения меток времени в программе DIGSI и на дисплее устройства, можно определить местный часовой пояс устройства (Параметр «Сдвиг часового пояса для GMT»), включая применимые настройки перехода на летнее время (начало, конец и сдвиг времени). Это позволяет отображать местное время.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Если источник времени передает сигнал перехода на летнее время, это будет учтено при формировании внутреннего времени устройства в формате UTC. Учитывается сдвиг времени при переходе на летнее время, заданный в устройстве (уставка Сдвиг летнего времени). Однако, уставки начала и окончания летнего времени игнорируются при переводе во внутреннее время устройства в формате UTC.
- При активных источниках времени, невозможно задать время с помощью дисплея устройства или программы DIGSI 5. Исключением является задание календарного года для активного протокола времени IRIG-B.

Состояние, контроль и сообщения управления временем

Устройство серии SIPROTEC 5 генерирует сообщения состояния и мониторинга, которые предоставляют важную информацию относительно правильности настройки источника времени и состояния внутреннего управления временем во время включения и работы устройства.

Внутренняя синхронизация времени циклически контролируется. Устройство сообщает о важных процессах синхронизации, состоянии источников времени и обнаруженных ошибках. Время устройства, которое стало недействительным, будет отмечено, чтобы затронутые функции могли перейти в безопасный режим.

Сообщение	Описание
Устройство: *Неисправность часов*	Данное сообщение указывает на большую разницу между внутренним временем и временем модуля часов, что недопустимо. Появление сообщения может указывать на дефект модуля часов или на недопустимо большой уход кварца системы. Внутреннее время маркируется, как недействительное.
Управление временем: *Летнее время*	Данное сообщение показывает, выполнен ли переход на летнее время.
Управление временем: *Ручн.установка часов*	Данное сообщение указывает, что время в устройстве было задано вручную с помощью лицевой панели или программы DIGSI 5.
Синхронизация времени: *Сост.ист.времени 1* *Сост.ист.времени 2*	2 этих сообщения указывают на то, что активные источники времени определены, как верные и активные с точки зрения устройства. Если индикация поменялась, то возможно была произведена неверная настройка номера порта или канала на лицевой панели.
Синхронизация времени: *Ош.синхр.врем.*	Данное сообщение по истечении заданного времени **Сообщ.ош.после** указывает на то, что синхронизация с использованием внешнего источника времени была неуспешной.
Синхронизация времени: *Синхронизировано*	Данное сообщение указывает на то, что устройство синхронизировано с точностью лучше 1 µс. Сообщение имеет значение только при использовании функции PMU.

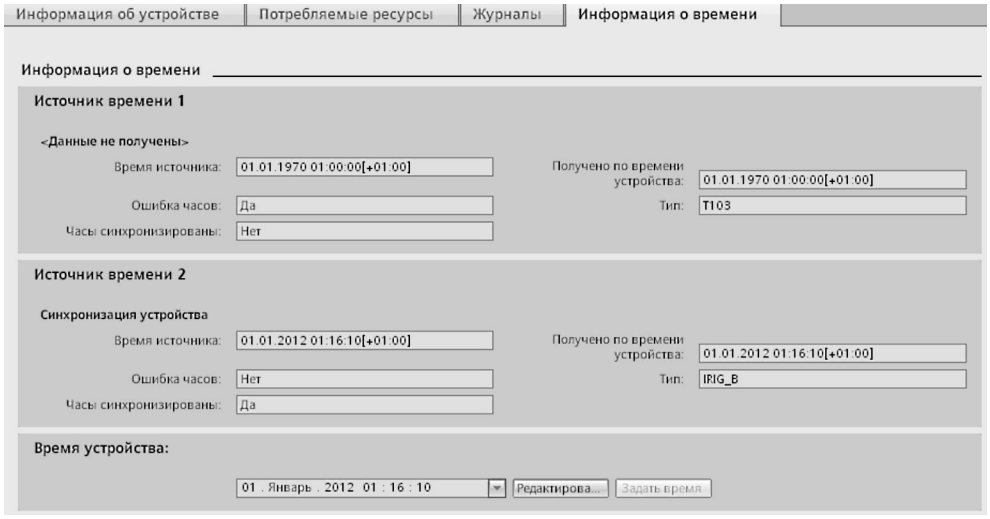


ПРИМЕЧАНИЕ

В случае отсутствия или разрядки аккумулятора устройство запускается без активной внешней синхронизации времени с установленным в устройстве временем 2011-01-01 00:00:00 (UTC).

Программа DIGSI 5 предоставляет возможность обзора состояния синхронизации времени устройства SIPROTEC 5 в режиме онлайн. Все экраны непрерывно обновляются. Вы можете получить доступ к обзору в окне структуры проекта через онлайн доступ.

DIGSI: Онлайн доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве -> **Информация о времени**



[sctimedg-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-73 Информация о времени в программе DIGSI

Для каждого источника времени отображается следующее:

- Последнее полученное время (с датой)
- Время получения последней телеграммы времени
- Заданный тип источника синхронизации
- Сообщение о бездействии или выходе из строя источника синхронизации
- Синхронизировано ли текущее время в устройстве с источником времени

В нижней части отображается время устройства, которое постоянно обновляется. Если внутреннее время устройства и время источника были синхронны в момент получения телеграммы, оба отображаемых времени одинаковы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Все отображаемые времена (а также источник времени) учитывают местный часовой пояс (часовой пояс и переход на летнее время в устройстве) в виде сдвига относительно времени UTC (универсального времени).

3.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Формат даты

- Уставка по умолчанию **Формат даты** = ***ДД.ММ.ГГГГ***

Уставкой **Формат даты** вы задаете отображение даты в формате, принятом в данной местности.

Значение параметра	Описание
ДД.ММ.ГГГГ	День.Месяц.Год: Типовое европейское отображение Пример: 24.12.2010
ММ/ДД/ГГГГ	Месяц/День/Год: Типовое отображение США Пример: 12/24/2010
ГГГГ-ММ-ДД	Год-Месяц-День: Типовое китайское отображение Пример: 2010-12-24

Параметр: Час.пояс ист.времени 1, Час.пояс ист.времени 2

- Уставка по умолчанию **Час.пояс ист.времени 1** = ***местный***, **Час.пояс ист.времени 2** = ***местный***

Уставками **Час.пояс ист.времени 1** и **Час.пояс ист.времени 2** вы задаете обработку часовых поясов внешнего таймера.

Значение параметра	Описание
местный	Местный часовой пояс и переход на летнее время рассматриваются, как часовой пояс относительно времени GMT (время по Гринвичу).
UTC	Формат времени в соответствии с UTC (универсальным временем)

Параметр: Источник времени 1, Источник времени 2

- Уставка по умолчанию **Источник времени 1** = ***нет***, **Источник времени 2** = ***нет***

Уставками **Источник времени 1** и **Источник времени 2** вы можете настроить внешний таймер. Предварительным условием является соответствие конфигурации аппаратуры и интерфейса связи вашего прибора SIPROTEC 5. Это приведено как префикс при выборе в программе DIGSI 5.

Значение параметра	Описание
нет	Источник времени не настроен.
IRIG-B	Синхронизация времени с помощью внешнего GPS-приемника: Устройства SIPROTEC 5 поддерживают несколько вариантов протокола стандарта IRIG-B. • **Отсутствует IRIG-B 002(003)** Биты сигнала функции управления не заданы. Отсутствующее значение года формируется из текущего времени устройства. В данном случае имеется возможность задать год с помощью онлайн доступа из программы DIGSI 5. • **IRIG-B 006(007)** Биты года не равны 00. Год устанавливается автоматически протоколом времени. • **IRIG-B 005(004) с расширением в соответствии с IEEE C37.118-2005** Если в сигнале времени помимо календарного года задействованы биты других функций управления, устройство учитывает дополнительную информацию о секундах координации, летнем времени, сдвиге времени (часовой пояс, летнее время) и точности времени. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2**: Значение данной уставки не оценивается устройством, так как данный протокол либо передает время в формате UTC (универсальное время), либо, в случае местного времени, задает соответствующий сдвиг относительно времени UTC в каждой телеграмме времени.
DCF77	Синхронизация времени с помощью внешнего приемника DCF77 Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***местный*** Примечание: Существуют также часы, которые генерируют сигнал DCF 77, представляющий время в формате UTC. В этом случае должно быть задано время UTC.

Значение параметра	Описание
Защ. Инт.	Синхронизация времени происходит с помощью интерфейсов защиты, настроенных для вашего устройства SIPROTEC 5. В данном случае ведущее по времени устройство преобладает над управлением временем. Времена передачи сигнала через интерфейс связи защиты вычисляются автоматически. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC*** Ведомое устройство, получающее время ведущего устройства серии SIPROTEC 5, получает его системное время в формате UTC (универсальное время).
SNTP	Синхронизация времени выполняется с помощью Ethernet-службы SNTP (SNTP-сервер или по протоколу МЭК 61850). Устройства серии SIPROTEC 5 поддерживают, как Редакцию 1, так и Редакцию 2 в соответствии с МЭК 61850-7-2. В Редакции 2 логические атрибуты LeapSecondsKnown, ClockFailure, ClockNotSynchronized и значение TimeAccuracy содержатся в каждой метке времени. В Редакции 1 данные сигналы содержат уставки по умолчанию. Таким образом гарантируется совместимость с АСУ ТП подстанции для обоих редакций! Чтобы быть доступной в качестве опции синхронизации времени, служба SNTP должна быть активизирована во время конфигурации интерфейсов Ethernet. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC***
МЭК 60870-5-103	Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом МЭК 60870-5-103. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***местный*** Однако, также имеются системы T103, которые передают время в формате UTC.
DNP3	Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом DNP3. В процедуре поддерживаются две характеристики: • **Синхронизация времени с UTC** • **Синхронизация времени с местным временем** Состояние перехода на летнее время не передается. Устройством предполагается, что ведущее устройство DNP3 следует правилам, касающимся начала и окончания летнего времени, заданным для устройства. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC*** – это текущая реализация, ***местный*** относится к более ранним реализациям.
IEEE 1588	Время синхронизируется с помощью главного синхронизирующего устройства IEEE 1588. В этом случае устройства SIPROTEC 5 работают только в качестве ведомых часов. IEEE 1588 V2 получает поддержку от служб P2P и транспортировки Ethernet. Чтобы быть доступной в качестве опции синхронизации времени, служба IEEE 1588 должна быть активизирована во время конфигурации интерфейсов Ethernet. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC***.

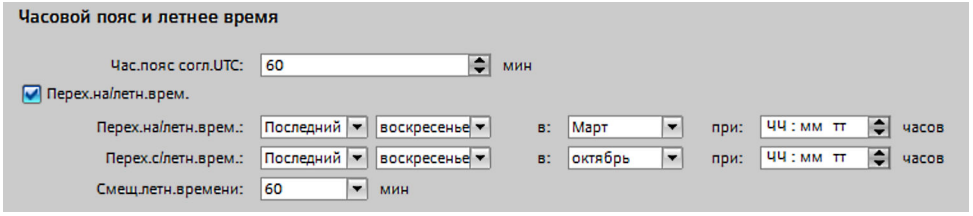
Параметр: Сообщ.ош.после

- Уставка по умолчанию **Сообщ.ош.после** = ***600 с***

Уставкой **Сообщ.ош.после** вы задаете выдержку времени, по истечению которой будет выдан сигнал о неуспешных попытках синхронизации времени с внешним источником времени.

Параметр: Часовой пояс и летнее время

Данный блок уставок содержит все уставки, относящиеся к заданию местного часового пояса и перехода на летнее время вашего устройства SIPROTEC 5. В дополнение к индивидуальным уставкам, задайте основные уставки путем предварительного выбора с помощью кнопок с зависимой фиксацией или окошек флажка.



[sctimezo-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-74 Уставки часового пояса и перехода на летнее время в программе DIGSI

Кнопка выбора	Описание
Уставки, задающиеся вручную (местный часовой пояс и летнее время)	Данная уставка должна быть выбрана, если необходимо выбрать местный часовой пояс, а также начало и окончание летнего времени для устройства SIPROTEC 5 независимо от настроек ПК. Ввод: **Сдвиг часового пояса относительно времени по Гринвичу** [мин] Выбрать: **Переход на летнее время** [да/нет] с помощью флажка в окошке  • Ввод: **Начало летнего времени** [Дата и время] • Ввод: **Окончание летнего времени** [Дата и время] • Ввод: **Смещение времени при переходе на летнее время** [мин] • Уставки по умолчанию приведены на рисунке выше.

3.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
СинхрВрем				
_:102	СинхрВрем:Источник времени 1		• нет • PPM • IRIG-B • DCF77 • Блок синхронизации • Защ. Инт. • SNTP • МЭК 60870-5-103 • PROFIBUS DP • Modbus • DNP3 • IEEE 1588 • МЭК 60870-5-104	нет
_:103	СинхрВрем:Ист.врем. 1,порт		• порт J • порт F • порт E • порт P • порт N • порт G	
_:104	СинхрВрем:Ист.врем. 1,канал		• Кан1 • Кан2	
_:105	СинхрВрем:Источник времени 2		• нет • PPM • IRIG-B • DCF77 • Блок синхронизации • Защ. Инт. • SNTP • МЭК 60870-5-103 • PROFIBUS DP • Modbus • DNP3 • IEEE 1588 • МЭК 60870-5-104	нет
_:106	СинхрВрем:Ист.врем. 2,порт		• порт J • порт F • порт E • порт P • порт N • порт G	
_:107	СинхрВрем:Ист.врем. 2,канал		• Кан1 • Кан2	
_:108	СинхрВрем:Час.пояс ист.времени 1		• UTC • местный	местный
_:109	СинхрВрем:Час.пояс ист.времени 2		• UTC • местный	местный
_:101	Синхр-Врем:Сообщ.ош.после		0 с до 3600 с	600 с

3.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управл.врем.			
_:300	Управл.врем.:Летнее время	Неактивно SPS	O
_:301	Управл.врем.:Ручн.установка часов	Неактивно SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
СинхрВрем			
_:303	СинхрВрем:Сост.ист.времени 1	Неактивно SPS	O
_:304	СинхрВрем:Сост.ист.времени 2	Неактивно SPS	O
_:305	СинхрВрем:Ош.синхр.врем.	Неактивно SPS	O
_:306	СинхрВрем:Секунда координации	Неактивно SPS	O
_:307	СинхрВрем:Синхронизировано	Неактивно SPS	O

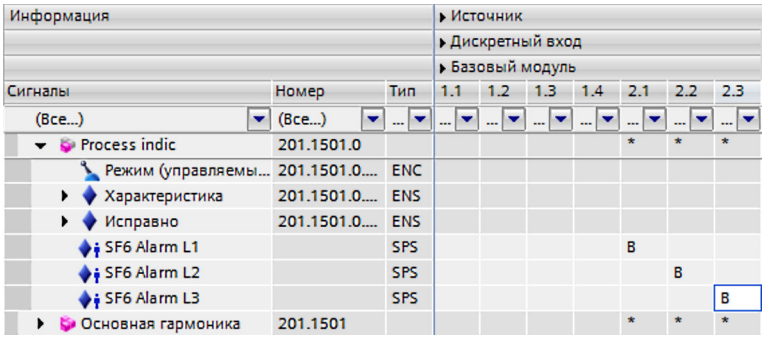
3.7 Определяемые пользователем объекты

3.7.1 Обзор

В **определяемой пользователем функциональной группе** вы можете использовать **определяемый пользователем функциональный блок** для группировки определяемых пользователем объектов, которые вы найдете в библиотеке DIGSI 5 в разделе **Определяемые пользователем функции**.

В определяемый пользователем функциональный блок вы можете ввести однопозиционные сообщения, сообщения пуска и срабатывания защит (ACD, ACT), однопо- и двухпозиционные команды, команды с контролируемым целым числом, а также измеренные величины, и присвоить название группе, например, **Сообщения технологического процесса** для группы с однопозиционными сообщениями, которые считываются с дискретных входов.

Функциональность может быть добавлена как на уровне функциональной группы (самый высокий уровень в устройстве), так и на уровне функций в существующей функциональной группе.



[scbenutz-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-75 Ранжирование информации путем использования добавляемых сообщений технологического процесса, определяемых пользователем, и функционального блока однопозиционных сообщений

3.7.2 Основные типы данных

Следующие типы данных доступны для заданных пользователем объектов в библиотеке DIGSI 5 в **Определяемые пользователем сигналы**.

Однопозиционное сообщение (Тип SPS: однопозиционный статус)

Статус дискретного входного сигнала можно зарегистрировать в форме однопозиционного сообщения или передать как дискретный результат из схемы CFC.

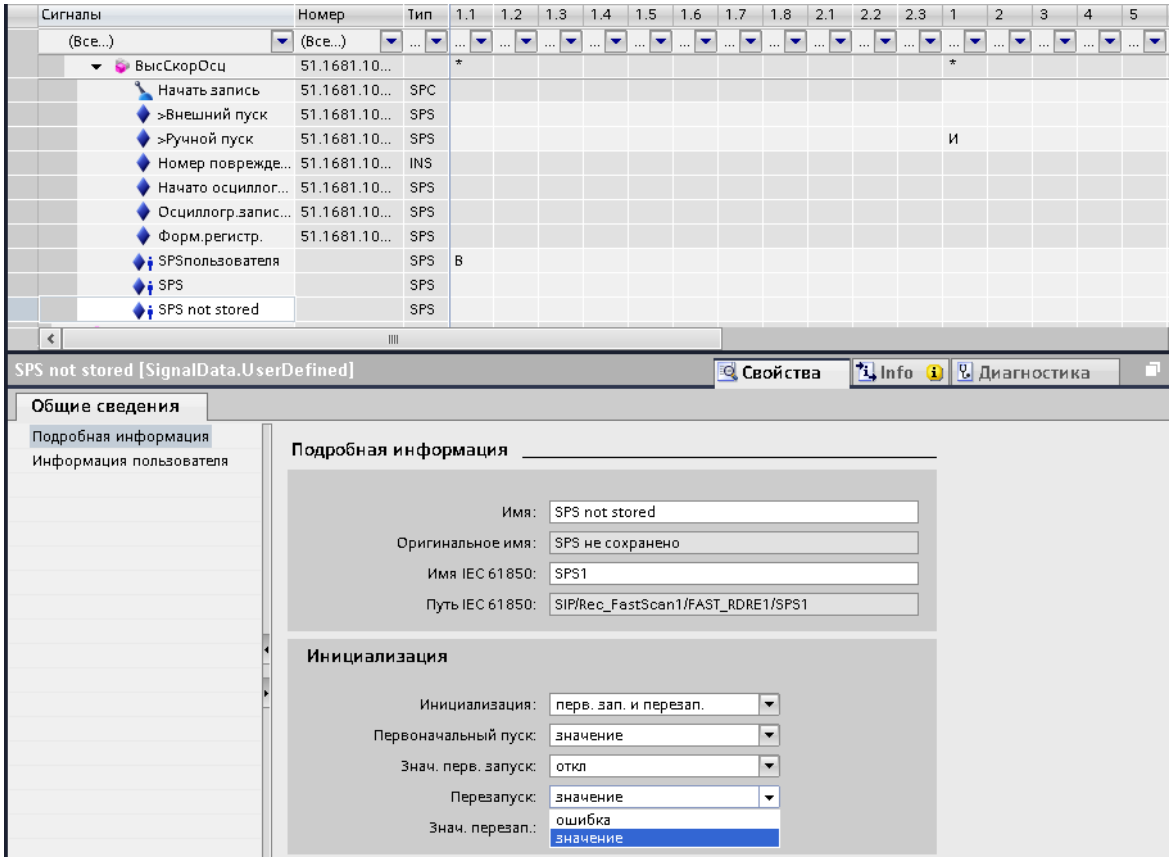
ПРИМЕР

Сбор данных с помощью дискретного входного сигнала, дальнейшая обработка в CFC и/или сигнализация с помощью светодиодов.

Однопозиционное сообщение (тип "SPS не сохранено": однопозиционное сообщение без запоминания)

В отличие от однопозиционных сообщений **SPS** состояние сообщения **SPS не сохранено** не сохраняется после перезапуска устройства.

Для этой цели перейдите в меню **Свойства > Сведения > Инициализация > Перезапуск**, чтобы установить ***Значение***.



[scspsfas-140613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-76 Однопозиционное сообщение "SPS не сохранено" (Пример: Осциллограф 7KE85)

Двухпозиционное сообщение (Тип "DPS": двухпозиционный статус)

При использовании двухпозиционного сообщения могут одновременно фиксироваться статусы двух дискретных входов и отображаться в сообщение с 4 возможными состояниями (***ВКЛ.***, ***Промежуточное положение***, ***ВЫКЛ.***, ***Положение неисправности***).

ПРИМЕР

Сбор информации о положении разъединителя или выключателя.

Команда-маркер (Тип "SPC", однопозиционная команда)

Этот тип данных можно использовать как команду без обратной связи для простой сигнализации или как внутреннюю переменную (маркер).

Статус целого числа (Тип INS)

Тип данных **INS** можно использовать для создания целого числа, которое представляет результат CFC.

ПРИМЕР

Выходной сигнал блока CFC **ADD_D** можно соединить с типом данных **INS**. Результат можно отобразить на дисплее устройства.

Команда с однопозиционной обратной связью (SPC, однопозиционная команда)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которая затем отслеживается с помощью одной обратной связи.

Команда с двухпозиционной обратной связью (DPC, двухпозиционная команда)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которая затем отслеживается с помощью двухпозиционного сообщения в качестве обратной связи.

Команда с целым числом (INC, Состояние целочисленного управления)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которая затем отслеживается с помощью целого числа в качестве обратной связи.

Измеряемая величина (MV)

Этот тип данных предоставляет измеренные величины, которые можно использовать как результат CFC, например.



ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнительные типы данных можно найти в других разделах библиотеки DIGSI 5, а также в соответствующих функциональных блоках. Используются следующие типы данных:

- счетно-импульсные величины (см. **Определяемые пользователем функции** в библиотеке DIGSI 5)
- Отпайки трансформатора
- Данные учета

Информация об активации защиты (ACT)

Этот тип данных используется при работе функций защиты на **Отключение**. Он доступен в библиотеке для приема информации о защите через интерфейс данных защиты , которая может также сигнализировать **Отключение**.

Информация об активации защиты с направлением (ACD)

Этот тип данных используется при работе функций защиты на **Пуск**. Он доступен в библиотеке для приема информации о защите через интерфейс данных защиты , которая может также сигнализировать **Пуск**. Кроме того, и ACD и ACT можно генерировать и обрабатывать с помощью схем CFC.

3.7.3 Счетно-импульсные величины и значения измеренной энергии

Измеренные импульсные значения

Счетно-импульсные величины доступны как тип данных **BCR** (показания дискретного счетчика) в функциональной группе **Трансформатор**, а также в функциональной группе **Выключатель**. Здесь вы найдете **Счетно-импульсные величины** в составе**Измеренные значения**/**Определяемые пользователем значения**/**Счетно-импульсная величина**.

Описание функций и параметры счетно-импульсных величин можно найти в главе *9.9.1 Описание функции учитываемого значения импульса*.

Учитываемые значения энергии

Пользователю больше не нужно создавать отдельно учитываемые значения энергии. Они доступны как активная и реактивная мощность для опорных значений и определения направления в каждой

функциональной группе**Трансформатор**. Вычисление базируется на трансформаторах тока и напряжения, связанных с трансформатором.

Подробную информацию можно найти в функциональной группе **Трансформатор** в главе *9.8.1 Описание функций величин энергии*

3.7.4 Дополнительные типы данных

В системе также используются следующие типы данных, но они не содержатся в каталоге сообщений общего пользования:

- **ENC** (Пронумерованная уставка элемента управления)
  Тип данных **ENC** моделирует команду, с помощью которой пользователь может задать предварительно установленные значения.
- **ENS** (Пронумерованный статус)
  Это целое значение, которое определяет состояние объекта.
- **WYE** (фазные относительные измеренные величины трехфазной системы)
- **DEL** (линейные относительные измеренные величины трехфазной системы)
- **SEQ** (Последовательность)
- **CMV** (Комплексная измеряемая величина)
- **BSC** (Бинарная величина положения РПН с элементом управления)
  Тип данных **BSC** можно, например, использовать для управления РПН трансформатора. Может выдаваться команда **вверх**, **вниз**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Положение РПН находится в коммутационном элементе **РПН трансформатора**. Когда коммутационный элемент создается в устройстве, положение РПН трансформатора доступно как объект данных типа **BSC** (РПН с управлением бинарным входом и с информацией о положении отпаек).

3.8 Другие функции

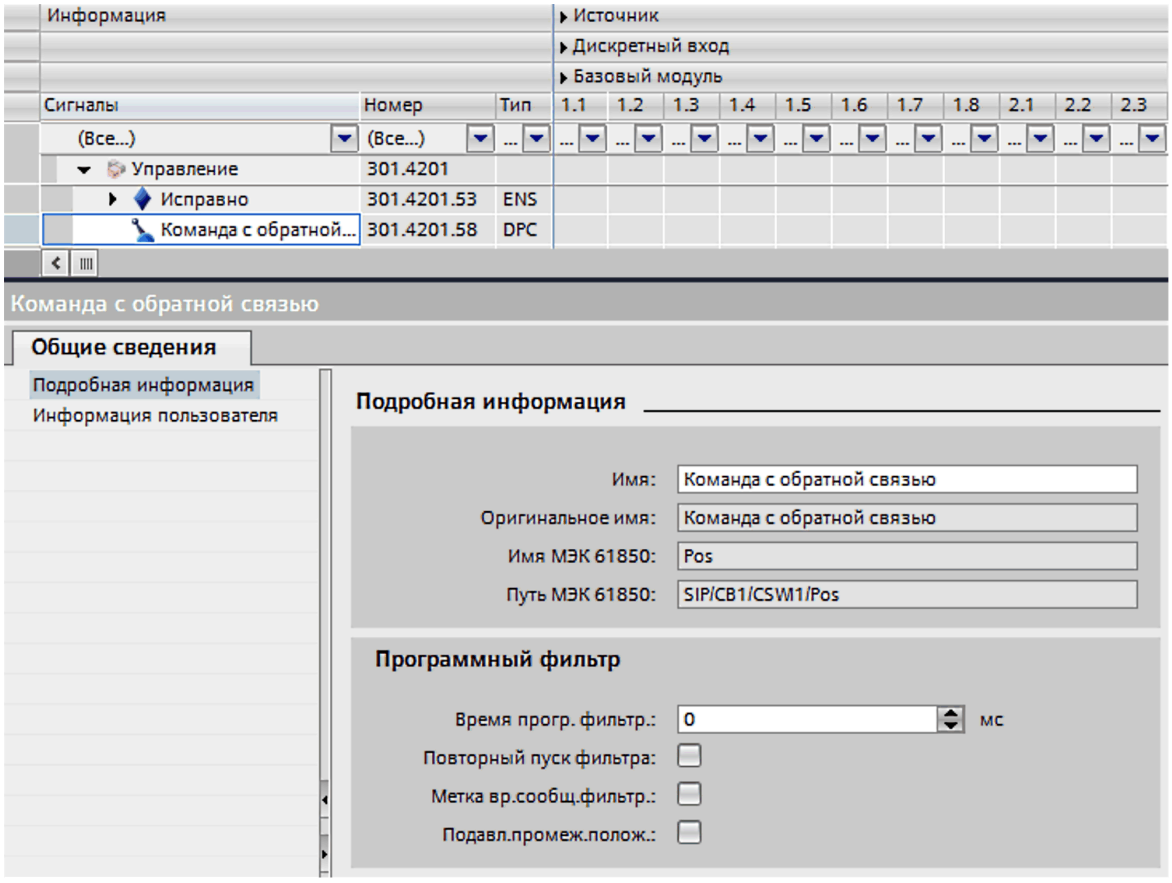
3.8.1 Фильтрация и блокировка от дребезга входных сигналов

Возможна фильтрация входных сигналов для подавления быстрых изменений на дискретном входе. Блокировка от дребезга может использоваться для предотвращения засорения списка событий постоянно изменяющимися сообщениями. После настраиваемого числа изменений индикация блокируется на определенный период.

Параметры фильтрации индикации можно найти в отдельных сигналах. На следующем рисунке показаны уставки на примере регулируемого параметра (положение переключателя автоматического выключателя).

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки доступны только в функциональном блоке **Управление** автоматического выключателя или разъединителя, а не функциональном блоке **Выключатель** и не функциональном блоке **Разъединитель**, поскольку эти функциональные блоки содержат фактическое нефильтрованное положение переключателя в ячейке.

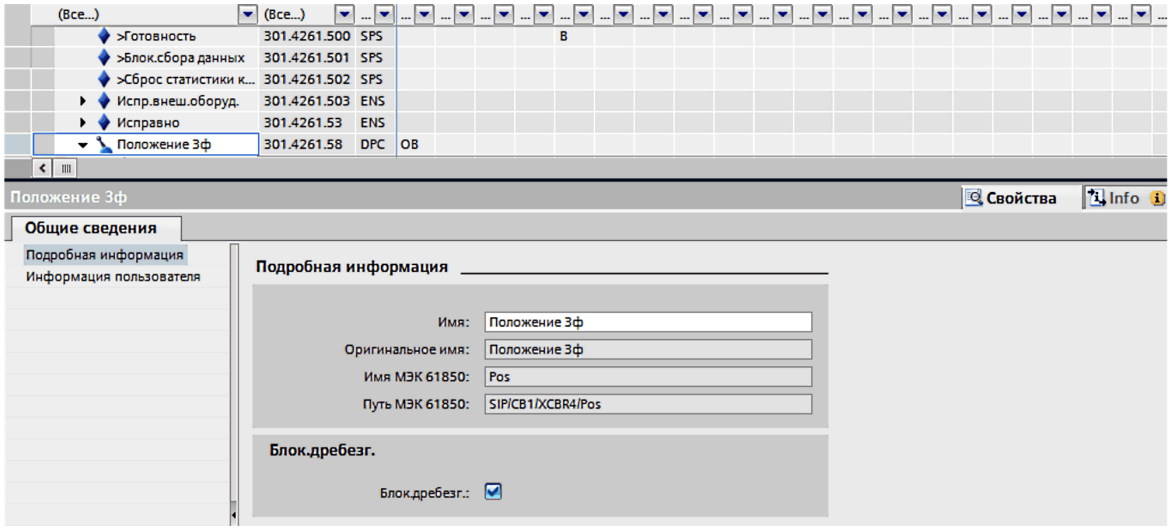


[sclsposi-291110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-77 Уставки для положения автоматического выключателя

Значения параметра **Время программной фильтрации** могут быть заданы в диапазоне от 0 мс до 86400000 мс (1 сутки) с шагом 1 мс. Флажок **Повторный пуск фильтра** определяет, должен ли программный фильтр перезапускаться путем изменения с 1 на 0 и обратно. При активации флажка **Метка вр.сообщ.фильтр.** возвращается метка времени за вычетом заданного времени программной фильтрации и фиксированного времени аппаратной фильтрации. В этом случае метка времени соответствует фактическому изменению состояния сигнала.

Блокировка при дребезге может быть включена или выключена в рамках задания параметров функционального блока **Выключатель** или **Разъединитель**.



[scflatte-291110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-78 Уставки блокировки при дребезге

Настройки функции блокировки при дребезге осуществляется централизованно для всего устройства посредством DIGSI. Доступ к ним можно получить в виде параметров в функциональной группе **Общие данные** (см. следующий рисунок).

Ниже приводится описание уставок блокировки при дребезге (см. *Рисунок 3-79*):

- **`Допустимое колличество изменения состояния`**

  Это число указывает, как часто состояние сигнала может переключаться в течение времени тестирования дребезга и времени проверки дребезга. Если это число превышено, сигнал будет блокироваться или будет оставаться блокированным.

  Введите в этом поле значение от 0 до 65535. Если указано значение 0, блокировка при дребезге отключается.

- **`Время тестирования дребезга`**

  На протяжении этого времени проверяется количество изменений состояния сигнала. Отсчет этого времени запускается, если блокировка от дребезга сконфигурирована по крайней мере для одного сигнала, и состояние этого сигнала изменяется. По истечении установленного времени таймер автоматически сбрасывается (время цикла).

  Введите в это поле число от 1 до 65 535. Введенное число соответствует времени в секундах.

- **`Количество испытаний на дребезг`**

  Это число указывает максимальное количество циклов проверки, которые будут выполняться до тех пор, пока сигнал не будет заблокирован. В этом случае устанавливаются сообщения **Group warning** [Групповое предупреждение] (группа **Alarm handling** [Обработка тревожного сигнала]) и **Chatter blocking** [Блокировка от дребезга] (группа **Device** [Устройство]). Перезапуск устройства опять снимает эту блокировку.

  Введите в этом поле значение от 0 до 32767. Здесь допускается использовать бесконечное значение (∞).

  Это значение вводится в виде строки символов oo.

- **Время ожидания дребезга**

  Если количество допустимых изменений состояния сигнала превышается в течение первого времени тестирования дребезга или в течение второго времени тестирования дребезга, запускается в действие параметр **chatter idle time** (время ожидания дребезга). Сигнал блокируется в течение этого времени.

  Введите в это поле число от 1 до 65 535. Введенное число соответствует времени в минутах. Ввод значения возможен только в том случае, если число проверок на дребезг не равно 0.

  Пример: Если, например, здесь указывается значение 1 мин, и начинается блокировка сигнала в связи с дребезгом, фактическая бестоковая пауза может длиться от 1 мин до 1 мин и 59 с.

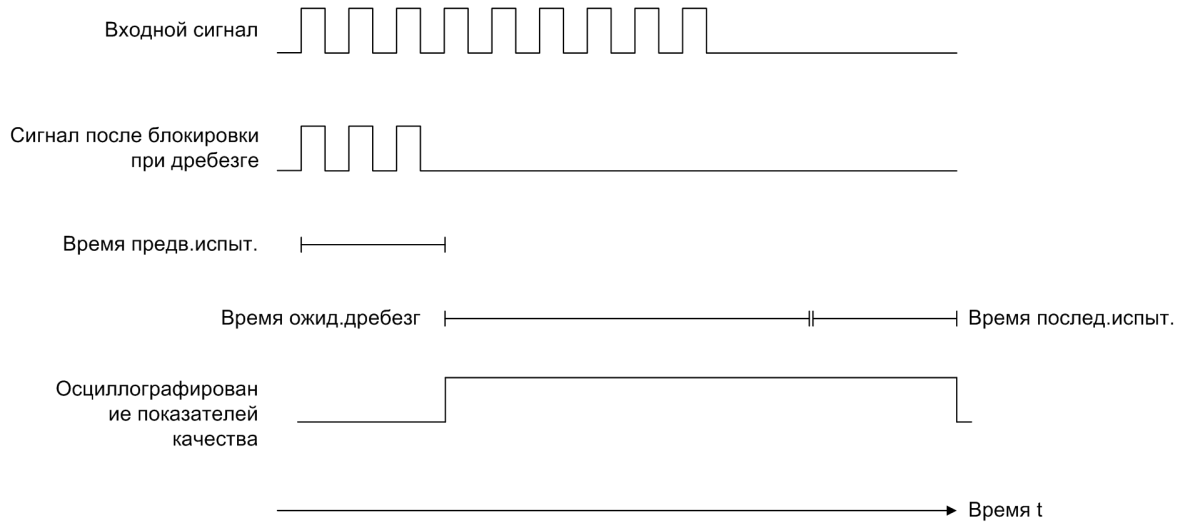
- **Время тестирования дребезга**

  В течение этого второго времени тестирования снова проверяется количество изменений состояния сигнала. Отсчет времени начинается, когда истекает время, заданное параметром **chatter idle time** (время ожидания дребезга). Если число изменений состояния находится в допустимых пределах, сигнал разблокируется. В противном случае начинается дополнительная бестоковая пауза, если не достигнуто максимальное количество проверок на дребезг.

  Введите в это поле число от 2 до 65 535. Введенное число соответствует времени в секундах. Ввод значения возможен только в том случае, если число проверок на дребезг не равно 0.

После установки блокировки на дребезг соответствующему сигналу присваивается атрибут достоверности **колебательный**, и в журнал рабочих сообщений вносится соответствующая запись.

На следующем рисунке показан пример использования блокировки от дребезга для однопозиционного сообщения (тип SPS). Количество допустимых изменений состояния равно 5. После 5 изменений состояния сигнал устанавливается в исходное состояние и ему присваивается показатель достоверности **колебательный**.



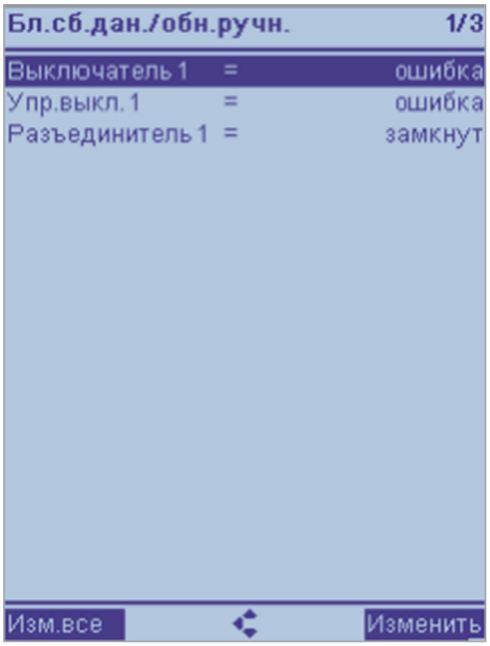
[dwflatsp-140212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-79 Изменение сигнала во время блокировки на дребезг

3.8.2 Блокировка сбора данных и обновление вручную

Во время ввода в эксплуатацию, технического обслуживания или тестирования может быть полезным кратковременное подключение логических сигналов и дискретных входов. Эта функция позволяет вручную обновить состояние коммутационного устройства, не предоставляющего обратной связи должным образом. Перед тем, как это использовать, необходимо включить блокировку сбора данных.

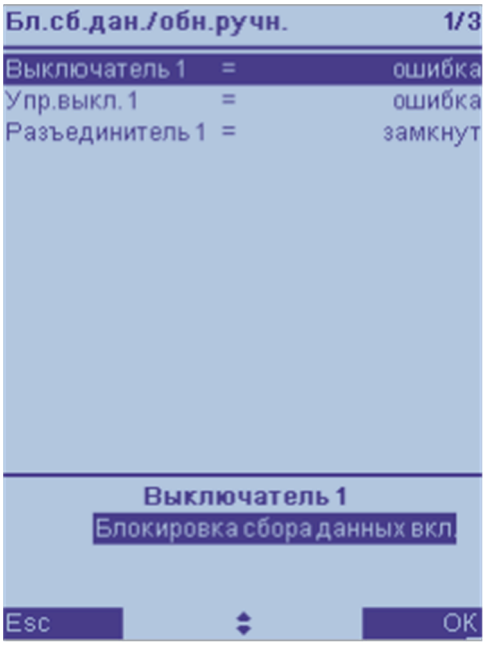
Установите функцию блокировки сбора данных в меню экрана устройства: **Команды > Оборудование > Обновление вручную блокировки сбора данных**. Если доступны несколько коммутационных устройств, выберите нужное. При нажатии кнопки **Изменить** будет запрошен ID подтверждения. После ввода кода подтверждения функция блокировки сбора данных включается, когда нажимают кнопку **OK**.



[scerfass-280513-01.tif, 1, ru_RU]

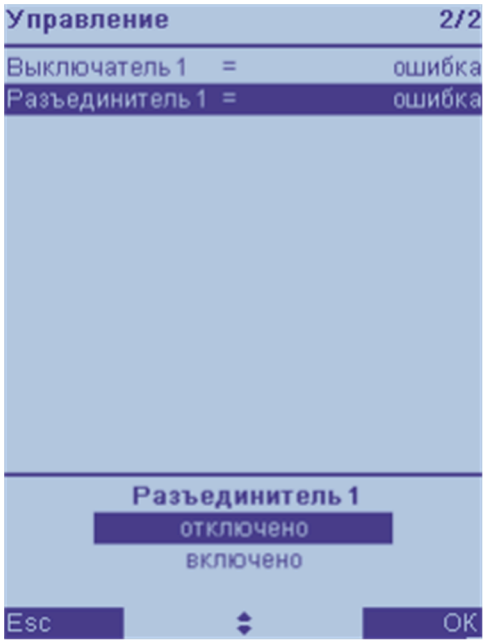
Рисунок 3-80 Активизация блокировки сбора данных

Обновление вручную коммутационного устройства возможно в том же меню. Используйте в меню пункт **Изменить**, чтобы выбрать функцию **Обновление вручную**. После этого выберите обновление настроек коммутационное устройство вручную и подтвердить выбор, нажав **OK**. Будет отображено положение коммутационного устройства, обновленное вручную.



[scstatus-280513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-81 Активируйте ручное обновление



[scstatu2-280513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-82 Выбор положения

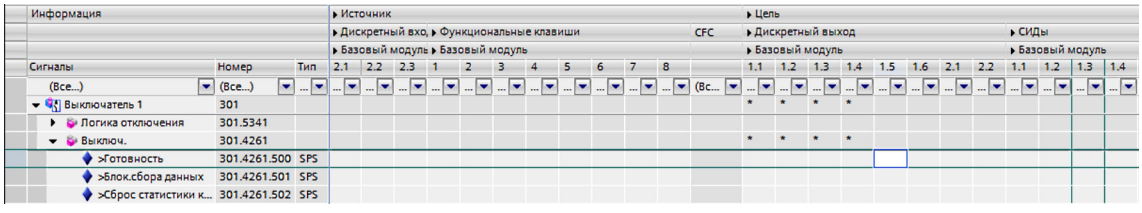
ПРИМЕЧАНИЕ

По соображениям безопасности, обновление вручную возможно только непосредственно через панель на месте эксплуатации устройства, а не через DIGSI 5.

ПРИМЕЧАНИЕ

Настройка блокировки сбора данных и последующее обновление вручную возможны также через системный интерфейс IEC 61850.

Блокировка сбора данных может также быть включена через дискретный вход. Таким образом, блокировку сбора данных можно задать для одного или нескольких коммутационных устройств фидера одновременно с помощью внешнего выключателя, чтобы отключить присоединение. Для этой цели каждое коммутационное устройство в функции **Коммутирующее устройство** (выключатель или разъединитель) имеет входной сигнал **>Блок.сбора данных**. Этот сигнал можно также задать из CFC.



[scbeerfa-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-83 Входной сигнал >Блокировка сбора данных коммутационного устройства

ПРИМЕЧАНИЕ

Блокировки выполняются при изменениях состояния коммутационного устройства. Снова удалите вручную блокировку сбора данных. В противном случае изменения положения коммутационного устройства не обнаруживаются и блокировки являются неэффективными.

Если блокировка сбора данных и положение, обновляемое вручную, устанавливаются с помощью рабочей панели устройства или системного интерфейса IEC 61850, эти функции удерживаются, пока блокировка сбора данных не будет отключена вручную. При первоначальном запуске устройства блокировка сбора данных отключена.

За исключением случая перезапуска блокировка сбора данных и обновляемое вручную положение удерживаются.

Если блокировка сбора данных активизируется через входной сигнал **>Блок.сбора данных**, она удерживается до тех пор, пока активен двоичный вход.

Для установки блокировки сбора данных в коммутационном устройстве возможны следующие источники управляющей команды:

- рабочая панель устройства;
- системный интерфейс IEC 61850;
- входной сигнал **>Блок.сбора данных**.

Все источники управляющей команды связываются в операциях ИЛИ, т. е. блокировка сбора данных остается установленной до тех пор, пока не будут отключены все источники.

После отключения блокировки сбора данных фактическое положение коммутационного устройства принимается и отображается на рабочей панели устройства.



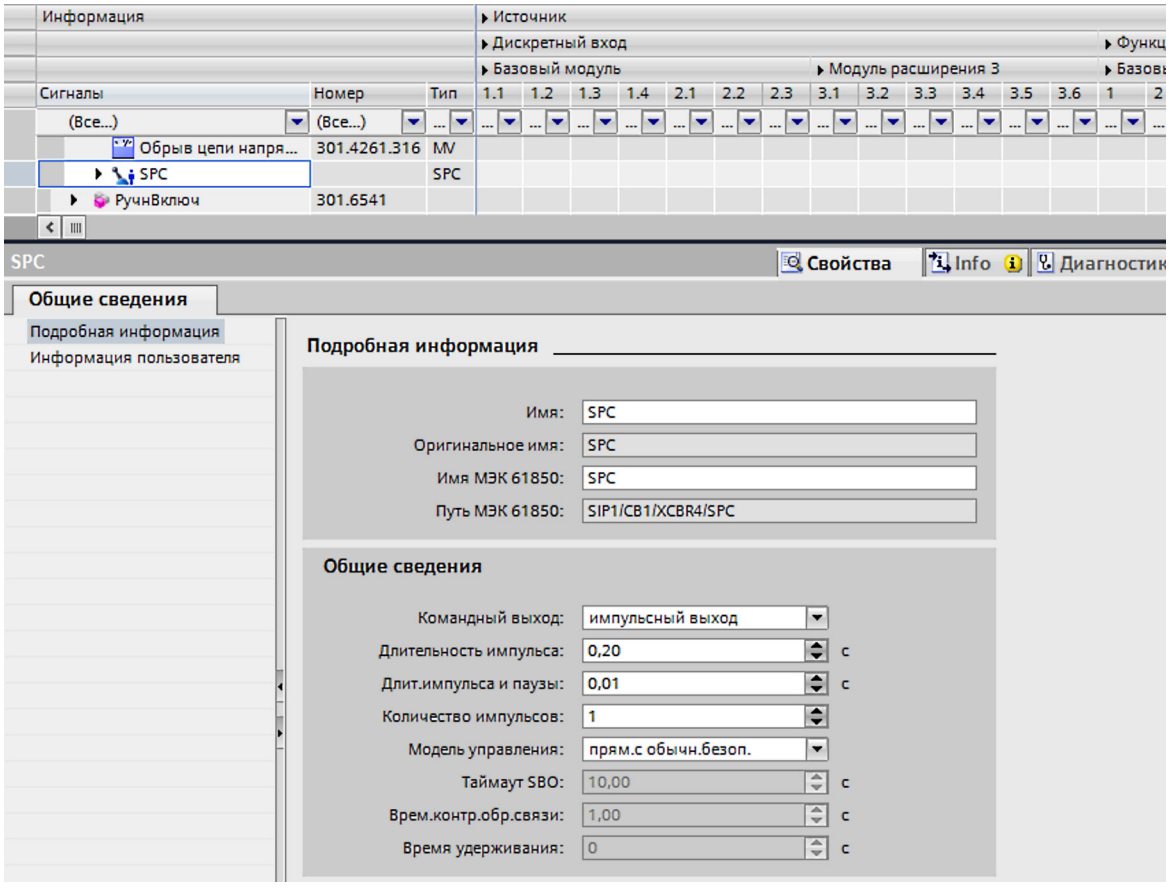
ПРИМЕЧАНИЕ

Если блокировка сбора данных активизируется или коммутационное устройство обновляется вручную в то время, как все устройство или коммутационное устройство находится в тестовом режиме, эти состояния не сохраняются. После перезапуска блокировка сбора данных и обновление вручную не сохраняются.

3.8.3 Длительные команды

В дополнение к командам на переключение, которые выдаются в виде импульсов и хранятся для стандартных коммутационных устройств (выключатель, разъединитель), возможны также длительные команды. В этом случае необходимо различать органы управления с режимом работы **Длительный выход** и сохранённый выход сигнала, устойчивый к сбросу.

Можно изменить режим работы средства управления с импульсного на постоянный с помощью параметра **Командный выход**.



[scbefehl-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-84 Установка типа команды в DIGSI 5

Выберите ***Импульсный выход*** или ***Длительный выход*** в качестве типа командного выхода. В случае, если выбрана длительная команда, параметр Импульсный выход не используется.

3.9 Общие указания по заданию уставок защитных функций

3.9.1 Обзор

Пороговые значения функций защиты можно задать непосредственно с устройства или с помощью DIGSI 5.

Для определения параметров защиты была реализована инновационная конструкция.

Вы можете переключать режим редактирования между следующими уставками:

- Первичные
- Вторичные
- Процент

Если изменить вид отображения уставок, DIGSI 5 рассчитывает параметры двух неактивных видов в фоновом режиме. Если вы хотите сохранить, например, перевод во вторичные значения, переключитесь на первичные величины. Настройте все параметры и переключитесь в режим отображения вторичных величин.

Режим редактирования: Первичные

Параметры задаются как первичные значения и, таким образом, непосредственно соответствуют первичной системе. Ручное преобразование во вторичные значения не требуется.

Режим редактирования: Вторичные

Параметры соответствуют вторичной стороне трансформатора. Это означает, что параметры должны быть преобразованы. Уставки во вторичных значениях представляют собой обычный вид параметров. При испытаниях вторичными величинами значения пуска можно считывать напрямую.

Режим редактирования: Процент

Данный тип настройки предпочтителен для электрических машин (генераторов, трансформаторов, двигателей и сборных шинах). Значения параметров могут быть стандартизованы независимо от размера машины. Справочные значения для уставок в процентах представляют с собой номинальные значения для функциональных групп, например, номинальное напряжение и номинальный ток или номинальная полная мощность. Таким образом, значения параметров связаны исключительно с первичными уставками. Если используются другие опорные значения, тогда этот факт документируется для соответствующей функции защиты в указаниях по применению и вводу уставок.

Если выбираются параметры, может оказаться, что они устанавливаются только в процентах во всех трех представлениях уставок.

Рекомендация по последовательности задания уставок

При конфигурации функций защиты Siemens рекомендует следующую процедуру:

- Сначала задайте коэффициенты трансформации трансформаторов. Вы можете найти их в разделе **Системные данные**.
- Кроме того, установите опорные параметры для настройки процентов. Эти параметры находятся в функциональной группе, например в функциональной группе **Трансформатор** в пункте "Общие узлы" в разделе "Номинальные значения и данные катушки".
- После этого задайте параметры функций защиты.

  Если данные трансформатора изменились после завершения задания параметров защиты, останьтесь на листе параметров (например, первичные уставки) и измените данные трансформатора. В фоновом режиме DIGSI 5 получит новые параметры в неактивном виде (например, новые вторичные значения).

В приведенных ниже разделах объясняется на примерах, как изменить коэффициенты трансформации трансформатора в DIGSI 5 с помощью соответствующих вариантов.

3.9.2 Изменение коэффициентов трансформации в DIGSI 5

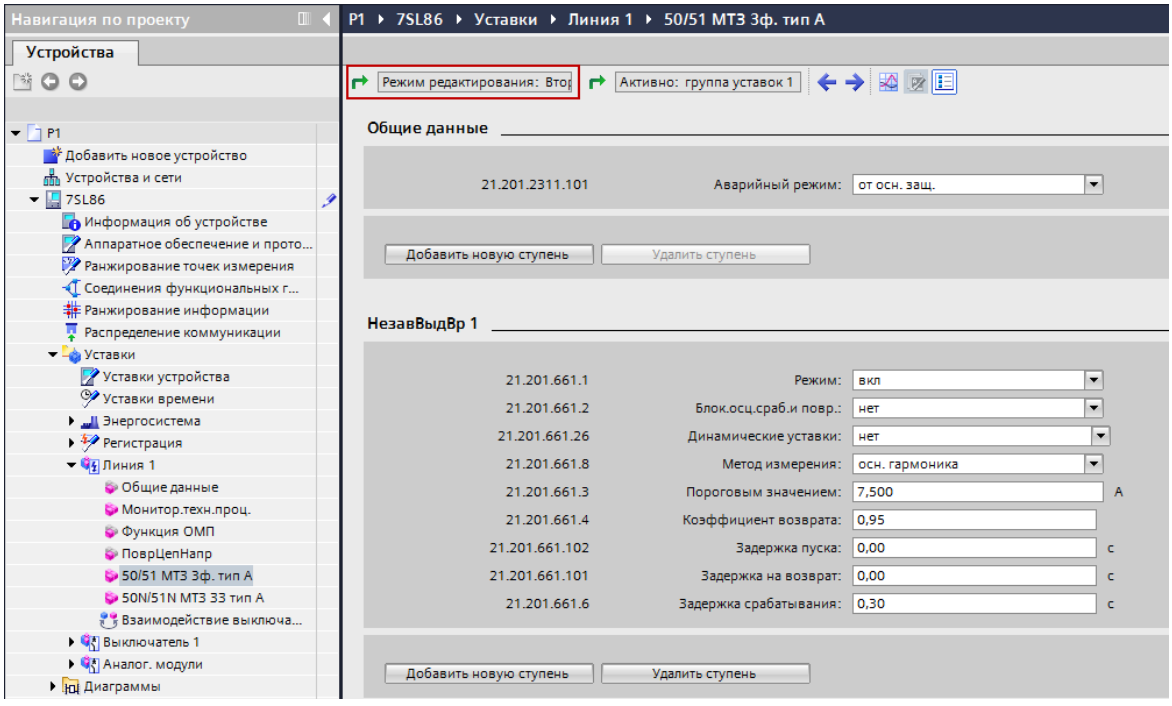
По умолчанию DIGSI 5 работает в режиме редактирования **Вторичные**.

В следующем примере показано, как можно изменить коэффициент трансформации в DIGSI 5, и какое влияние это оказывает на уставки в видах **Первичные** и **Вторичные**. Уставки защиты рассматриваются на примере функции **Максимальная токовая защита**.

Предполагаются следующие данные:

Трансформатор тока:	1000 A/1 A
Значение пуска защиты:	1,5 A

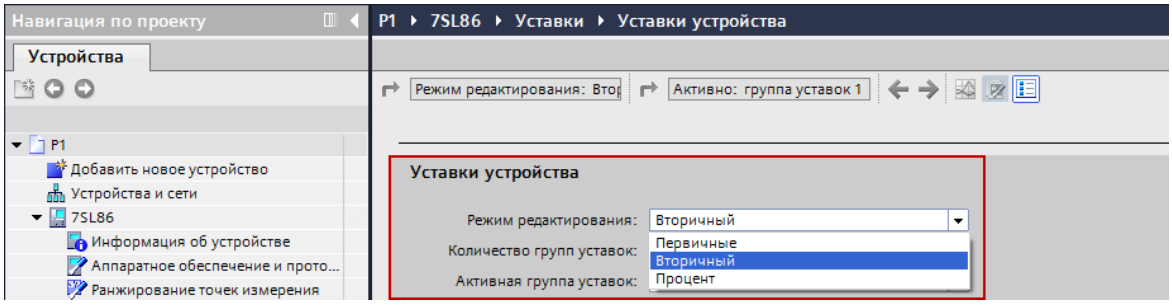
На приведенном ниже рисунке показана уставка защиты функции **Максимальная токовая защита (МТЗ)** во вторичных величинах. Пороговое значение установлено равным 1,5 A.



[scmodsek_1, 1, ru_RU]

Рисунок 3-85 Уставки защиты, отображение активного листа уставок

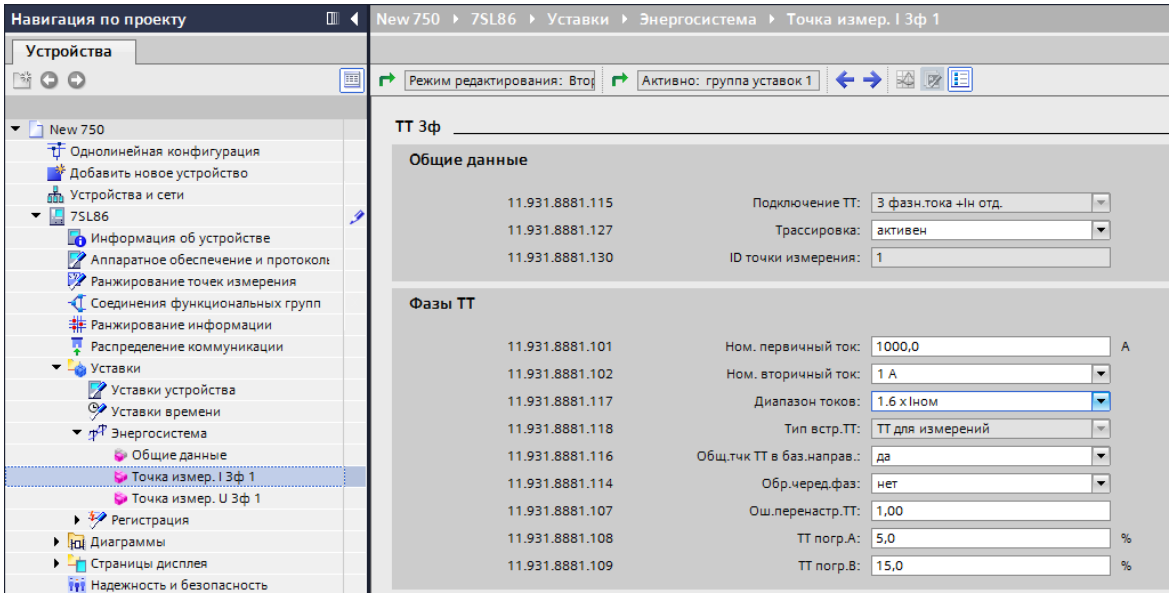
Если щелкнуть зеленую стрелку в верхнем левом углу листа уставок, откроется окно переключения представлений уставок (см. следующий рисунок). Выберите предпочитаемый вид параметров.



[scmodums_2, 1, ru_RU]

Рисунок 3-86 Переключение в требуемое представление уставок

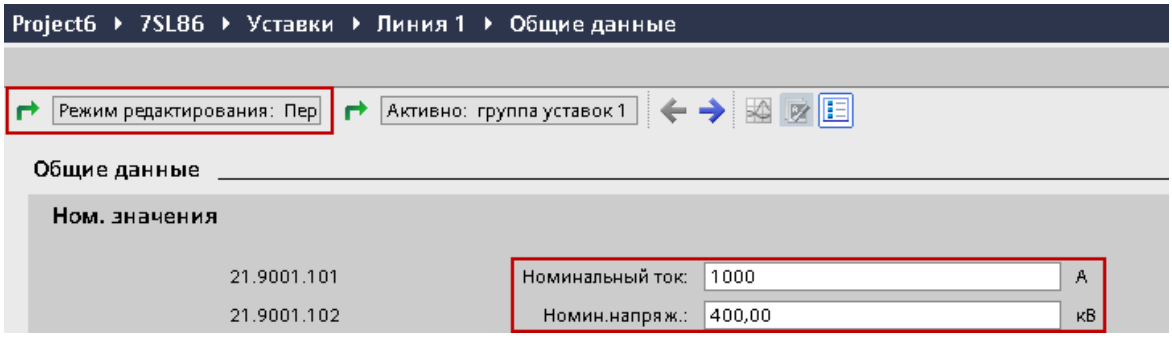
На приведенных ниже рисунках показана последовательность задания уставок в режиме редактирования **Первичные**. Задайте параметры трансформатора тока. В этом примере трансформатор имеет коэффициент трансформации 1000 A/1 A.



[scpwandl_3, 1, ru_RU]

Рисунок 3-87 Лист уставок: Данные трансформатора

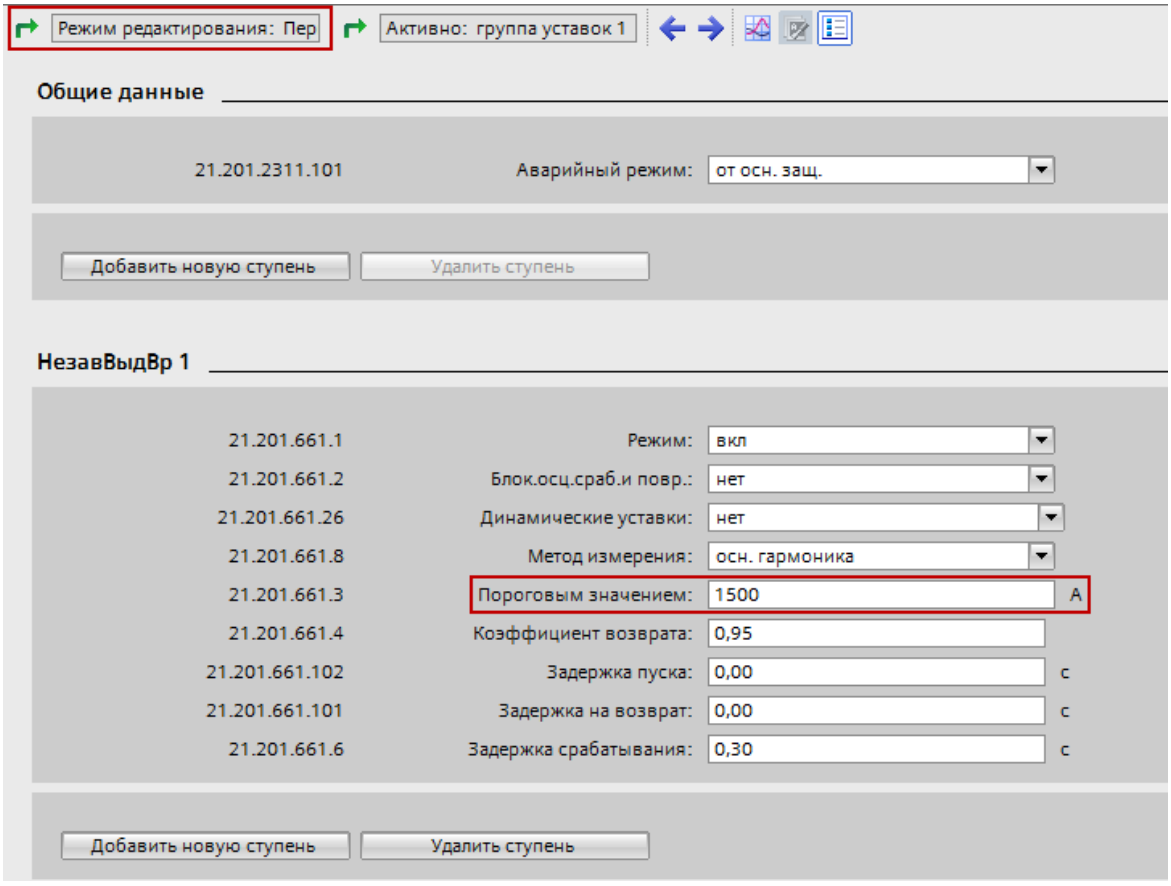
В функциональной группе в функциональной группе **Трансформатор** - данные трансформатора (см. рисунок ниже). Номинальный ток при номинальном напряжении и номинальная полная мощность являются базисными значениями для уставок в процентах.



[scproref_4, 1, ru_RU]

Рисунок 3-88 Опорные данные для параметров в процентах

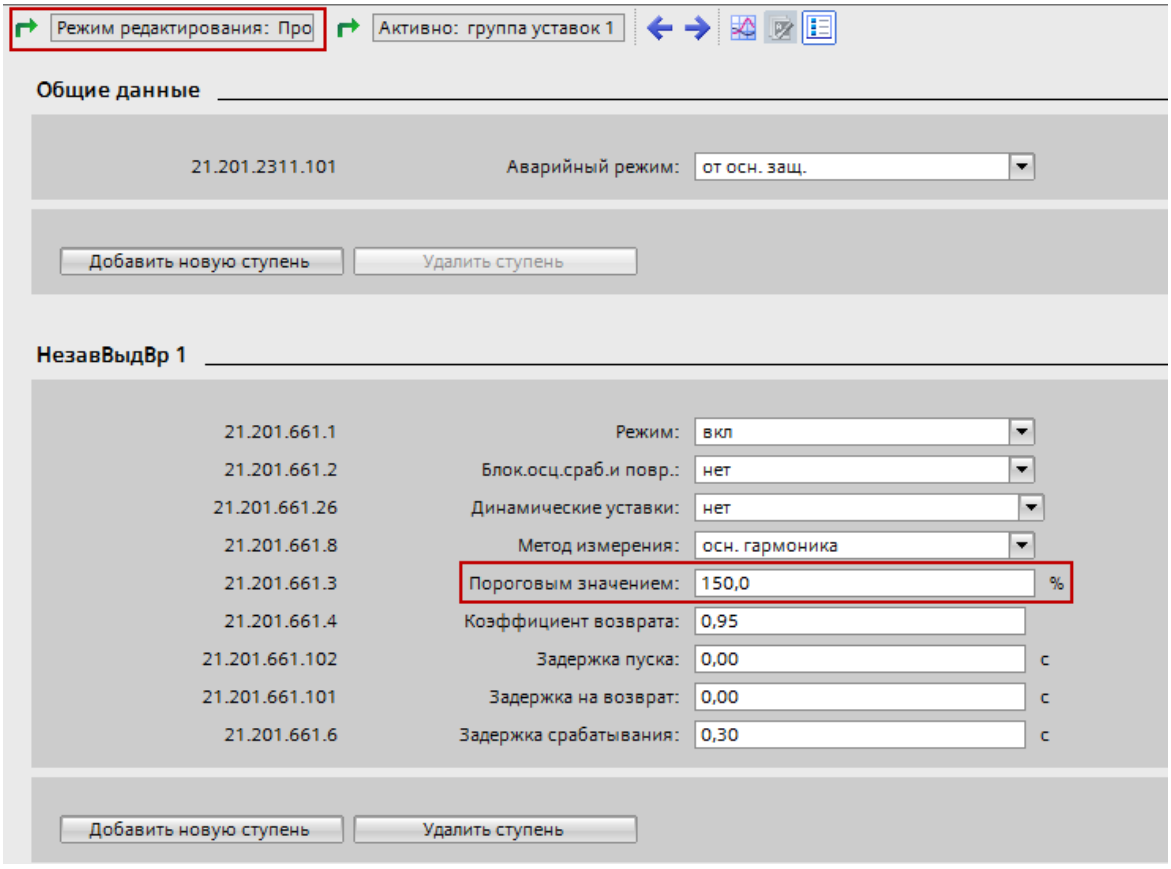
На следующем рисунке показано пороговое значение ступени функции **Максимальная токовая защита (МТЗ)** в первичных величинах, равное 1500 А.



[scumzpri_5, 1, ru_RU]

Рисунок 3-89 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: первичные величины).

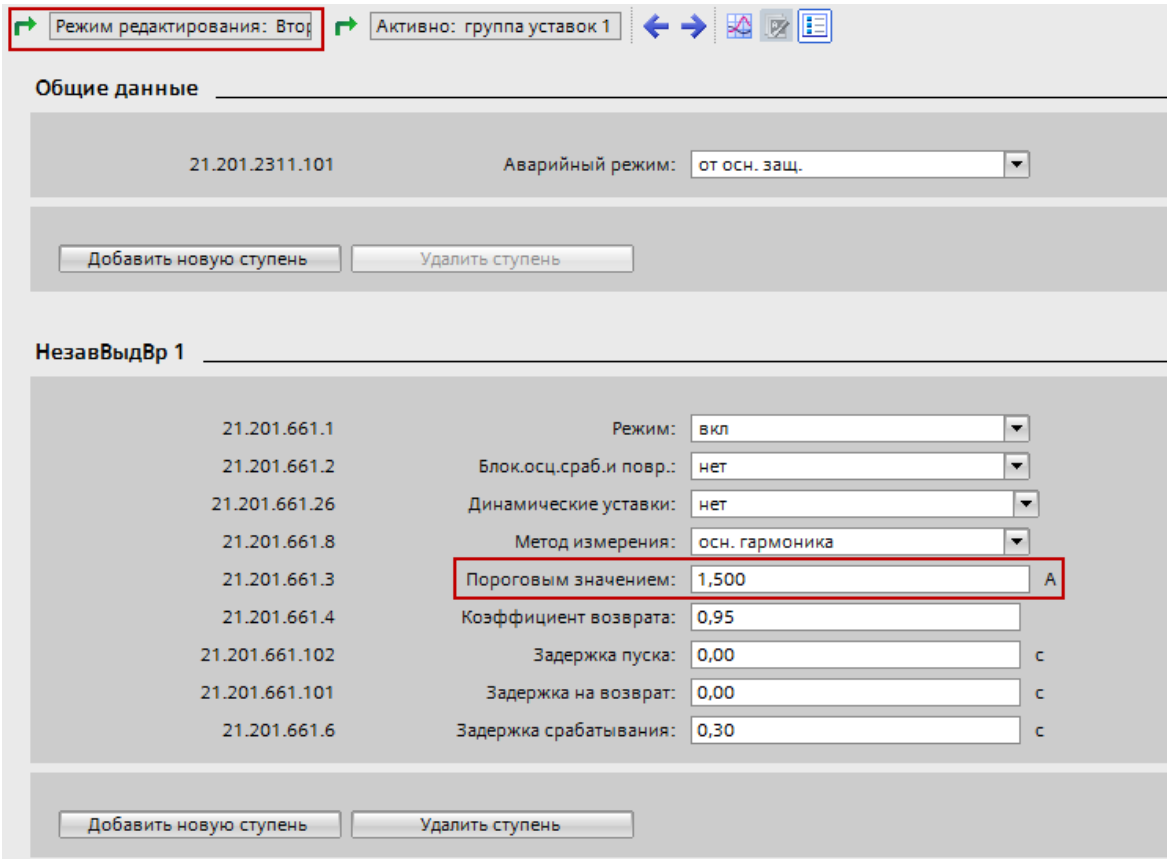
При переходе на отображение в процентах, результат должен принять следующее значение:
1500 А/1000 А · 100 % = 150 %



[scumzpro_6, 1, ru_RU]

Рисунок 3-90 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: проценты).

При переходе ко вторичным величинам результат должен иметь следующее значение:
1500 A/(1000 A/1 A) = 1,5 A

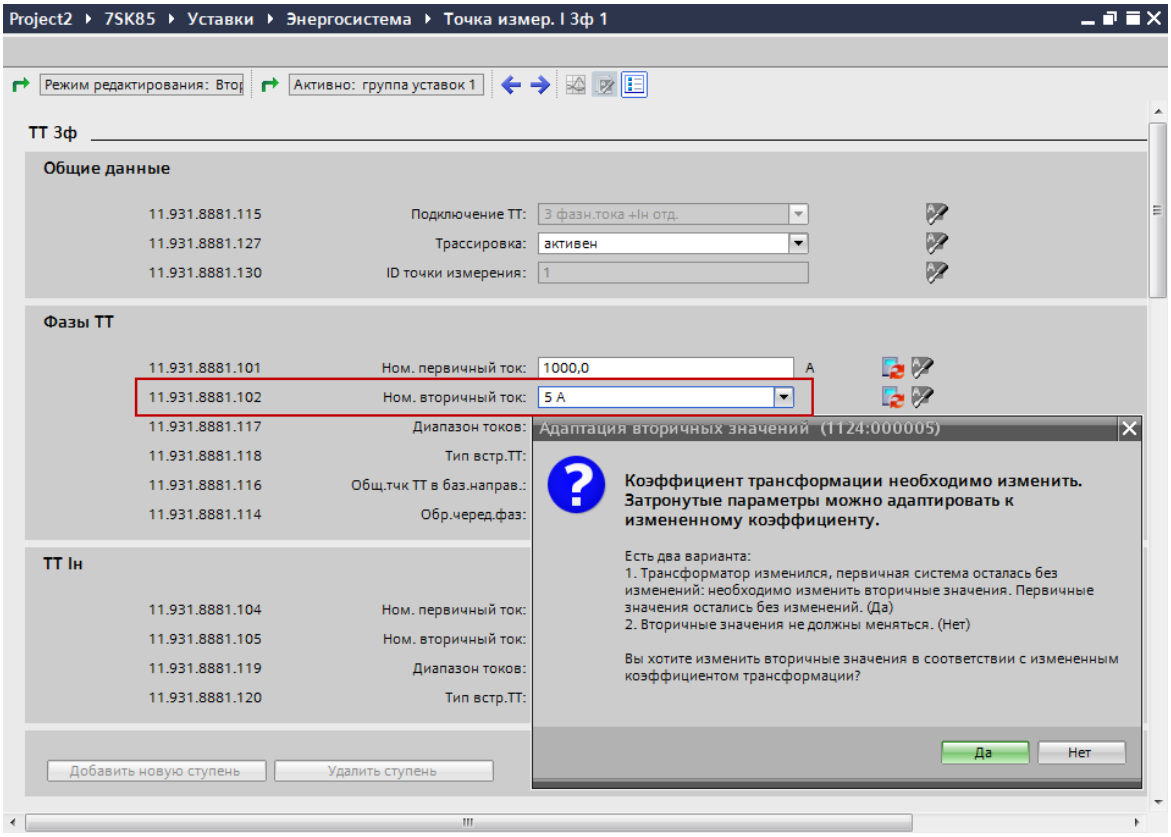


[scumzsek_7, 1, ru_RU]

Рисунок 3-91 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: вторичные)

Если вы хотите работать только во вторичных величинах, DIGSI 5 поможет вам, если во время этапа проектирования изменится коэффициент ТТ.

Например, коэффициент трансформации ТТ меняется с 1000 A/**1 A** на 1000 A/**5 A**. Измените вторичный номинальный ток трансформатора тока на листе уставок с 1 A на 5 A (режим редактирования: вторичный). При изменении параметров трансформатора тока появится окно (см. следующий рисунок), которое запросит необходимые действия.

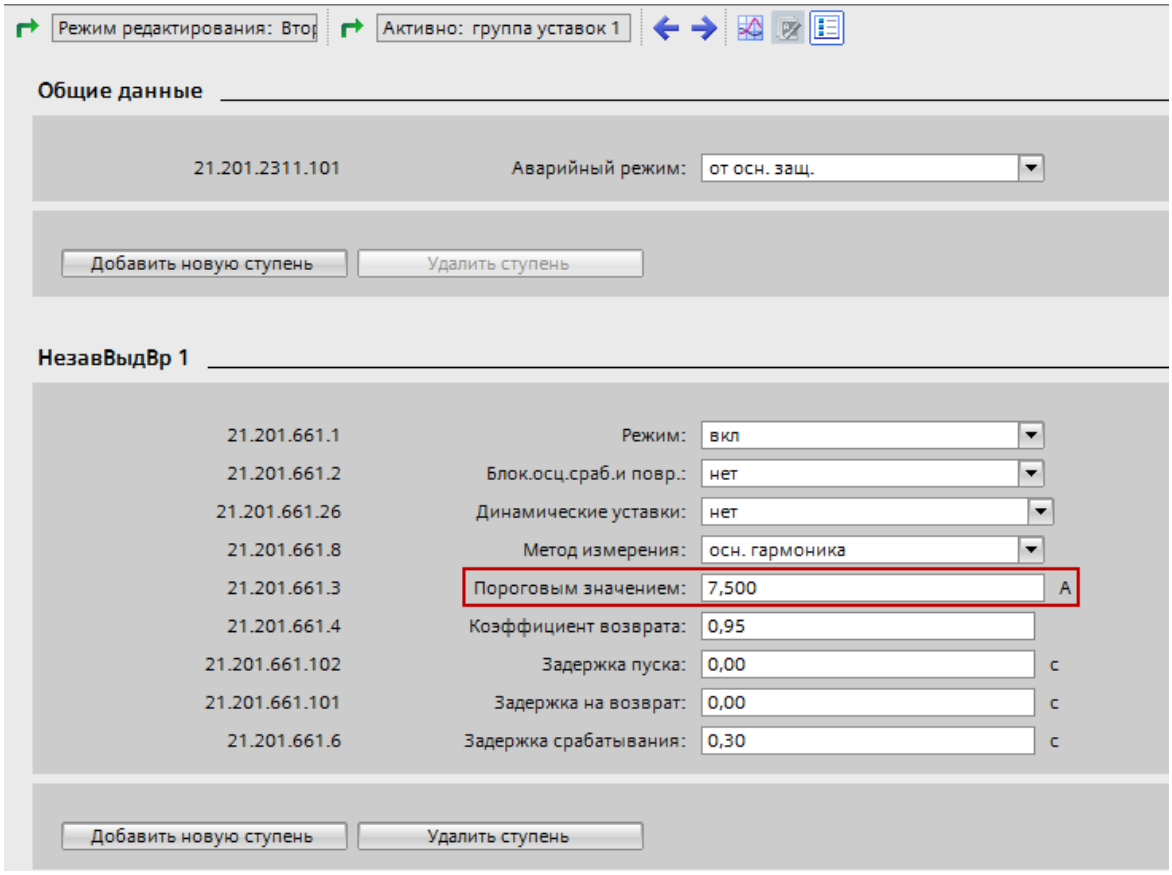


[scfragew_8, 1, ru_RU]

Рисунок 3-92 Запрос после изменения данных параметров трансформатора тока (вид параметров: Вторичные)

Если на вопрос дается ответ **Да**, тогда система DIGSI 5 пересчитывает значения пуска (пороговые значения) в активных вторичных величинах. Для нового вторичного тока в 5 A, новое значение вторичной уставки будет 7,5 A (1,5 A * 5 = 7,5 A). Первичные значения и значения в процентах остаются без изменений.

На следующем рисунке показаны вновь рассчитанные уставки во вторичных величинах.



[scsekneu_9, 1, ru_RU]

Рисунок 3-93 Автоматически рассчитанные вторичные значения после изменений в параметрах трансформатора тока

Если вы уже выставили уставки защиты во вторичных величинах, включив новый коэффициент трансформации в расчет, то необходимо ответить на вопрос **Нет**. В этом случае уставки защиты во вторичных величинах остаются без изменений. DIGSI 5 пересчитывает уставки (пороговые значения) в первичных величинах. В этом примере уставка в первичных величинах равна 300 A (1,5 A * 1000 A/5 A = 300 A).

В примере коэффициент трансформации токового трансформатора изменяется с 1000 A / 1 A на 1000 A / 5 A. В следующей таблице приведены значения пуска, которые пересчитываются системой DIGSI 5 в представлении уставок. Новые значения (выделены полужирным шрифтом) зависят от ответа на вопрос (см. *Рисунок 3-92*).

	Ответ на вопрос	
	Да	**Нет**
Уставка во вторичных величинах (активный вид параметров)	**7,5** A	1,5 A
Уставка в первичных величинах (фоновый вид параметров)	1500 A	**300** A

3.9.3 Изменение коэффициента трансформации трансформатора в устройстве

По умолчанию параметрирование и выставление уставок в SIPROTEC производится во вторичных величинах. Так как значения записываются в устройство именно во вторичных величинах.

Если данные трансформатора изменяются непосредственно в устройстве, запрос не выводится, как в DIGSI 5 (см. *Рисунок 3-92*). Вместо этого устройство предполагает, что все настройки во вторичном виде остаются неизменными.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает с протоколом МЭК 61850, установленное значение параметра можно изменить только через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. Если данные трансформатора изменяют непосредственно на самом устройстве, конфигурация IEC 61850 измеряемых и учитываемых значений может оказаться неверной.

3.10 Переключение групп уставок

3.10.1 Обзор функций

Для различных применений вы можете сохранить настройки соответствующих функций в так называемых **Группах уставок**, и, если необходимо, переключать их быстро.

В устройстве вы можете сохранить до 8 различных групп уставок. В ходе этого процесса только одна группа уставок активна в данное время. Во время работы вы можете переключаться между этими группами. Источник переключения можно выбрать с помощью параметра.

Вы можете переключать группы уставок с помощью следующих вариантов:

- Через панель оператора непосредственно на устройстве
- Через онлайн-подключение DIGSI к устройству
- Через дискретные входы
- Через соединение для обмена данными с системой автоматизации подстанции.

  Для переключения групп уставок могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.

Группа уставок включает все переключаемые настройки устройства. За исключением нескольких исключений (например, общие настройки устройства, такие как номинальная частота), все настройки устройства могут быть переключены.

Подробную информацию о группах уставок можно найти в Руководстве по эксплуатации и онлайн-справке DIGSI 5.

3.10.2 Структура функции

Структура Функции **переключения между группами уставок** – это функция контроля устройства. Соответственно, настройки и указания на переключение группы уставок можно найти в DIGSI 5 и на панели оператора устройства, под общими настройкам устройства.

Если вы хотите переключить группу уставок, перейдите в DIGSI 5 или на панель оператора устройства, а именно:

- Через структуру проекта в DIGSI 5:

  Проект -> Устройство -> Настройки -> Настройки устройства
- Через панель оператора на устройстве:

  Главное меню → Настройки → Общие → Переключение группы

Указания для переключения группы уставок можно найти в структуре проекта DIGSI 5, под:

Проект → Устройство → Маршрутизация информации → Общие

3.10.3 Описание функции

Активация

Если вы хотите использовать функцию **переключения между группами уставок**, необходимо сначала задать по крайней мере 2 группы уставок в DIGSI 5 (параметр **Количество групп уставок** > 1). Вы можете настроить максимум 8 групп уставок. Группы уставок, заданные в DIGSI 5, затем загружаются в устройство.

Механизм переключения

При переходе от одной группы уставок к другой, работа устройства не прерывается. С помощью параметра **Активная группа параметров**, вы либо указываете определенную группу настроек, либо разрешаете переключение ***через*** протокол (МЭК 60870-5-103, МЭК 61850) или ***через дискретный вход***.

Переключение с помощью управления

Используя для переключения функцию ***Управление***, можно переключать группы уставок через соединение для обмена данными от системы автоматизации подстанции или через схему логического элемента.

Для переключения группы уставок через соединение для обмена данными могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.

Для того, чтобы использовать для переключения схему логического элемента, необходимо создать в DIGSI 5 новую схему логического элемента. Создайте схему логического элемента в дереве проекта DIGSI 5 в пункте **Имя устройства → Схемы → Добавить новую схему**. Соедините сигналы, которые будут управлять переключением групп уставок, в схему логического элемента.

Переключение через дискретный вход

Есть 3 соответствующих входных сигнала для переключения с помощью дискретных входов. Эти входные сигналы позволяют выбрать группу уставок с помощью двоичного кода. Если один из 3 сигналов изменяется, представленное отображение сигнала приведет, через 100 мс (время стабилизации), к переходу в соответствующую группу уставок. Если должны быть переключены только две группы уставок, требуется только один двоичный вход. В следующей таблице приведены возможные двоичные коды (BCD) и применимые группы уставок (PG).

Таблица 3-20 Двоичные коды входных сигналов и применимые группы уставок

Код BCD через дискретные входы	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8
> Разряд 3 выбора PG	0	0	0	0	1	1	1	1
> Разряд 2 выбора PG	0	0	1	1	0	0	1	1
> Разряд 1 выбора PG	0	1	0	1	0	1	0	1

Копирование и сравнение групп уставок

В DIGSI 5 вы можете скопировать или сравнить группы уставок друг с другом.

Если вы хотите скопировать группы уставок, выбрать источник и целевую группу параметров в DIGSI 5 в настройках устройства, а затем запустить процесс копирования. Настройки устройства можно найти в структуре проекта DIGSI 5: Проект → Устройство → Уставки → Настройки устройства.

Если вы хотите сравнить группы уставок, это можно сделать во всех листах (окнах) установки параметров. После этого, в дополнение к активной группе уставок, выберите 2-ю группу уставок для сравнения. Значения активных уставок и сопоставимые значения отображаются рядом друг с другом. Для уставок, которые не могут быть переключены, на дисплее не отображается сопоставимые значения.

Индикация переключений групп уставок

Каждая группа уставок показывает применимое дискретное сообщение, а также его включение и выключение. Процесс переключения групп уставок регистрируется также в журнале изменения настроек.

3.10.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Кол-во групп уставок

- Уставка по умолчанию **(_:113) Кол-во групп уставок** = ***1***

С помощью параметра **Кол-во групп уставок** вы можете установить количество доступных групп уставок; также вы можете переключаться меду ними.

Параметр: Актив. группы уставок

- Уставка по умолчанию **(_:114) Актив. группы уставок** = ***группа уставок 1***

С помощью параметра **Актив. группы уставок** необходимо указать группы уставок, которые вы хотите активировать или механизмы, посредством которых переключение допускается. Вы можете

переключаться только между группами уставок, указанными параметром **Кол-во групп уставок**. Значение параметра

Значение параметра	Описание
через управление	Переключение между группами уставок может быть инициировано только через коммуникационный канал связи с системой управления подстанцией или через схему CFC. Для переключения группы уставок через соединение для обмена данными могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.
через дискр. вход	Переключение между функциями групп уставок исключительно посредством дискретных входных сигналов подаваемых на переключение групп уставок.
группа уставок 1 ... ***группа уставок 8***	Они определяют активные группы уставок. Вы можете определить активные группы уставок в DIGSI 5 или непосредственно на устройстве с помощью панели оператора.

3.10.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Изменение гр. уст.				
_:113	Общие данные:Кол-во групп уставок		1 до 8	1
_:114	Общие данные:Актив. группы уставок		• через управление • через дискр. вход • группа уставок 1 • группа уставок 2 • группа уставок 3 • группа уставок 4 • группа уставок 5 • группа уставок 6 • группа уставок 7 • группа уставок 8	группа уставок 1

3.10.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:500	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 1	Неактивно SPS	I
_:501	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 2	Неактивно SPS	I
_:502	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 3	Неактивно SPS	I
_:503	Общие данные:>Прав.лок.коммут.	Неактивно SPS	I
_:504	Общие данные:>Прав.дист.коммут.	Неактивно SPS	I
_:505	Общие данные:>Реж.пркл.с/оп.блк.	Неактивно SPS	I
_:506	Общие данные:>Реж.пркл.б/оп.блк.	Неактивно SPS	I
_:510	Общие данные:>Тест.реж.введен	Неактивно SPS	I
_:511	Общие данные:>Тест.реж.выведен	Неактивно SPS	I
_:507	Общие данные:>Отк.устр.сети акт.	Неактивно SPS	I
_:508	Общие данные:>Отк.устр.сети неакт.	Неактивно SPS	I
_:512	Общие данные:>Сброс СИД	Неактивно SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:300	Общие данные:Акт. группы уставок 1	SPC	C
_:301	Общие данные:Акт. группы уставок 2	SPC	C
_:302	Общие данные:Акт. группы уставок 3	SPC	C
_:303	Общие данные:Акт. группы уставок 4	SPC	C
_:304	Общие данные:Акт. группы уставок 5	SPC	C
_:305	Общие данные:Акт. группы уставок 6	SPC	C
_:306	Общие данные:Акт. группы уставок 7	SPC	C
_:307	Общие данные:Акт. группы уставок 8	SPC	C
_:308	Общие данные:Станц.прав комм.оп.	SPC	C
_:311	Общие данные:Прав.вып.комм.опер	ENS	O
_:312	Общие данные:Режим переключений	ENS	O
_:309	Общие данные:Упр./уст.пр.комм.оп.	ENS	O
_:310	Общие данные:Упр./уст.реж.перекл.	ENS	O
_:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:51	Общие данные:Тестовый режим	ENC	C
_:321	Общие данные:Защита введена	SPC	C
_:54	Общие данные:Защита выведена	Неактивно SPS	O
_:319	Общие данные:Устр.отключ.от сист.	SPC	C
_:313	Общие данные:Вых.из сист.с пом.ДВх	Неактивно SPS	O
_:314	Общие данные:Вых.из сист.с пом.ДВх	Неактивно SPS	O
_:315	Общие данные:Устр.отключ. от сист.	Неактивно SPS	O
_:323	Общие данные:Сброс СИД	SPC	C
_:320	Общие данные:СИД сброшены	Неактивно SPS	O
_:509	Общие данные:>Блок.контр.направл.	Неактивно SPS	I
_:317	Общие данные:Блок.контр.направл.	Неактивно SPS	O

4 Применения

4.1	Обзор	186
4.2	Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT82	187
4.3	Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT85	191
4.4	Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT86	196
4.5	Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT87	203

4.1 Обзор

Общая библиотека DIGSI 5 предоставляет возможность использования готовых шаблонов применений для стандартных задач. Шаблон применения:

- Позволяет быстро реализовать комплексное решение стандартной задачи
- Содержит базовую конфигурацию для варианта применения
- Содержит функции и параметры по умолчанию для конкретного применения

Рисунок 2-1 в Разделе 2 приводится пример структуры шаблона применения

При использовании шаблона обратите внимание на следующее:

- Адаптируйте шаблон применения для конкретного применения (проверить/скорректировать настройки по умолчанию, удалить/добавить функции). Более подробная информация представлена в *2.1 Реализация функций в устройствах*
- Проверьте ранжирование дискретных выходов
- Проверьте схемы CFC на предмет сообщений групповой сигнализации и групповых сообщений о повреждениях

Применение устройств 7UT82, 7UT85, 7UT86 и 7UT87

Дифференциальная защита трансформатора **7UT8x** – это селективная защита от КЗ в силовых трансформаторах всех классов напряжения, продольных и шунтирующих реакторов, а также коротких линий. Устройства содержат все необходимые функции для обеспечения защиты трансформаторов, а потому имеют универсальную применимость. Основная защитная функция устройства – дифференциальная защита.

Далее описаны шаблоны применения и максимальный набор функций для устройств 7UT82, 7UT85, 7UT86 и 7UT87.



ПРИМЕЧАНИЕ

Доступность конкретных уставок и параметров настройки зависит от типа устройства и функций, доступных в устройстве!

Количество точек измерения

В следующей таблице указано максимальное количество доступных точек измерения тока и напряжения в зависимости от устройства.

Таблица 4-1 Возможное количество точек измерения для устройства

Устройство	Количество точек измерения			
	I-3ф	I-1ф	U-3ф	U-1ф
7UT82	2	2	–	–
7UT85	4	3	2	2
7UT86	5	4	3	3
7UT87	7	5	3	3

4.2 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT82

Шаблоны применения доступны в **DIGSI 5** для устройства 7UT82. Шаблоны применения содержат базовые конфигурации, требуемые функции и значения по умолчанию.

Следующие шаблоны применения доступны для устройства 7UT82 в функциональной библиотеке **DIGSI 5**:

- Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)
- Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)
- Защита двигателя (87M)

Для загрузки шаблонов применения в устройства необходимо выполнить следующие требования к минимальной конфигурации аппаратного обеспечения:

Шаблоны применения		**Конфигурация аппаратных средств**
Шаблон 1	Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)	7 ДВх, 6 Двых, 8 I (базовый модуль)
Шаблон 2	Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)	7 ДВх, 6 Двых, 8 I (базовый модуль)
Шаблон 3	Защита двигателя (87M)	7 ДВх, 6 Двых, 8 I (базовый модуль)

В следующей таблице показан список функций и требуемые функциональные единицы шаблонов применения для устройств 7UT82:

Таблица 4-2 Набор функций шаблонов применения для устройства 7UT82

ANSI	**Функция**	**Сокр.**	**Доступное**	**Шаблон 1**	**Шаблон 2**	**Шаблон 3**
37	Минимальная токовая защита	I<	X			
38	Контроль температуры	θ>	X			
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I_2>, I_2/I_1>	X			
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I^2_2(t)$	X			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	X	X	X	X
49H	Расчет наиболее нагретой точки	h, I^2t	X			
50BF	УРОВ	УРОВ	X		X	
50/51 TD	МТЗ 3-ф	I>, I_P>	X	X	X	X
50N/51N TD	МТЗ нулевой последовательности	I_N>, I_{NP}>	X		X	
50N/51N TD	Максимальная токовая защита, 1ф	IN>	X			
50Ns/ 51Ns	Чувствительная защита от замыканий на землю	I_{Ns}>, I_{NsP}>	X			
	Защита от перемежающихся замыканий на землю	IIE>	X			

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3
50HS	Быстродействующая МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка)	I>>>	X			
50RS	Защита от многократных включений	CBRS	X			
	Мониторинг состояния выключателя	#Ix, I^2t, 2P	X			
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	X			
86	Блокировка включения		X			
87M	Дифференциальная защита, электродвигатель	ΔI	X	X	X	X
87T	Дифференциальная защита, трансформатор	ΔI	X	X	X	
87T	Дифференциальная защита для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	X			
87N T	Ограниченная защита от замыканий на землю	ΔI_N	X		X	
SOTF	Мгновенное отключение при включении на КЗ	SOTF	X			
ARC	Дуговая защита	ARC	X			
	Измеряемые величины, стандартная функциональность		X	X	X	
	Измеряемые величины Измеряемые величины, расширенная функциональность: мин, макс, среднее (функциональные единицы на тип)		X			
	Коммутируемые статистические счетчики		X	X	X	
	CFC, стандартная функциональность		X	X	X	X
	CFC, арифметические функции		X			
	CFC коммутационные последовательности		X			
	Обнаруж. броска тока намагн.		X	X	X	
	Внешнее отключение		X			
	Контроль 4 коммутационных аппаратов		X	X	X	X
	Контроль более 4 коммутационных аппаратов (функциональные единицы на коммутационный аппарат)		X			
	Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов		X	X	X	X

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3
	Мониторинг и контроль		X	X	X	X
	Интерфейс данных защиты, последовательный		X			
Необходимое количество функциональных единиц				0	30	0

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)** сконфигурирован для следующих применений:

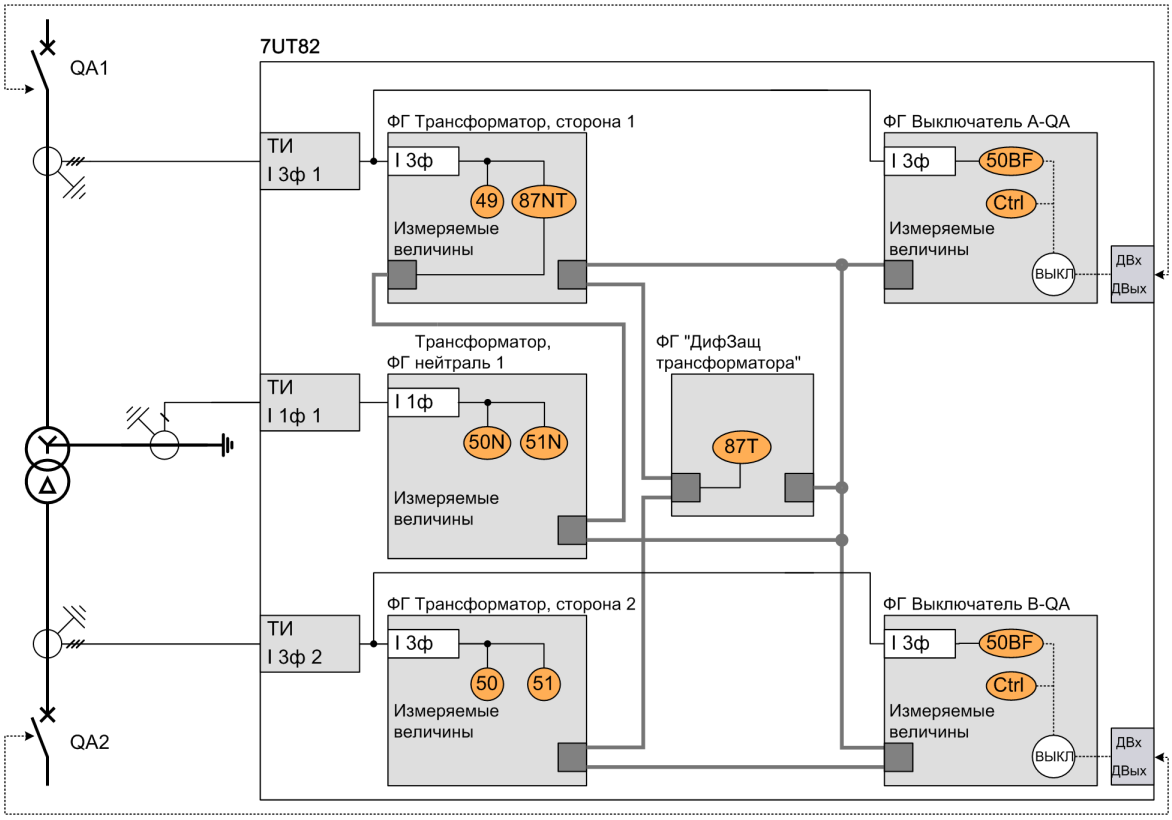
- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю со стороны обмотки, соединенной в звезду
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором
- УРОВ

УРОВ: на следующем рисунке *Рисунок 4-1* показана структура шаблона применения **Защита трансформатора с дифференциальной защитой от замыканий на землю**, используемые точки измерения, используемые функциональные группы, их взаимосвязи и предварительно заданные функции.



[dwap2wik82-180314-01, 1, ru_RU]

Рисунок 4-1 Защита двухобмоточного трансформатора

4.3 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT85

Шаблоны применения доступны в **DIGSI 5** для устройства 7UT85. Шаблоны применения содержат базовые конфигурации, требуемые функции и значения по умолчанию.

Следующие шаблоны применения доступны для устройства 7UT85 в функциональной библиотеке **DIGSI 5**:

- Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)
- Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)
- Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)
- Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)
- Защита двигателя (87M, 50BF, 59, 27, 81, 46, 49)

Для загрузки шаблонов применения в устройства необходимо выполнить следующие требования к минимальной конфигурации аппаратного обеспечения:

Шаблоны применения		**Конфигурация аппаратных средств**
Шаблон 1	Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)	7 ДВх, 7 Двых, 8 I (базовый модуль)
Шаблон 2	Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)	7 ДВх, 7 Двых, 8 I (базовый модуль)
Шаблон 3	Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)	Основной модуль + модуль расширения с токовыми входами (например, IO201)
Шаблон 4	Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)	7 ДВх, 7 Двых, 8 I (базовый модуль)
Шаблон 5	Защита двигателя (87M, 50BF, 59, 27, 81, 46, 49)	7 ДВх, 7 Двых, 8 I (базовый модуль)

В следующей таблице показан список функций и требуемые функциональные единицы шаблонов применения для устройств 7UT85:

Таблица 4-3 Набор функций шаблонов применения для устройства 7UT85

ANSI	**Функция**	**Сокр.**	**Доступное**	**Шаблон 1**	**Шаблон 2**	**Шаблон 3**	**Шаблон 4**	**Шаблон 5**
21/21N	Дистанционная защита	Z<	X					X
24	Защита от перевозбуждения	U/f	X					
25	Функция контроля синхронизма, синхронизации	Синх.	X					
27	Защита от снижения напряжения, 3ф	B<	X					
27	Защита от снижения напряжения прямой последовательности	U1<	X					
27	Защита от снижения напряжения, 3ф, универсальная, Ux	Ux<	X					
32/37	Защита по активной/реактивной мощности	P<>, Q<>	X					
37	Минимальная токовая защита	I<	X					
38	Контроль температуры	θ>	X					
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I_2>, I_2/I_1>	X					

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I^2_2(t)$	X					X
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	X	X	X	X	X	X
49H	Расчет наиболее нагретой точки	h, I^2t	X					
50BF	УРОВ	УРОВ	X		X	X	X	X
50RS	Защита от многократных включений	CBRS	X					
	Мониторинг состояния выключателя	#Ix, I^2t, 2P	X					
50/51 TD	МТЗ 3-ф	I>, I_P>	X	X	X	X	X	X
50N/51N TD	МТЗ нулевой последовательности	I_N>, I_{NP}>	X		X	X		
50N/51N TD	Максимальная токовая защита, 1ф	IN>	X					
50Ns/ 51Ns	Чувствительная защита от замыканий на землю	I_{Ns}>, I_{NsP}>	X					
	Защита от перемежающихся замыканий на землю	IIE>	X					
50HS	Быстродействующая МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка)	I>>>	X					
51V	МТЗ с зависимостью от напряжения	t = f(I,U)	X					
59	Защита от повышения напряжения, 3ф	V>	X				X	X
59	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	U1>	X					
59	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	U2>	X					
59N	Защита от повышения напряжения нулевой последовательности	U0>	X				X	X
67	Направленная МТЗ	I>, I_P, ∠ (U/I)	X					
67N	Направленная МТЗ нулевой последовательности	I_N>, I_{NP}, ∠(U/I)	X					X
67Ns	Чувствительная направленная МТЗ нулевой последовательности для систем с компенсированной или изолированной нейтралью, вкл. a) U0>, b) cos-/sinϕ, c) кратковременно срабатывающий контакт, d) ϕ(U,I), e) полная проводимость	I_{Ns}>, ∠(U/I), W0p, tr>	X					
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	X					
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	X					
79	Автоматическое повторное включение	АПВ	X					
81O	Защита от повышения частоты	f>	X					X
81U	Защита от снижения частоты	f<	X					X
81R	Защита от изменения частоты	df/dt	X					
86	Блокировка включения		X					
87L	Дифференциальная защита, линия	ΔI	X					
87M	Дифференциальная защита, электродвигатель	ΔI	X	X	X	X	X	X

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
87 STUB	Дифференциальная защита поля (для полуторных схем)		X					
87T	Дифференциальная защита, трансформатор	ΔI	X	X	X	X		
87T	Дифференциальная защита для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	X					
87T	Дифференциальная защита для трансформаторов спец. назначения	ΔI	X					
87T Node	Дифференциальная защита трансформатора (защита общей обмотки для автотрансформатора)	ΔI Node	X					
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔI_N	X		X	X		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для двухобмоточного трансформатора		X					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трехобмоточного трансформатора		X					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для сетевого трансформатора связи		X					
FL	Одностороннее ОМП	ОМП односторон.	X					
PMU	Измерение параметров синхронных векторов	PMU	X					
SOTF	Мгновенное отключение при включении на КЗ	SOTF	X					
ARC	Дуговая защита	ARC	X					
	Измеряемые величины, стандартная функциональность		X	X	X	X	X	X
	Измеряемые величины Измеряемые величины, расширенная функциональность: мин, макс, среднее (функциональные единицы на тип)		X					
	Коммутируемые статистические счетчики		X	X	X	X	X	X
	CFC, стандартная функциональность		X	X	X	X	X	X
	CFC, арифметические функции		X					
	CFC коммутационные последовательности		X					
	Обнаруж. броска тока намагн.		X	X	X	X	X	X
	Внешнее отключение		X					
	Контроль 4 коммутационных аппаратов		X	X	X	X	X	X
	Контроль более 4 коммутационных аппаратов (функциональные точки на коммутационный аппарат)		X					

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
	Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов		X	X	X	X	X	X
	Мониторинг и контроль		X	X	X	X	X	X
	Интерфейс данных защиты, последовательный		X					
Необходимое количество функциональных единиц				0	30	30	175	50

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю со стороны обмотки, соединенной в звезду
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором
- УРОВ

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю со стороны обмотки, соединенной в звезду
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором
- УРОВ

Шаблон применения: Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)

Шаблон применения **Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)** сконфигурирован для следующих применений:

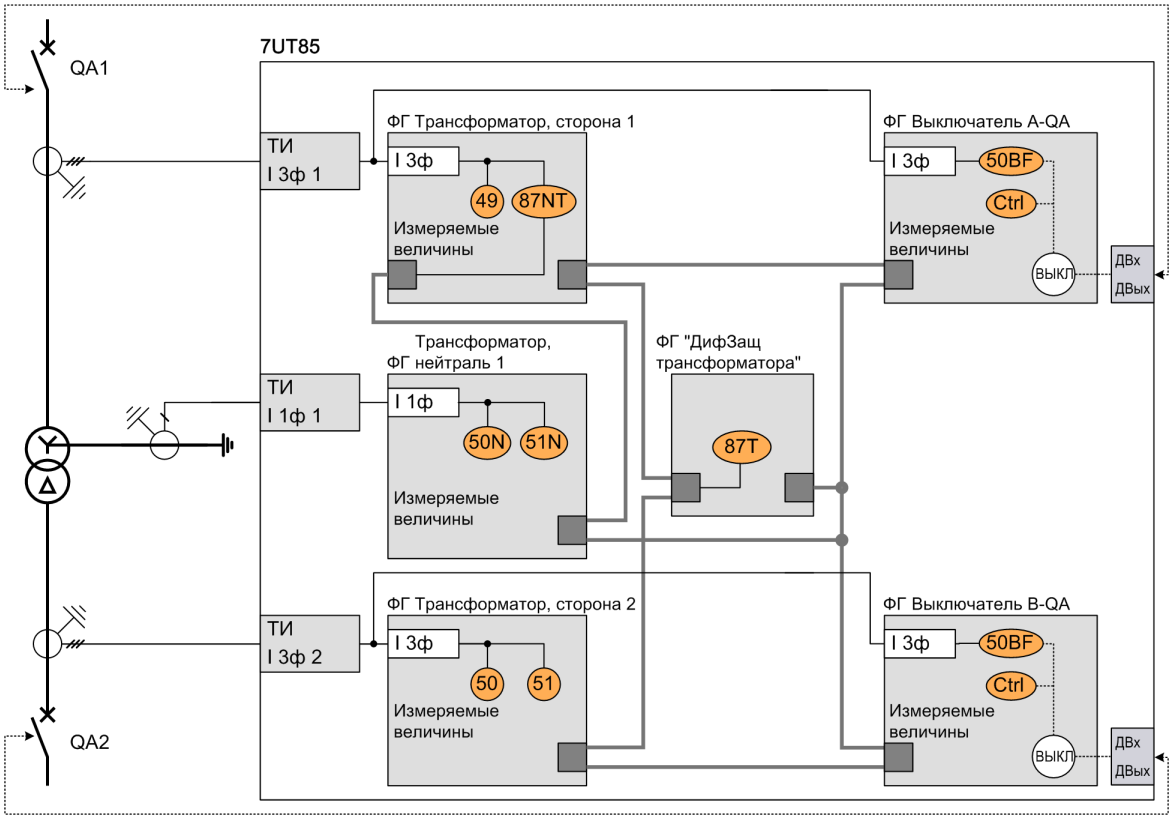
- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Yd)
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за трансформатором
- Автоматическое регулирование напряжения

Шаблон применения: Защита двигателя (87M, 50BF, 59, 27, 81, 46, 49)

Шаблон применения **Защита двигателя (87M, 50BF, 59, 27, 81, 46, 49)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита электродвигателя
- Защита от перегрузки, резервная защита
- УРОВ

УРОВ: на следующем рисунке *Рисунок 4-2* показана структура шаблона применения **Защита трансформатора с дифференциальной защитой от замыканий на землю**, используемые точки измерения, используемые функциональные группы, их взаимосвязи и предварительно заданные функции.



[dwap2wiklr-151013, 3, ru_RU]

Рисунок 4-2 Защита двухобмоточного трансформатора

4.4 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT86

Шаблоны применения доступны в **DIGSI 5** для устройства 7UT86. Шаблоны применения содержат базовые конфигурации, требуемые функции и значения по умолчанию.

Следующие шаблоны применения доступны для устройства 7UT86 в функциональной библиотеке **DIGSI 5**:

- Трехобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)
- Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)
- Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)
- Автотрансформатор (87T, 50BF, 87N)
- Автотрансформатор, полуторная схема (2 функции 87T, 50BF, 59, 81)

Шаблоны применения двухобмоточного трансформатора также могут использоваться в 7UT86.

Дополнительная информация приводится в Главе *4.3 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT85*

Для загрузки шаблонов применения в устройства необходимо выполнить следующие требования к минимальной конфигурации аппаратного обеспечения:

Шаблоны применения		**Конфигурация аппаратных средств**
Шаблон 1	Трехобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)	11 ДВх, 19 Двых, 12 I, 4 U
Шаблон 2	Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)	11 ДВх, 19 Двых, 12 I, 4 U
Шаблон 3	Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)	11 ДВх, 19 Двых, 12 I, 4 U
Шаблон 4	Автотрансформатор (87T, 50BF, 87N)	11 ДВх, 19 Двых, 12 I, 4 U
Шаблон 5	Автотрансформатор, полуторная схема (2 функции 87T, 50BF, 59, 81)	23 ДВх, 34 Двых, 12 I, 4 U

В следующей таблице показан набор функций и требуемые функциональные единицы шаблонов применений для устройств:

Таблица 4-4 Набор функций шаблонов применения для устройства 7UT86

ANSI	**Функция**	**Сокр.**	**Доступное**	**Шаблон 1**	**Шаблон 2**	**Шаблон 3**	**Шаблон 4**	**Шаблон 5**
21/21N	Дистанционная защита	Z<	X			X		
24	Защита от перевозбуждения	U/f	X					
25	Функция контроля синхронизма, синхронизации	Синх.	X					
27	Защита от снижения напряжения, 3ф	U<	X					
27	Защита от снижения напряжения прямой последовательности	U1<	X					
27	Защита от снижения напряжения, 3ф, универсальная, Ux	Ux<	X					
32/37	Защита активной/реактивной мощности	P<>, Q<>	X					
37	Минимальная токовая защита	I<	X					
38	Контроль температуры	θ>	X					

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I^2_2(t)$	X					
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	X		X	X	X	X
49H	Расчет наиболее нагретой точки	h, I^2t	X					
50BF	УРОВ	УРОВ	X		X	X	X	X
50RS	Защита от многократных включений	CBRS	X					
	Мониторинг состояния выключателя	#Ix, I^2t, 2P	X					
50/51 TD	МТЗ 3-ф	I>, I_P>	X		X	X	X	X
50N/51N TD	МТЗ нулевой последовательности	I_N>, I_{NP}>	X		X	X	X	X
50Ns/ 51Ns	Чувствительная защита от замыканий на землю	I_{Ns}>, I_{NsP}>	X					
	Защита от перемежающихся замыканий на землю	IIE>	X					
50HS	Быстродействующая МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка)	I>>>	X					
50N/51N TD	Максимальная токовая защита, 1ф	I_N>	X					
51V	МТЗ с зависимостью от напряжения	t = f(I,U)	X					
59	Защита от повышения напряжения, 3ф	V>	X		X	X		X
59	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	U1>	X					
59	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	U2>	X					
59N	Защита от повышения напряжения нулевой последовательности	U0>	X			X		
67	Направленная МТЗ	I>, I_p, ∠ (U/I)	X					
67N	Направленная МТЗ нулевой последовательности	I_N>, I_{NP}, ∠(U/I)	X					
67Ns	Чувствительная направленная МТЗ нулевой последовательности для систем с компенсированной или изолированной нейтралью, вкл. a) U0>, b) cos-/sinϕ, c) кратковременно срабатывающий контакт, d) ϕ(U,I), e) полная проводимость	I_{Ns}>, ∠(U/I), W0p, tr>	X					
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	X					
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	X					
79	Автоматическое повторное включение	АПВ	X					
81O	Защита от повышения частоты	f>	X		X			X
81U	Защита от снижения частоты	f<	X		X			X
81R	Защита от изменения частоты	df/dt	X					
86	Блокировка включения		X	X	X		X	X
87L	Дифференциальная защита, линия	ΔI	X					
87M	Дифференциальная защита, электродвигатель	ΔI	X	X	X		X	X

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
87 STUB	Дифференциальная защита поля (для полуторных схем)		X					
87T	Дифференциальная защита, трансформатор	ΔI	X	X	X	X	X	X
87T	Дифференциальная защита для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	X					
87T	Дифференциальная защита для трансформаторов спец. назначения	ΔI	X					
87T Node	Дифференциальная защита трансформатора (защита общей обмотки для автотрансформатора)	ΔI Node	X					X
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔI_N	X		X	X	X	
90V	Автоматическое регулирование напряжения двухобмоточного трансформатора		X					
90V	Автоматическое регулирование напряжения трехобмоточного трансформатора		X					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для сетевого трансформатора связи		X					
FL	Одностороннее ОМП	ОМП односторон.	X					
PMU	Измерение параметров синхронных векторов	PMU	X					
SOTF	Мгновенное отключение при включении на КЗ	SOTF	X					
ARC	Дуговая защита	ARC	X					
	Измеряемые величины, стандартная функциональность		X	X	X	X	X	X
	Измеряемые величины Измеряемые величины, расширенная функциональность: мин, макс, среднее (функциональные единицы на тип)		X					
	Коммутируемые статистические счетчики		X	X	X	X	X	X
	CFC, стандартная функциональность		X	X	X	X	X	X
	CFC, арифметические функции		X					
	CFC коммутационные последовательности		X					
	Обнаруж. броска тока намагн.		X		X	X	X	X
	Внешнее отключение		X					
	Контроль 4 коммутационных аппаратов		X	X	X	X	X	X
	Контроль более 4 коммутационных аппаратов (функциональные точки на коммутационный аппарат)		X					

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
	Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов		X	X	X	X	X	X
	Мониторинг и контроль		X	X	X	X	X	X
	Интерфейс данных защиты, последовательный		X					
Необходимое количество функциональных единиц				0	50	150	30	75

Шаблон применения: Трехобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)

Шаблон применения **Трехобмоточный трансформатор, базовая функциональность (87T)** настраивается заранее для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для Ydxdy)

Шаблон применения: Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

Шаблон применения **Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для YNdxdx)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю со стороны обмотки, соединенной в звезду
- Защита от замыканий на землю со стороны нейтрали в качестве резервной защиты энергосистемы
- Защита от перегрузки
- Защита по частоте и напряжению на стороне нейтрали
- УРОВ

Шаблон применения: Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)

Шаблон применения **Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита трансформатора (значение по умолчанию для YNdxdx)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю со стороны обмотки, соединенной в звезду
- Защита от замыканий на землю со стороны нейтрали в качестве резервной защиты энергосистемы
- Защита от перегрузки
- Защита по частоте и напряжению на стороне нейтрали
- УРОВ
- Дистанционная защита

Шаблон применения: Автотрансформатор (87T, 50BF, 87N)

Шаблон применения **Автотрансформатор (87T, 50BF, 87N)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита всего автотрансформатора (общая и компенсационная обмотка)
- Дифференциальная защита от замыканий на землю (общая точка и максимальный ток стороны)
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за автотрансформатором
- УРОВ

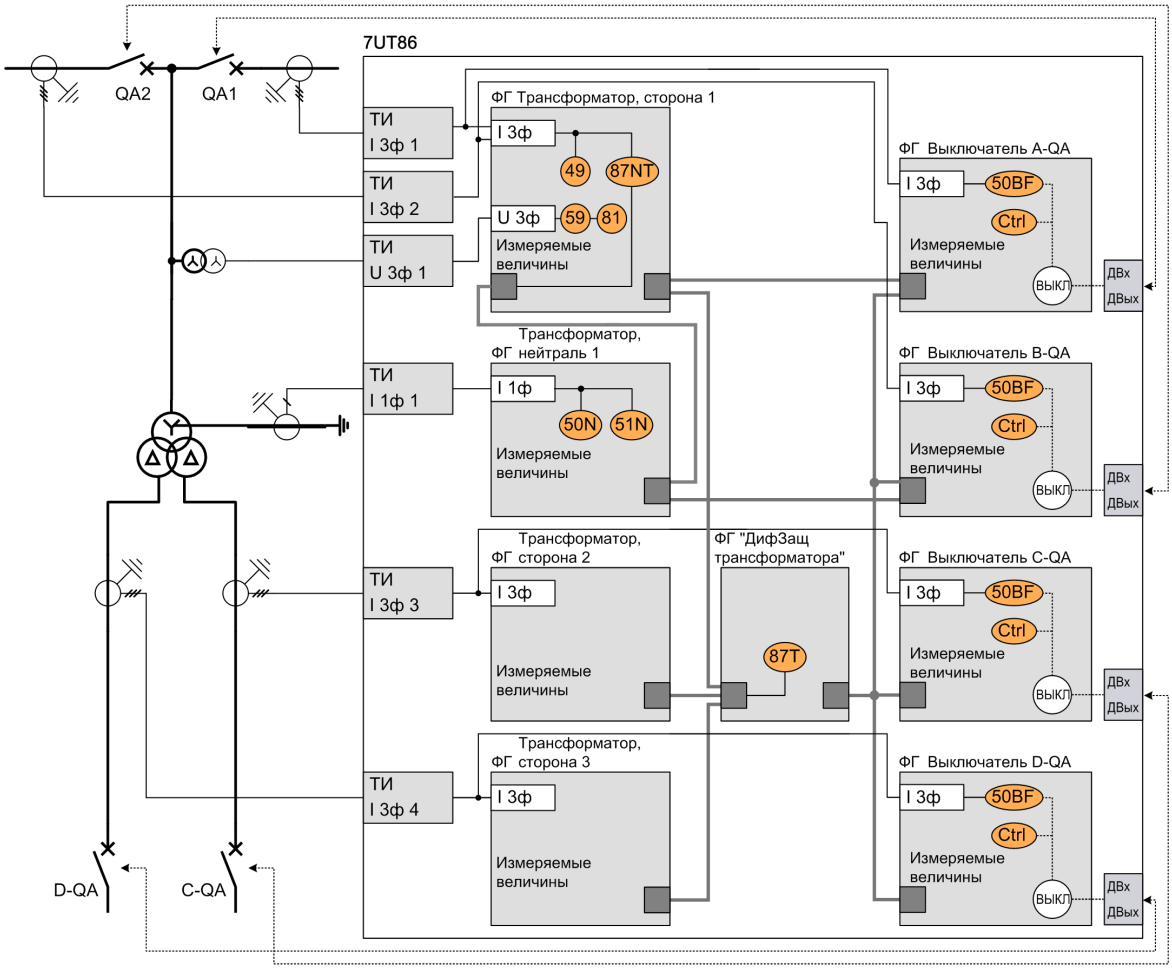
Шаблон применения: Автотрансформатор, полуторная схема (2 функции 87T, 50BF, 59, 81)

Шаблон применения **Автотрансформатор, полуторная схема (2 функции 87T, 50BF, 59, 81)** сконфигурирован для следующих применений:

- Дифференциальная защита всего автотрансформатора (общая и компенсационная обмотка)
- Перекрестная защита общей обмотки для осциллографирования замыканий на землю (трехфазное осциллографирование тока нейтрали)
- Защита от перегрузки, резервная защита сети, расположенной за автотрансформатором
- Защита по частоте и напряжению на стороне высшего напряжения
- УРОВ

Для отображения различных и в то же время новых опций детально описываются три шаблона применений.

Первым применением является шаблон защиты трехобмоточного трансформатора в полуторной схеме. Пользователь может распознать 3 необходимые функциональные группы для стороны трансформатора, дифференциальную защиту от замыканий на землю, а также внутренние связи и выбранные функции. Кроме того, на стороне высокого напряжения доступен трансформатор напряжения. Здесь, например, могут отслеживаться пределы по напряжению и частоте. Требуемые уставки защиты задаются в зависимости от системы.



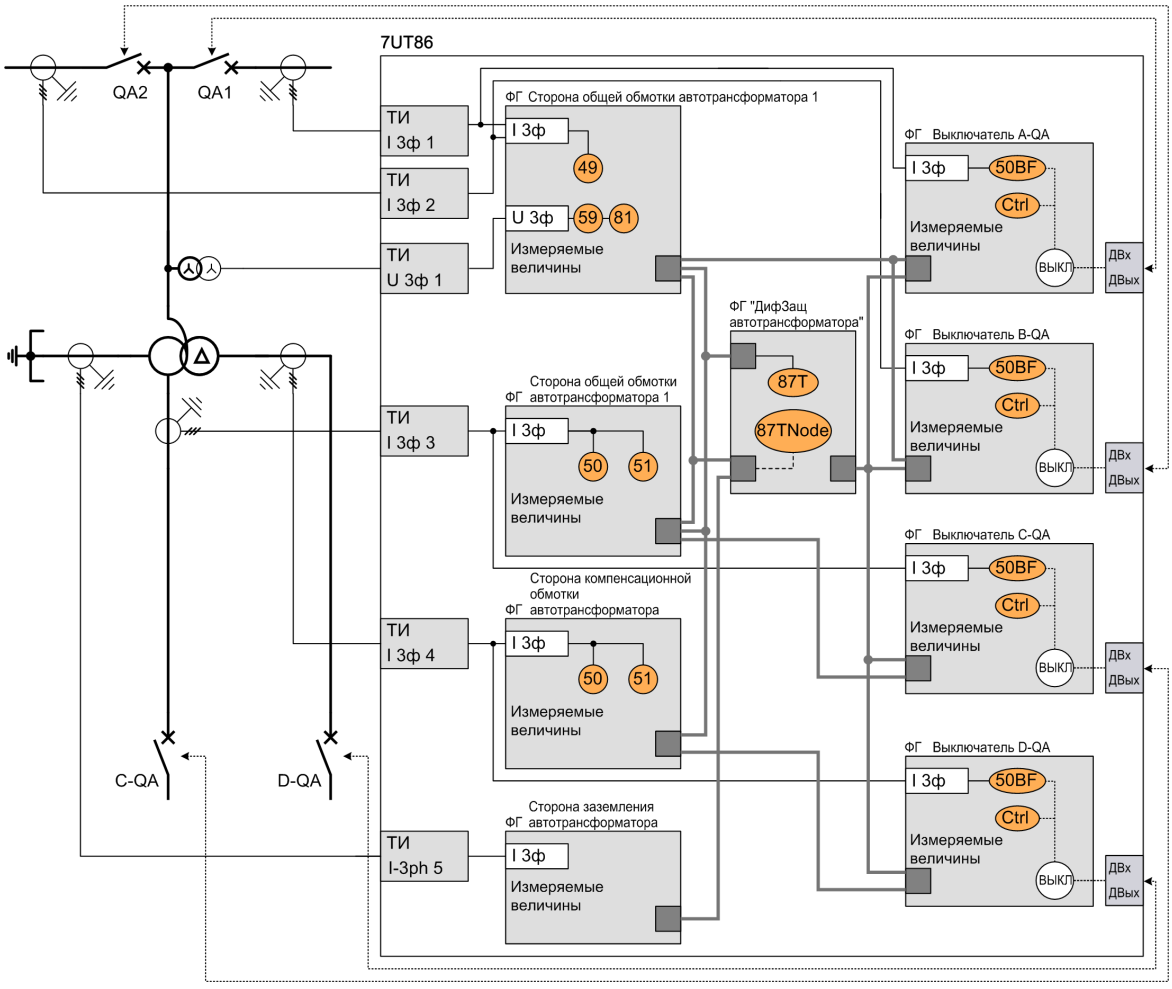
[dwap3wiklr-161013, 3, ru_RU]

Рисунок 4-3 Защита трехобмоточного трансформатора

Вторым применением является шаблон защиты автотрансформатора, подключаемого по полуторной схеме. Особенностью данного шаблона является то, что ток нейтрали измеряется непосредственно

для каждой фазы. Отдельная дифференциальная защита общей обмотки надежно реагирует на замыкания на землю и межвитковые КЗ. Две функции дифференциальной защиты (87T и 87TNode) предназначены для защиты всего авто трансформатора (общая и компенсационная обмотка). Обе функции работают в функциональной группе **ДифЗащАТ**.

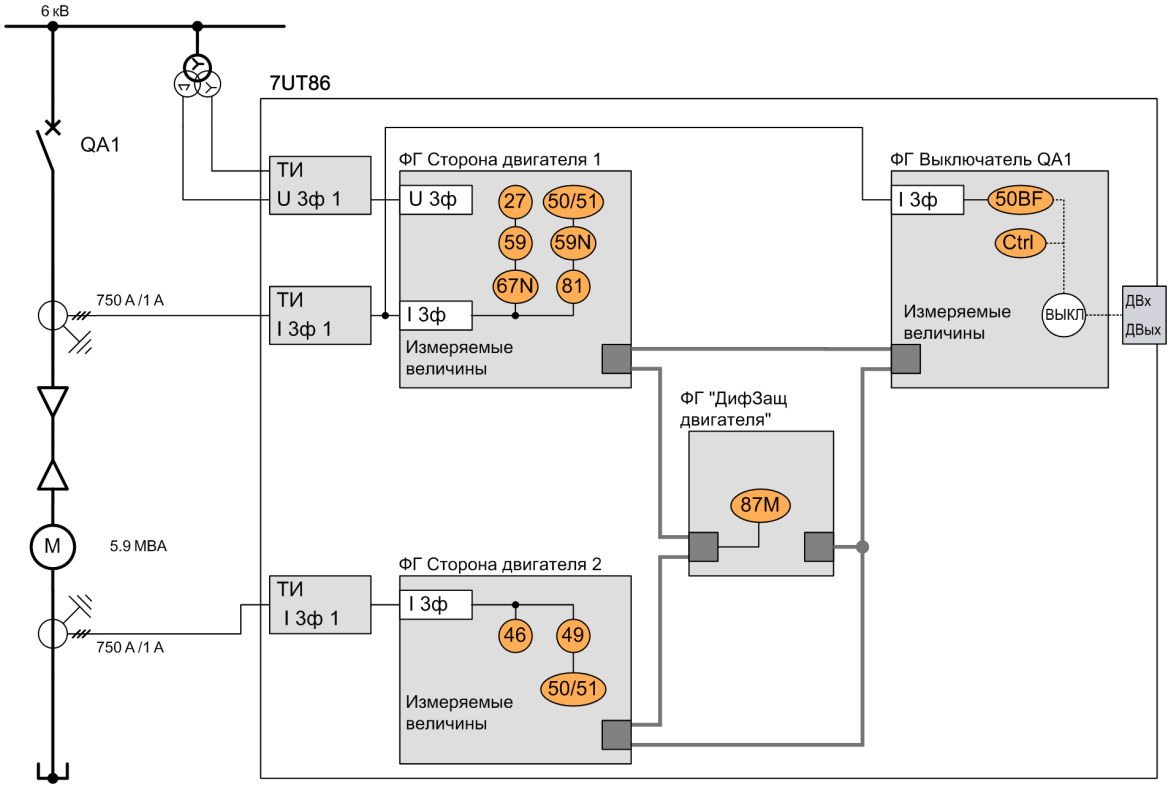
Для данного шаблона применяется резервирование, выражающееся в повышенной чувствительности дифференциальной защиты. Отдельная дифференциальная защита от замыканий на землю не требуется. Кроме того, на стороне высокого напряжения доступен трансформатор напряжения. Здесь, например, могут отслеживаться пределы по напряжению и частоте. Требуемые уставки защиты задаются в зависимости от системы.



[dwapsptrbk-300114, 1, ru_RU]

Рисунок 4-4 Защита группы автотрансформаторов

Третьим применением является шаблон для защиты электродвигателя. Пользователю доступны две функциональные группы, необходимые для сторон электродвигателя, а также внутренние связи и выбранные функции. Кроме того, на стороне высокого напряжения доступен трансформатор напряжения. Здесь, например, могут отслеживаться пределы по напряжению и частоте. Требуемые уставки защиты задаются в зависимости от системы.



[dwMotorDiff-231013, 3, ru_RU]

Рисунок 4-5 Защита электродвигателя

4.5 Шаблоны применения и объем функций устройства 7UT87

Шаблоны применения доступны в **DIGSI 5** для устройства 7UT87. Шаблоны применения содержат базовые конфигурации, требуемые функции и значения по умолчанию.

Все шаблоны применения, описанные для устройств 7UT82, 7UT85 и 7UT86, применимы и для устройства 7UT87.

Кроме объема функций 7UT86, доступна функция **Дифференциальная защита фазорегулирующего трансформатора (два сердечника)**.

Устройство 7UT87 предназначено для специализированного применения (до 5 сторон и до 7 точек измерения), поэтому создавайте ваши собственные шаблоны в зависимости от применения. Сохраните этот шаблон с устройством. Для облегчения работы вы можете использовать имеющийся шаблон и изменять его. Советы по применению можно взять из каталога устройства **Дифференциальная защита трансформатора 7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87**.

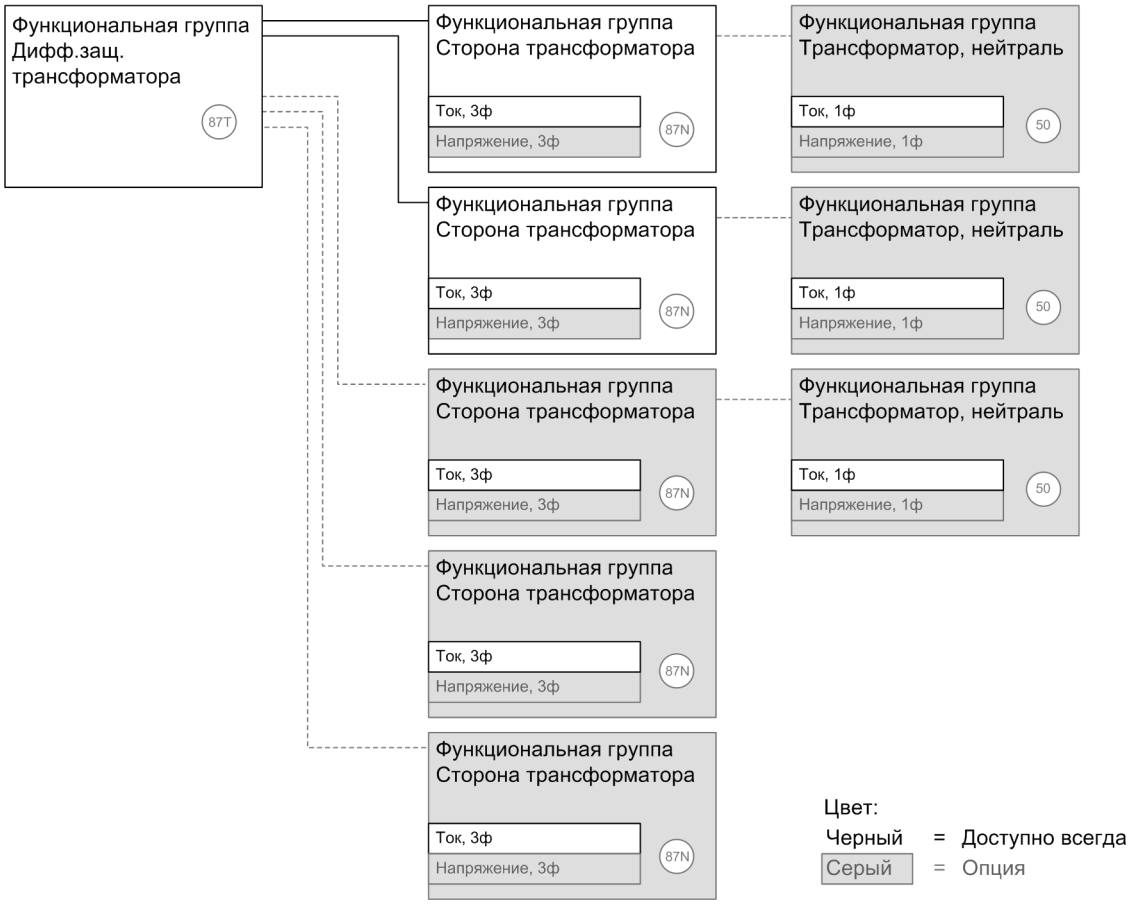
5 Функциональные группы

5.1	Обзор функций группы дифференциальной защиты трансформаторов	206
5.2	Обзор функций группы дифференциальной защиты автотрансформаторов	229
5.3	Обзор функций группы дифференциальной защиты электродвигателей	271
5.4	Функциональная группа "Линия"	285
5.5	Функциональная группа "Трехфазное напряжение"	309
5.6	Функциональная группа "Напряжение/ток 1ф"	312
5.7	Функциональная группа "Напряжение/ток 3ф"	315
5.8	Функциональная группа "Выключатель"	322
5.9	Функциональная группа "Аналоговые модули"	341
5.10	Монитор процесса	374

5.1 Обзор функций группы дифференциальной защиты трансформаторов

5.1.1 Типы функциональных групп

На нижеприведенном рисунке представлена структура взаимосвязей функциональных групп с дифференциальной защитой трансформатора.



[dwfguebt-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-1 Функциональные группы Дифференциальная защита трансформатора

В библиотеке DIGSI 5 в папке ФГ "Дифф.защита батареи конденсаторов" представлены следующие функциональные группы:

- **ДифЗащТ.** (Дифференциальная защита трансформатора)
- **Сторона тр-ра** (Сторона трансформатора)
- **Нейтр.точка тр-ра** (Нейтральная точка трансформатора)

Указанные функциональные группы содержатся в папке ФГ **"Диф.защ.трансформатора"**. В папках с функциональными группами находятся функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы. Для функциональной группы **ДифЗащТ.** всегда предусмотрены 2 функциональные группы **Сторона тр-ра**. Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** при необходимости может быть привязана к функциональной группе **Сторона тр-ра**.

В следующей таблице указано количество функциональных групп, которые возможно использовать в зависимости от типа применяемого устройства (7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87).

ПРИМЕЧАНИЕ

Приобретите 70 или 120 функциональных единиц, чтобы расширить применение терминалов 7UT85 и 7UT86 до трехобмоточного или многообмоточного трансформатора. Предоставьте соответствующее число точек измерения, необходимых для расширения.

Таблица 5-1 Функциональные группы устройства

Устройство	Функциональная группа		
	Дифференциальная защита трансформатора (ДифЗащТ.)	Сторона трансформатора (Сторона тр-ра)	Нейтральная точка трансформатора (Нейтр.точка тр-ра)
7UT82	Макс. 1	Макс. 2	Макс. 2
7UT85	Макс. 1	Макс. 3 (2 отключить)	Макс. 2
7UT86	Макс. 1	Макс. 4 (3 отключить)	Макс. 3
7UT87	Макс. 2	Макс. 5	Макс. 5

Для правильной работы функций дифференциальной защиты трансформатора необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В *Таблица 5-2* представлен пример допустимых соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель. Подробный обзор возможных соединений между функциональными группами представлен на рисунках из шаблонов применения (см. *Рисунок 4-2*, *Рисунок 4-3* и *Рисунок 4-4*).

Функциональная группа **Сторона тр-ра** всегда должна быть соединена с функциональной группой **ДифЗащТ.**. В зависимости от конкретных условий применения может понадобиться подключение группы **Нейтр.точка тр-ра** к функциональной группе **Сторона тр-ра**. Такое подключение необходимо, например, в случае применения дифференциальной защиты от замыканий на землю или при использовании тока нейтрали в схеме продольной дифференциальной защиты (коррекция тока нулевой последовательности). В некоторых случаях требуется передача сигналов от функциональной группы **ДифЗащТ.** группе **Нейтр.точка тр-ра**. К таким случаям относится, например, необходимость передачи сигнала обнаружения броска тока намагничивания, который используется для блокировки 1-фазной МТЗ, работающей с небольшой выдержкой времени.

Таблица 5-2 Привязка дифференциальной защиты к сторонам защищаемого объекта

Обмотка	Дифференциальная защита трансформатора (ДифЗащТ.) 1	Сторона трансформатора (Сторона тр-ра) 1	Сторона трансформатора (Сторона тр-ра) 2
	Сторона трансформатора (2 ... 5)	Нейтральная точка трансформатора (0 ... 1)	Нейтральная точка трансформатора (0 ... 1)
Трансформатор, сторона 1	X	–	–
Трансформатор, сторона 2	X	–	–
Трансформатор, сторона 3 [6]	X	–	–
Трансформатор, сторона 4 [7]	X	–	–
Трансформатор, сторона 5 [8]	X	–	–

[6] В зависимости от используемого устройства и условий применения
[7] В зависимости от используемого устройства и условий применения
[8] В зависимости от используемого устройства и условий применения

Обмотка	Дифференциальная защита трансформатора (ДифЗащТ.) 1	Сторона трансформатора (Сторона тр-ра) 1	Сторона трансформатора (Сторона тр-ра) 2
	Сторона трансформатора (2 ... 5)	Нейтральная точка трансформатора (0 ... 1)	Нейтральная точка трансформатора (0 ... 1)
Трансформатор, нейтральная точка 1	–	X	
Трансформатор, нейтральная точка 2	–		X

Отдельные функциональные группы описываются далее.

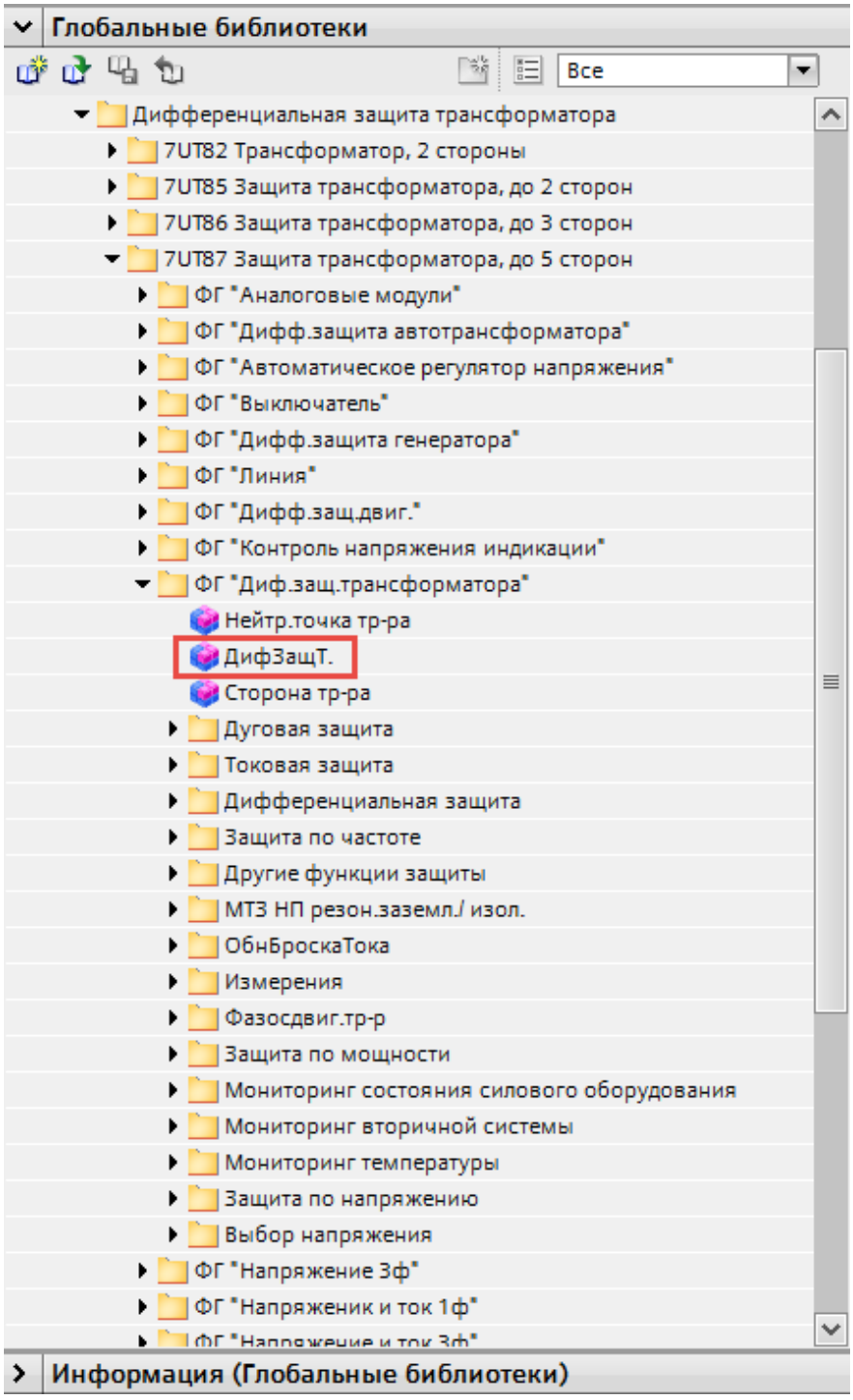
5.1.2 Функциональная группа "Трансформатор"

5.1.2.1 Обзор

ДифЗащТ. содержит функцию дифференциальной защиты и соответствующие измеряемые величины.

Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. Функция дифференциальной защиты может быть загружена только в функциональную группу **ДифЗащТ.**.



[scpowtrf-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-2 Функциональная группа ДифЗащТ. – набор функций для устройства типа 7UT87

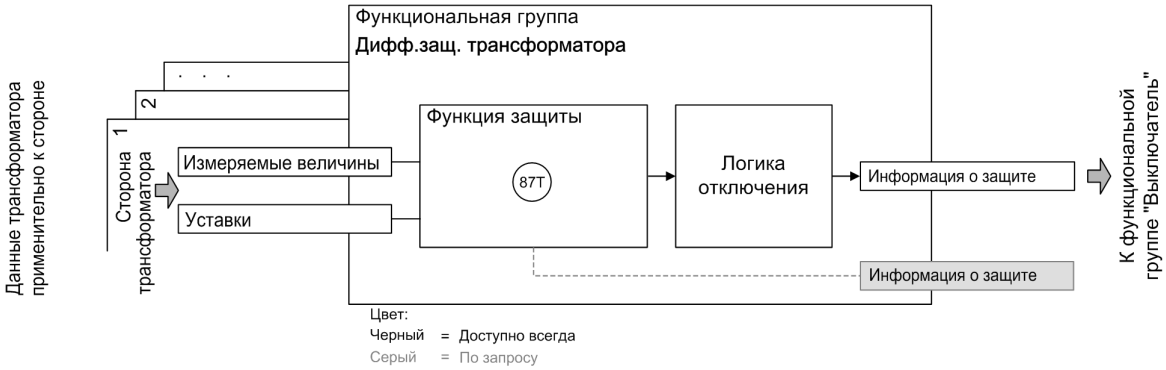
Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

5.1.2.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Дифф. трансформатор** согласно рис. *Рисунок 5-3* связывается с функциональными группами **Сторона трансформатора** и **Выключатель**. Функциональная группа **Дифф. трансформатор** содержит следующие функциональные блоки:

- Функция защиты (реализация функции дифференциальной защиты).
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании).

Для гарантированного выполнения защитных функций функционирование дифференциальной защиты всегда должно описываться в функциональной группе **Дифф. автотрансформатор**. Если не используется шаблон приложения, то данную функцию следует загрузить из функциональной библиотеки DIGSI.



[dwpwrtrf-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-3 Структура функциональной группы Дифференциальная защита трансформатора.

Функциональная группа **Дифференциальная защита трансформатора** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- Функциональная группа **Сторона трансформатора**.
- Функциональная группа **Выключатель**.

Интерфейс связи с функциональной группой Сторона трансформатора

Функциональная группа **Дифф. трансформатор** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с функциональной группой **Сторона трансформатора**. Также посредством данного интерфейса передается другая необходимая информация о соответствующих параметрах.

В случае использования прикладного шаблона функциональная группа **Дифф. трансформатор** связывается с нужными точками измерения.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Дифф. трансформатор** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Это подключение определяет следующие данные:

- Какой из выключателей активируется функциями защиты функциональной группы **Дифф. трансформатор**.
- Пуск функции **УРОВ** (при наличии данной функции в функциональной группе выключателя) с использованием функций защиты подключенного **Дифф. трансформатора**

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **Дифф. трансформатора** к функциональным группам выключателя пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Ввод параметров производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействия выключателя** в функц. группе **Дифф. автотрансформатор**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда вырабатывается команда на отключение
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**

При использовании шаблона приложения функциональные группы соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

You can find more detailed information in Chapter *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и самой защитой происходит через интерфейс **Обмен данными между защитами**. Например:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

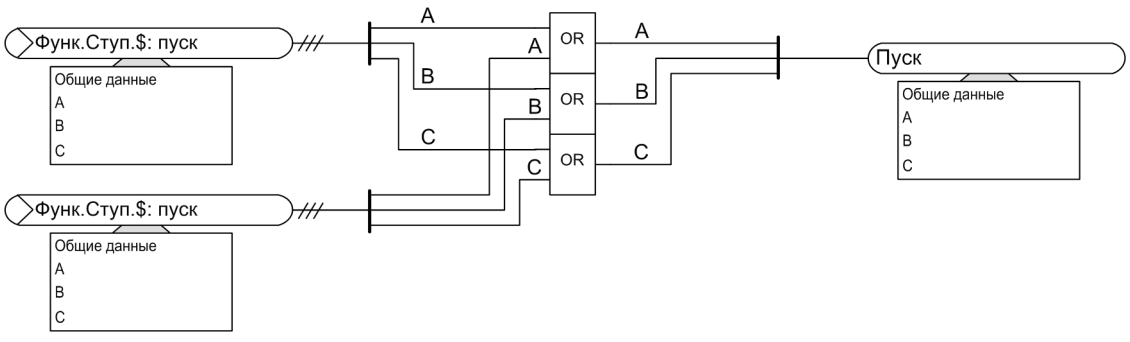
Данные трансформатора (для соответствующей стороны)

Данные трансформатора (для соответствующей стороны) Данные трансформатора характеризуют защищаемый трансформатор. Функциональная группа **Дифф. трансформатор** получает указанные данные от связанной функциональной группы **Сторона трансформатора**.

Выходная логика

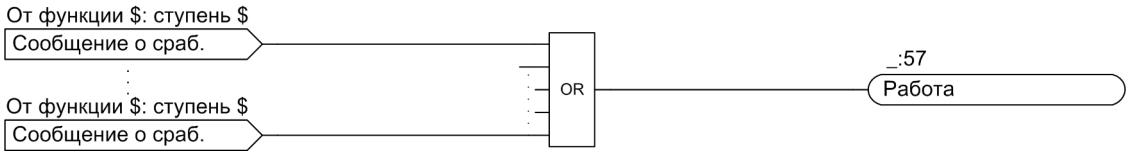
Выходная логика функциональной группы обрабатывает сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля раздельно: в логике пуска и выходной логике соответственно. Логика пуска и выходная логика генерируют всеобъемлющие сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Информация защиты** в функциональную группу **Выключатель** и там обрабатываются дополнительно.

Сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Дифф. трансформатор** объединяются пофазно и формируют групповое сообщение на выходе.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-4 Формирование сигнализации о пуске функциональной группы Дифф. трансформатор.



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-5 Формирование сигнализации о пуске функциональной группы Дифф. трансформатор.

5.1.2.3 Список сообщений

Информация	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общая			
_:91:52	Общее: Состояние	ENS	O
_:91:53	Общее: Состояние	ENS	O
Групповое сообщение			
_:4501:55	Групповое сообщение: срабатывание	ACD	O
_:4501:57	Групповое сообщение: сообщение о срабатывании	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сбросить светодиод ФГ: >Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сбросить светодиод ФГ: Сброс СИД	SPS	O

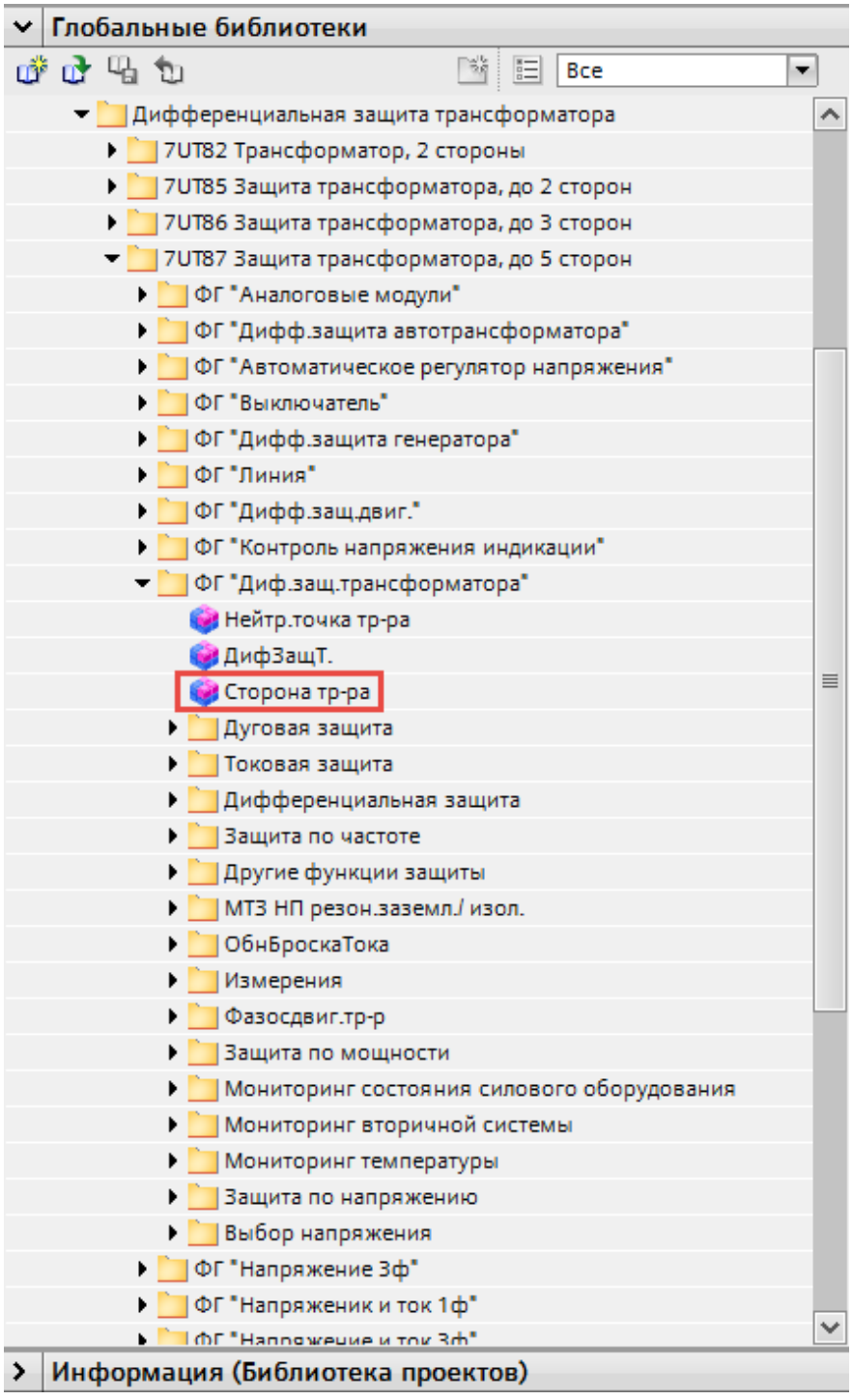
5.1.3 Функциональная группа "Сторона трансформатора"

5.1.3.1 Обзор

В функциональной группе **Сторона тр-ра** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и контроля стороны трансформатора. Функциональная группа **Сторона тр-ра** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональная группа **Сторона тр-ра** должна всегда иметь связь с **функциональной группой ДифЗащТ**.

Функциональная группа **Сторона тр-ра** и папка с соответствующими функциями защиты находятся внутри папки каждого типа устройств в библиотеке функций в DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Сторона тр-ра** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Наиболее часто встречаемые варианты применения конфигурируются при помощи шаблонов применения. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scpowsit-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-6 Функциональная группа Сторона тр-ра – набор функций для устройства типа 7UT87

Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

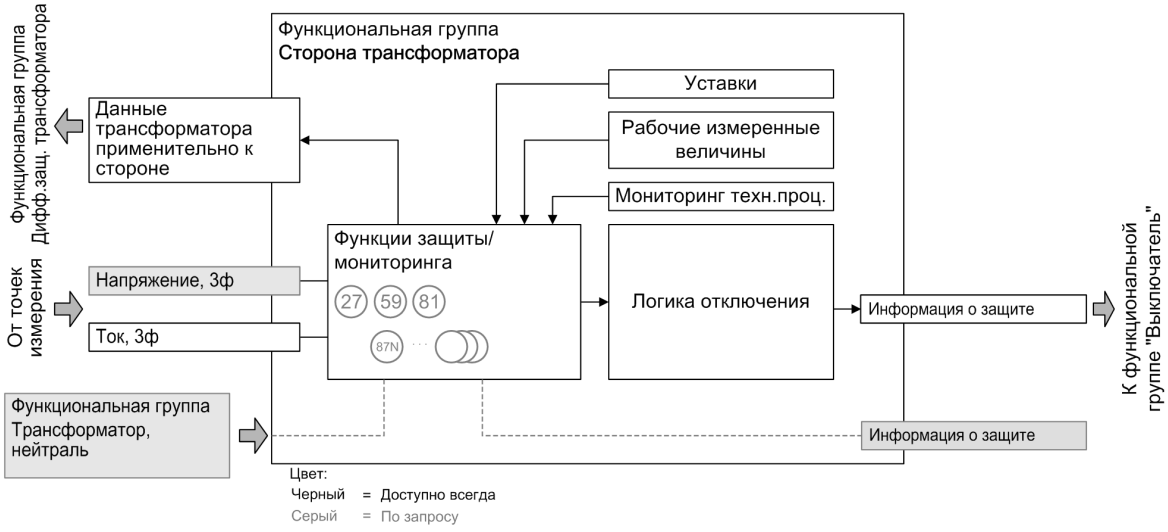
5.1.3.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Сторона тр-ра** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные трансформатора соответствующей стороны
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки являются основными для функциональной группы **Сторона тр-ра**, они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Сторона тр-ра**. Эти функции доступны в библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwpwrsid-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-7 Структура функциональной группы "Сторона тр-ра"

Функциональная группа **Сторона тр-ра** имеет следующие интерфейсы связи с другими функциональными группами:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **ДифЗащТ.**
- Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Сторона тр-ра** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании шаблона применения функциональная группа **Сторона тр-ра** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **Сторона тр-ра**, они автоматически будут получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию см. в главе 2.

Функциональная группа **Сторона тр-ра** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **3-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

- **3-фазный ток**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$.

  Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Сторона тр-ра** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** возможно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **Сторона тр-ра** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции функциональной группы **Сторона тр-ра** имеют доступ к этим значениям полного тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Другие интерфейсы могут быть подключены только к одной точке измерения!

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Сторона тр-ра** подключается к одной или нескольким функциональным группам "Выключатель". Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Сторона тр-ра**
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе "выключатель") через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Сторона тр-ра**

Помимо общей привязки защит функциональной группы **Сторона тр-ра** к функциональным группам Выключатель, предусмотрена также возможность ввести более подробную конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Сторона тр-ра**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные трансформатора соответствующей стороны

Данные трансформатора характеризуют защищаемую сторону трансформатора. Данные трансформатора применительно к стороне используются для всех функций в функциональной группе **Сторона тр-ра**.

Мониторинг технологического процесса

Монитор.техн.проц. всегда присутствует в функциональной группе **Сторона тр-ра** и не может быть удален. Монитор.техн.проц. контролирует следующую информацию в функциональной группе **Сторона тр-ра**:

- Токовый критерий:
  Обнаружение отключенного/включенного состояния трансформатора на основе анализа величины протекающего тока.
- Обнаружение включения:
  Обнаружение включения стороны трансформатора.
- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна всем функциям, используемым в функциональной группе **Сторона тр-ра**.
Описание Монитор.техн.проц. начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Сторона тр-ра** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-3 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы Сторона тр-ра

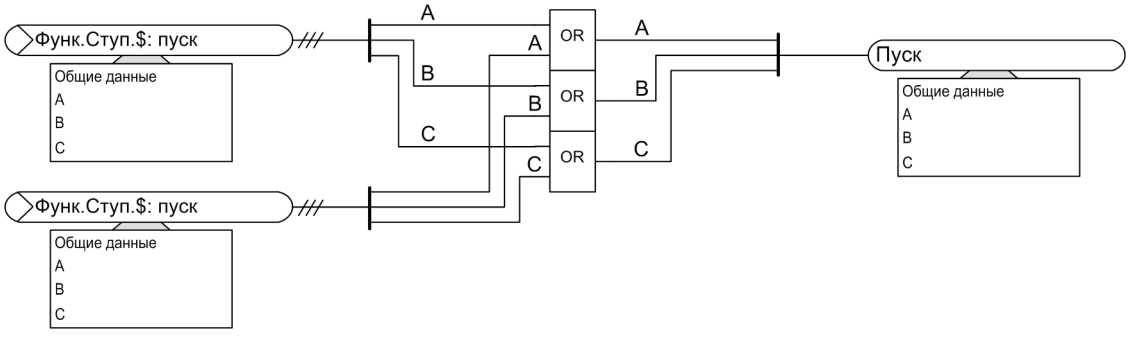
Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеренный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
B_A, B_B, B_C	Фазные напряжения	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_{AB}, B_{BC}, B_{CA}	Междуфазные напряжения	кВ	V	Номинальное значение напряжения первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_r	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
P	Активная	МВТ	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная	МВАр	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная	МВА	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Выходная логика

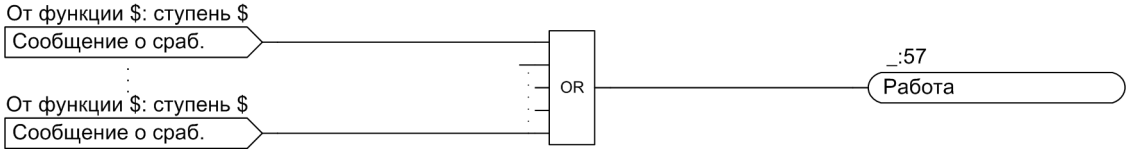
Выходная логика отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Функциональный блок Групп.сообщ. комплексные сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **Сторона тр-ра** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-8 Формирование сигнала пуска функциональной группы Сторона тр-ра



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-9 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Сторона тр-ра

5.1.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Необходимость подключения к соответствующим ФГ **Выключатель** зависит от используемых функций защиты и определения выключателей, на которые должны воздействовать указанные функции.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальную первичную полную мощность защищаемого трансформатора.



ПРИМЕЧАНИЕ

У трансформаторов с числом обмоток более 2, обмотки могут иметь различные номинальные полные мощности. При этом следует задавать в качестве номинальной мощность обмотки, относящейся к рассматриваемой стороне.

Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:91:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный ток стороны трансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***заземленная***

При помощи параметра **Нейтраль** определяется заземление нейтрали: ***заземленная*** или ***изолированная***. Если нейтраль заземлена через токоограничивающий резистор (низкоомное заземление) или через дугогасящий реактор (высокоомное заземление), то следует задавать установку ***заземленная***. В случае, если в зоне защиты находится заземляющий реактор или ограничитель перенапряжения между нейтралью и землей, то следует также задавать уставку ***заземленная***.

Параметр: Тип соединения обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:91:104) Тип соединения обмотки** = ***Y (звезда)***

При помощи параметра**Тип соединения обмотки** задается ***Y (звезда)*** для подключения автотрансформатора по схеме "звезда". Другие варианты установок – это ***D (треугольник)*** для соединения обмотки по схеме треугольника и ***Z (зигзаг)*** для соединения обмотки зигзагом. Параметр **Тип соединения обмотки** имеет важное значение для основной функции защиты устройства.

Параметр: Номер вект.группы

- Уставка по умолчанию **(_:91:100) Номер вект.группы** = *0*

При помощи параметра **Номер вект.группы** задается символ для соединения обмоток защищаемого трансформатора. Можно задать любую возможную **Номер вект.группы** от 0 до 11 (например, для Yy, Dd и Dz значение группы будет только четным, а для Yd, Yz и Dy - только нечетным). Параметр **Номер вект.группы** имеет важное значение для основной функции защиты устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты на основе номинальных данных трансформатора и его обмоток автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для номинального тока обмотки. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности трансформатора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:91:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону трансформатора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 5***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне трансформатора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:91:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = *0*

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: M I1ф исп.тчк.измер.c ID

- Уставка по умолчанию **(_:91:214) M I1ф исп.тчк.измер.c ID** = *0*

Параметр **M I1ф исп.тчк.измер.c ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена со стороной трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:91:215) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 1-й подключенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны трансформатора.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:216) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 1-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:91:217) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 2-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:218) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 2-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:91:219) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 3-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:220) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 3-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:91:221) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 4-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:222) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 4-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:91:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали трансформатора.

5.1.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Номинальные значения
Общее:				
_:91:101	Номинальный ток		от 1 A до 100 000 A	1000 A

Адрес	Параметры	С	Диапазон значений	Номинальные значения
Данные стороны				
_:91:130	Общее: номер стороны		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:91:210	Общее: MI3ф 1 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:211	Общее: MI3ф 2 использует точки измерения Идентификатор Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:212	Общее: MI3ф 3 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:213	Общее: MI3ф 4 использует точки измерения Идентификатор Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:91:215	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:216	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:217	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:218	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:219	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:220	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:221	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:222	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		от 0,010 до 100,000	0,000

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) см. в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.1.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:91:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:91:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 272000.000 В	40000.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДанныеДляСт				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	заземленная
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	Y (звезда)
_:91:100	Общие данные:Номер вект.группы		0 до 11	0
Измерения				
_:91:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.1.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.1.4 Функциональная группа "Нейтральная точка трансформатора"

5.1.4.1 Обзор

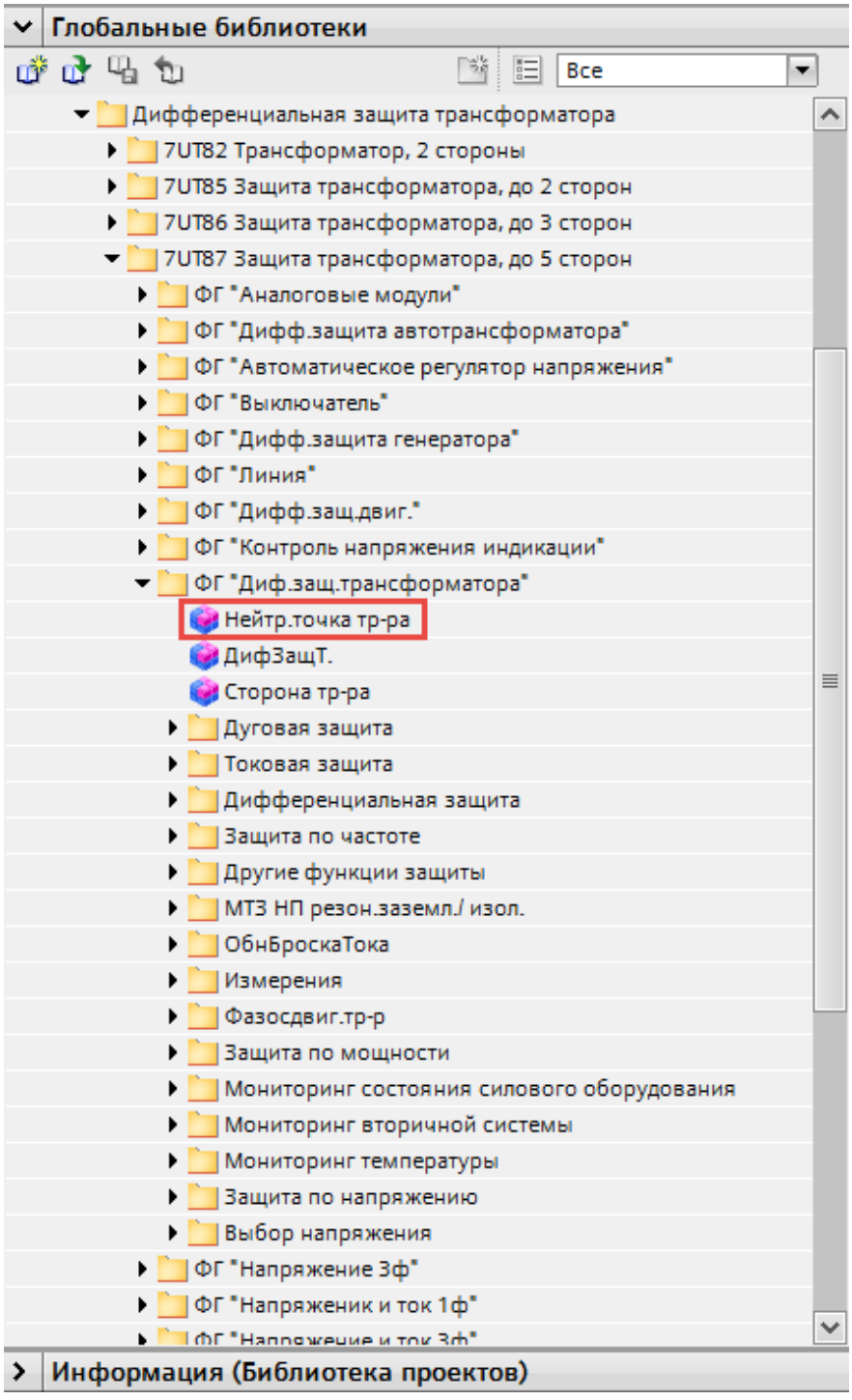
В функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** используются все необходимые функции для защиты и контроля трансформатора, связанные с контролем тока в нейтрали. Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.



ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита (авто) трансформатора и дифференциальная защита от замыканий на землю не работают с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. Чувствительные трансформаторы тока слишком быстро достигают насыщения и генерируют неверные дифференциальные токи.

В общей библиотеке DIGSI 5 вы можете найти функциональную группу **Нейтр.тчк АТ** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Нейтр.тчк АТ** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Здесь вы можете только загрузить функции контроля 1-фазного тока или 1-фазного напряжения по выбору. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scpowspt-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-10 Функциональная группа Нейтр.тчк АТ – набор функций для устройства типа 7UT87.

Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

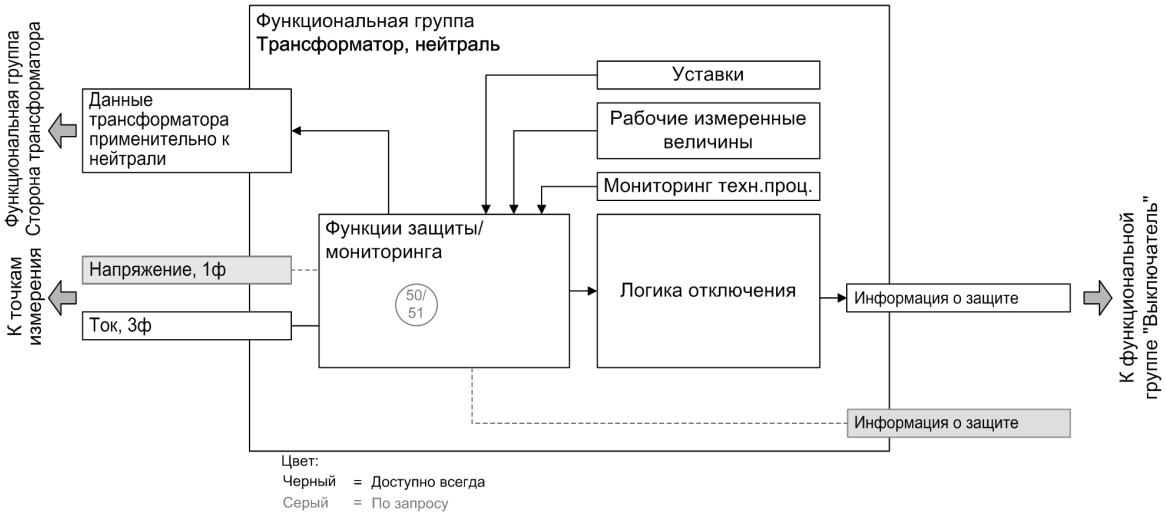
5.1.4.2 Структура функциональной группы

Группа **Нейтраль трансформатора** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные трансформатора применительно к нейтрали
- Рабочие измеряемые величины
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки обязательны в функциональной группе **Нейтраль трансформатора**, поэтому не могут быть выгружены или удалены.

Пользователь может загрузить функции защиты и контроля, необходимые для применения в функциональной группе **Нейтраль трансформатора**. Функции находятся в библиотеке функций DIGSI 5. Функции, в которых нет необходимости, можно удалить из функциональной группы.



[dwpwrstp-161012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-11 Структура функциональной группы Нейтраль трансформатора

Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**.
- **Сторона трансформатора**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

В случае использования прикладного шаблона функциональная группа **Нейтраль трансформатора** связывается с нужными точками измерения.

При добавлении функций в функциональную группу **Нейтраль трансформатора** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Function group connections** (Соединения функциональных групп).

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **1-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает величину тока в одной фазе. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Если вы хотите протестировать или изменить соединение между напряжениями и **Точка измерения U-1ф**, то дважды щелкните по пункту **Ранжирование точек измерения** в структуре проекта DIGSI 5 **7UT87** (название устройства).

  Дополнительные сведения см. в описании данных энергосистемы, начало которого представлено в главе *6.1.1 Обзор*.

  Только в случае если функции ФГ **Нейтраль трансформатора** работают с этой измеряемой величиной, параметр **1-фазное напряжение** должен быть связан с группой функций **Точка измерения U-1ф**.

- **1-фазный ток**

  Данный интерфейс отображает величину тока в одной фазе. В зависимости от типа подключения трансформатора это, например I_x. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** должна всегда быть связана с группой **Точка измерения I-1ф**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете подключить интерфейс **1-фазный ток** максимум к **одной** 1-фазной точке измерения тока.

Все функции в ФГ **Сторона трансформатора** имеют доступ к этим значениям.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы обратитесь к функциональной группе **Нейтраль трансформатора** и выберите функцию **1ф МТЗ**, то информация о броске тока намагничивания берется из соответствующей группы **Сторона трансформатора**.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Нейтраль трансформатора**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе Выключатель) обеспечивается через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Нейтраль трансформатора**

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **Нейтраль трансформатора** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействия выключателя** в функциональной группе **Нейтраль трансформатора**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда вырабатывается команда на отключение
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**

При использовании шаблона приложения функциональные группы соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные трансформатора применительно к нейтрали

Данные трансформатора определяют необходимость защиты нейтрали трансформатора. Данные трансформатора могут применяться ко всем функциям в функциональной группе **Нейтраль трансформатора**.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Нейтраль трансформатора** и не могут быть удалены.

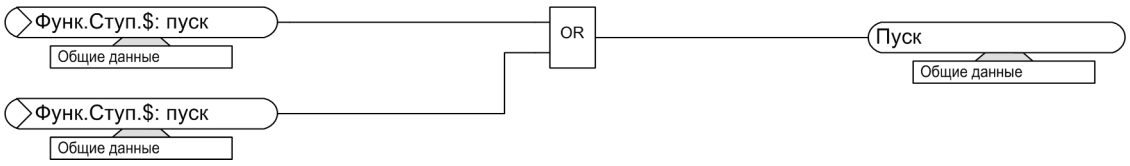
Таблица 5-4 Рабочие измеряемые величины функциональной группы Нейтраль трансформатора

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные**	**% относительно**
I	Ток нейтрали	A	A	Номинальный первичный ток
B	Напряжение	кВ	В	Номинальное значение напряжения первичной системы

Выходная логика

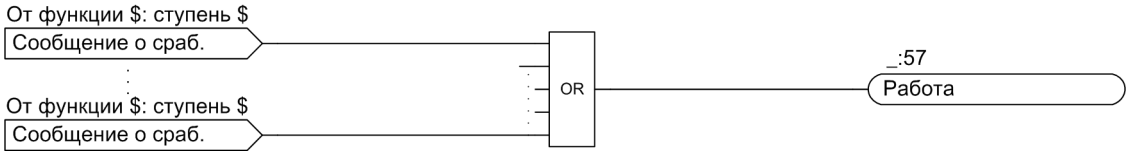
Выходная логика отвечает за разделение сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика пуска и выходная логика назначаются определенным сигналам. Логика пуска и выходная логика генерируют всеобъемлющие сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Protection information** (Информация защиты) в функциональную группу **Circuit-breaker** (Выключатель) и там обрабатываются дополнительно.

Сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Нейтраль трансформатора** объединяются пофазно и на выходе формируют групповое сообщение.



[loanrstp-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-12 Формирование сообщения о срабатывании функциональной группы Нейтраль трансформатора.



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-13 Формирование сообщения о срабатывании функциональной группы Нейтраль трансформатора.

5.1.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Номинальный ток (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:104) Номинальный ток** = ***1000 A***

При помощи параметра **Номинальный ток** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номинальный ток** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальный ток подключенной стороны трансформатора
- Номинальный ток соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номинальный ток** не может быть изменен.

Параметр: Номин.напряж. (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:105) Номинальное напряжение** = ***400,00 кВ***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальное напряжение подключенной стороны трансформатора
- Номинальное напряжение соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номин.напряж.** не может быть изменен.

Параметр: Номинальная полная мощность

- Уставка по умолчанию **(_:9421:103) Номинальная полная мощность** = ***692,82 МВА***

Параметр **Номинальная полная мощность** рассчитывается через параметры **Номинальное напряжение** и **Номинальный ток**. Если значения тока и напряжения доступны, данное значение только отображается на дисплее и не может быть изменено.

Параметр: M I1ф исп.тчк.измер.с ID

- Уставка по умолчанию **(_:9421:214) M I1ф исп.тчк.измер.с ID** = ***0***

Параметр **M I1ф исп.тчк.измер.с ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена с нейтралью трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:9421:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали трансформатора.

5.1.4.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:9421:103	Общие: Номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000.00 MBA	692,82 MBA
_:9421:104	Общее: Номинальный ток		от 1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:105	Общее: Номинальное напряжение		от 0,20 кВ до 1200,00 кВ	400 кВ
Данные стороны				
_:9421:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:9421:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		0.010 to 100.000	0.000

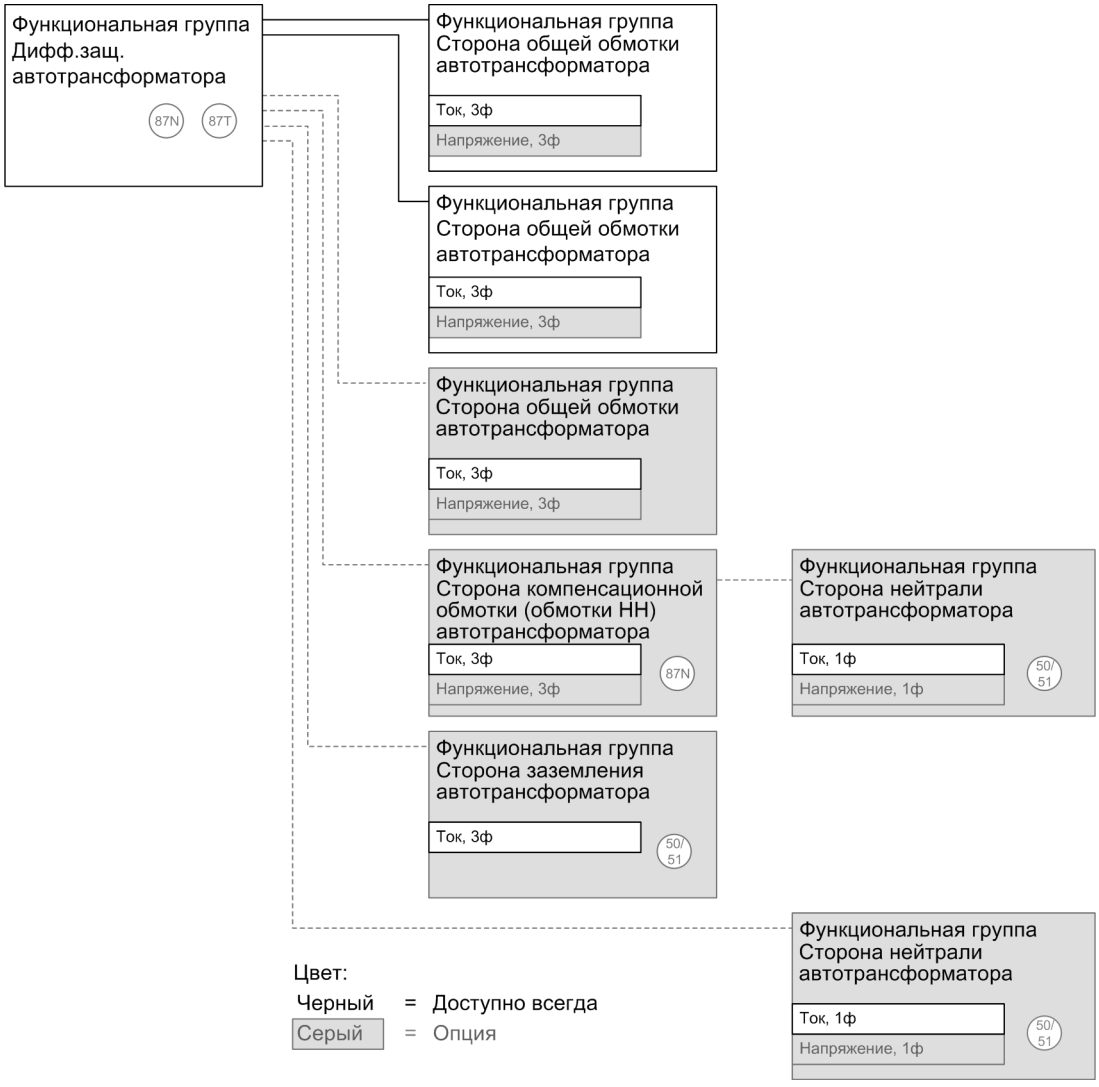
5.1.4.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

5.2 Обзор функций группы дифференциальной защиты автотрансформаторов

5.2.1 Типы функциональных групп

На нижеприведенном рисунке представлена структура взаимосвязей функциональных групп с дифференциальной защитой автотрансформатора.



[dwfguebs-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-14 Функциональные группы Дифференциальная защита автотрансформатора

В библиотеке DIGSI 5 в папке ФГ "Дифф.защита автотрансформатора" представлены следующие функциональные группы:

- **ДифЗащАТ** (Дифференциальная защита)
- **Общ.обмотка АТ** (Сторона общей обмотки автотрансформатора)
- **Обм.НН АТ** (Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора)
- **Заземл.нейтр.АТ** (Сторона заземления автотрансформатора)
- **Нейтр.тчк АТ** (Нейтраль автотрансформатора)

Указанные функциональные группы содержатся в папке ФГ **Дифф.защита автотрансформатора** В папках с функциональными группами находятся функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы. Для функциональной группы **ДифЗащАТ** всегда предусмотрены 2 функциональные группы **Общ.обмотка АТ**. Функциональная группа **Нейтр.тчк АТ** при необходимости может быть объединена с функциональной группой **Обм.НН АТ** или напрямую с функциональной группой **ДифЗащАТ**.

В следующей таблице указано количество функциональных групп, которые возможно использовать в зависимости от типа применяемого устройства (7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87).

ПРИМЕЧАНИЕ

Приобретите 70 или 120 функциональных единиц, чтобы расширить применение терминалов 7UT85 и 7UT86 до трехобмоточного или многообмоточного трансформатора. Предоставьте соответствующее число точек измерения, необходимых для расширения.

Таблица 5-5 Функциональные группы устройства

Устройство	**Функциональная группа**				
	Дифференциальная защита автотрансформатора (ДифЗащАТ)	**Дифференциальная защита автотрансформатора автотрансформатора (Общ.обмотка АТ)**	**Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора (Обм.НН АТ)**	**Сторона заземления автотрансформатора (Заземл.нейтр.АТ)**	**Нейтраль автотрансформатора (Нейтр.тчк АТ)**
7UT82	Макс. 1	Макс. 2	–	–	Макс. 1
7UT85	Макс. 1	Макс. 2	макс. 1 (не откл.)	–	Макс. 1
7UT86	Макс. 1	Макс. 3 (2 отключить)	Макс. 1	Макс. 1	Макс. 2
7UT87	Макс. 2	макс. 5 [9]	макс. 1	макс. 1	макс. 2

Для правильной работы функций дифференциальной защиты автотрасформатора необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В *Таблица 5-6* представлен пример допустимых соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель. Подробный обзор возможных соединений между функциональными группами представлен на рисунках из шаблонов приложений (см. *Рисунок 4-2*, *Рисунок 4-3* и *Рисунок 4-4*).

Функциональная группа **Общ.обмотка АТ** должна быть постоянно соединена с функциональной группой **ДифЗащАТ**. В зависимости от применения может потребоваться соединение функциональных групп **Нейтр.тчк АТ** и **Обм.НН АТ**. Такое подключение необходимо, например, в случае применения дифференциальной защиты от замыканий на землю или при использовании тока нейтрали в схеме продольной дифференциальной защиты (коррекция тока нулевой последовательности). Верно и обратное, т. е. функциональная группа **Нейтр.тчк АТ** может также требовать наличия сигналов от функциональной группы **ДифЗащАТ**. К таким случаям относится, например, необходимость передачи сигнала обнаружения броска тока намагничивания, который используется для блокировки 1-фазной МТЗ, работающей с небольшой выдержкой времени.

[9] Автотрансформатору можно назначить максимум 3 стороны общей обмотки. Оставшиеся стороны автотрансформатора доступны для 2 автотрансформатора.

Таблица 5-6 Привязка дифференциальной защиты к сторонам объекта

Обмотка	**Дифференциальная защита автотрансформатора (ДифЗащАТ) 1**				**Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора (Обм.НН АТ)**
	Сторона общей обмотки (2 ... 3)	**Сторона обмотки НН (0 ... 1)**	**Сторона заземления (0 ... 1)**	**Нейтраль (0 ... 1)**	**Нейтраль (0 ... 1)**
Сторона общей обмотки автотрансформатора 1	X	–	–	–	–
Сторона общей обмотки автотрансформатора 2	X	–	–	–	–
Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора	–	X	–	–	–
Сторона заземления автотрансформатора	–	-	X	–	–
Сторона компенсационной обмотки Сторона компенсационной Нейтр. точка 1:	–	–	–	X	
Сторона компенсационной обмотки Сторона компенсационной Нейтр. точка 2:	–	–	–		X

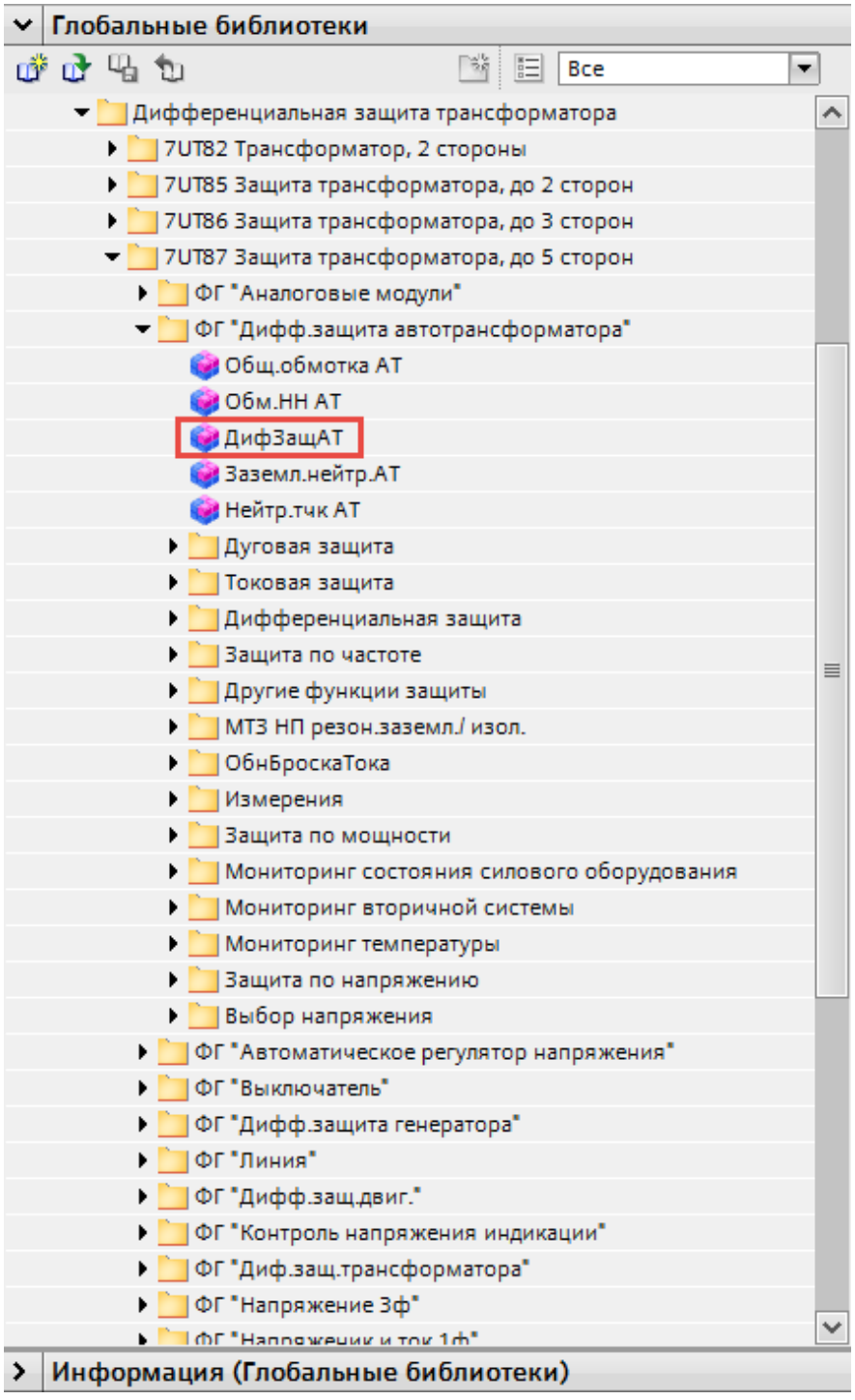
Отдельные функциональные группы описываются далее.

5.2.2 Функциональная группа "Автотрансформатор"

5.2.2.1 Обзор

ДифЗащАТ содержит функцию дифференциальной защиты и соответствующие измеряемые величины. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. Функция дифференциальной защиты может быть загружена только в функциональную группу **ДифЗащАТ**.



[scauttrf-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-15 Функциональная группа ДифЗащAT– набор функций для устройства типа 7UT87

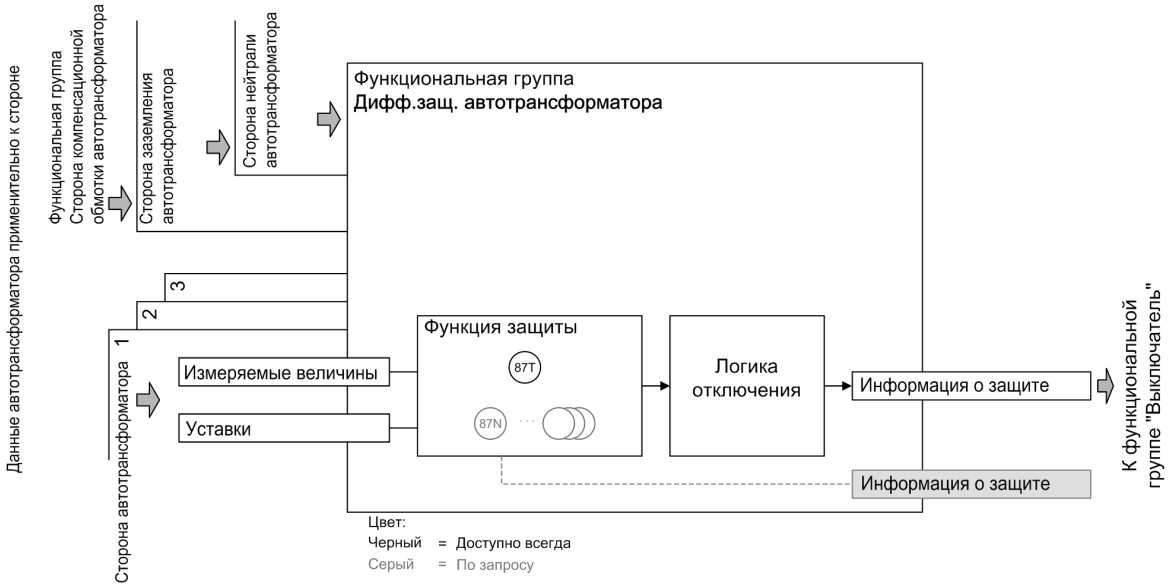
За более подробной информацией о составе функций в устройстве обратитесь к главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

5.2.2.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Автотрансформатор** в соответствии с *Рисунок 5-16*, поддерживает интерфейс с функциональными группами **Сторона общей обмотки автотрансформатора** и **Выключатель**. Функциональная группа **Дифф. автотрансформатор** содержит следующие функциональные блоки:

- Функция защиты (реализация функции дифференциальной защиты).
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании).

Для гарантированного выполнения защитных функций функционирование дифференциальной защиты всегда должно описываться в функциональной группе **Дифф. автотрансформатор**. Если не используется шаблон приложения, то данную функцию следует загрузить из функциональной библиотеки DIGSI.



[dwauttrf-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-16 Структура функциональной группы Дифф. автотрансформатор.

Функциональная группа **Дифф. автотрансформатор** предусматривает следующие интерфейсы с другими функциональными группами:

- Функциональная группа **Сторона общей обмотки автотрансформатора**
- Функциональная группа **Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора**
- Функциональная группа **Сторона заземления автотрансформатора**
- Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** (функциональная группа защиты).
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейс с функциональной группой Сторона общей обмотки автотрансформатора

Функциональная группа **Автотрансформатор** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с функциональной группой **Сторона общей обмотки автотрансформатора**. Кроме этого посредством данного интерфейса передается информация об уставках.

При использовании шаблона приложения функциональная группа **Дифф. автотрансформатор** подключается к нужным точкам измерения.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Дифф. трансформатор** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данное подключение определяет:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Дифф. автотрансформатор**.
- Блокировка запуска функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной функциональной группы защиты **Дифф. автотрансформатор**.

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **Дифф. автотрансформатор** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Дифф. автотрансформатор**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда вырабатывается команда на отключение
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**

При использовании шаблона приложения функциональные группы соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные автотрансформатора (для соответствующей стороны)

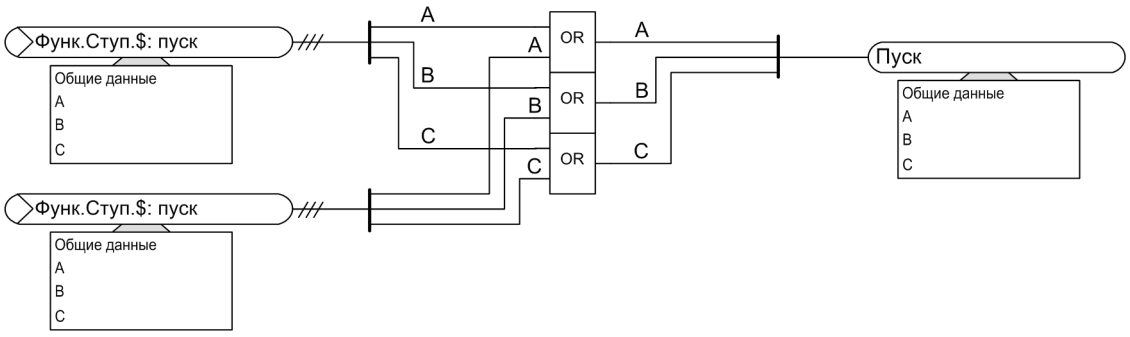
Данные автотрансформатора (для соответствующей стороны) Данные автотрансформатора характеризуют защищаемый автотрансформатор. Функциональная группа **Автотрансформатор** получает указанные данные от связанных функциональных групп:

- Функциональная группа **Сторона общей обмотки автотрансформатора**
- Функциональная группа **Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора**
- Функциональная группа **Сторона заземления автотрансформатора**
- Функциональная группа **Сторона нейтрали автотрансформатора**.

Выходная логика

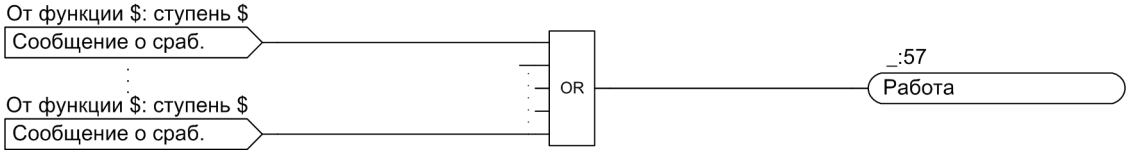
Выходная логика отвечает за разделение сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика пуска и выходная логика назначаются определенным сигналам. Логика пуска и выходная логика генерируют всеобъемлющие сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Protection information** (Информация защиты) в функциональную группу **Circuit-breaker** (Выключатель) и там обрабатываются дополнительно.

Сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Дифф. автотрансформатора** объединяются пофазно и на выходе формируют групповое сообщение.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-17 Формирование сигнала пуска функциональной группы Дифф. автотрансформатор.



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-18 Формирование сигнала пуска функциональной группы Дифф. автотрансформатор.

5.2.2.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***заземленная***

При помощи параметра **Нейтраль** определяется заземление нейтрали: ***заземленная*** или ***изолированная***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Нейтраль** доступен для просмотра или измерения только при подключении функциональной группы **Дифф. автотрансформатор** к группе **Нейтраль автотрансформатора**.

5.2.2.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	заземленная

5.2.2.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

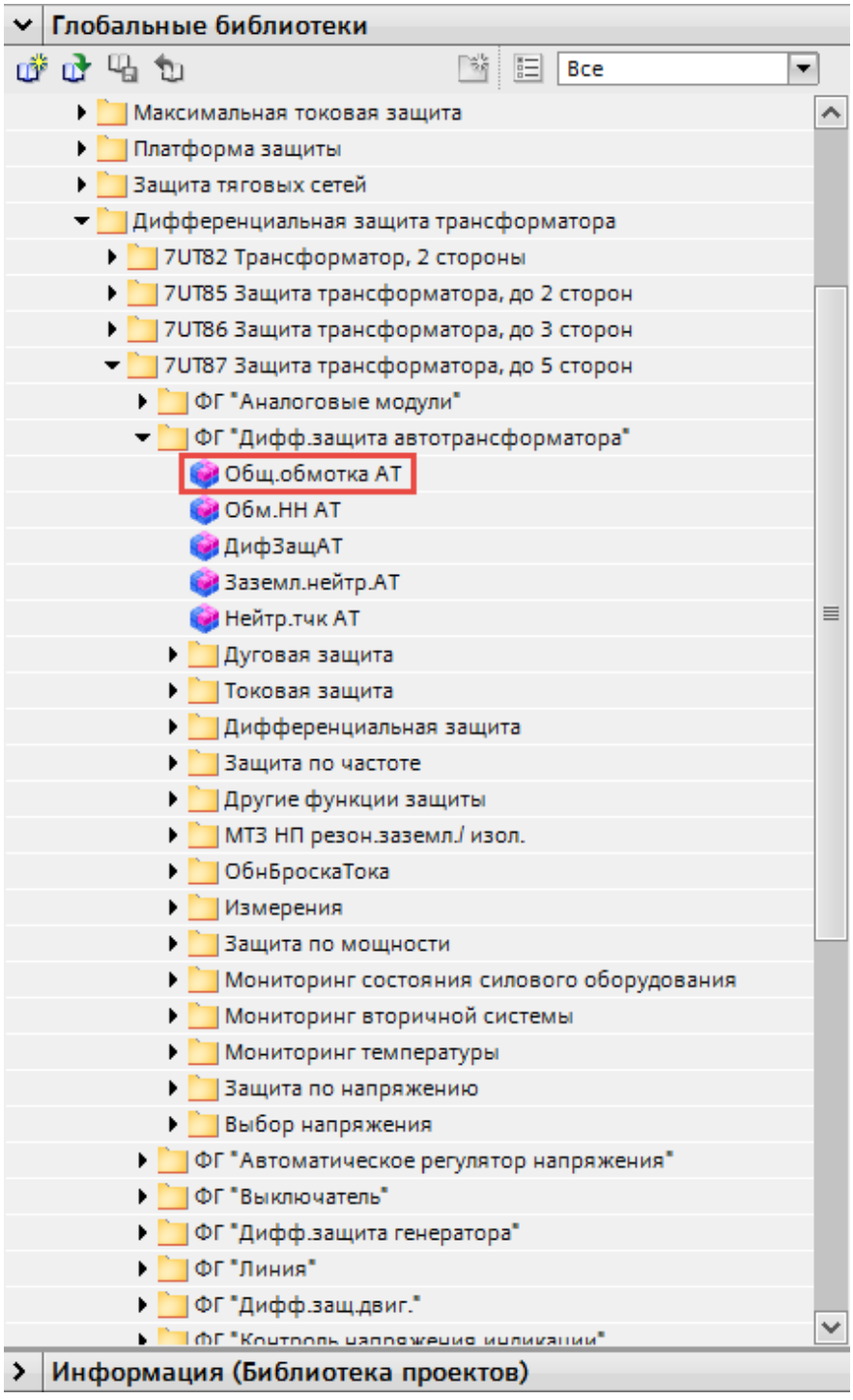
5.2.3 Функциональная группа "Сторона общей обмотки автотрансформатора"

5.2.3.1 Обзор

В функциональной группе **Общ.обмотка АТ** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и контроля состояния компенсационной обмотки автотрансформатора. Функциональная группа **Общ.обмотка АТ** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональная группа **Общ.обмотка АТ** должна всегда иметь связь с функциональной группой **ДифЗащАТ**.

В общей библиотеке DIGSI 5 вы можете найти функциональную группу **Общ.обмотка АТ** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Общ.обмотка АТ** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scautspr-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-19 Функциональная группа "Общ.обмотка АТ" – набор функций для устройства 7UT87

Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройств обратитесь к главе 4.

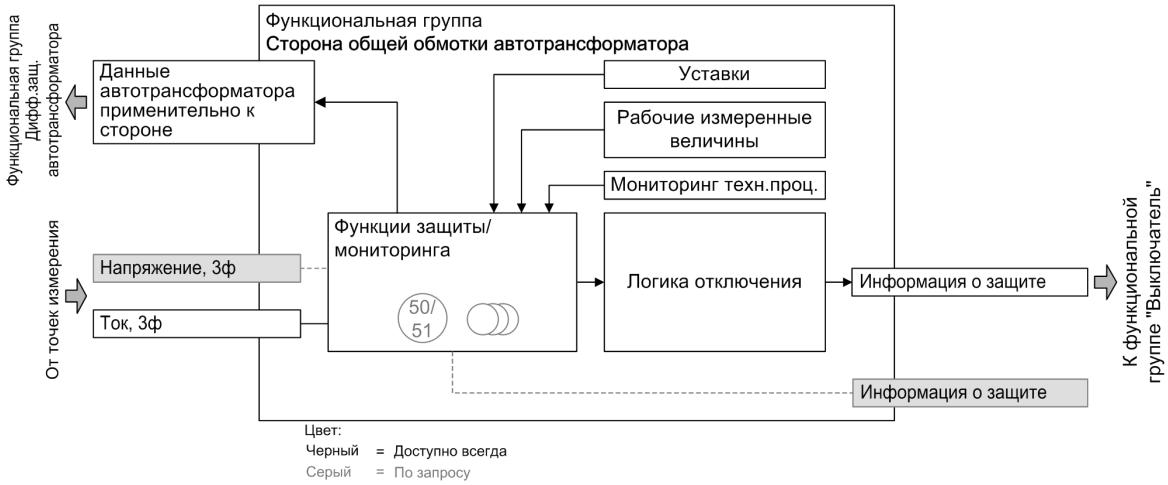
5.2.3.2 Структура функциональной группы

ФГ **Общ.обмотка АТ** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные автотрансформатора соответствующей стороны (Общие данные)
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Логика формирования групповых сообщений логика функциональной группы

Данные блоки обязательны в ФГ **Общ.обмотка АТ**, поэтому они не могут быть удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из ФГ **Общ.обмотка АТ**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwautsid-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-20 Структура функциональной группы ФГ Общ.обмотка АТ

ФГ **Общ.обмотка АТ** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **ДифЗащАТ**

Интерфейсы точек измерения

ФГ **Общ.обмотка АТ** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании базовой конфигурации ФГ **Общ.обмотка АТ** уже подключена к необходимым точкам измерения.

При добавлении функций в ФГ **Общ.обмотка АТ** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию см. в главе 2.

ФГ **Общ.обмотка АТ** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **`U 3ф.`** (опция):

  Данный интерфейс отображает величины измеренного трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

- **I 3ф**:

  Данный интерфейс отображает величины измерения 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Общ.обмотка АТ** должна всегда быть связана с группой **Точка измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** возможно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока связаны с интерфейсом **3-фазный ток** в функциональной группе **Общ.обмотка АТ**, то суммарный ток также определяется с помощью измеренных значений в обеих точках измерения. Все функции ФГ **Общ.обмотка АТ** имеют доступ к данным значениям.

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами Выключатель через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

ФГ **Общ.обмотка АТ** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции ФГ **Общ.обмотка АТ**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной защитной ФГ **Общ.обмотка АТ**

Помимо общей привязки защит ФГ **Общ.обмотка АТ** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в ФГ **Общ.обмотка АТ**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом таким образом, чтобы обеспечить правильное функционирование защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные автотрансформатора соответствующей стороны

Данные автотрансформатора характеризуют защищаемую сторону общей обмотки автотрансформатора. Данные автотрансформатора применительно к стороне используются для всех функций в функциональной группе **Общ.обмотка АТ**.

Мониторинг технологического процесса

Функция Монитор.техн.проц. всегда присутствует в ФГ **Общ.обмотка АТ** и не может быть удалена. Монитор.техн.проц. позволяет сделать следующую информацию доступной в ФГ **Общ.обмотка АТ**:

- Токовый критерий:

  Фиксация отключенного/включенного состояния стороны общей обмотки автотрансформатора на основе анализа величины протекающего тока.

- Обнаружение включения:

  Определение включения стороны общей обмотки автотрансформатора

- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна в ФГ **Общ.обмотка АТ** для всех функций, включая данную.

Описание Монитор.техн.проц. начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в ФГ **Общ.обмотка АТ** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-7 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы Общ.обмотка АТ

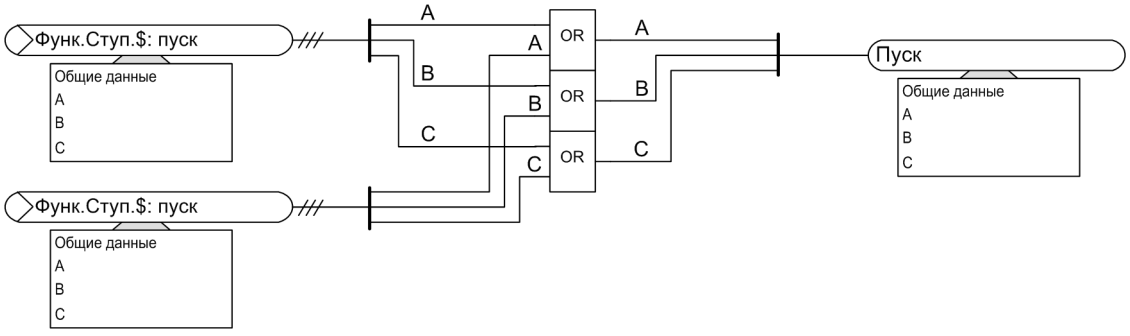
Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
I_N	Измеренный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
B_A, B_B, B_C	Фазные напряжения	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_{AB}, B_{BC}, B_{CA}	Междуфазные напряжения	кВ	V	Номинальное значение напряжения первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_r	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная	МВт	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная	МВАр	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная	МВА	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВт	–	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	MBAp	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	MBA	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Выходная логика

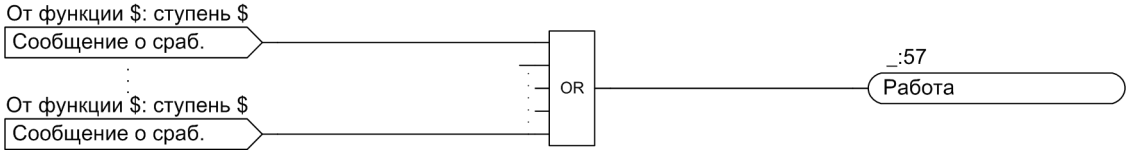
Выходная логика отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Функциональный блок Групп.сообщ. формирует комплексные сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе **Общ.обмотка АТ** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-21 Формирование сигнала пуска ФГ Общ.обмотка АТ



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-22 Формирование сигнала срабатывания ФГ Общ.обмотка АТ

5.2.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Необходимость подключения к соответствующим ФГ **Выключатель** зависит от используемых функций защиты и определения выключателей, на которые должны воздействовать указанные функции.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальную первичную полную мощность защищаемого автотрансформатора. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:91:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный ток стороны общей обмотки автотрансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты на основе номинальных данных автотрансформатора и его обмоток автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для номинального тока обмотки. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности автотрансформатора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:91:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону общей обмотки автотрансформатора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 5***) автоматически отображается при подключении к стороне общей обмотки автотрансформатора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:91:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = ***0***

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне общей обмотки автотрансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:91:215) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 1-й подключенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны автотрансформатора.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:216) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 1-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:91:217) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 2-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:218) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 2-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:91:219) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 3-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:220) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 3-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:91:221) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 4-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:222) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 4-й подключенной точки измерения.

5.2.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Номинальные значения
Общее :				
_:91:101	Номинальный ток		от 1 A до 100 000 A	1000 A

Адрес	Параметры	С	Диапазон значений	Номинальные значения
Данные стороны				
_:91:130	Общее: номер стороны		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:91:210	Общее: MI3ф 1 использует точки измерения. Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:211	Общее: MI3ф 2 использует точки измерения. Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:212	Общее: MI3ф 3 использует точки измерения. Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:213	Общее: MI3ф 4 использует точки измерения. Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:215	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:216	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:217	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:218	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:219	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:220	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:221	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:222	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN		от 0,010 до 100,000	0,000

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) см. в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.2.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:91:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:91:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 272000.000 В	40000.000 В
Измерения				
_:91:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.2.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

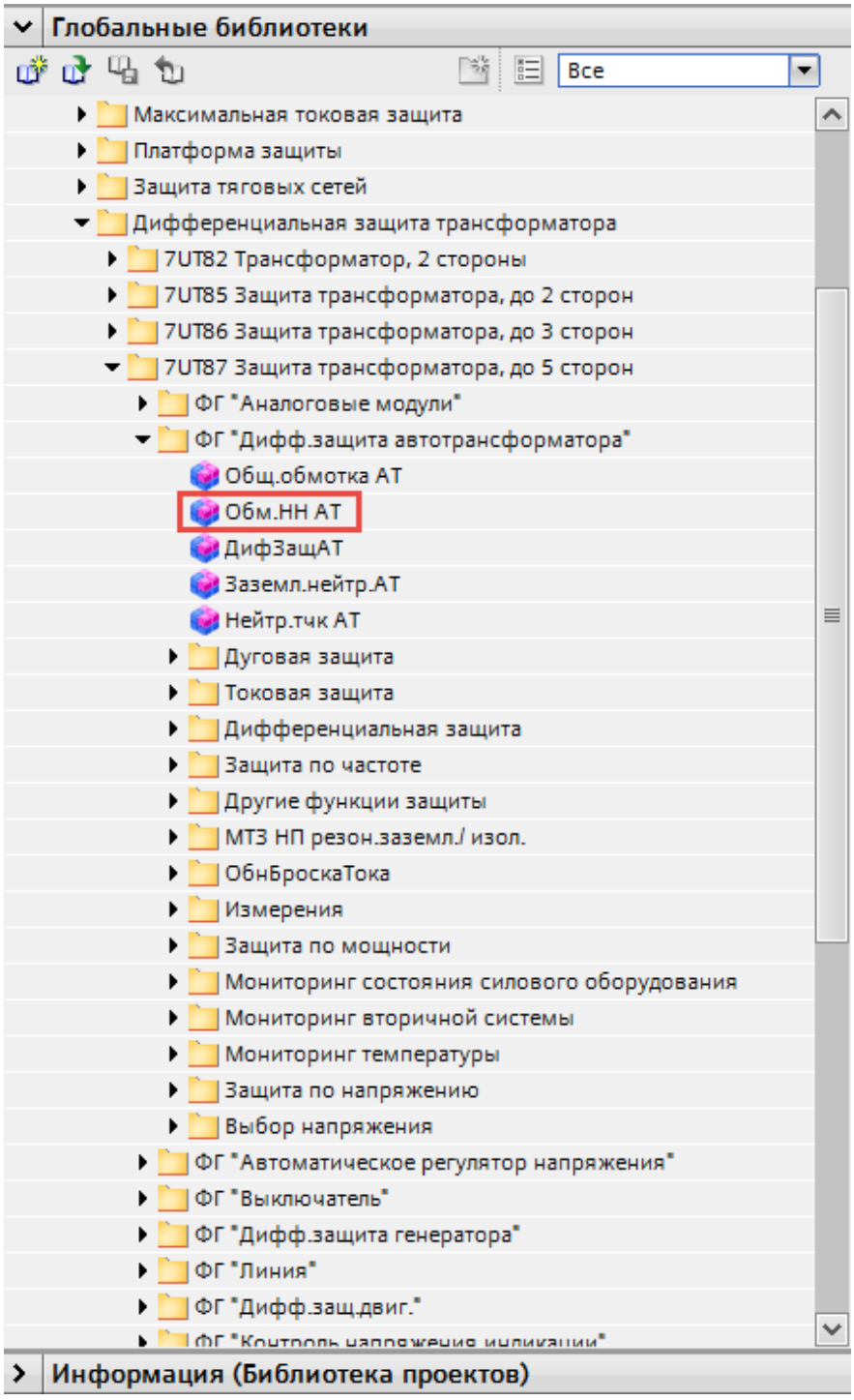
5.2.4 Функциональная группа "Сторона компенсационной обмотки (обмотки НН) автотрансформатора"

5.2.4.1 Обзор

В функциональной группе **Обм.НН АТ** могут использоваться все функции необходимые для защиты и мониторинга состояния компенсационной обмотки автотрансформатора. Функциональная группа **Обм.НН АТ** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональная группа **Обм.НН АТ** должна всегда иметь связь с функциональной группой **ДифЗащАТ**.

В общей библиотеке DIGSI 5 вы можете найти функциональную группу **Обм.НН АТ** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Обм.НН АТ** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scautcmp-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-23 Функциональная группа Обм.НН AT – набор функций для устройства типа 7UT87

За более подробной информацией о составе функций в устройстве обратитесь к главе 2. Информация о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройств находится в главе 4.

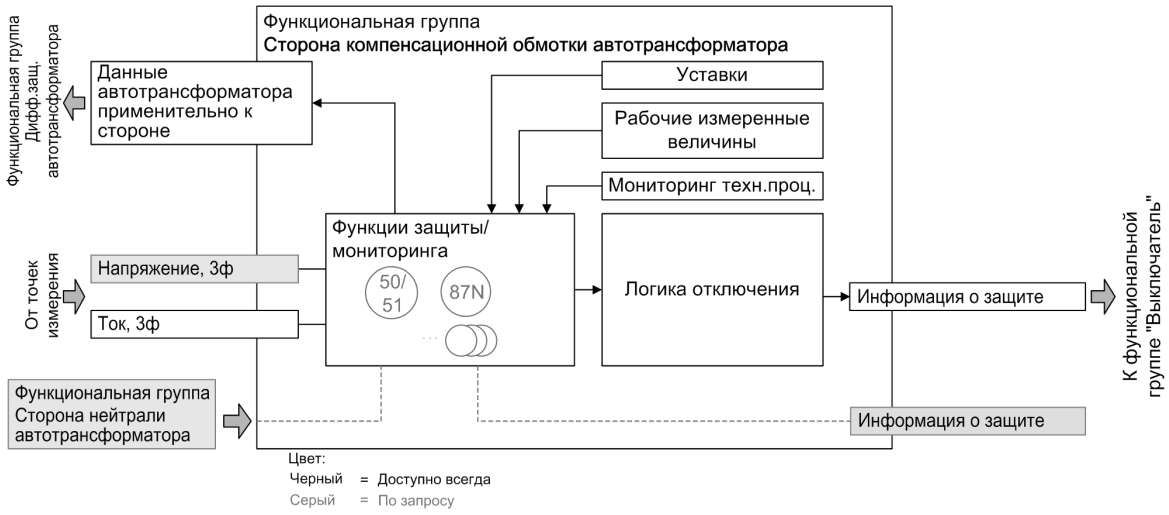
5.2.4.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Обм.НН АТ** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные автотрансформатора соответствующей стороны
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки являются основными для функциональной группы **Обм.НН АТ**, они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Обм.НН АТ**. Эти функции доступны в библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwautcsd-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-24 Структура функциональной группы Обм.НН АТ

Функциональная группа **Обм.НН АТ (Txt10_40)** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **ДифЗащАТ**
- Функциональная группа **Нейтр.тчк АТ**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Обм.НН АТ** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании шаблона применения функциональная группа **Обм.НН АТ** уже подключена к необходимым точкам измерения.

При добавлении функций в функциональную группу **Обм.НН АТ** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединения функциональных групп**.

Более подробную информацию см. в главе 2.

Функциональная группа **Обм.НН АТ** поддерживает интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **3-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

- **3-фазный ток**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$.

  Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Обм.НН АТ** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** возможно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если две точки измерения тока связаны с интерфейсом **3-фазный ток** в функциональной группе **Обм.НН АТ**, то суммарный ток также определяется с помощью измеренных значений в обеих точках измерения. Все функции функциональной группы **Обм.НН АТ** имеют доступ к данным значениям.



ПРИМЕЧАНИЕ

Другие интерфейсы могут быть подключены только к одной точке измерения!

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Обм.НН АТ** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Обм.НН АТ**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе выключатель) через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Обм.НН АТ**

Помимо общей привязки защит функциональной группы **Обм.НН АТ** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Обм.НН АТ**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже изначально соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные автотрансформатора соответствующей стороны

Данные автотрансформатора характеризуют защищаемую сторону компенсационной обмотки автотрансформатора. Данные автотрансформатора применительно к стороне используются для всех функций в функциональной группе **Обм.НН АТ**.

Мониторинг технологического процесса

Монитор.техн.проц. всегда присутствует в функциональной группе **Обм.НН АТ** и не может быть удалена. Монитор.техн.проц. позволяет сделать следующую информацию доступной в функциональной группе **Обм.НН АТ**:

- Токовый критерий:

  Обнаружение отключенного/включенного состояния стороны компенсационной обмотки автотрансформатора на основе анализа величины протекающего тока.

- Обнаружение включения:

  Обнаружение включения стороны компенсационной обмотки автотрансформатора

- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна в функциональной группе **Обм.НН АТ (Txt10_40)** для всех функций, включая данную.

Описание Монитор.техн.проц. начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Обм.НН АТ** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-8 Доступные рабочие измеренные величины функциональной группы Обм.НН АТ

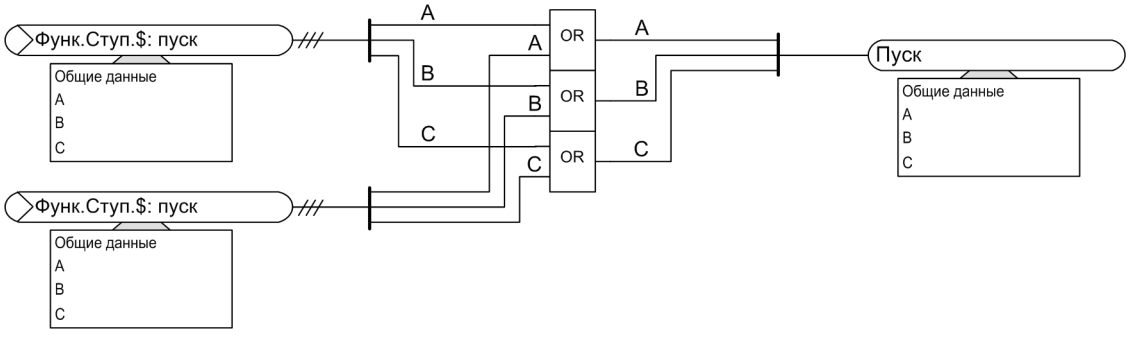
Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеренный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
B_A, B_B, B_C	Фазные напряжения	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_{AB}, B_{BC}, B_{CA}	Междуфазные напряжения	кВ	V	Номинальное значение напряжения первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_r	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	V	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
P	Активная	МВТ	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная	МВАр	–	Номинальное значениемощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная	МВА	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
cos φ	Коэффициент мощности	(абсо-лютное)	(абсо-лютное)	100 % соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Выходная логика

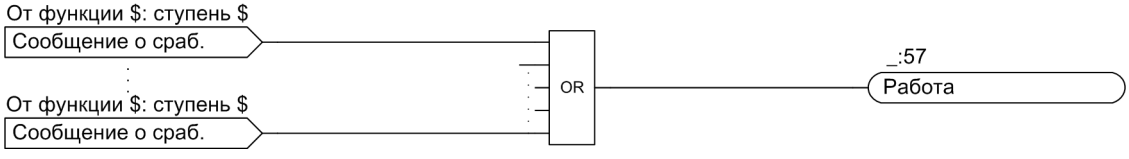
Выходная логика отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Функциональный блок Групп.сообщ. формирует комплексные сообщения (групповые сооб- щения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе **Обм.НН АТ** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-25 Формирование сигнала пуска функциональной группы Обм.НН АТ



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-26 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Обм.НН АТ

5.2.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Необходимость подключения к соответствующим ФГ **Выключатель** зависит от используемых функций защиты и определения выключателей, на которые должны воздействовать указанные функции.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальную первичную полную мощность защищаемого автотрансформатора. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400.00 kV***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:91:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный ток стороны автотрансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***изолированная***

При помощи параметра **Нейтраль** определяется заземление нейтрали: ***заземленная*** или ***изолированная***.

Параметр: Тип соединения обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:91:104) Тип соединения обмотки** = ***D (треугольник)***

При помощи параметра**Тип соединения обмотки** задается ***D (треугольник)*** компенсационной обмотки автотрансформатора. Другие варианты уставок это ***Y (звезда)*** для соединения обмотки в

звезду и ***Z (зигзаг)*** для соединения обмотки в зигзаг. Параметр **Тип соединения обмотки** соответствует основной функции защиты.

Параметр: Номер векг.группы

- Уставка по умолчанию **(_:91:100) Номер векг.группы** = ***1***

При помощи параметра **Номер векг.группы** задается символ для соединения обмоток защищаемого автотрансформатора. Можно задать любую возможную **Номер векг.группы** от 0 до 11 (например, для Yy, Dd и Dz значение группы будет только четным, а для Yd, Yz и Dy - только нечетным). Параметр **Номер векг.группы** соответствует основной функции защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты на основе номинальных данных автотрансформатора и его обмоток автоматически также вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для номинального тока обмотки. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности автотрансформатора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:91:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону автотрансформатора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 5***) автоматически отображается при подключении к стороне общей обмотки автотрансформатора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:91:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = ***0***

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне компенсационной обмотки автотрансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: M I1ф исп.тчк.измер.c ID

- Уставка по умолчанию **(_:91:214) M I1ф исп.тчк.измер.c ID** = ***0***

Параметр **M I1ф исп.тчк.измер.c ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена со стороной компенсационной обмотки автотрансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:91:215) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 1-й подключенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны автотрансформатора.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:216) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 1-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:91:217) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 2-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:218) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 2-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:91:219) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 3-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:220) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 3-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:91:221) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 4-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:222) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 4-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:91:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали автотрансформатора.

5.2.4.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Номинальные значения
Номинальные значения:				
_:91:101	Номинальный ток		от 1 A до 100 000 A	1000 A
Данные стороны				
_:91:130	Общее: номер стороны		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:91:210	Общее: MI3ф 1 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0

Адрес	Параметры	С	Диапазон значений	Номинальные значения
_:91:211	Общее: MI3ф 2 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:212	Общее: MI3ф 3 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:213	Общее: MI3ф 4 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:91:215	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:216	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:217	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:218	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:219	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:220	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:221	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:222	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		от 0,010 до 100 000	0,000

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) см. в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.2.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:91:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:91:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 272000.000 В	40000.000 В
ДанныеДляСт				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	изолированная

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	D (треугольник)
_:91:100	Общие данные:Номер вект.группы		0 до 11	1
Измерения				
_:91:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.2.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

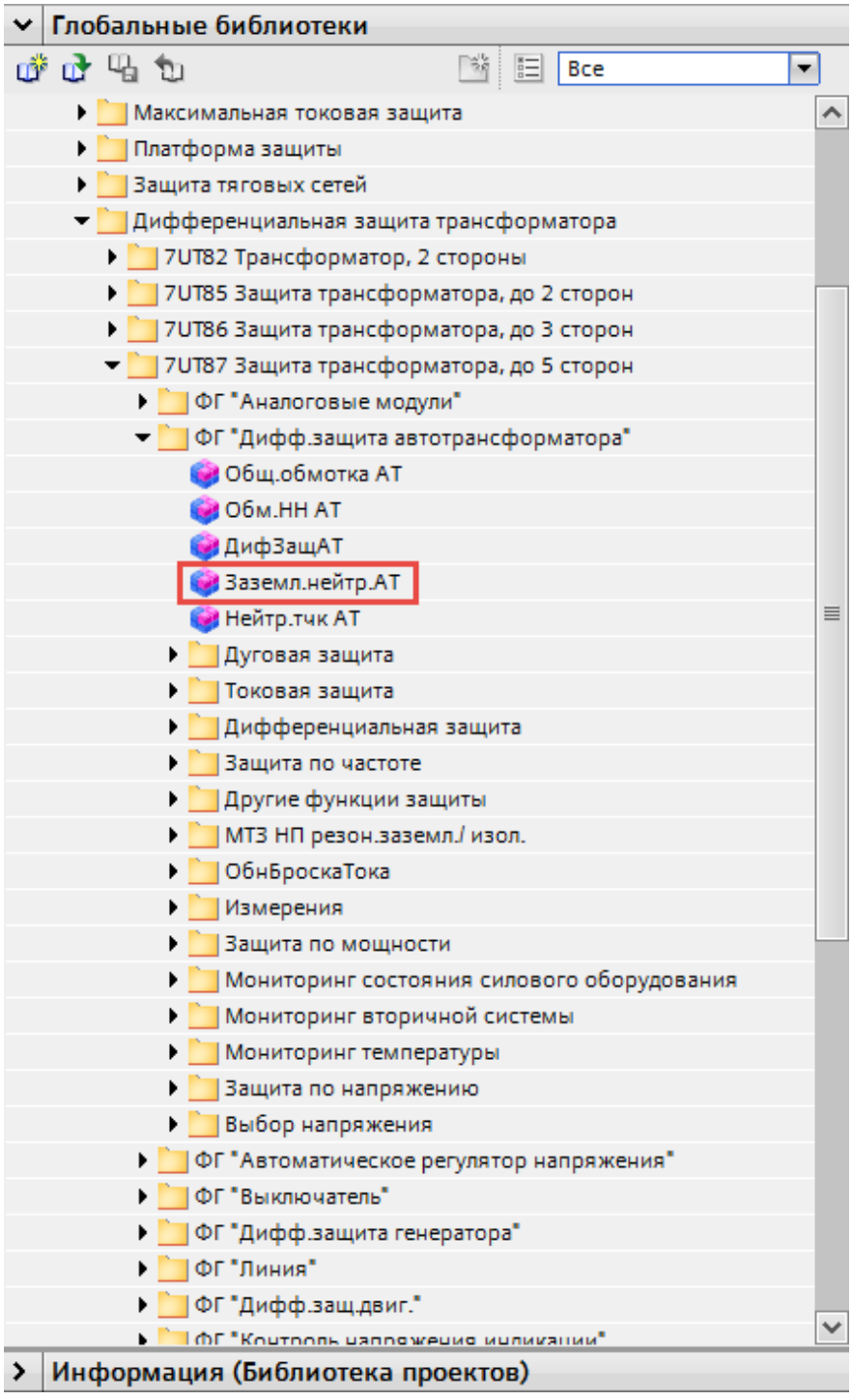
5.2.5 Функциональная группа "Сторона заземления автотрансформатора"

5.2.5.1 Обзор

В функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и мониторинга состояния стороны заземления автотрансформатора. Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** должна всегда иметь связь с функциональной группой **ДифЗащАТ**.

В общей библиотеке DIGSI 5 Вы можете найти функциональную группу **Заземл.нейтр.АТ** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scautgrd-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-27 Функциональная группа Заземл.нейтр.AT – набор функций для устройства типа 7UT87

За более подробной информацией о составе функций в устройстве обратитесь к главе 2. Информация о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройств находится в главе 4.

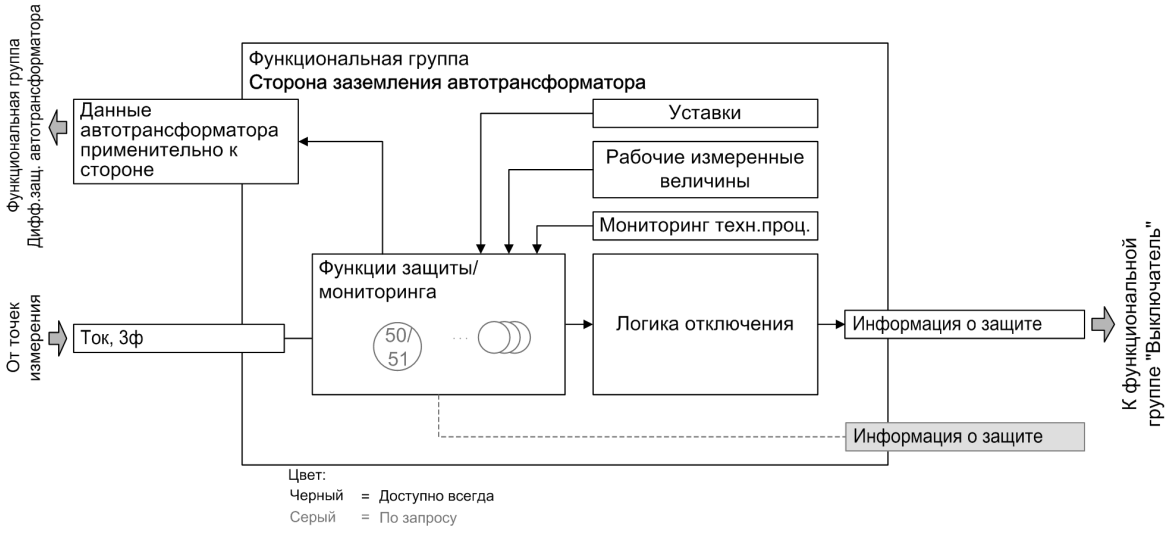
5.2.5.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Функции защиты/контроля
- Данные автотрансформатора
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки обязательны в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ**, поэтому они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Заземл.нейтр.АТ**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwautesd-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-28 Структура функциональной группы Заземл.нейтр.АТ

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **ДифЗащАТ**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании шаблона применения функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** уже подключена к необходимым точкам измерения.

При добавлении функций в функциональную группу **Заземл.нейтр.АТ** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию см. в главе 2.

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **`3-фазный ток`**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$.

  Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  Все функции функциональной группы **Заземл.нейтр.АТ** имеют доступ к данным значениям.



ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете подключить интерфейс **`3-фазный ток`** максимум к **одной** 3-фазной точке измерения тока.

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Заземл.нейтр.АТ** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Заземл.нейтр.АТ**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе выключатель) через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Заземл.нейтр.АТ**

Помимо общей привязки защит функциональной группы **Заземл.нейтр.АТ** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы соединены уже друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные автотрансформатора соответствующей стороны

Данные автотрансформатора характеризуют защищаемую сторону заземления автотрансформатора. Данные автотрансформатора применительно к стороне используются для всех функций в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ**.

Мониторинг технологического процесса

Монитор.техн.проц. всегда присутствует в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ** и не может быть удалена. Монитор.техн.проц. позволяет сделать следующую информацию доступной в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ**:

- Токовый критерий:
  Обнаружение отключенного/включенного состояния стороны заземления автотрансформатора на основе анализа величины протекающего тока.
- Обнаружение включения:
  Обнаружение включения стороны заземления автотрансформатора
- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ** для всех функций, включая данную.

Описание Монитор.техн.проц. начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Заземл.нейтр.АТ (Txt10_41)** и не могут быть удалены.

Таблица 5-9 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы Заземл.нейтр.АТ

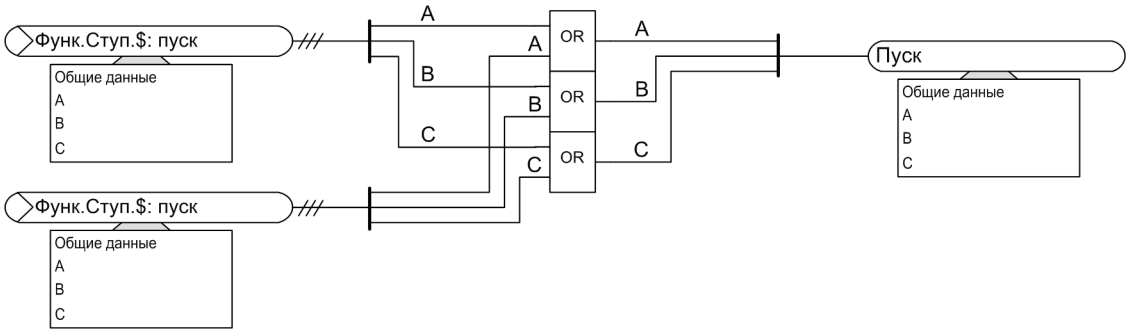
Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеренный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

Выходная логика

Выходная логика отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания функций защиты и контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже.

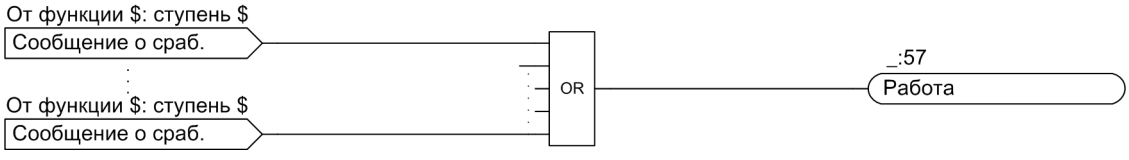
Функциональный блок Групп.сообщ. (Txt30_150) формирует комплексные сообщения (групповые сооб- щения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля в ФГ **Заземл.нейтр.АТ** в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-29 Формирование сигнала пуска функциональной группы Заземл.нейтр.АТ



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-30 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Заземл.нейтр.АТ

5.2.5.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Необходимость подключения к соответствующим ФГ **Выключатель** зависит от используемых функций защиты и определения выключателей, на которые должны воздействовать указанные функции.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальную первичную полную мощность защищаемого автотрансформатора. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400.00 kV***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:91:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный ток стороны автотрансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты на основе номинальных данных автотрансформатора и его обмоток автоматически также вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для номинального тока обмотки. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности автотрансформатора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:91:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону автотрансформатора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 5***) автоматически отображается при подключении к стороне общей обмотки автотрансформатора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:91:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = ***0***

Параметр **M I3ф1 исп.т.изм.cID** показывает, какая трехфазная точка измерения (**MI3ф 1**) соединена со стороной автотрансформатора. Точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: M I1ф исп.тчк.измер.c ID

- Уставка по умолчанию **(_:91:214) M I1ф исп.тчк.измер.c ID** = ***0***

Параметр **M I1ф исп.тчк.измер.c ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена со стороной автотрансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:91:215) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 1-й подключенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны заземления автотрансформатора.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:216) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 1-й подключенной точки измерения.

5.2.5.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Номинальные значения
Номинальные значения:				
_:91:101	Номинальный ток		от 1 A до 100 000 A	1000 A
Данные стороны				
_:91:130	Общее: номер стороны		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	Не назначено
_:91:210	Общее: MI3ф 1 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:215	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1		от 0,010 до 100 000	0,000
_:91:216	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN		от 0,010 до 100 000	0,000

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) см. в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.2.5.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.2.6 Функциональная группа "Нейтральная точка автотрансформатора"

5.2.6.1 Обзор

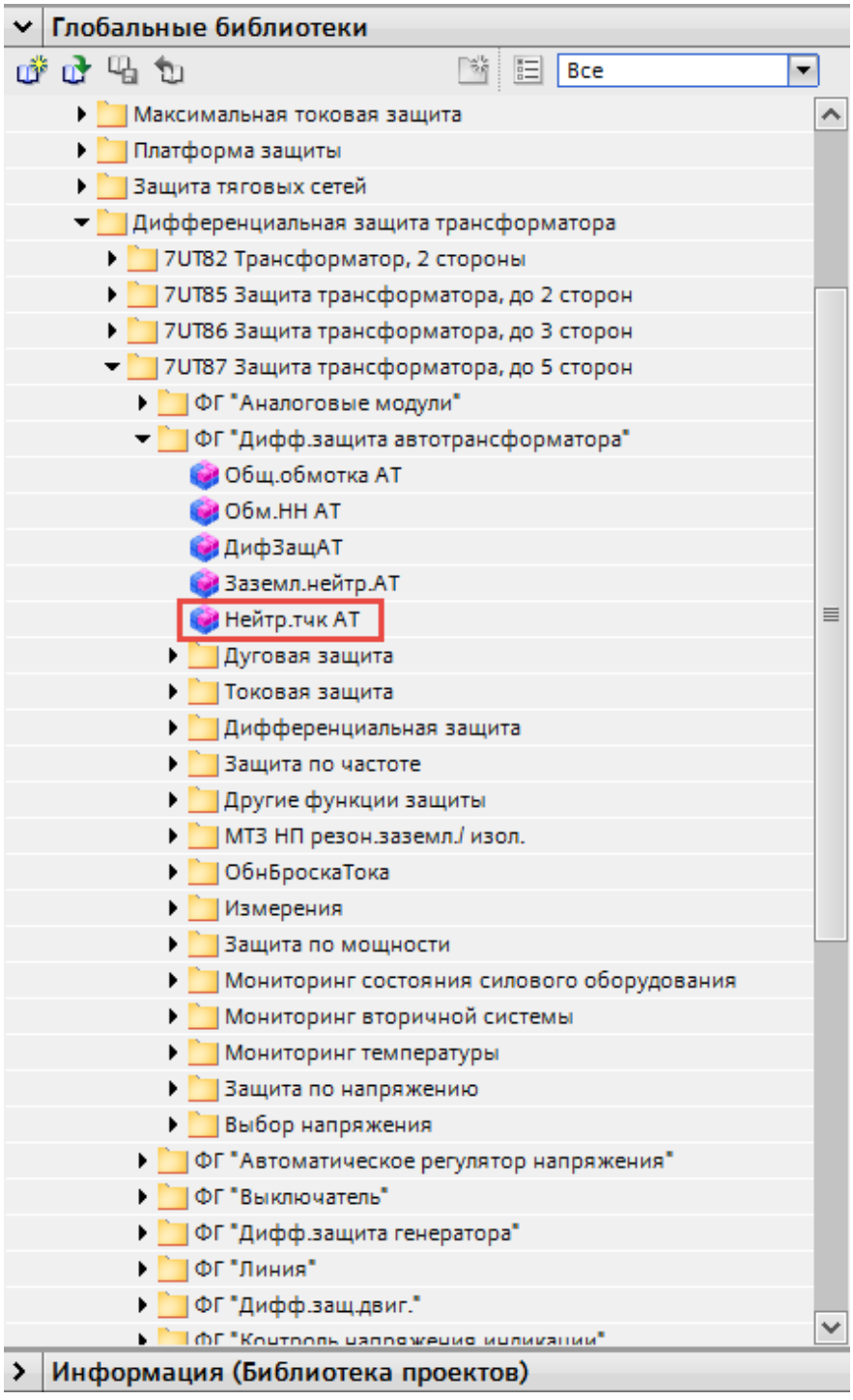
В функциональной группе **Нейтр.тчк AT** используются все необходимые функции для защиты и контроля автотрансформатора, связанные с контролем тока в нейтрали. Группа **Нейтр.тчк AT** также содержит функции измерения. Более подробную информацию вы найдете в главе 9.



ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита (авто) трансформатора и дифференциальная защита от замыканий на землю не работают с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. Чувствительные трансформаторы тока слишком быстро достигают насыщения и генерируют неверные дифференциальные токи.

В общей библиотеке DIGSI 5 можно найти функциональную группу **Нейтр.тчк AT** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Нейтр.тчк AT** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Здесь вы можете только загрузить функции контроля 1-фазного тока или 1-фазного напряжения по выбору. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scautspt-230114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-31 Функциональная группа Нейтр.тчк AT – набор функций для устройства типа 7UT87

Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройств обратитесь к главе 4.

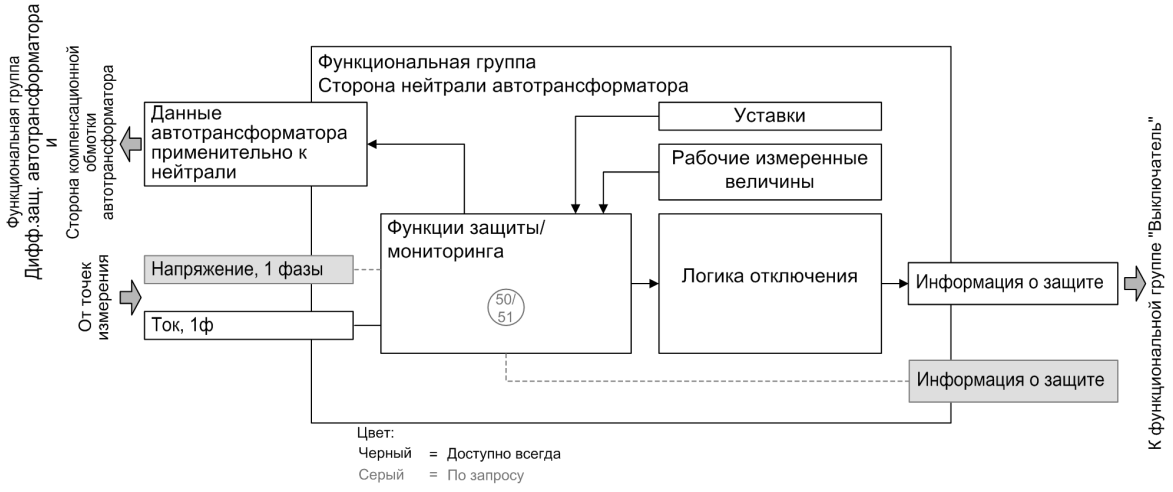
5.2.6.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные автотрансформатора применительно к нейтрали
- Рабочие измеряемые величины
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки обязательны в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора**, поэтому они не могут быть загружены или удалены.

Вы можете загрузить функции защиты и контроля, необходимые для применения в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwautspk-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-32 Структура функциональной группы Нейтраль автотрансформатора

Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** содержит интерфейсы связи со следующими функциональными группами:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**.
- Функциональная группа **Дифф. автотрансформатор**
- Функциональная группа **Auto transformer comp. side** (Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора)

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании шаблона приложения функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** подключается к нужным точкам измерения.

При добавлении функций в функциональную группу **Нейтраль автотрансформатора** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Подключение функциональных групп**.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** содержит интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **`1-фазное напряжение`** (опция):

  Данный интерфейс отображает величины измеренного однофазного напряжения. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Только в случае если функции ФГ **Нейтраль автотрансформатора** работают с этой измеряемой величиной, параметр **`1-фазное напряжение`** должен быть связан с группой функций **Точка измерения U-1ф**.

- **`1-фазный ток`**

  Данный интерфейс отображает величину тока в одной фазе. В зависимости от типа подключения трансформаторов, это, например I_x. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** должна всегда быть связана с группой **Точка измерения I-1ф**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете подключить интерфейс **`1-фазный ток`** максимум к **одной** 1-фазной точке измерения тока.

Все функции функциональной группы **Сторона общей обмотки автотрансформатора** имеют доступ к данным значениям.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если обратиться к функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора** и выбрать функцию **1ф МТЗ**, то информация о броске тока намагничивания будет взята из соответствующей группы **Сторона общей обмотки автотрансформатора**.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Нейтраль автотрансформатора** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Данное подключение определяет:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Нейтраль автотрансформатора**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Нейтраль автотрансформатора**

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **Нейтраль автотрансформатора** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда вырабатывается команда на отключение
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**

При использовании шаблона приложения функциональные группы соединены друг с другом, так как данная привязка необходима для обеспечения правильного функционирования защиты. Соединение

можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в Разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Данные автотрансформатора применительно к нейтрали

Данные автотрансформатора определяют необходимость защиты нейтрали автотрансформатора. Данные автотрансформатора применяются для всех функций в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора**. Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора** и не могут быть удалены.

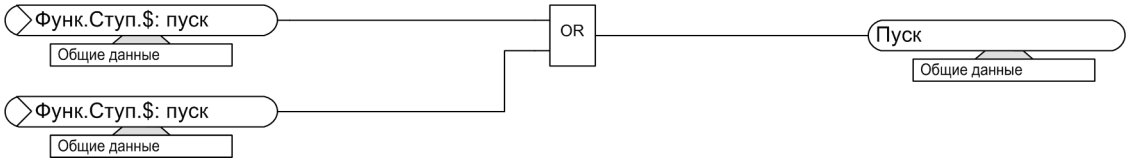
Таблица 5-10 Рабочие измеряемые величины автотрансформатора. Функциональная группа Нейтраль

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I	Ток нейтрали	A	A	Номинальный первичный ток
B	Напряжение	кВ	В	Номинальное значение напряжения первичной системы

Выходная логика

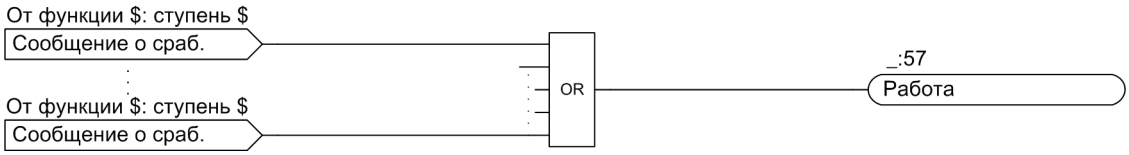
Выходная логика функциональной группы обрабатывает сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля раздельно: в логике пуска и выходной логике соответственно. Логика пуска и выходная логика генерируют всеобъемлющие сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Protection information** (Информация защиты) в функциональную группу **Circuit-breaker** (Выключатель) и там обрабатываются дополнительно.

Сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Нейтраль автотрансформатора** объединяются пофазно и на выходе формируют групповое сообщение.



[loanrstp-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-33 Формирование сигнала пуска функциональной группы "Нейтраль автотрансформатора".



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-34 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы "Нейтраль автотрансформатора".

5.2.6.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:9421:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** задает первичный номинальный ток защищаемого автотрансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Параметр **Номинальный ток** определятся здесь как опорное значение для значений, измеряемых в процентах и уставочных значений, отображаемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **(_:9421:101) Номинальный ток** не отображается при связывании функциональных групп **Сторона общей обмотки автотрансформатора** или **Дифф. автотрансформатор** с функциональной группой **Сторона общей обмотки автотрансформатора** . Вместо него отображается защищенный от записи параметр **(_:9421:104) Номинальный ток**.

Параметр **(_:9421:102) Номин.напряж.** ведет себя также в данной цепочке функциональных групп. В данном случае отображается параметр **(_:9421:105) Номинальное напряжение**.

Параметр: Номинальный ток (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:104) Номинальный ток** = ***1000 A***

При помощи параметра **Номинальный ток** задается первичное номинальное напряжение защищаемого автотрансформатора. Параметр **Номинальный ток** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальный ток подключенной стороны трансформатора
- Номинальный ток соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номинальный ток** не может быть изменен.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:9421:102) Номин.напряж.** = ***400.00 kV***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

Параметр: Номин.напряж. (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:105) Номинальное напряжение** = ***400,00 кВ***

Используя параметр **Номин.напряж.**, можно установить номинальное первичное напряжение защищаемого автотрансформатора. Параметр **Номин.напряж.** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальное напряжение подключенной стороны трансформатора
- Номинальное напряжение соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номин.напряж.** не может быть изменен.

Параметр: Номинальная полная мощность

- Уставка по умолчанию **(_:9421:103) Номинальная полная мощность** = ***692,82 MBA***

Параметр **Номинальная полная мощность** рассчитывается через параметры **Номинальное напряжение** и **Номинальный ток**. Если значения тока и напряжения доступны, данное значение только отображается на дисплее и не может быть изменено.

Параметр: M I1ф исп.тчк.измер.с ID

- Уставка по умолчанию **(_:9421:214) M I1ф исп.тчк.измер.с ID** = ***0***

Параметр **M I1ф исп.тчк.измер.с ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена с нейтралью трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:9421:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали автотрансформатора.

5.2.6.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:9421:101	Общее: Номинальный ток		от 1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:102	Общее: Номинальное напряжение		от 0,20 кВ до 1200,00 кВ	400 кВ
_:9421:103	Общие: Номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000,00 MBA	692,82 MBA
_:9421:104	Общее: Номинальный ток		от 1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:105	Общее: Номинальное напряжение		от 0,20 кВ до 1200,00 кВ	400 кВ
Данные стороны				
_:9421:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:9421:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		0.010 to 100.000	0.000

5.2.6.5 Список сообщений

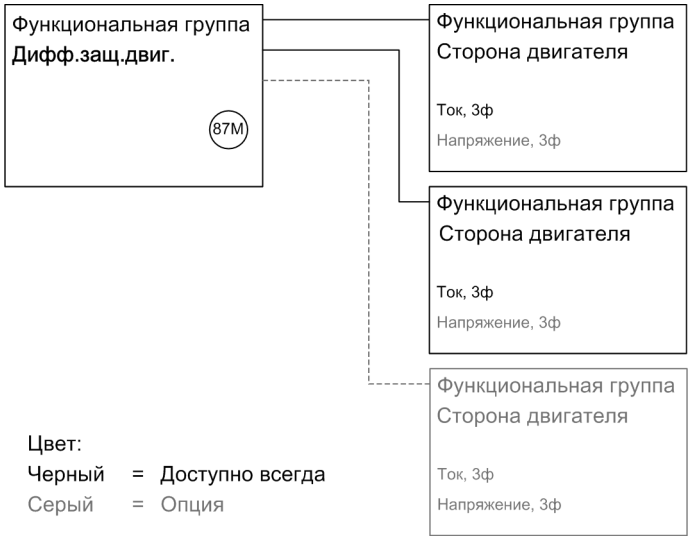
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

5.3 Обзор функций группы дифференциальной защиты электродвигателей

5.3.1 Типы функциональных групп

На следующем рисунке представлена структура взаимосвязей функциональных групп с **дифференциальной защитой двигателя**.



[dwfguest-040713-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 5-35 Взаимосвязи функциональных групп с дифференциальной защитой двигателя

В библиотеке DIGSI 5 в папке ФГ "Дифф.защ.двиг." представлены следующие функциональные группы: ДифЗащДв

- **ДифЗащДв**
- **СтДвиг.**

Указанные функциональные группы содержатся в папке ФГ **Дифф.защ.двиг.**. В папках с функциональными группами находятся функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы. В базовой конфигурации, по умолчанию, SIPROTEC содержит одну функциональную группу **ДифЗащДв** и 2 функциональные группы **СтДвиг. #**; пользователь может назначить не более 3 функциональных групп **СтДвиг.** функциональной группе **ДифЗащДв**.

В следующей таблице указано количество функциональных групп, которые возможно использовать в зависимости от типа применяемого устройства (7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87).

Таблица 5-11 Функциональные группы устройства

	Функциональная группа	
Устройство	**ДифЗащДв**	**СтДвиг.**
7UT82	макс. 1	макс. 2
7UT85	макс. 2	макс. 4
7UT86	макс. 2	макс. 5
7UT87	макс. 3	макс. 7

Для правильной работы функций дифференциальной защиты двигателя необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель. На рисунках, показанных в шаблоне приложений (см. *Рисунок 4-5*) показан обзор взаимосвязанных опций.

Таблица 5-12 Привязка дифференциальной защиты к сторонам объекта

	ДифЗащДв 1
	Сторона (2... 3)
СтДвиг.	X
Сторона двигателя 2	X

Отдельные функциональные группы описываются ниже.

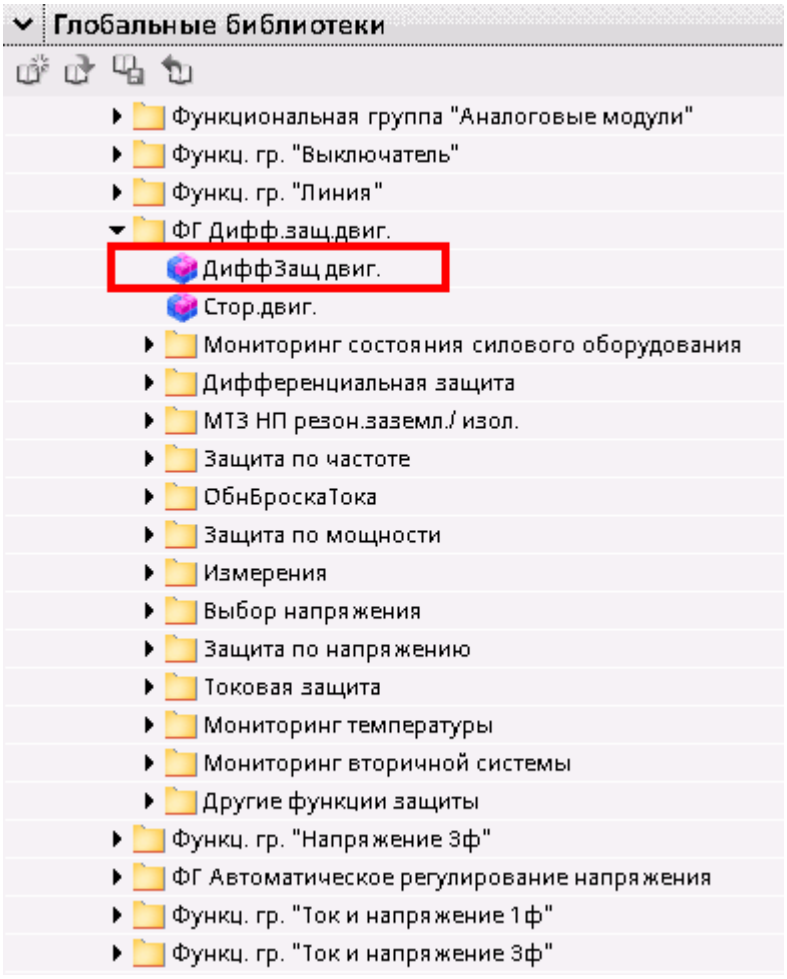
5.3.2 Функциональная группа "Дифференциальная защита электродвигателей"

5.3.2.1 Обзор

Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит функцию дифференциальной защиты и соответствующие измеряемые величины.

Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. В ФГ **ФГ "Дифф.защ.двиг."** могут быть загружены только функции дифференциальной защиты.



[scfgmodi-240114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-36 Обзор функций ФГ "Дифф.защ.двиг."

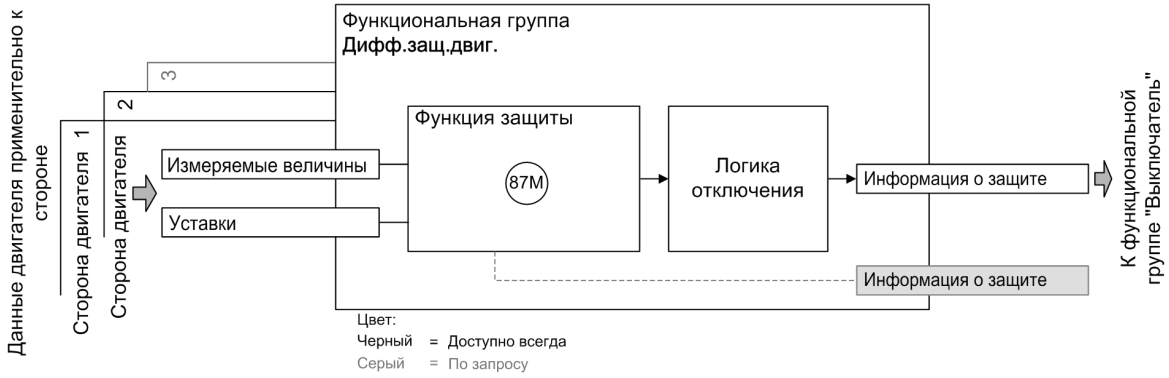
Более подробную информацию о составе функций в устройстве можно найти в главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов приложения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

5.3.2.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **ДифЗащДв** в соответствии с *5.3.2.1 Обзор* управляет интерфейсами функциональных групп **СтДвиг.** и **Выключатель**. Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит следующие функциональные блоки:

- Функция защиты (реализация функции дифференциальной защиты).
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании).

Для обеспечения работоспособности защиты функция дифференциальной защиты должна быть постоянно доступной в функциональной группе **ДифЗащДв**. Если вы не используете шаблон приложений, то доступна загрузка данной функции из общей библиотеки DIGSI.



[dwfgmodz-211013-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-37 Структура функциональной группы ДифЗащДв

Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит интерфейсы для связи со следующими функциональными группами:

- Функциональная группа **СтДвиг.**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными между защитой и функциональными группами **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты

Пользователь может подключить функциональную группу **ДифЗащДв** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **ДифЗащДв**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, при срабатывании функций защиты подключенной функциональной группы **ДифЗащДв**

Кроме установки основных параметров для функциональной группы **ДифЗащДв**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **ДифЗащДв**.

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды срабатывания
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, так как такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс груп.СИД** вы можете сбросить светодиоды с запоминанием, на которые заранжированы сигналы данной функциональной группы, при этом светодиоды привязанные к сигналам других функциональных групп сохранят свое состояние.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. Например:

- Дискретные сигналы
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в разделе 3.5 Обмен данными защиты.

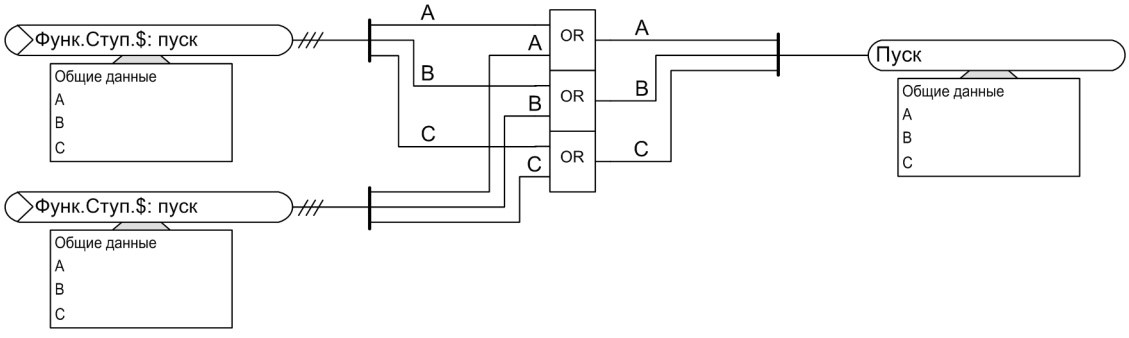
Данные двигателя (общие)

Данные двигателя характеризуют защищаемый двигатель. Показаны данные, относящиеся к дифференциальной защите. Функциональная группа **ДифЗащДв** получает эти данные от связанных функциональных **СтДвиг.**.

Логика формирования групповых сообщений

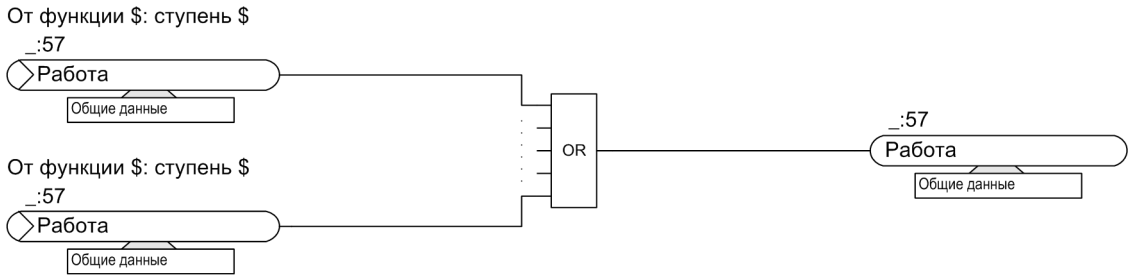
Функциональный блок Групп.сообщ. отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Функциональный блок Групп.сообщ. формирует комплексные сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **ДифЗащДв** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-38 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Дифференциальная защита двигателя



[lo_geopi1-231013-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-39 Формирование сигнала пуска функциональной группы Дифференциальная защита двигателя

5.3.2.3 Информация

Информация	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общее: Состояние	ENS	O
_:91:53	Общее: Состояние	ENS	O
Групповое сообщение			
_:4501:55	Групповое сообщение: срабатывание	ACD	O
_:4501:57	Групповое сообщение: сообщение о срабатывании	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сбросить светодиод ФГ: >Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сбросить светодиод ФГ: Сброс СИД	SPS	O

5.3.3 Функциональная группа "Сторона электродвигателя"

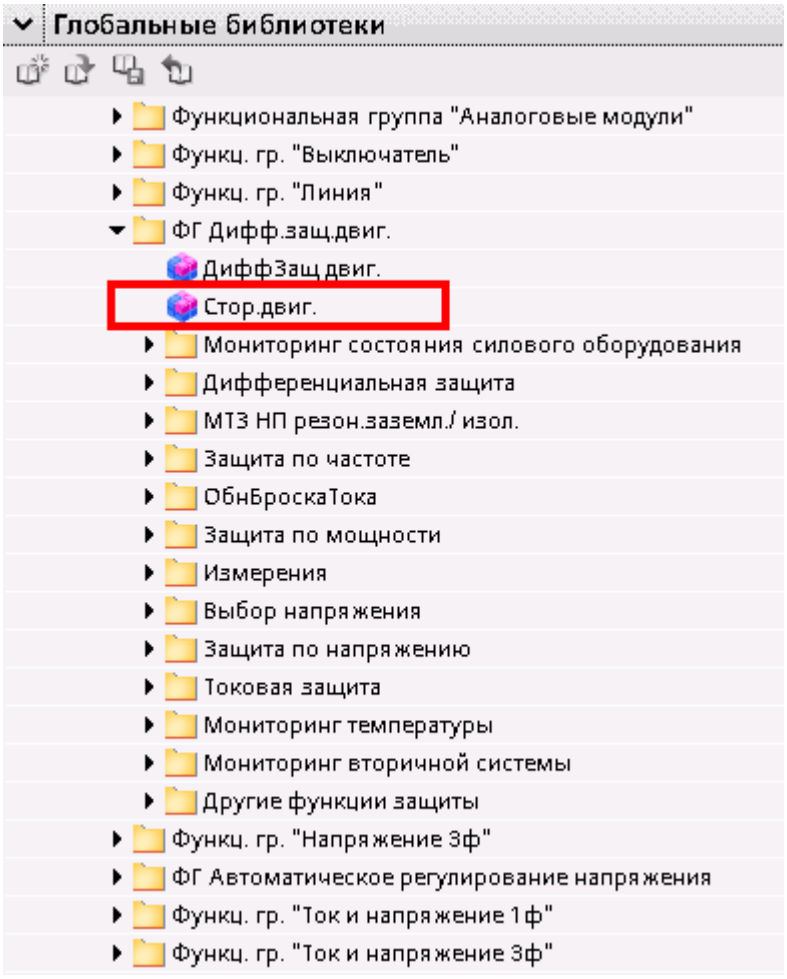
5.3.3.1 Обзор

В функциональной группе **Сторона двигателя** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и контроля стороны двигателя. Функциональная группа **Сторона двигателя** также содержит функции измерения.

Более подробную информацию вы найдете в главе 9.

Функциональная группа **Сторона двигателя** всегда должна быть связана интерфейсом с функциональной группой **Дифф. двигатель**.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. В зависимости от подключенных точек измерения в ФГ **Сторона двигателя** возможно загрузить определенные функции защиты и контроля. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scfgmosd-240114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-40 Обзор функций ФГ СтДвиг.

Более подробную информацию о составе функций в устройстве можно найти в главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов приложения для различных типов устройства обратитесь к главе 4.

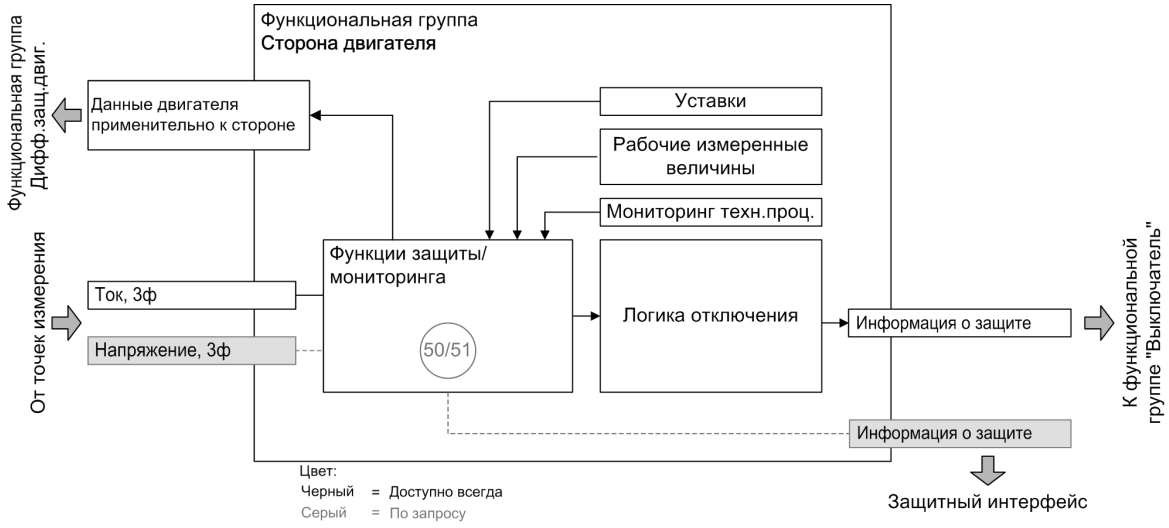
5.3.3.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **сторона двигателя (СтДвиг.)** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные соответствующей стороны двигателя
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Групповые сообщения функциональной группы

Данные блоки являются необходимыми для функциональной группы **СтДвиг.** и не могут быть изменены или удалены.

Вы можете загрузить функции защиты и контроля, необходимые для применения в функциональной группе **СтДвиг.**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwfgmosi-030713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-41 Структура функциональной группы СтДвиг.

Функциональная группа **СтДвиг.** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **дифференциальная защита двигателя (ДифЗащДв)**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **СтДвиг.** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения. При использовании базовой конфигурации функциональная группа **СтДвиг.** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **СтДвиг.**, они автоматически будут получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединения функциональных групп**.

Более подробную информацию вы найдете в Главе 2.

Функциональная группа **Двиг.** поддерживает интерфейсы со следующими точками измерения:

- **3-фазный ток**

  Данный интерфейс отображает величины измерения 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **СтДвиг.** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** возможно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **СтДвиг.** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции в ФГ **СтДвиг.** имеют доступ к этим значениям.

- **3-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает величины измеренного трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Подключение **3-фазного напряжения** является необязательным. Это подключение необходимо только в случае, если используются защитные функции, требующие изменения напряжения.

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными между защитой и функциональными группами **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы Выключатель.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **сторона двигателя (СтДвиг.)** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **сторона двигателя (СтДвиг.)**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, через защитные функции подключенной функциональной группы **СтДвиг.**

Помимо основных параметров функциональной группы **СтДвиг.** для функциональных групп **Выключатель** пользователь может вводить параметры определенных функций. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **СтДвиг.**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды срабатывания
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**.

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, так как такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию вы можете найти в разделе 3.5 Обмен данными защиты.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс груп.СИД** вы можете сбросить светодиоды с запоминанием, на которые заранжированы сигналы данной функциональной группы, при этом светодиоды привязанные к сигналам других функциональных групп сохранят свое состояние.

Мониторинг технологического процесса

Монитор.техн.проц. всегда присутствует в функциональной группе **СтДвиг.** и не может быть удален. Монитор.техн.проц.контролирует следующую информацию в функциональной группе **СтДвиг.**:

- Токовый критерий

  Обнаружение отключенного/включенного состояния стороны двигателя на основе анализа величины протекающего тока

- Обнаружение включения:

  Обнаружение включения стороны двигателя.

- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна всем функциям, используемым в функциональной группе **СтДвиг.**.

Описание мониторинга технологического процесса начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **СтДвиг.** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-13 Измеряемые рабочие величины функциональной группы сторона двигателя (СтДвиг.)

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_H	Измеренный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Междуфазные напряжения	кВ	В	Номинальное значение напряжения первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_r	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная (полная мощность)	МВт	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot V_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная (полная мощность)	МВАр	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot V_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная (полная мощность)	МВА	–	Номинальное значение мощности первичной системы $\sqrt{3} \cdot V_{ном} \cdot I_{ном}$
Cos	φ	Коэффициент	мощности	100% соответствует Cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВт	–	Активная мощность фазы $U_{ном.Ф.Х} \cdot I_{ном.Ф.Х}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.Ф.Х} \cdot I_{ном.Ф.Х}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $U_{ном.Ф.Х} \cdot I_{ном.Ф.Х}$

Если точка измерения **U-3фазн.** была подключена к функциональной группе **СтДвиг.**, будут доступны измерения напряжения и фазы.

Измерения количества энергии не являются заранее определенными. При необходимости пользователь может загрузить эти измерения из библиотеки функций DIGSI 5.

В зависимости от используемых функций защиты и контроля, могут быть доступны дополнительные измерительные функции. Значения функций перечислены в **информационном списке** соответствующей функции защиты или контроля (см. раздел 6).

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B и Q_C

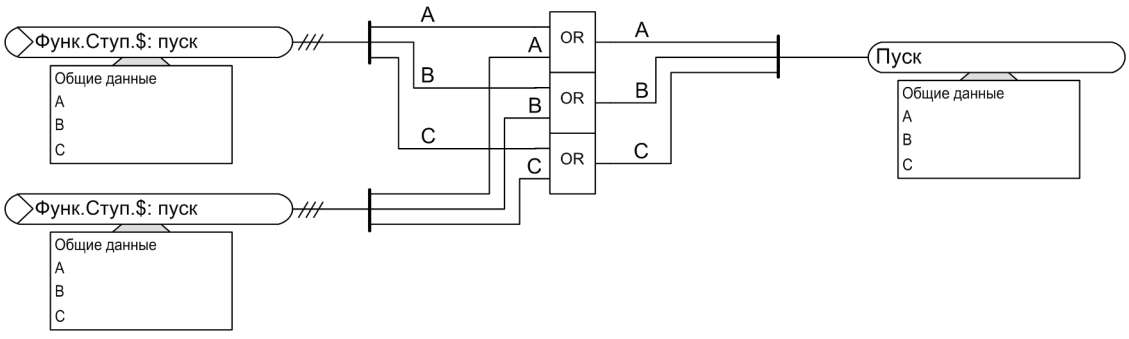
Данные двигателя (для соответствующей стороны)

Данные двигателя характеризуют защищаемый двигателя. Данные соответствующей стороны двигателя применяются для всех функций в функциональной группе **СтДвиг.**.

Логика формирования групповых сообщений

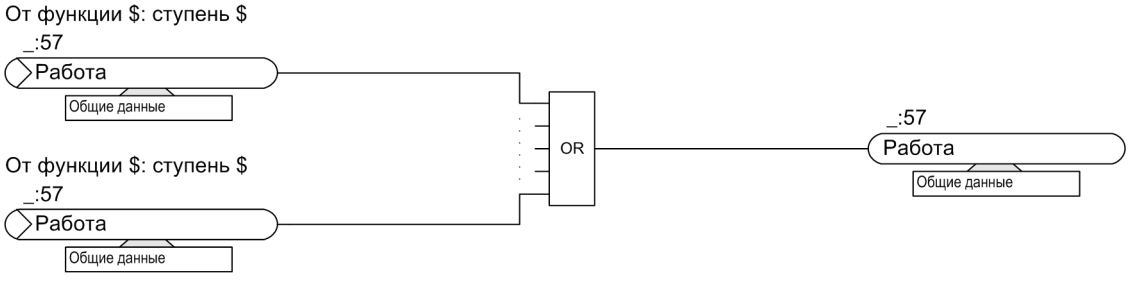
Функциональный блок Групп.сообщ. отвечает за формирование групповых сигналов пуска и срабатывания защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Функциональный блок Групп.сообщ. формирует комплексные сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** в функциональную группу **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **СтДвиг.** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-42 Формирование сигнала пуска функциональной группы СтДвиг.



[lo_geopi1-231013-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-43 Формирование сигнала пуска функциональной группы СтДвиг.

5.3.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Как правило, функциональная группа **СтДвиг.** подключается к 1 функциональной группе **Выключатель**. Но в общем случае для одной стороны может быть назначено несколько **выключателей**.

Параметр: **Ном. полная мощн.**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальное междуфазное напряжение защищаемого двигателя. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: **Ном. напряж. двигателя**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:102) Ном. напряж. двигателя** = ***400,00 кВ***

Используя параметр **Ном. напряж. двигателя**, можно установить номинальное междуфазное напряжение защищаемого двигателя. Параметр **Ном. напряж. двигателя** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. напряж. двигателя** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: **Ном. ток двигателя**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:101) Ном. ток двигателя** = ***1000 A***

Параметр **Ном. ток двигателя** отображает номинальный первичный ток на стороне двигателя. Параметр **Ном. ток двигателя** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Ном. напряж. двигателя** и **Ном. полная мощн.**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для получения номинальных токов обмотки на основе номинальных данных защищаемого двигателя и его обмоток. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности двигателя.

Параметр: **Сторона номер**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону двигателя, для которой действительны текущие установки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 3***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне двигателя.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = *0*

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне двигателя. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Несогл.ТТ M I 3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:215) Несогл.ТТ M I 3ф 1** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I 3ф 1** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны двигателя.

Параметр: Несогл.ТТ M I-3ф 1 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:216) Несогл.ТТ M I-3ф 1 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I-3ф 1 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для первой назначенной точки измерения.

Параметр Несогл.ТТ M I 3ф 2 отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:217) Несогл.ТТ M I 3ф 2** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I 3ф 2** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ M I-3ф 2 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:218) Несогл.ТТ M I-3ф 2 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I-3ф 2 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ M I 3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:219) Несогл.ТТ M I 3ф 3** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I 3ф 3** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ M I-3ф 3 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:220) Несогл.ТТ M I-3ф 3 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I-3ф 3 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ M I 3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:221) Несогл.ТТ M I 3ф 4** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I 3ф 4** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для четвертой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ M I 3ф 4 Iн

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:222) Несогл.ТТ M I 3ф 4 Iн** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ M I 3ф 4 Iн** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для четвертой назначенной точки измерения.

5.3.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	Условия	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671:101	Ном. ток двигателя		от 1 A до 100 000 A	1000 A
ДанныеДляСт				
_:1781:14611:130	Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3	не назначено
_:1781:14611:210	M I3ф1 исп.т.изм.cID		от 0 до 100	0
_:1781:14611:211	M I3ф2 исп.т.изм.cID		от 0 до 100	0
_:1781:14611:212	M I3ф3 исп.т.изм.cID		от 0 до 100	0
_:1781:14611:213	M I3ф4 исп.т.изм.cID		от 0 до 100	0
_:1781:14611:215	Несогл.ТТ M I 3ф 1		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:216	Несогл.ТТ M I-3ф 1 3I0		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:217	Несогл.ТТ M I 3ф 2		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:218	Несогл.ТТ M I-3ф 2 3I0		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:219	Несогл.ТТ M I 3ф 3		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:220	Несогл.ТТ M I-3ф 3 3I0		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:221	Несогл.ТТ M I 3ф 4		от 0,010 до 100 000	0 000
_:1781:14611:222	Несогл.ТТ M I 3ф 4 Iн		от 0,010 до 100 000	0 000



ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) содержится в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.3.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:1781:14671:102	Общие данные:Ном. напряж. двигателя		0.300 В до 272000.000 В	40000.000 В
Измерения				
_:1781:14611:158	Другие уставки:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.3.3.6 Список сообщений

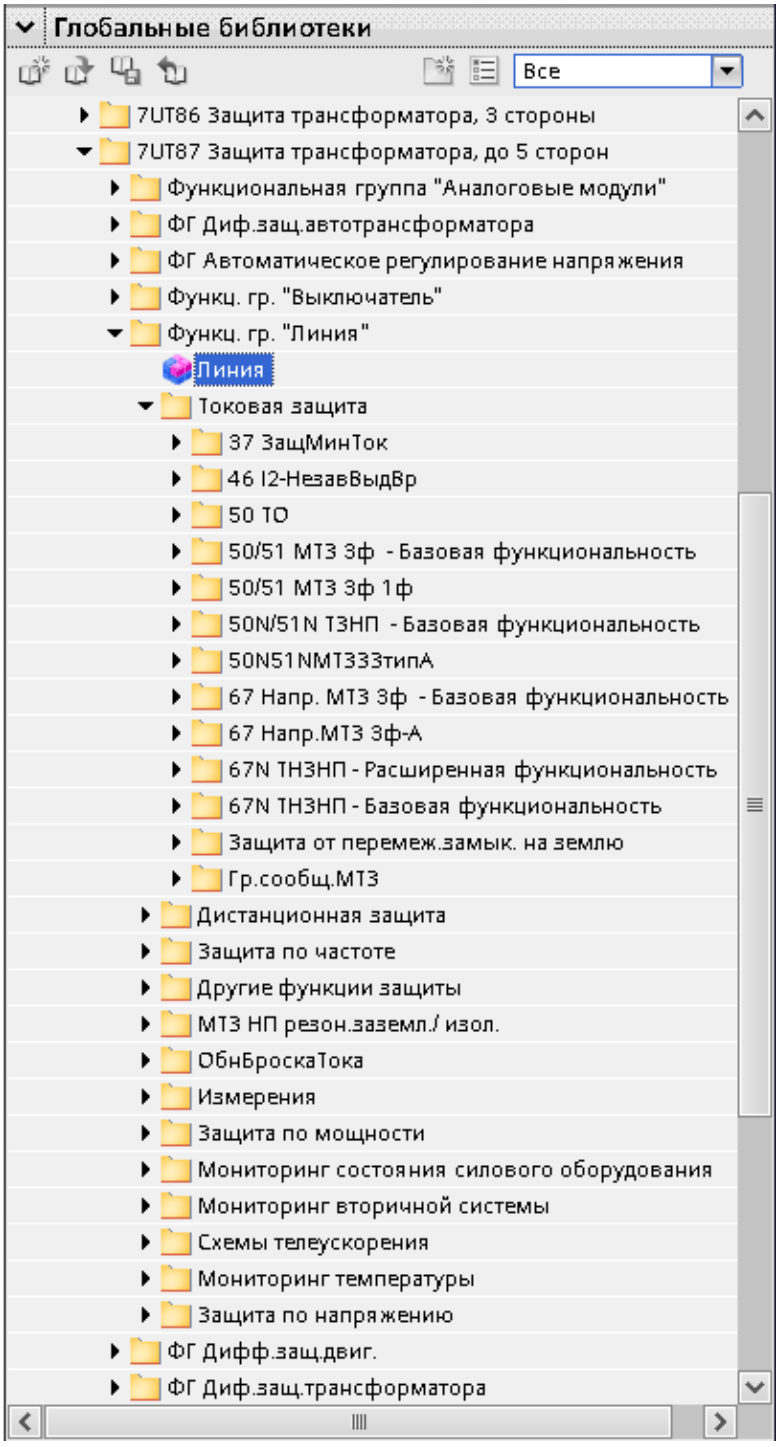
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.4 Функциональная группа "Линия"

5.4.1 Обзор

В функциональной группе **Линия** используются все функции, необходимые для защиты и мониторинга линии. Функциональная группа **Линия** также содержит измерительные функции (для получения более подробной информации см. главу 9).

Вы можете найти функциональную группу **Линия** для каждого типа устройства в функциональной библиотеке, в DIGSI 5. Функциональная группа **Линия** содержит все функции защиты и контроля, которые вы можете использовать для данного типа устройства. Данные функции описаны в главе **Функции защиты и автоматики**. На следующей диаграмме показан набор функций в функциональной группе **Линия** на примере устройства 7UT87.



[scprutli-221013-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-44 Функциональная группа - "Линия" - набор функций для устройства типа 7UT87

Более подробная информация о составе функций в устройстве приведена в Главе 2. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства, пожалуйста, обратитесь к главе 4.

5.4.2 Структура функциональной группы

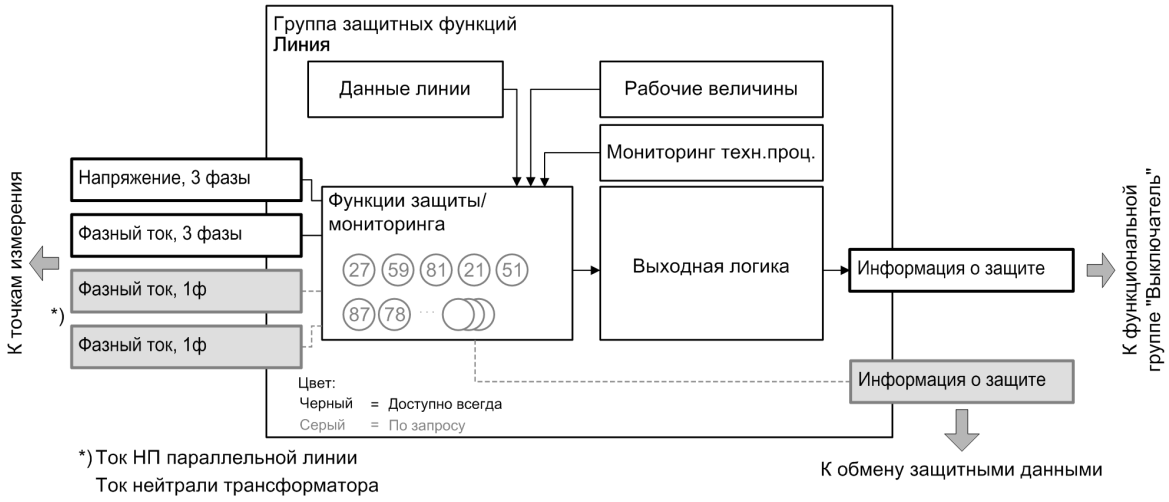
Функциональная группа **Линия** всегда содержит следующие блоки:

- Данные линии
- Измерение рабочих величин
- Монитор технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки являются основными для функциональной группы **Линия**, и они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Линия**. Эти функции доступны в библиотеке функций в DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Линия**:



[dwfgline-160812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-45 Структура функциональной группы "Линия"

Функциональная группа **Линия** имеет следующие пункты сопряжения:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- **Передача данных защиты**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Линия** получает необходимые измеряемые величины через интерфейсы с точками измерения.

Если вы используете шаблон применения, то функциональная группа "Линия" уже подключена к необходимым точкам измерения.

Если вы добавляете функции в функциональную группу **Линия**, то они автоматически будут получать измеряемые величины с правильных точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединения функциональных групп**.

Более подробную информацию см. в главе 2.

Функциональная группа **Линия** имеет интерфейсы со следующими точками измерения:

- **`3-фазное напряжение`**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Возможны различные варианты подключения трансформатора напряжения. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа "Линия" должна всегда быть связана с **точкой измерения U-3ф**.

  Если вы хотите использовать функцию **Дистанционная защита** в функциональной группе **Линия** для вашего сценария использования, вы должны подключить три фазных напряжения к **Точка измерения U-3ф**. Если вы хотите протестировать или изменить соединение между напряжениями и **Точка измерения U-3ф**, то дважды щелкните по пункту **Ранжирование точек измерения** (тип подключения = трехфазное на землю) в дереве проекта DIGSI 5 **7SL86** (название устройства).

  Дополнительные сведения см. в описании данных энергосистемы, начало которого представлено в главе *6.1.1 Обзор*.

- **`Трехфазный ток`**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа подключения трансформатора следующие величины приводятся в качестве примера отображения I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа "Линия" должна всегда быть связана с **точкой измерения I-3ф**.

  Вы можете подключить интерфейс **`Три фазных тока`** максимум **к двум** трехфазным точкам измерения тока (например, для полуторной схемы соединения). Если 2 точки измерения тока были подключены к интерфейсу **Фазный ток трехфазной системы**, то суммарный ток также зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения, в функциональной группе **Линия**. Все функции в функциональной группе **Линия** имеют доступ к данным значениям.

- **`Ток на землю параллельной линии`**:

  Если устройство измеряет ток на землю параллельной линии, то данный однофазный измеряемый параметр функциональной группы **Линия** доступен через этот интерфейс.

  Необходимо лишь подключить интерфейс **`Ток на землю параллельной линии`** к **Точка измерения I-1ф**, если функции в функциональной группе **Линия** работают с данным измеряемым параметром.

- **`Ток нейтрали трансформатора`**:

  Если устройство измеряет ток на землю в нейтрали трансформатора, то данный однофазный измеряемый параметр функциональной группы **Линия** доступен через этот интерфейс.

  Вам необходимо лишь подключить интерфейс **`Ток нейтрали трансформатора`** к **Точка измерения I-1ф**, если функции в функциональной группе **Линия** работают с данным измеряемым параметром.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете подключить интерфейс **`Три фазных тока`** **максимум к двум** трехфазным точкам измерения тока (например, для полуторной схемы соединения).

Другие интерфейсы могут быть подключены только к одной точке измерения!

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. Данные включают в себя, например, сообщения о пуске и срабатывании функций защиты, посылаемые в направлении функциональной группы "Выключатель" и, например, информацию о состоянии выключателя, посылаемую в направлении групп функций защиты.

Функциональная группа **Линия** подключается к одной или нескольким функциональным группам выключателя. Данное подключение определяет:

- Какой(ие) выключатель(ли) активируется(ются) защитными функциями функциональной группы защиты **Линия**
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе "выключатель") через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Линия**
- Пуск функции **АПВ** (АПВ, если она доступна в функциональной группе "выключатель") через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Линия**

Помимо общего распределения функциональной группы защиты **Линия** в функциональных группах выключателя можно также настроить интерфейс более детально на выполнение определенных функций. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Линия**.

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды срабатывания
- Какие функции защиты пускают функцию АПВ.
- Какие функции защиты запускают функцию УРОВ.

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, так как такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**. Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Интерфейс обмена данными между защитами

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и самой защитой происходит через интерфейс **Обмен данными защиты**. В качестве информации выступают, например, дискретные сигналы, измеряемые величины и комплексные данные. Такие функции, как дифференциальная защита или передача сигналов, обмениваются информацией с другими устройствами защиты через интерфейс защиты.

При использовании шаблона применения функциональные группы защиты и интерфейс обмена данными защиты уже соединены друг с другом, так как данная связь способна обеспечить полное и правильное функционирование.

Дополнительная информация находится в главе 3 пункт Обмен данными защиты.

Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Данные линии

Данные линии характеризуют защищаемую линию. Данные линии применяются для всех функций в функциональной группе **Линия**.

Монитор технологического процесса

Функция мониторинга процесса всегда присутствует в функциональной группе **Линия** и не может быть удалена. Функция мониторинга процесса обеспечивает следующую информацию в функциональной группе **Линия**:

- Токовый критерий

  Обнаружение разомкнутой/замкнутой линии на основе анализа протекающего минимального тока
- Критерий по напряжению (опция):

  Обнаружение разомкнутой/замкнутой линии на основе анализа наличия минимального напряжения
- Обнаружение включения:

  Обнаружение включения линии

- Обнаружение холодного пуска (опция):
  Обнаружение переходного режима в сети после продолжительного периода отключения (например при системной аварии) с последующим АПВ

Эта информация содержится в функциональной группе **Линия** и доступна в полном объеме всем функциям в функциональной группе. Описание монитора процесса начинается в главе *5.4.4.1 Обзор функций*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Линия** и не могут быть удалены.

В следующей таблице приведены значения измеренных рабочих величин функциональной группы **Линия**:

Таблица 5-14 Измеряемые рабочие величины функциональной группы "Линия"

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Фазный ток нейтрали	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_{NS}	Чувствительный ток на землю	A	мА	Номинальный рабочий ток первичной системы
B_A, B_B, B_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
B_{AB}, B_{BC}, B_{CA}	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	Номинальное значение напряжения первичной системы
U_0	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
$B_н$	Напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВт	–	Номинальное значение рабочего напряжения и рабочего тока первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	–	Номинальное значение рабочего напряжения и рабочего тока первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	МВА	–	Номинальное значение рабочего напряжения и рабочего тока первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
λ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует λ = 1

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВт	–	Полная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Полная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $B_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Обратное преобразование относящихся к мощности измеряемых и статистических значений (функциональный блок общих данных)

Следующие направленные значения, вычисляемые в рабочих измеряемых значениях, определяются положительно в направлении защищаемого объекта.

- Мощность
- Коэффициент мощности
- Энергия
- Минимальные, максимальные величины
- Средние величины

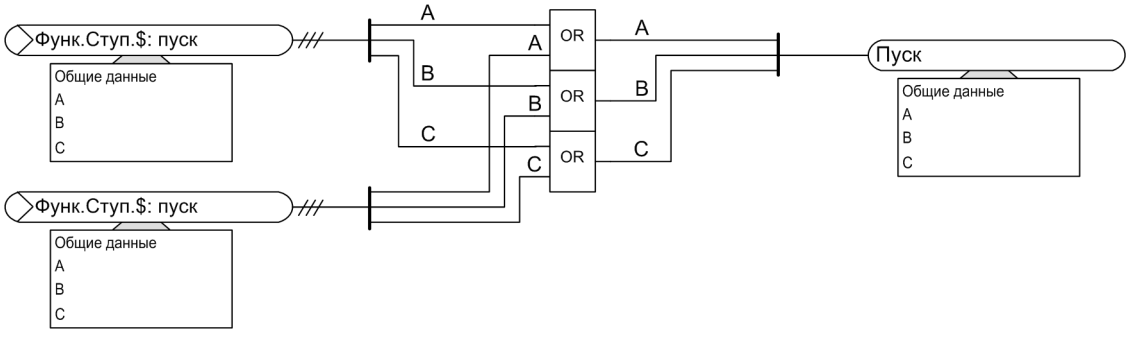
При помощи уставки **`Знак P, Q`** можно инвертировать знак этих рабочих измеряемых величин, так что направление мощности из линии в сборные шины будет отображаться положительным.

Более подробная информация по данному вопросу приведена в разделе *9.1 Обзор функций*.

Выходная логика

Выходная логика обрабатывает сообщения о пуске и срабатывании функций защиты и контроля в функциональной группе раздельно: или в логике пуска, или в выходной логике. Логика срабатывания и выходная логика формируют комплексные сообщения (групповые сообщения) функциональной группы. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Информация защиты** в функциональную группу **Выключатель** и затем реализуются.

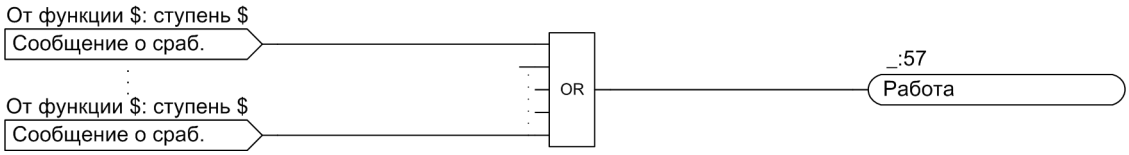
Сообщения о пуске функций защиты и контроля функциональной группы **Линия** выполняются пофазно и подаются на выход как групповые сообщения.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-46 Формирование сообщения пуска функциональной группы "Линия"

Сообщения о срабатывании от функций защиты функциональной группы **Линия**реализуются как трехфазное срабатывание устройства.



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-47 Формирование сообщения пуска функциональной группы "Линия"

5.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Группа защитных функций **Линия** связана с двумя включателями (2 функциональных группы "выключатель"), соединенными по полуторной схеме.

Более подробную информацию вы найдете в главе 2.

Данные линии

Следующее применение и инструкции по уставкам применяются для данных линии. Данные линии настраиваются в функциональной группе **Линия** и применяются для всех функций в функциональной группе.

ПРИМЕЧАНИЕ

Определите данные линии под ваши необходимые требования!

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:9001:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** задает первичный номинальный ток защищаемой линии. Параметр **Номинальный ток** соответствует функции **Дифференциальная защита**. Параметр **Номинальный ток** определятся здесь как опорное значение для значений, измеряемых в процентах и заданных значений, отображаемых в процентах.

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:9001:102) Номин.напряж.** = ***400 кВ***

Параметр **Номин.напряж.** задает первичное номинальное напряжение защищаемой линии. Параметр **Номин.напряж.** соответствует функциям **Дифференциальная защита**, **Дистанционная защита** и **Защита по напряжению**. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:9001:149) Нейтраль** = ***заземленная***

С помощью параметра **Нейтраль** вы определяет тип заземления нейтрали ***заземленная*** ***изолированная*** или ***ззмл. ч/токоогр. реакт.*** (заземлена через дугогасительную катушку).

Параметр: C1, уд.знач.

- Уставка по умолчанию **(_:9001:112) C1, уд.знач.** = ***0.010 мкФ/км***

С помощью параметра **C1, уд.знач.** вы определяете удельную емкость в системе прямой последовательности для защищаемой линии. Вы устанавливаете параметр **C1, уд.знач.** как относительное значение, измеряемое в мкФ/км или мкФ/мили. Удельная емкость в системе прямой последовательности идентична рабочей емкости c_o'. Параметр **C1, уд.знач.** соответствует функциям **Дистанционная защита, дифференциальная защита и Защита от повышения напряжения прямой последовательности с комплексным режимом вычисления**.

Параметр: C0, уд.знач.

- Уставка по умолчанию **(_:9001:148) C0, уд.знач.** = ***0.010 мкФ/км***

С помощью параметра **C0, уд.знач.** вы определяете удельную емкость в системе нулевой последовательности для защищаемой линии. Вы устанавливаете параметр **C0, уд.знач.** как относительное значение, измеряемое в мкФ/км или мкФ/мили. Удельная емкость в системе прямой последовательности идентична емкости относительно земли $c_{земля}'$. Параметр **C0, уд.знач.** соответствует функциям **Дистанционная защита** и **Дифференциальная защита**.

ПРИМЕР

одножильный маслонаполненный кабель 110 кВ с сечением медных проводов 3 · 185 мм² имеет следующие характеристики:

$c_o = c_{земля} = 0.27$ мкФ/км

Значение уставки параметров **C1 удельное** и **C0 удельное** равны 0.27 мкФ/км.

Параметр: Удельное реак.сопр. X

- Уставка по умолчанию **(_:9001:113) Удельное реак.сопр. X** = ***0,0525 Ом/км***

С помощью параметра **Удельное реак.сопр. X** вы определяете удельное реактивное сопротивление защищаемой линии. Вы устанавливаете параметр **Удельное реак.сопр. X** как относительное значение, выраженное в Ом/км или Ом/мили. Параметр **Удельное реак.сопр. X** соответствует функциям **Дистанционная защита, дифференциальная защита и Защита от повышения напряжения прямой последовательности с комплексным режимом вычисления**.

Параметр: Длина линии

- Уставка по умолчанию **(_:9001:114) Длина линии** = ***60 км***

С помощью параметра **Длина линии** вы можете установить длину защищаемой линии, единицы длины выражаются в км или милях. Параметр **Длина линии** соответствует функциям **Дистанционная защита, дифференциальная защита и Защита от повышения напряжения прямой последовательности с комплексным режимом вычисления**.

Параметр: Угол линии

- Уставка по умолчанию **(_:9001:108) Угол линии** = ***85***

Параметр **Угол линии** соответствует функциям **Дистанционная защита**, **Дифференциальная защита** и **Защита от повышения напряжения прямой последовательности с комплексным режимом вычисления**. Расчет значения уставки для параметра **Угол линии** с использованием постоянных защищаемой линии происходит следующим образом:

$$\tan\varphi = \frac{X_Л}{R_Л} \qquad \text{или} \qquad \varphi = \arctan\left(\frac{X_Л}{R_Л}\right)$$

[folwinkl-050509-01.tif, 1, ru_RU]

где:

R_L Активное сопротивление защищаемой линии

X_L Индуктивное сопротивление защищаемой линии

ПРИМЕР

воздушная линия электропередачи 110 кВ, 150 мм² с данными

$R'_1 = 0.19$ Ом/км

$X'_1 = 0.42$ Ом/км

Значение уставки угла линии рассчитывается следующим образом:

$$\tan\varphi = \frac{X_л}{R_л} = \frac{X'_1}{R'_1} = \frac{0.42\ \Omega/\mathrm{km}}{0.19\ \Omega/\mathrm{km}} = 2.21$$

$$\arctan(2.21) = 65.7°$$

[folwibsp-050912-01.tif, 1, ru_RU]

Параметр: Kr и Kx

- Уставка по умолчанию **(_:9001:104) Kr** = ***1,0***
- Уставка по умолчанию **(_:9001:105) Kx** = ***1,0***

ПРИМЕЧАНИЕ

Видимость параметров **Kr** и **Kx** зависит от выбранного формата уставки коэффициентов компенсации нулевой последовательности. Параметры **Kr** = **Kx** становятся видимыми, после того как вы установите параметры **Формат коэф.комп. 3I0** и ***Kr, Kx*** устройства.

Параметры **Kr** и **Kx** используются для установки коэффициентов компенсации нулевой последовательности в виде скалярных значений. Параметры **Kr** и **Kx** соответствуют функциям **Дистанционная защита** и **ОМП**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Здесь вы можете перезаписать коэффициенты компенсации нулевой последовательности для каждой из ступеней дистанционной защиты.

Расчет значений уставки для параметров **Kr** и **Kx** из данных линии происходит следующим образом:

Отношение активных сопротивлений:

$$Kr = \frac{R_з}{R_л} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1 \right)$$

Отношение реактивных сопротивлений:

$$Kx = \frac{X_з}{X_л} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{X_0}{X_1} - 1 \right)$$

где:

R_0 Активное сопротивление нулевой последовательности линии

X_0 Реактивное сопротивление нулевой последовательности линии

R_1 Активное сопротивление прямой последовательности линии

X_1 Реактивное сопротивление прямой последовательности линии

Данная информация может использоваться или для линии целиком, или при использовании величин, не приведенных к длине, так как эти значения не зависят от длины линии. Вы можете рассчитывать данные и в первичных, и во вторичных значениях.

ПРИМЕР

воздушная линия электропередачи 110 кВ, 150 мм² с данными:

R_1/s	0.19 Ом/км активное сопротивление прямой последовательности
X_1/c	0.42 Ом/км индуктивное сопротивление прямой последовательности
R_0/s	0.53 Ом/км активное сопротивление нулевой последовательности
X_0/c	1.19 Ом/км индуктивное сопротивление нулевой последовательности
c	Длина линии

Вы получаете следующие значения уставки для параметров **Kr** и **Kx**:

$$Kr = \frac{R_з}{R_л} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1 \right) = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{0.53\ \Omega/km}{0.19\ \Omega/km} - 1 \right) = 0.60$$

$$Kx = \frac{X_з}{X_л} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{X_0}{X_1} - 1 \right) = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{0.19\ \Omega/km}{0.42\ \Omega/km} - 1 \right) = 0.61$$

[forerlx1-050912-01.tif, 1, ru_RU]

Параметр: K0 и Угол (K0)

- Уставка по умолчанию **(_:9001:118) K0** = ***1000***
- Уставка по умолчанию **(_:9001:150) Угол (K0)** = ***0,00°***

ПРИМЕЧАНИЕ

Видимость параметров **K0** и **Угол (K0)** зависит от выбранного формата уставки коэффициентов компенсации нулевой последовательности. Параметры **K0** = **Угол (K0)** становятся видимыми, после того как вы установите параметры **Формат коэф.комп. 3I0** и ***K0*** устройства.

Параметры **K0** и **Угол (K0)** используются для установки комплексных коэффициентов компенсации нулевой последовательности. Параметры **K0** и **Угол (K0)** соответствуют функциям **Дистанционная защита** и **ОМП**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Здесь вы можете перезаписать коэффициенты компенсации нулевой последовательности с локальными параметрами для каждой из ступеней дистанционной защиты.

Убедитесь, что угол линии установлен правильно, так как устройству данный угол необходим для расчета комплексного коэффициента K0. Комплексный коэффициент компенсации нулевой последовательности определяется модулем и фазой. Вы можете рассчитать комплексный коэффициент компенсации нулевой последовательности с помощью данных линии следующим образом:

$$\underline{K}_0 = \left| \frac{\underline{Z}_з}{\underline{Z}_л} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\underline{Z}_0}{\underline{Z}_1} - 1 \right) \right|$$

[foforlk0-180912-01.tif, 1, ru_RU]

где:

$\underline{Z}_0$	(комплексное) сопротивление нулевой последовательности
$\underline{Z}_1$	(комплексное) сопротивление прямой последовательности

Данная информация может использоваться или для линии целиком, или при использовании величин, не приведенных к длине, так как эти значения не зависят от длины линии. Вы можете рассчитывать данные и в первичных, и во вторичных значениях.

При расчете для воздушных линий вы можете использовать только значения модуля, так как углы для системы нулевой и прямой последовательности различаются совсем немного. Однако, для кабелей данная угловая разница может оказаться существенной, как показано в следующем примере.

ПРИМЕР

Однофазный маслонаполненный кабель 110 кВ с сечением медных проводов 3 · 185 мм² имеет следующие характеристики:

Z_1/c	$0.408 \cdot e^{j73°}$ Ом/км сопротивление прямой последовательности
Z_0/c	$0.632 \cdot e^{j18.4°}$ Ом/км сопротивление нулевой последовательности
c	Длина линии

Значения для расчета коэффициента компенсации нулевой последовательности K0 следующие:

$$\frac{\underline{Z}_0}{\underline{Z}_1} = \frac{0.632}{0.408} \cdot e^{j(18.4°-73°)} = 1.55 \cdot e^{-j54.6°} = 1.55 \cdot (0.579 - j0.815)$$
$$= 0.898 - j1.263$$

[fofork02-180912-01.tif, 1, ru_RU]

$$K_0 = \left| \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\underline{Z}_0}{\underline{Z}_1} - 1 \right) \right| = \left| \frac{1}{3} \cdot (0.898 - j1.263 - 1) \right| = \left| \frac{1}{3} \cdot (-0.102 - j1.263) \right|$$

[fofork03-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Значение уставки параметра **K0** рассчитывается как:

$$K_0 = \left| \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(-0.102^2) + (-1.263^2)} \right| = 0.42$$

[fofork04-180912-01.tif, 1, ru_RU]

При определении угла обратите внимание на квадрант, в котором окажется результат. В следующей таблице перечислены квадранты и значения углов, полученные в зависимости от знаков действительной и мнимой частей коэффициента K0 в эксплуатационном режиме.

Действительная часть	Мнимая часть	tan Phi (K0)	Квадрант/диапазон значений		Метод расчета
+	+	+	I	от 0° до 90°	arc tan (|Im| / |Re|)
+	–	–	IU	от -90° до 0°	–arc tan (|Im| / |Re|)
–	–	+	III	от -90° до -180°	arc tan (|Im| / |Re|) –180°
–	+	–	II	от +90° до +180°	–arc tan (|Im| / |Re|) +180°

В данном примере получены следующие значения уставки параметра **Угол (K0)**:

$$\varphi(k_0) = \arctan\left(\frac{1.263}{0.102}\right) - 180° = -94.6°$$

[fofork05-050509-01.tif, 1, ru_RU]

Параметр: KmR и KmX

- Уставка по умолчанию **(_:9001:106) KmR** = *0,00*
- Уставка по умолчанию **(_:9001:107) KmX** = *0,00*

Параметры **KmR** и **KmX** используются при установке полного сопротивления связи для компенсации влияния параллельной линии. Параметр **KmR** (= R0m/3RL) используется для установки активного сопротивления связи. Параметр **KmX** (= X0m/3XL) используется для установки реактивного сопротивления связи. Параметры **KmR** и **KmX** соответствуют только функции **Дистанционная защита**.

Параметр: Km0 и Угол (Km0)

- Уставка по умолчанию **(_:9001:124) Km0** = *0,00*
- Уставка по умолчанию **(_:9001:125) Угол (Km0)** = *0,00°*

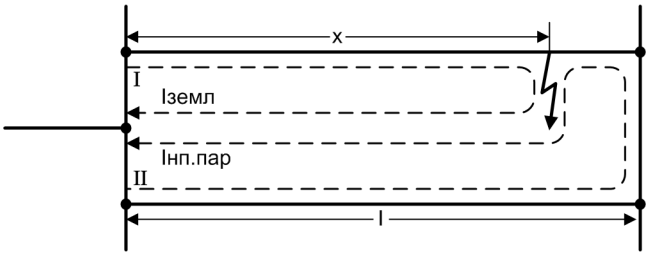
Используйте комплексные параметры **Km0** (= Z0m/3ZL) и **Угол (Km0)** при установки полного сопротивления связи для компенсации влияния параллельной линии. Параметр **Km0** позволяет вам установить значение коэффициента полного сопротивления связи. Параметр **Угол (Km0)** позволяет вам установить значение угла коэффициента полного сопротивления связи. Параметры **Km0** и **Угол (Km0)** соответствуют только функции **Дистанционная защита**.

Параметр: Коэф.комп.НП пар.лин.

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:9001:109) Коэф.комп.НП пар.лин.** = ***85°%***

Параметр **Коэф.комп.НП пар.лин.** соответствует только функции **Дистанционная защита**. С помощью параметра **Коэф.комп.НП пар.лин.** вы определяете симметрию токов нулевой последовательности для компенсации влияния параллельной линии. Данный параметр важен при компенсации влияния параллельной линии во время внешних относительно защищаемой линии замыканий на землю.

Для соблюдения симметрии токов нулевой последовательности дистанционной защиты значение уставки возвращает соотношение токов $I_з/I_{з_пар}$ для устройства защиты по установке в месте II (см. *Рисунок 5-48*).



[dwparkomrw-161013, 1, ru_RU]

Рисунок 5-48 Диапазон значений при компенсации влияния параллельной линии II

Компенсация влияния параллельной линии производится только в том случае, если ток на землю защищаемой линии (I_{gnd}) больше, чем ток на землю параллельной линии (I_{gndP}), оцениваемый с помощью параметра **Коэф.комп.НП пар.лин.**.

Siemens рекомендует сохранять все настройки по умолчанию **Коэф.комп.НП пар.лин.** = ***85 %***. При высокой несбалансированности системы и низком коэффициенте взаимоиндукции (XM/XL менее 0.4) рекомендуется использовать более низкие значения.

Параметр: Обнар.насыщ.ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:9001:119) Обнар.насыщ.ТТ** = ***нет***

С помощью параметра **Обнар.насыщ.ТТ** вы устанавливаете возможность работы устройства с обнаружением насыщения. Функция обнаружения насыщения определяет погрешности измерения из-за насыщения трансформатора тока и приводит к переключению на режим измерения дистанционными органами. Параметр **Обнар.насыщ.ТТ** соответствует только функции **Дистанционная защита**.

Параметр: Уст.насыщ.ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:9001:120) Уст.насыщ.ТТ** = ***10 A***

Параметр **Уст.насыщ.ТТ** позволяет вам установить токовый порог определения насыщения. При превышении установленного значения устройство переходит на режим измерения дистанционными органами. Рассчитывайте значение параметра уставки **Уст.насыщ.ТТ** согласно следующему практическому правилу:

$$I_{нас.} > = \frac{n'}{5} \cdot I_{ном.}$$

[fo1isaet-041210-01.tif, 1, ru_RU]

где:

$$n' = n \cdot \frac{P_{ном.} + P_{вн}}{P' + P_{вн}} \cdot I_{ном.}$$ Фактический коэффициент перегрузки

P_N	Номинальная нагрузка трансформатора тока (ВА)
P_i	Собственная нагрузка трансформатора тока (ВА)
P'	фактическая подключенная нагрузка (устройство защиты + вторичные цепи)

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Уст.насыщ.ТТ** отображается, только при установке параметра **Обнар.насыщ.ТТ** = ***да***.

Параметр: Послед.компенс.

- Уставка по умолчанию **(_:9001:111) Послед.компенс.** = ***нет***

Используйте параметр **Послед.компенс.** для определения возможности работы защищаемой линии с продольной компенсацией. Параметр **Послед.компенс.** соответствует функциям **Дистанционная защита** и **Направленная защита от замыканий на землю**. Чтобы обеспечить корректную работу функций определения направления для линий с продольной компенсацией или вблизи них, установите параметр **Послед.компенс.** = ***да***.

Параметр: Реакт.сопр.посл.конд.

- Уставка по умолчанию **(_:9001:110) Реакт.сопр.посл.конд.** = ***10 Ом***

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Реакт.сопр.посл.конд.** отображается, только при установке параметра **Послед.компенс.** = ***да***.

Параметр **Реакт.сопр.посл.конд.** используется для определения реактивного сопротивления прямой последовательности конденсатора продольной компенсации. Реактивное сопротивление конденсатора продольной компенсации рассчитывается следующим образом, исходя из его емкости (c_s):

$$X = \frac{1}{2\pi f \cdot c_s}$$

[foforcse-060509-01.tif, 1, ru_RU]

Параметр **Реакт.сопр.посл.конд.** соответствует только функции **Направленная защита от замыканий на землю**.

Параметр: Знак P, Q

- Уставка по умолчанию **(_:9001:158) Знак P, Q** = ***не инвертировано***

Расчет мощности и энергии производится устройством так, что переток мощности в направлении защищаемого объекта считается положительным. Также при протекании мощности от защищаемого объекта вы можете задать переток мощности, как положительный. С помощью уставки **Знак P, Q** можно инвертировать знак этих компонентов. Такое инвертирование не влияет на функции защиты.

5.4.4 Контроль процесса (ФГ Линия)

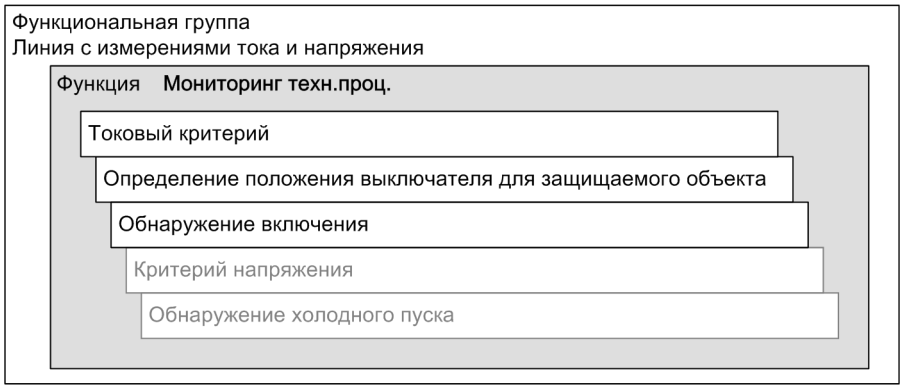
5.4.4.1 Обзор функций

Все функциональные группы, имеющие функции с зависимостью от состояния защищаемого объекта, включают функцию контроля процесса. Функция мониторинга процесса распознает текущее состояние защищаемого объекта.

5.4.4.2 Структура функции

Функция **Мониторинг процесса** используется в группе защитной функции **Линия** с измерением напряжения и тока.

Производитель реализует функцию **Мониторинг процесса** для защищаемого объекта, содержащую функциональные блоки критерия протекания тока, критерия напряжения, состояния выключателя и обнаружения включения. Критерий напряжения и функциональный блок обнаружения холодного пуска необязателен.



[dwpro3p1-050612-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-49 Структура/реализация функции

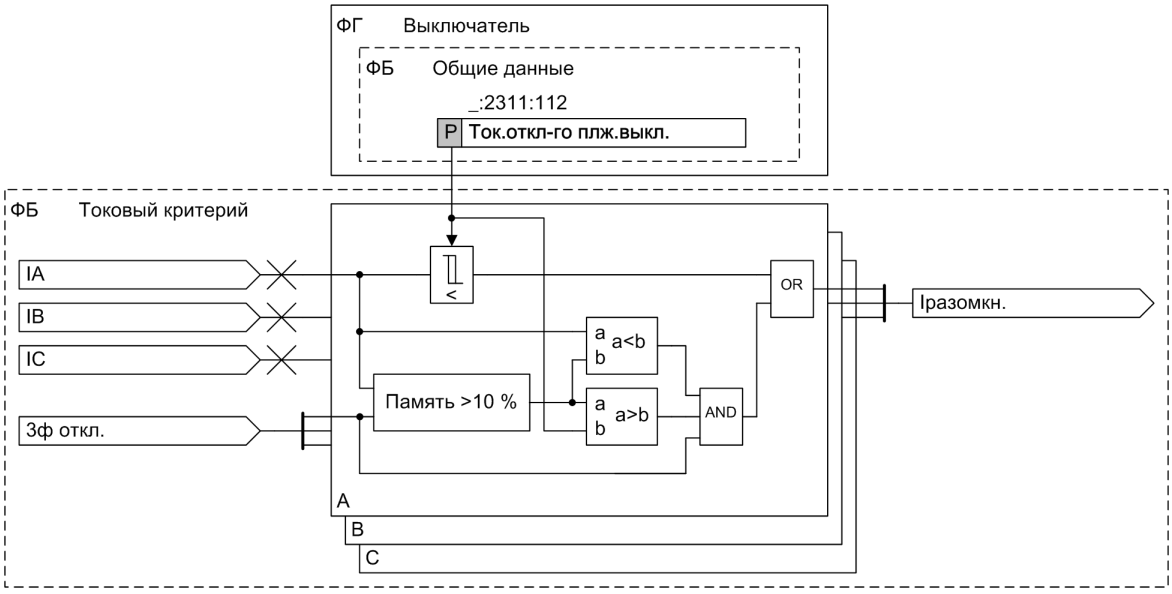
Соотношения отдельных функциональных блоков показаны на следующем рисунке.



[lopro3po-171012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-50 Логическая схема монитора процесса общего функционирования

5.4.4.3 Токовый критерий



[loproikr-011112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-51 Логическая схема функционального блока с токовым критерием

Сигнал **I разомкн.** одной фазы генерируется в случае, если выполнено одно из следующих условий:

- Фазный ток оказывается меньше уставки параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**. Наличие гистерезиса обеспечивает стабилизацию сигнала.
- Соответствующий фазный ток (например, **I A**) оказывается меньше 10% фазного тока в момент появления команды отключения. Если ток не падает после задержки из-за влияния трансформатора тока, отключенную фазу можно быстро обнаружить даже после повреждения с большим током на линии.

С помощью параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** определятся минимальный ток как критерий отключенной линии. Параметр находится в функциональной группе **Выключатель**. Он используется в функциональной группе **Выключатель**, например, для определения положения выключателя, так и в контроле процесса в группе защитных функций.

5.4.4.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий)

Параметр: Ток.откл-го плж.выкл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.** = ***0,100 A***

Параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** используется для определения минимального тока (порога), протекающего через выключатель, как критерий для задания отключенного присоединения.

Задайте параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** таким образом, чтобы при отключении присоединения измеряемый ток становился бы меньше значения **Ток.откл-го плж.выкл.**. В случае превышения порогового значения дополнительно применяется гистерезис.

Если паразитные токи, например, наводимые, исключаются при отключении присоединения, увеличьте чувствительность для параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**.

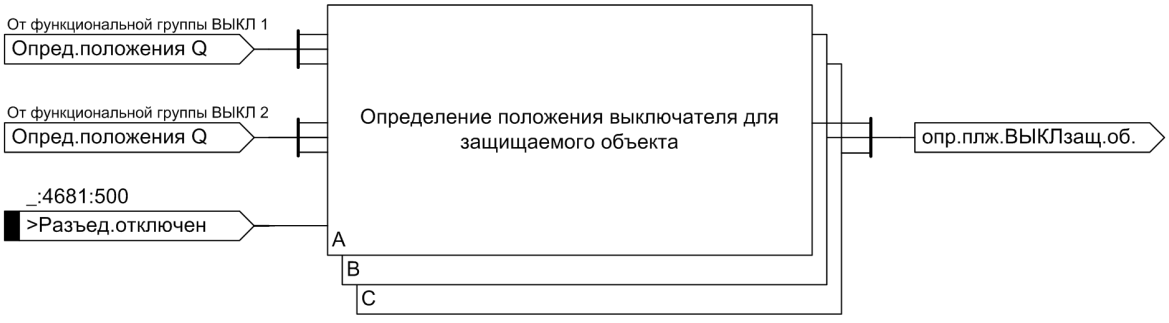
Siemens рекомендует использовать уставку ***0,100 A***.

5.4.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование

5.4.4.6 Определения положения выключателя для защищаемого объекта

Логика



[loprolsz-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-52 Логическая схема состояния выключателя для функционального блока защищаемого объекта

Функциональный блок определения положения выключателя в функциональной группе **Выключатель** предоставляет информацию о состоянии выключателя (сообщение **Состояние выключателя**). Если питание на защищаемый объект подается через два выключателя (например, полуторная схема), тогда состояние защищаемого объекта должно определяться с помощью обоих выключателей. В этом случае состояние выключателя для функционального блока защищаемого объекта выполняет связь состояний отдельных выключателей. Соединение обеспечивает выдачу сообщения **Полож.выключ.защ.об.** на другие функциональные блоки контроля процесса и другие функции, например, **Отключение при слабом питании** и **Эхо-функция для схемы телеуправления**) в одной и той же функциональной группе.

Если выполняется одно из следующих условий, сообщение **Сост.выключ.защ.об.** предполагает состояние ***Отключено***:

- Все подключенные выключатели сообщают о состоянии ***Отключено***.
- Вход **>Разъед.отключен** активен.

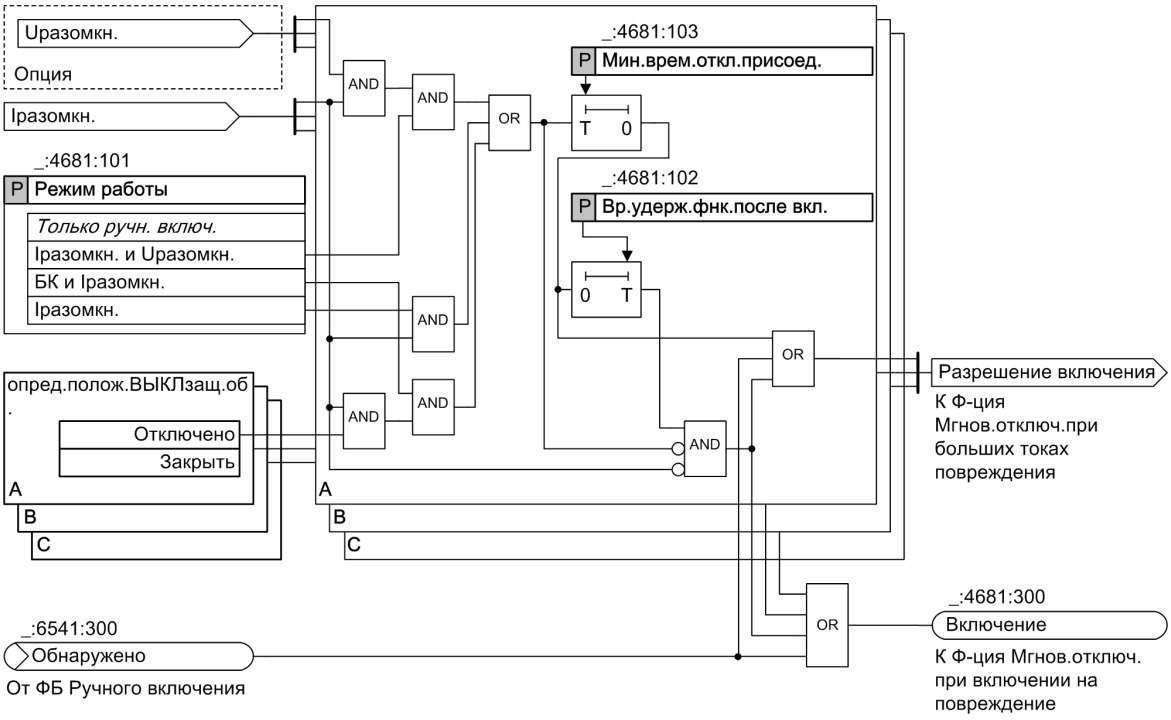
Если выполняется одно из следующих условий, сообщение **Сост.выключ.защ.об.** предполагает состояние ***Включено***:

- Хотя бы один подключенный выключатель сигнализирует о состоянии ***Включено***.
- Вход **>Разъед.отключен** не активен.

5.4.4.7 Обнаружение включения

Логика

Обнаружение включения обеспечивает немедленное срабатывание выбранных защитных функций или ступеней защиты при включении на короткое замыкание или уменьшение чувствительности защиты. Функция обнаружения включения определяет, включен ли защищаемый объект.



[loproein-121012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-53 Логическая схема функционального блока обнаружения включения

Для применяемого входящего дискретного сигнала **Обнаружено** (от функционального блока РучнВ-ключ), сообщение **Включение** всегда активно. Сообщение **Включение** можно также активировать измеряемой величиной. Кроме того, защищаемый объект должен быть выключен как минимум на время **Мин.врем.откл.присоед.**.

Начало отсчета этого времени определяется следующим образом, в зависимости от параметра **Режим работы**:

- Для параметра **Режим работы** = ***Iразомкн. и Uразомкн.***
  Если при помощи критерия тока и критерия напряжения обнаружено отключение цепи.
- Для параметра **Режим работы** = ***БК и Iразомкн.***
  Если при помощи положения блок-контактов выключателя и критерия тока обнаружено отключение цепи.
- Для параметра **Режим работы** = ***Iразомкн.***
  Если при помощи критерия тока обнаружено отключение цепи.

Если защищаемый объект определен как отключенный, формируется пофазный внутренний выходной сигнал **Включение**. Функция **Мгновенное отключение при высоких токах** может сработать немедленно, например с сигналом **Включение** в случае включения на КЗ.

Если активны все следующие состояния, измеренными величинами активируется сообщение **Включение**.

- Защищаемый объект отключается как минимум на время **Мин.врем.откл.присоед.**.
- Отсчет времени **Вр.удерж.фнк.после вкл.** продолжается.
- Критерий тока больше не обнаруживает отключенное состояние.

Время **Вр.удерж.фнк.после вкл.** запускается в зависимости от параметра **Режим работы**:

- Для параметра **Режим работы** = ***Iразомкн. и Uразомкн.***
  Если при помощи критерия тока и критерия напряжения обнаружено отключение цепи.
- Для параметра **Режим работы** = ***БК и Iразомкн.***
  Если при помощи положения блок контактов выключателя и критерия тока обнаружено отключение цепи.
- Для параметра **Режим работы** = ***Iразомкн.***
  Если при помощи критерия тока обнаружено отключение цепи.

5.4.4.8 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Обнаружение включения)

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:4681:101) Режим работы** = ***Только ручн. включ.***

С помощью параметра **Режим работы** вы можете установить критерии для работы блока **Обнаружения холодного пуска**.

Значение параметра	Описание
Только ручн. включ.	Обнаружение включения присоединения фиксируется исключительно с использованием входящего дискретного сигнала **Обнаружено** (от функционального блока РучнВключ). Siemens рекомендует эту уставку, если выполнены оба условия: • Сигнал на дискретном входе **Ручн. ВКЛ** доступен со стороны системы. • Обнаружение включения не должно происходить из-за дополнительных измерений напряжения и тока, например, после автоматического повторного включения.
Iразомкн. и Uразомкн.	Обнаружение включения выполняется дополнительно с измерением тока и напряжения. Если трансформаторы напряжения установлены на сборных шинах или отсутствует подключение напряжения, нельзя использовать эту уставку.
БК и Iразомкн.	Обнаружение включения выполняется дополнительно с измерением тока и с оценкой положения заведенных блок-контактов выключателя.
Iразомкн.	Обнаружение включения выполняется дополнительно с измерением тока. Для этой уставки убедитесь в том, что параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** установлен меньше самого низкого возможного тока нагрузки. Если это не гарантируется, обрыв будет определяться непрерывно, и каждое значение тока, превышающее параметр **Ток.откл-го плж.выкл.**, трактуется как включение.

Параметр: Мин. врем. отключ. присоед.

- Рекомендуемая уставка **(_:4681:103) Мин.врем.откл.присоед.** = ***0.25 с***

Чтобы избежать неправильного обнаружения включения, защищаемый объект должен быть отключен как минимум на время **Мин.врем.откл.присоед.** до активации сообщения **Включение**. Вы определяете продолжительность выдержки времени при помощи параметра **Мин.врем.откл.присоед.**.

Siemens рекомендует использовать значение уставки, равное ***0.25 c***.

Параметр: Время действия после активации

- Рекомендуемая уставка **(_:4681:102) Вр.удерж.фнк.после вкл.** = ***0.05 c***

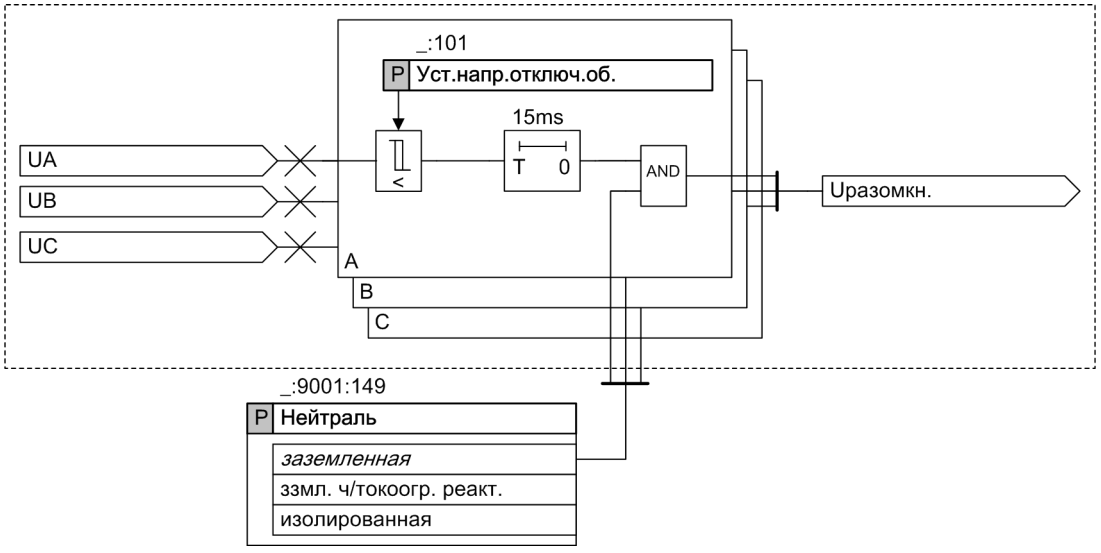
Сообщение **Включение** сигнализирует об обнаруженном включении. С помощью параметра **Вр.удерж.фнк.после вкл.** можно установить сообщение **Включение** на определенное время.
Siemens рекомендует использовать значение уставки, равное ***0,05 c***.

5.4.4.9 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обнар.включ.				
_:4681:101	Обнар.включ.:Режим работы		• Только ручн. включ. • Iразомкн. и Uразомкн. • БК и Iразомкн. • Iразомкн.	Только ручн. включ.
_:4681:102	Обнар.включ.:Вр.удерж.фнк.после вкл.		0.01 с до 60.00 с	0.05 с
_:4681:103	Обнар.включ.:Мин.врем. откл.присоед.		0.05 с до 60.00 с	0.25 с

5.4.4.10 Критерий по напряжению (опция):

Логика



[loproure-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-54 Логическая схема функционального блока критерия напряжения

Если вы хотите протестировать обнаружение включения или детектор отключенной фазы с помощью напряжения, необходимо использовать трансформатор напряжения на стороне линии и энергосистемы с глухозаземленной нейтралью. В этом случае добавьте к монитору процесса функциональный блок **Критерий напряжения**.
Если трансформаторы напряжения установлены на сборных шинах или если отсутствует подключение напряжения, критерий напряжения нельзя использовать для определения отключенной фазы.
Параметр **(_:101) Уст.напр.отключ.об.** позволяет определить напряжение утечки в качестве критерия отключенной линии. Если фазное напряжение становится меньше значения параметра **Уст.напр.отключ.об.**, генерируется сигнал **U разомкн.**. Функция стабилизирует сигнал с использо-

ванием гистерезиса и задержку появления переднего фронта сигнала. Срез импульса сигнала выдается без выдержки по времени.

5.4.4.11 Задание уставок и примечания по вводу уставок (критерий напряжения)

Параметр: Уст.напр.отключ.об.



ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Уст.напр.отключ.об.** доступен только в случае использования дополнительного функционального блока **Критерий напряжения**. Этот параметр можно использовать только с трансформатором напряжения, установленным на стороне линии и в энергосистеме с глухозаземленной нейтралью.

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:101) Уст.напр.отключ.об.** = ***30,000 В***

Параметр **Уст.напр.отключ.об.** позволяет определить пороговое значение напряжения утечки в качестве критерия отключенного присоединения.

Установите параметр **Уст.напр.отключ.об.** таким образом, чтобы при отключении присоединения измеряемое напряжение оказывалось меньше значения **Уст.напр.отключ.об.**. В случае превышения порогового значения дополнительно применяется гистерезис. Значение параметра **Уст.напр.отключ.об.** должно быть меньше минимально возможного фазного напряжения. Трансформаторы напряжения должны быть подключены на стороне линии.

Из-за возможных паразитных напряжений (например, из-за емкостной связи) значение **Уст.напр.отключ.об.** не должно быть слишком маленьким.

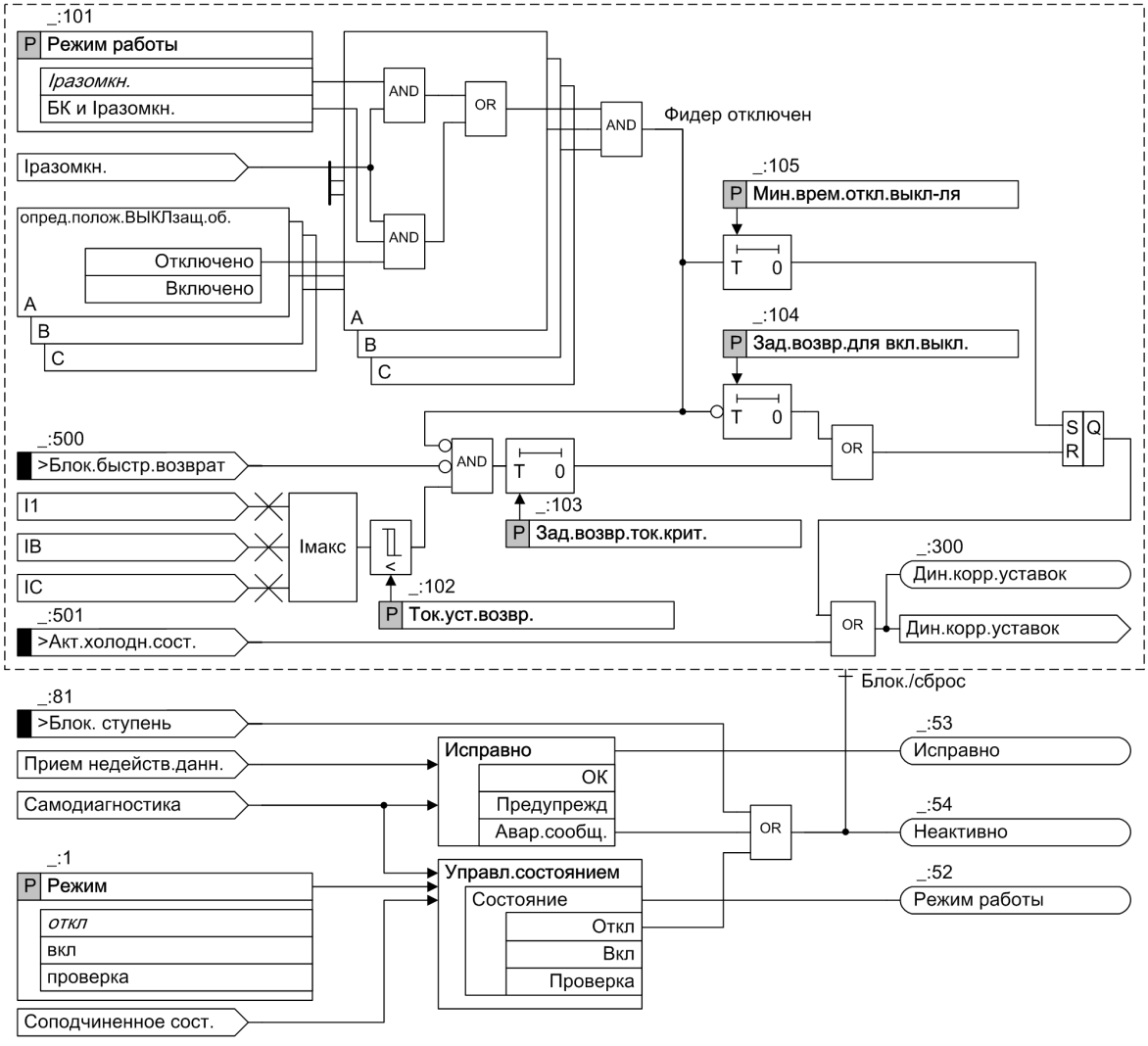
Siemens рекомендует использовать значение уставки, равное ***30,000 В***.

5.4.4.12 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Напр.критерий				
_:101	Напр.критерий:Уст.напр.отключ.об.		0.300 В до 170.000 В	51.960 В

5.4.4.13 Функция обнаружения холодного пуска (опция)

Логика



[loprocls-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-55 Логическая схема блока функции обнаружения холодного пуска

Блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что истекло заданное время после отключения линии или защищаемого объекта. Если защищаемый объект подключается снова, то следует иметь в виду, что повышенные требования к нагрузочному току вводятся на заданное время. Это время зависит от характера подключаемой нагрузки.

Блок функции **обнаружения холодного пуска** обеспечивает то, что различные параметры используются в течение настраиваемого промежутка времени после включения. Например, для параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** вы можете увеличить пороговое значение функции защиты или выбрать особенную характеристику.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что питающая линия отключена, и установленное время параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** истекло, появляется индикация **>Акт.холодн.сост.** .

С помощью сообщения **>Акт.холодн.сост.** вы можете активировать набор параметров функции **обнаружения холодного пуска**. С помощью дискретного входного сигнала **>Акт.холодн.сост.** вы можете также активировать сообщение **>Акт.холодн.сост.** напрямую.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет включение питающей линии и появляются соответствующие токи нагрузки, он запускает отсчет времени, заданного в параметре

Зад.возвр.для вкл.выкл.. Сообщение **>Акт.холодн.сост.** и активированный набор параметров деактивируются после истечения этого времени.

Если за время, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** , ток в фазе падает ниже порогового значения, заданного в параметре **Ток.уст.возвр.**, набор параметров для **функции обнаружения холодного пуска** также деактивируется. В результате, если нагрузочный ток очень низкий, время действия, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** для индикации **>Акт.холодн.сост.** , можно сократить.

5.4.4.14 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска)



ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки и сообщения, описанные в этой главе, доступны, только если используется блок функции **обнаружения холодного пуска**.

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:101) Режим работы** = ***Iразомкн.***

С помощью параметра **Режим работы** вы можете установить критерии для работы блока обнаружения холодного пуска.

Значение параметра	Описание
Iразомкн.	Когда блоком функции Критерий протекания тока обнаруживается отключенное состояние линии, принимается решение о пуске данной функции. Для такой уставки убедитесь, что параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** установлен на значение ниже возможного нагрузочного тока. Если параметр Ток. уст. откл. плж. выкл. установлен выше нагрузочного тока, то постоянно определяется отключенное состояние линии, и каждый ток КЗ, превышающий параметр **Ток.откл-го плж.выкл.**, будет инициировать сигнал о включении.
БК и Iразомкн.	Включение обнаруживается, если выполняется одно из следующих условий: • Анализ выключателя определяет условие отключения по изменению положения по крайней мере в одной фазе. • Критерии протекания тока определяют условие отключения выключателя.

Параметр: Пороговый ток возврата

- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток.уст.возвр.** = ***1.00 A***

С помощью параметра **Ток.уст.возвр.** вы задаете величину тока, при которой выходной сигнал **Дин.корр.уставок** деактивируется, когда ток хотя бы в одной фазе падает ниже порогового значения.

Параметр: Критерий тока задержки возврата

- Уставка по умолчанию **(_:103) Зад.возвр.ток.крит.** = ***600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.ток.крит.** вы можете установить время, в течение которого действительное значение тока должно быть ниже порога **Ток.уст.возвр.**, чтобы выходной сигнал **Дин.корр.уставок** не деактивировался преждевременно.

Параметр: Задержка возврата включенного выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:104) Зад.возвр.для вкл.выкл.** = ***3600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.для вкл.выкл.** устанавливают время действия для переключения набора динамических параметров в случае обнаружения холодного пуска.

Параметр: Минимальное время отключения выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:105) Мин.врем.откл.выкл-ля** = ***3600 c***

С помощью параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** устанавливается время действия динамического набора уставок в случае **определения холодного пуска**, когда линия отключена.

5.4.4.15 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинКоррУст				
_:1	ДинКоррУст:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ДинКоррУст:Режим работы		• Iразомкн. • БК и Iразомкн.	Iразомкн.
_:102	ДинКор-рУст:Ток.уст.возвр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	5.000 A
_:103	ДинКор-рУст:Зад.возвр.ток.крит.		1 с до 600 с	600 с
_:104	ДинКор-рУст:Зад.возвр.для вкл.выкл.		1 с до 21600 с	3600 с
_:105	ДинКор-рУст:Мин.врем.откл.выкл-ля		0 с до 21600 с	3600 с

5.4.4.16 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ДинКоррУст			
_:81	ДинКоррУст:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	ДинКоррУст:>Блок.быстр.возврат	SPS	I
_:501	ДинКоррУст:>Акт.холодн.сост.	SPS	I
_:54	ДинКоррУст:Неактивно	SPS	O
_:52	ДинКоррУст:Режим работы	ENS	O
_:53	ДинКоррУст:Исправно	ENS	O
_:300	ДинКоррУст:Дин.корр.уставок	SPS	O

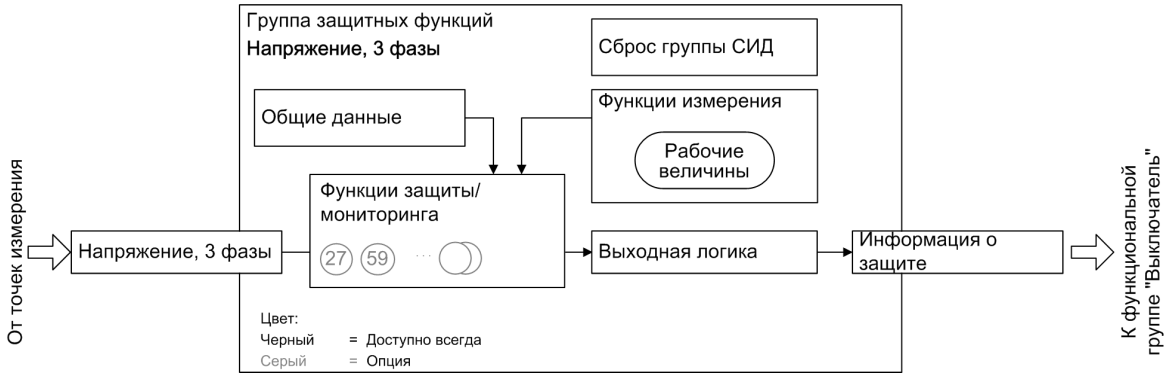
5.5 Функциональная группа "Трехфазное напряжение"

5.5.1 Обзор

В функциональной группе **Трехфазное напряжение** можно использовать все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерения трехфазного напряжения. Функциональная группа содержит также рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел 9). Такими функциями, например, являются функции защиты по напряжению или защиты по частоте.

5.5.2 Структура функциональной группы

В состав функциональной группы **Трехфазное напряжение** всегда входит функциональный блок **Выключателя** и интерефейс соединения точек измерения .

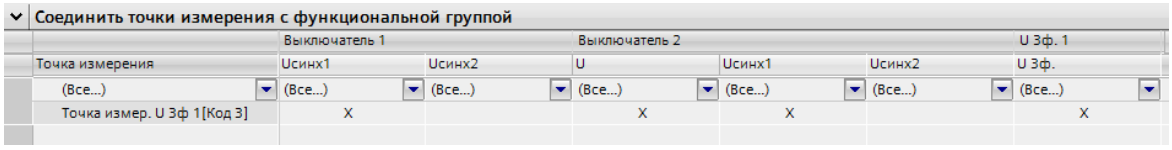


[dw3spann-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 5-56 Структура функциональной группы "Трехфазное напряжение"

Интерефейс соединения точек измерения

Функциональная группа **Трехфазное напряжение** соединяется с точками измерения напряжения через интерфейсы соединения точек измерения. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Структуре проекта** → **Соединения функциональных групп**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc3span1-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-57 Подключение точек измерения к функциональной группе "Трехфазное напряжение"

Функции, добавленные к функциональной группе **Трехфазное напряжение**, соединяются с точками измерения напряжения автоматически.

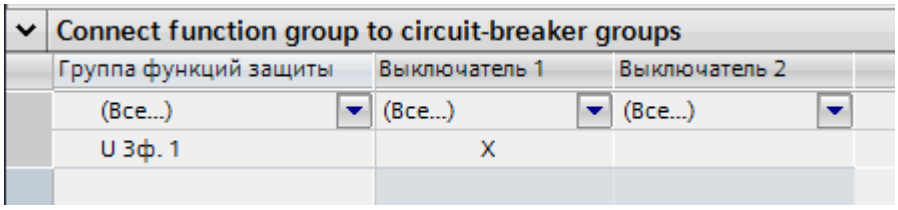
С помощью этого интерфейса можно подключить несколько точек измерения. Дополнительная информация приводится в Главе *6.46.1 Обзор функций*.

Измеряемые величины из системы 3-фаз. напряжения подаются через интерфейс **U 3ф.**. В зависимости от типа соединения трансформаторов, это, например, U_A, U_B, U_C, U_3. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также отображаются в этом интерефейсе.

Интерфейс соединения с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. В этом примере обмен сообщениями пуска и рабочими сообщениями функций защиты выполняется в направлении функциональной группы Выключатель.

Необходимо соединить функциональную группу **Трехфазное напряжение** и функциональную группу **Выключатель**. Это назначение может быть выполнено в DIGSI только через функциональную группу **Структура проекта** → **Соединения функциональных групп**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc3span2-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-58 Соединение функциональной группы "Трехфазное напряжение" и функциональной группы "Выключатель"

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Трехфазное напряжение** и не могут быть удалены.

В следующей таблице указаны рабочие измеряемые величины функциональной группы **Трехфазное напряжение**:

Таблица 5-15 Рабочие измеряемые величины функциональной группы "Трехфазное напряжение"

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_0	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$U_н$	Напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

5.5.3 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед созданием защитных функций в функциональной группе вы сначала должны подключить функции к соответствующей функциональной группе **Выключатель**.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:9421:102) Номин.напряж.** = ***400,00 kV***

Используя уставку **Номин.напряж.**, можно задать первичное номинальное напряжение. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

5.5.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9421:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ

5.5.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:4741:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:4741:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

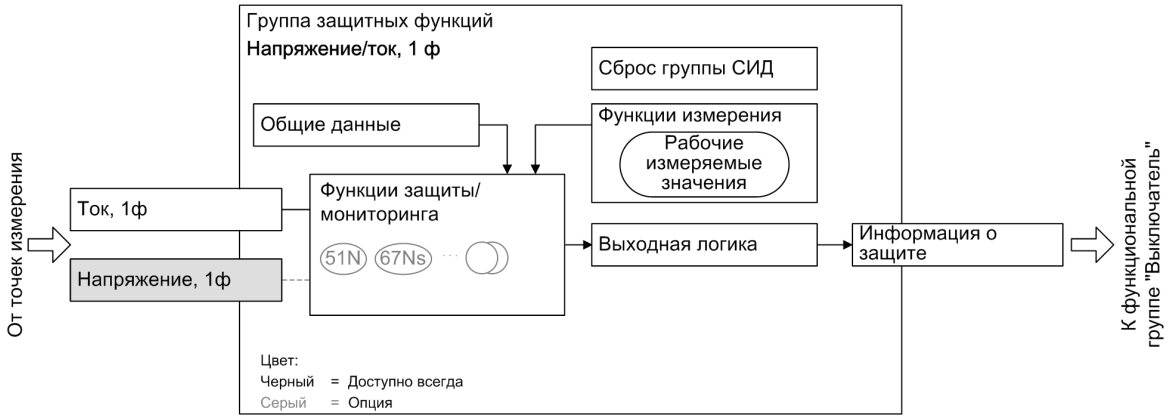
5.6 Функциональная группа "Напряжение/ток 1ф"

5.6.1 Обзор

В функциональной группе **Напряжение/ток 1ф** можно использовать все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерения однофазного тока и напряжения. Функциональная группа содержит также рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел 9).

5.6.2 Структура функциональной группы

У функциональной группы **UI 1ф.** есть интерфейс для точек измерения и функциональной группы **Выключатель**.

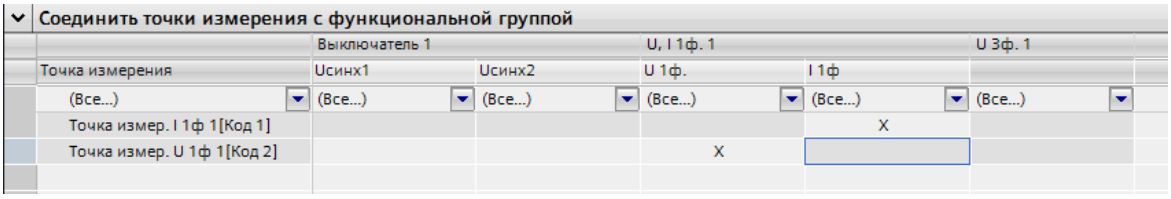


[dw1spstr-301112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-59 Структура функциональной группы Напряжение/ток 1ф

Связь с точками измерения

Функциональная группа **UI 1ф.** соединяется с точками измерения напряжения и тока через интерфейсы точек измерения. Хотя бы одна точка измерения должна быть подключена. Подключение других точек не обязательно. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Структуре проекта** → **Соединения функциональной группы**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc1stsp1-100214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-60 Подключение точек измерения к функциональной группе UI 1ф.

Функции, добавленные к функциональной группе **UI 1ф.**, соединяются с точкой измерения автоматически.

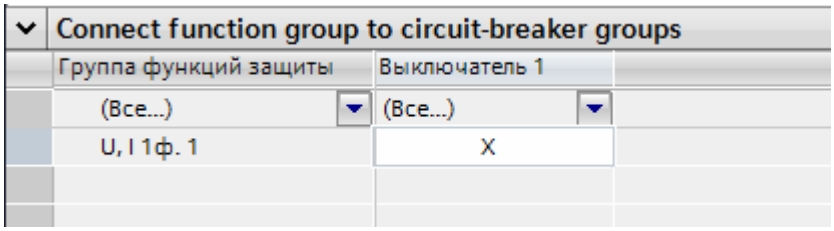
Измеряемые величины из системы 1-фаз. тока подаются через интерфейс **1-фаз. I**. Измеряемые величины из системы 1-фаз. напряжения подаются через интерфейс **1-фаз. V**. Все значения, которые могут быть рассчитаны на основании измеренных значений, также подаются через эти интерфейсы.

Несколько точек измерения можно соединить с помощью интерфейса **1-фаз. V**. Дополнительная информация приводится в главе *6.46.1 Обзор функций*.

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Обмен всеми необходимыми данными между защитой и функциональными группами Выключатель производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. В этом примере обмен сообщениями пуска и рабочими сообщениями функций защиты выполняется в направлении функциональной группы «Выключатель».

Необходимо соединить функциональную группу **UI 1ф.** и функциональную группу **Выключатель**. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Структуре проекта** → **Соединения функциональной группы**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc1stspc-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-61 Соединение функциональной группы UI 1ф. и функциональной группы Выключатель

Измерение рабочих величин

Рабочие измерения всегда присутствует в функциональной группе **UI 1ф.** и не может быть удалено.

В следующей таблице показаны рабочие измеряемые значения функциональной группы **UI 1ф.**:

Таблица 5-16 Рабочие измеряемые значения функциональной группы UI 1ф.

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I	1-фазный ток	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
B	1-фазное напряжение	кВ	B	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3

5.6.3 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:9421:104	Общее: Номинальный ток		от 1 A до 100 000 A	1000 A
_:9421:105	Общее: Номинальное напряжение		от 0,20 кВ до 1200,00 кВ	400,00 кВ
Сетевые данные				
_:91:103	Общие: Номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:91:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		0 .. 100	0
_:91:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		0.010 .. 100.000	0.000

5.6.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9421:101	Общие данные:Номи-нальный ток		1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Данные эн. сист.				
_:9421:214	Общие данные:M I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:9421:127	Общие данные:кол-во точек измер. 1ф		0 до 11	0

5.6.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:4741:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:4741:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

5.7 Функциональная группа "Напряжение/ток 3ф"

5.7.1 Обзор

Все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерения трехфазного тока и напряжения, можно использовать в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф**. Функциональная группа содержит также рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел 9).

Функциональная группа **Напряжение и ток 3ф** находится под каждым типом устройства в библиотеке функций DIGSI 5. Все функции защиты и контроля, которые можно использовать для этого типа функциональной группы, находятся в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф**. Данные функции описаны в главе "Функции защиты и автоматики".

Дополнительная информация относительно включения функций устройства представлена в разделе 2. Весь набор функций шаблонов применения для различных типов устройств приводится в разделе 4.

5.7.2 Структура функциональной группы

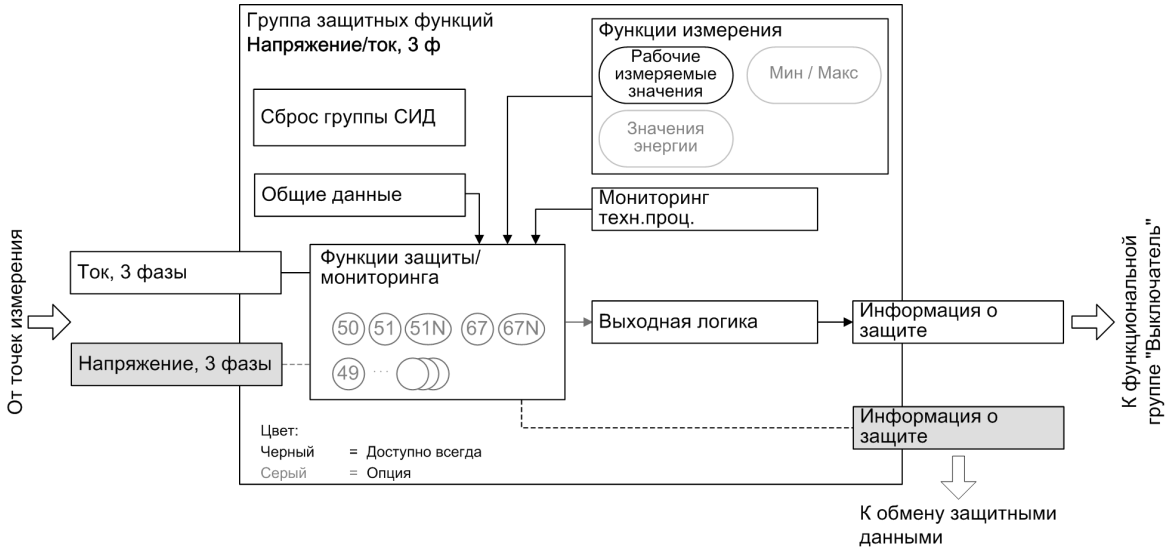
Функциональная группа всегда состоит из следующих блоков:

- Данные защищаемого объекта / оборудования (функц. блок общих данных)
- Рабочие измеряемые величины
- Контроль технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы
- Сброс группы СИД

Данные блоки являются основными для функциональной группы, и они не могут быть выгружены или удалены.

Можно загрузить функции защиты и контроля, которые требуются для вашего применения в функциональной группе. Функции находятся в библиотеке функций DIGSI 5. Функции, в которых нет необходимости, можно удалить из функциональной группы.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Напряжение и ток 3ф**:



[dwfgui3p-301112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-62 Структура функциональной группы Напряжение и ток 3ф.

Интерфейсы функциональной группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерефейс соединения точек измерения

Функциональная группа получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов с точками измерения. Если вы используете шаблон применения, то функциональная группа уже подключена к необходимым точкам измерения. Если вы добавляете функции в функциональную группу, то они автоматически будут получать измеряемые величины с нужных точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединения функциональных групп**. Более подробная информация находится в главе 2.

Функциональная группа имеет интерфейсы со следующими точками измерения:

- **3-фазное напряжение:**

  Данный интерфейс отображает величины измеренного трехфазного напряжения. Возможны различные типы соединений трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа всегда должна иметь соединение с точкой измерения **U 3ф.**.

  С помощью этого интерфейса можно подключить несколько точек измерения. Дополнительная информация приводится в Главе *6.46.1 Обзор функций*

  Если вы хотите протестировать или изменить соединение между напряжениями и точкой измерения трехфазного напряжения, то дважды щелкните по пункту → **Имя устройства Ранжирование точек измерения** (тип подключения = три фазных напряжения). За более подробной информацией пожалуйста обратитесь к пункту описания данных энергосистемы, который начинается с раздела *6.1.1 Обзор*.

- **3-фазный ток**

  Данный интерфейс отображает величины измерения 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа соединения трансформаторов, это, например, I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа всегда должна иметь соединение с точкой измерения **I 3ф.**.

  Интерфейс **3-фазный ток** можно подключить, максимум, к двум трехфазным точкам измерения тока (например, для полуторной схемы соединения). Если к интерфейсу **3-фазный ток** подключено 2 точки измерения тока, суммарный ток также определяется на основе измеренных значений в обеих точках измерения в функциональной группе. Все функции в функциональной группе имеют доступ к данным значениям.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами выключателя через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. Данные включают в себя, например, сообщения о пуске и срабатывании функций защиты, посылаемые в направлении функциональной группы "Выключатель" и, например, информацию о состоянии выключателя, посылаемую в направлении групп функций защиты.

Функциональная группа «Напряжение и ток 3ф» подключается к одной или нескольким функциональным группам выключателя. Данное подключение определяет:

- Какой(ие) выключатель(ли) активируется(ются) защитными функциями функциональной группы защиты
- Пуск функции УРОВ (если она имеется в функциональной группе выключатель) от функций защит подключенной функциональной группы защиты
- Пуск функции АПВ (АПВ, если она доступна в функциональной группе "Выключатель") через защитные функции подключенной функциональной группы защиты

Помимо общей привязки функциональной группы защиты, к функциональным группам "Выключатель" также имеется возможность более полной отдельной настройки определенных функциональных возможностей. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе защит.

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды срабатывания
- Какие функции защиты пускают функцию АПВ.
- Какие функции защиты пускают функцию УРОВ.

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, так как такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединения функциональных групп**.

Более подробную информацию вы найдете в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Данные защищаемого объекта / оборудования (функц. блок общих данных)

Номинальное напряжение и номинальный ток, а также режим работы нейтрали защищаемого объекта или оборудования определяются здесь. Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение и ток 3ф**.

Данные оборудования

Номинальное напряжение и номинальный ток, а также режим работы нейтрали объекта или оборудования определяются здесь. Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение и ток 3ф**.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс группы светодиодов** вы можете сбросить сработанные состояния светодиодов функций в пределах одной конкретной функциональной группы, в то время как активированные светодиоды с запоминанием срабатывания других функций в других функциональных группах сохраняют свое состояние.

Более подробную информацию вы найдете в главе *3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы*.

Контроль технологического процесса

Контроль процесса всегда присутствует в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф** и не может быть удален.

Контроль процесса предоставляет функциональной группе следующую информацию **Напряжение и ток 3ф**:

- Токовый критерий

  Обнаружение отключенного/включенного состояния защищаемого объекта/оборудования на основе критерия протекания тока

- Обнаружение включения:

  обнаружение включения защищаемого объекта/оборудования.

- Обнаружение холодного пуска (опция, только для устройств защиты):

Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение и ток 3ф**.

Описание функции мониторинга процесса начинается в главе *5.10.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые значения всегда присутствуют в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф** и не могут быть удалены.

В следующей таблице показаны рабочие измеряемые значения функциональной группы **Напряжение и ток 3ф**:

Таблица 5-17 Рабочие измеряемые величины функциональной группы Напряжение и ток 3ф

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
I_H	Ток нейтрали	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
I_{NS}	Чувствительный ток замыкания на землю	A	мА	Номинальный первичный рабочий ток
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Междуфазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_0	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$U_н$	Напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
$P_{сумм}$	Активная мощность (полная мощность)	МВт	Вт	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	ВАр	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$S_{сумм}$	Полная мощность (полная мощность)	МВА	ВА	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
λ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100 % соответствует λ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВт	Вт	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	ВАр	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	ВА	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$

Рабочие измеряемые величины более подробно описаны в главе *9.3 Рабочие измеряемые величины*.

Обратное преобразование относящихся к мощности измеряемых и статистических значений (функциональный блок общих данных)

Следующие направленные значения, вычисляемые в рабочих измеряемых значениях, определяются положительно в направлении защищаемого объекта.

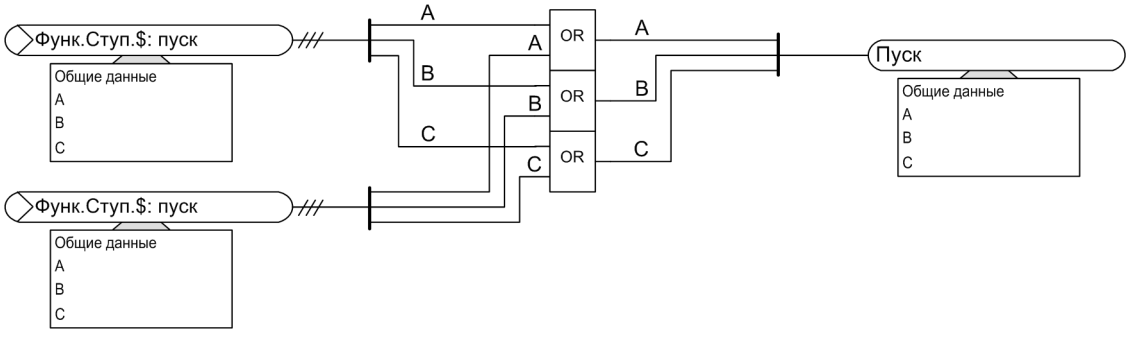
- Мощность
- Коэффициент мощности

- Энергия
- Минимальные, максимальные величины
- Средние значения

При помощи уставки **Знак P, Q** можно инвертировать знак этих рабочих измеряемых величин, так что направление мощности из линии в сборные шины будет отображаться положительным.
Дополнительные сведения представлены в разделе *9.1 Обзор функций*.

Выходная логика

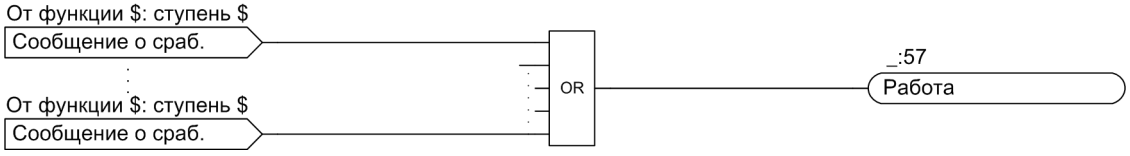
Выходная логика функциональной группы обрабатывает сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля, которые доступны в функциональной группе раздельно, в логике пуска и выходной логике соответственно. Логика срабатывания быстро формирует комплексные сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Информация защиты** в функциональную группу **Выключатель** и затем реализуются.
Сигналы пуска функций защиты и контроля в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф** объединяются на основе выбора фазы и выводятся как групповое сообщение.



[lo_anrlin, 1, ru_RU]

Рисунок 5-63 Создание сообщения о срабатывании для функциональной группы «Напряжение и ток 3ф»

Сигналы отключения из функций защиты и контроля в функциональной группе **Напряжение и ток 3ф** всегда приводят к 3-фазному отключению устройства.



[loauslin-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-64 Создание сообщения о срабатывании для функциональной группы «Напряжение и ток 3ф»

5.7.3 Уставки, защищенные от записи

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию (_:91:103) **Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальное междуфазное напряжение защищаемого автотрансформатора. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Номинальные значения
Сетевые данные				
_:91:103	Общие: номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000,00 MBA	692,82 MBA

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) содержится в главе *5.10.2 Структура функции*.

5.7.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9451:101	Общие данные:Номинальный ток		1 A до 100000 A	1000 A
_:9451:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Данные эн. сист.				
_:9451:149	Общие данные:Заземл.нейтр.эн.сист.		• заземленная • ззмл. ч/токоогр. реакт. • изолированная	заземленная
_:9451:210	Общие данные:M I3ф1 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:9451:211	Общие данные:M I3ф2 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:9451:212	Общие данные:M I3ф3 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:9451:213	Общие данные:M I3ф4 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:9451:214	Общие данные:M I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:9451:126	Общие данные:кол-во точек измер. 3ф		0 до 11	0
_:9451:127	Общие данные:кол-во точек измер. 1ф		0 до 11	0
Измерения				
_:9451:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.7.5 Список сообщений

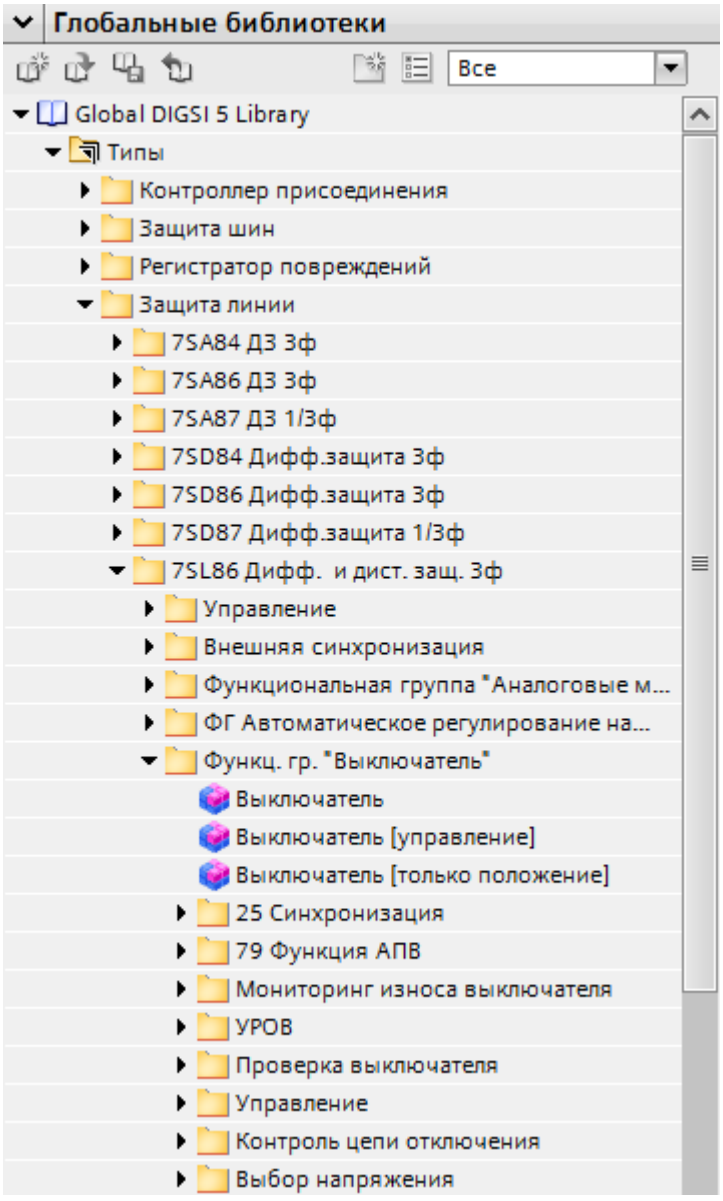
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9451:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9451:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.8 Функциональная группа "Выключатель"

5.8.1 Обзор

Функциональная группа **Выключатель** объединяет все пользовательские функции, которые относятся к выключателю.

Вы можете найти функциональную группу **Выключатель** для каждого типа устройства в функциональной библиотеке DIGSI 5. Функциональная группа **Выключатель** содержит все функции защиты, управления и контроля, которые вы можете использовать для данного типа устройства. На следующем рисунке показан список функций как пример в группе **Выключатель**.



[scfgleis-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-65 ФГ "Выключатель".

ФГ "Выключатель" содержит 3 различных типа выключателей:

- Выключатель
- Выключатель

Первый тип выключателя применяется для управления выключателем и как дополнительный блок основных функций защиты.

Выключатель [только положение] используется только для определения положения выключателя. Этот тип можно использовать для моделирования выключателей, для которых необходимо только получать информацию об их положении, но не управлять ими при помощи устройства SIPROTEC 5.

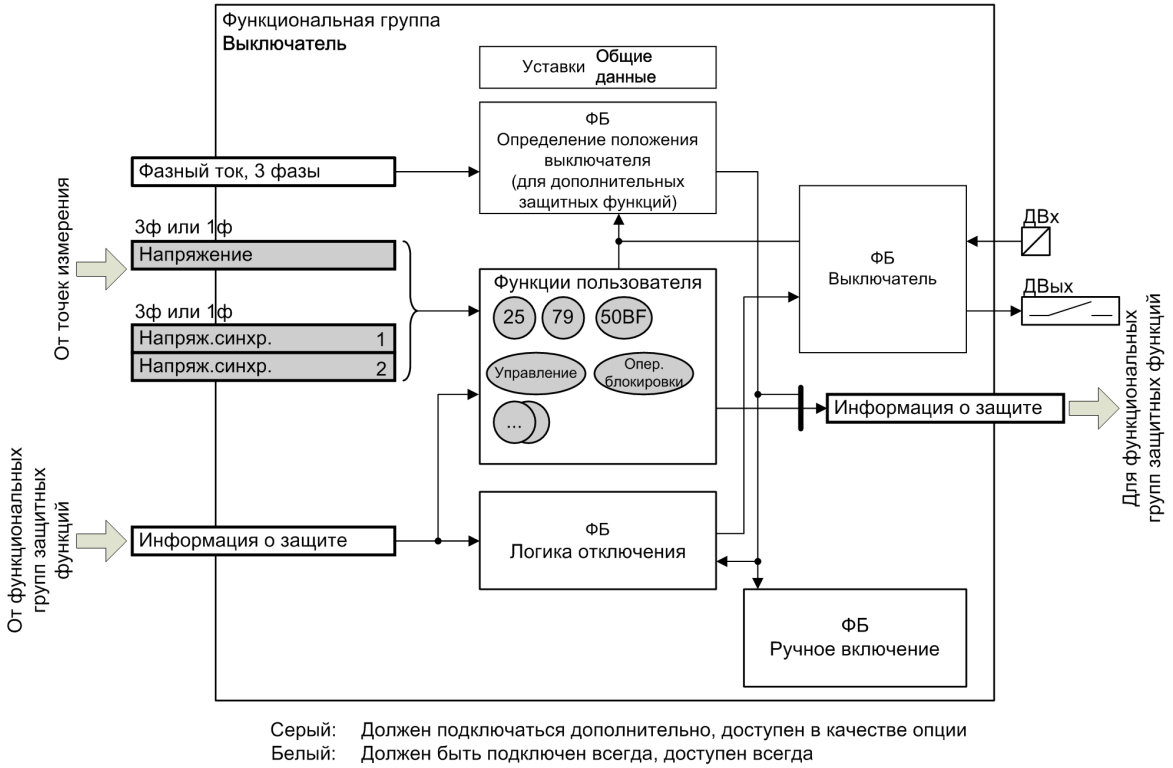
Доступные функции описаны в главах **Функции защиты и автоматики** и **Функции управления**.

5.8.2 Структура функциональной группы

Помимо пользовательских функций, данная группа **Выключатель** содержит определенный функциональный набор, который является основным и используется в общих целях, поэтому он не может быть выгружен или удален:

- Логика отключения от защиты
- Отображение физического выключателя
- Определение положения выключателя для функций защиты
- Определение ручного включения
- Общие уставки

Структура функциональной группы **Выключатель** показана на следующем рисунке. Отдельные функциональные блоки на рисунке описаны в следующих главах.



[dwfgstru-080812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-66 Структура функциональной группы "Выключатель"

Функциональная группа **Выключатель** имеет следующие позиции:

- **Точки измерения**
- Группы защитных функций (например группа защитных функций **Трансформатор** или **Автотрансформатор**, а также функциональные группы применительно к стороне)

Отображение точек измерения

Функциональная группа содержит измеренные значения, необходимые для точек измерения, ассоциирующихся с данной функциональной группой.

При использовании шаблона применения функциональная группа связывается с точкой измерения 3-фазного тока линии, так как данное подключение является важным В зависимости от того, какие функции используются, может понадобиться подключение дополнительных точек измерения в функциональной группе. Конфигурация производится с использованием редактора **Соединения функциональных групп** в DIGSI 5. За более подробной информацией обратитесь к главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Если в функциональной группе применяется пользовательская функция, например синхронизация, но при этом необходимая точка измерения не подключена, DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Данная несовместимость сопровождается сигналом об отсутствии подключения точки измерения.

Функциональная группа **Выключатель** имеет интерфейс со следующими точками измерения:

- **`3 фазный ток линии`**

  Данный интерфейс отображает величины измерения 3-х фазной энергосистемы. Функциональная группа должна быть всегда связана с данной точкой измерения.

- **`Напряжение`**

  Данный интерфейс отображает величины измерения трехфазного или однофазного напряжения. В зависимости от способа подключения трансформаторов в системе 3-х фазного напряжения данные величины – U_A, U_B, U_C для линии или фидера.

  Связь с соответствующей точкой измерения необходима только при задействовании пользовательской функции, которая требует величин измерения системы 3-фазного напряжения, например при использовании функции **Синхронизация**.

- **`Напряж. синхрон. 1, напряж. синхрон. 2`**

  Данный интерфейс отображает однофазное напряжение синхронизации (например, напряжение шин с однофазным подключением) или 3-х фазное напряжение синхронизации (например, напряжение шин с 3-х фазным подключением).

  Связь с соответствующей точкой измерения необходима только при использовании синхронизации.

Интерфейс для групп защитных функций

Обмен всеми необходимыми данными производится между защитой и функциональными группами Выключатель через интерфейс групп защитных функций. Данные включают в себя, например, сообщения о пуске и срабатывании функций защиты, посылаемые в направлении функциональной группы "Выключатель" и, например, информацию о состоянии выключателя, посылаемую в направлении групп функций защиты.

При использовании шаблона применения функциональные группы соединяются друг с другом, так как данная связь способна обеспечить правильное функционирование. Вы можете изменить связь, используя редактор **Соединения функциональных групп** в DIGSI 5.

Более подробная информация находится в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Помимо основных параметров группы защитных функций или функциональных групп выключатель, Вы можете конфигурировать каждую функцию подробно.

- Какие сигналы срабатывания функций защиты приводят к выдаче команды на отключение?
- Какие из защитных функций активируют функцию **АПВ**?
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**?

Более подробная информация находится в разделе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

5.8.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс с точками измерения

С помощью данного интерфейса происходит конфигурирование 3-х фазной энергосистемы. В противном случае DIGSI 5 передает сообщение о несовместимости.

При использовании функции **Синхронизация** точки измерения, которые соотносятся с напряжением U1 и U2 синхронизируемых элементов энергосистемы, должны быть связаны.

Более подробную информацию Вы можете найти в главе Синхронизация *7.5.1 Обзор функций*.

Интерфейс для групп защитных функций

Группа защитных функций **Трансформатор** связана с двумя выключателями (2 функциональных группы **Выключатель**, соединенными по полуторной схеме.

Параметр: Номинальный нормальный ток для значений %

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный раб.ток** = ***1000 A***

С помощью параметра **Номинальный раб.ток** вы устанавливаете первичный ток, который служит в качестве опорного для всех токовых величин в функциональной группе "Выключатель", выраженных в %. Он применяется как для рабочих измеренных величин, так и для значений уставок в %.

Здесь вводится номинальное значение первичного тока защищаемого объекта (например, трансформатора).

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальное напряжение для значений в %

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Ном. напряжение** = ***400 kV***

С помощью параметра **Ном. напряжение** Вы устанавливаете первичное напряжение, которое служит в качестве основного для всех величин напряжения в функциональной группе Выключатель, выраженных в %. Он применяется как для рабочих измеренных величин, так и для уставочных значений в %.

Здесь вводится номинальное значение первичного напряжения защищаемого объекта (например, линии).

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Разомкнутый выключатель при пороговом токе

- Уставка по умолчанию **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.** = ***0,10 A***

С помощью параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** вы определяете величину тока (порог), при которой полюс выключателя или выключатель определятся как отключенный.

Установите параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** таким образом, чтобы измеренное значение тока при отключенном полюсе выключателя было бы ниже установленного значения. При исключении паразитных токов (например, из-за индукции) выведенной линии вы можете установить вторичное значение с более высокой степенью чувствительности, например ***0,05 A***.

При отсутствии специальных требований Siemens рекомендует оставить вторичное значение уставки ***0,10 A***.

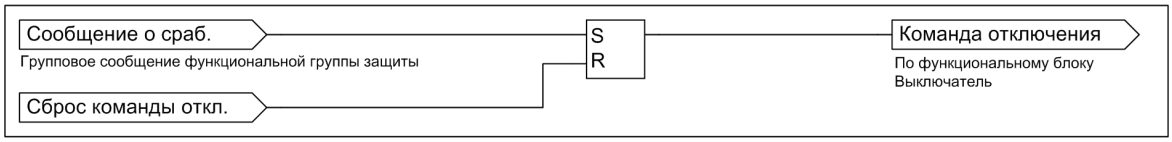
5.8.4 Логика отключения от защиты

5.8.4.1 Описание функции

Функциональный блок **Логика отключения** получает рабочие сообщения группы защитных функций или групп защитных функций о срабатывании и подает команду отключения от защиты, которая передается функциональному блоку **Выключатель**.

Функциональный блок **Выключатель** активирует контакт устройства и за счет этого отключает выключатель (см. *5.8.5.1 Обзор*). Важную роль здесь также играет время выдачи команды.

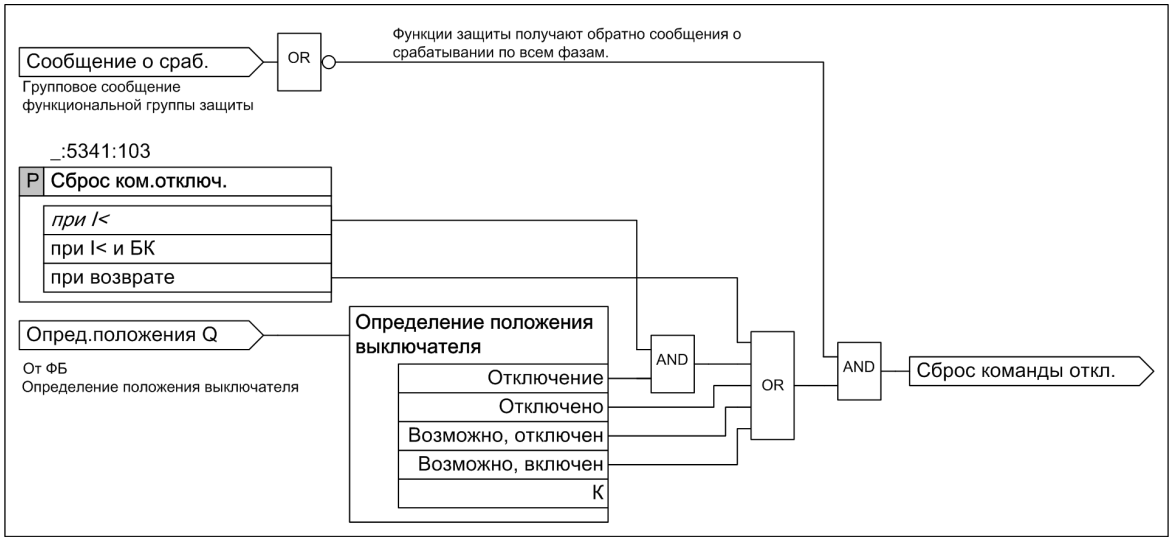
Логика отключения также решает, когда прерывается команда отключения от защиты (см. *Рисунок 5-68*).



[loausbef-140113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-67 Команда отключения

Прерывание команды отключения



[lobefe3p-140113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-68 Прерывание команды отключения

Выданная команда отключения сохраняется (см. *Рисунок 5-67*).

Вы определяете критерии сброса команды отключения, выданной с параметром **Сброс ком.отключ.**.

- **при возврате**

  Команда отключения прерывается, если функция, которая выдала такую команду, прерывает сообщение о срабатывании. Указанное обычно происходит при возврате. Прерывание команды отключения происходит независимо от проверки состояния выключателя.

- **при I<**

- **при I< и БК**

  С этими критериями состояние выключателя также принимается во внимание как следующий критерий в дополнение к возврату функции отключения (сообщение о срабатывании прерывается командой). Вы можете выбрать, как определяется состояние: по току (**при I<**) или по току в сочетании с блок-контактами выключателя (**при I< и БК**). Характеристики предлагаемых уставок отличаются только в контроле состояния выключателя. Если выключатель находится в **отключенном** состоянии, команда отключения прерывается в случае выбора **при I<** и не прерывается в случае выбора **при I< и БК**. **Отключенное** состояние обнаруживается, когда от блок-контактов выключателя по-прежнему поступает информация о том, что выключатель включен, а отключение обнаруживается по снижению уровня тока.

  До тех пор пока выключатель определяется как включенный (**все фазы выключателя включены**), команда отключения не будет сбрасываться при таких значениях уставки.

  Информация о состоянии выключателя предоставляется функциональным блоком **Определение положения выключателя** (см. *5.8.6.1 Обзор*). Определение различных положений также описывается в этой главе.

5.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Сброс команды отключения

- Рекомендуемая уставка **(_:5341:103) Сброс ком.отключ.** = ***при I<***

Значение параметра	Описание
при I<	С этой уставкой сброс команды отключения происходит тогда, когда отсутствует ток при условии возврата функции отключения. Самым важным фактором распознавания отключенного выключателя является снижение тока ниже значения, заданного параметром **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.**.
при I< и БК	Для этой уставки необходимо не только отсутствие тока, но и блок-контакт выключателя должен просигнализировать о том, что выключатель отключился. Данная уставка предполагает, что уставка блок-контакта ранжирована на дискретный вход (более подробная информация приведена в *5.8.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).
при возврате	Вы можете выбрать уставку для специальных применений, в которых команда отключения не приводит к полному прерыванию тока в каждом режиме. Если происходит возврат пустившейся функции защиты, то в этом случае команда отключения сбрасывается. Данная уставка полезна тогда, когда ток нагрузки в системе не может прерываться в ходе испытания защитного устройства и испытательный ток подается параллельно с током нагрузки.

5.8.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Логика отключ.				
_:103	Логика отключ.:Сброс ком.отключ.		• при I< • при I< и БК • при возврате	при I<

5.8.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Логика отключ.			
_:300	Логика отключ.:Сообщ.отключ.	ACT	O

5.8.5 Выключатель

5.8.5.1 Обзор

Функциональный блок **Выключатель** представляет физический переключатель, предусмотренный в устройстве SIPROTEC 5.

Основными задачами этого функционального блока являются эксплуатация выключателя и сбор информации о положении блок-контактов выключателя и прочей информации о выключателе.

Функциональный блок **Выключатель** предоставляет следующие данные:

- Количество циклов переключения
- Ток отключения, разрываемое напряжение, частота при коммутации
- Суммарный ток отключения

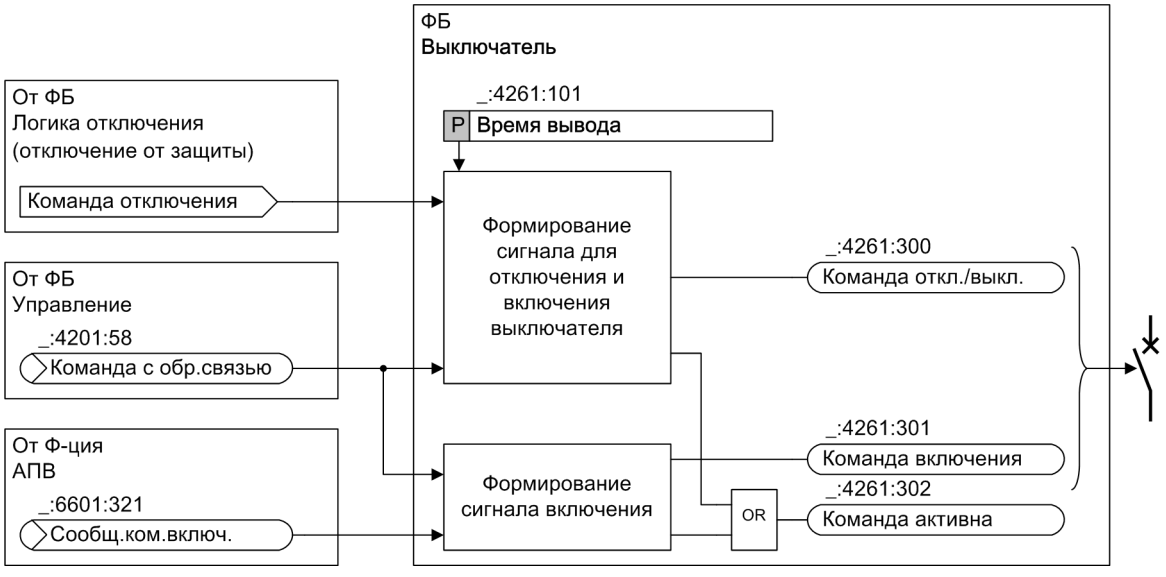
5.8.5.2 Аварийное отключение, оперативное отключение и включение выключателя

Действия с выключателями

- Отключение выключателя в результате действия команды защиты
- Отключение (размыкание) выключателя в результате операций управления
- Включение выключателя в результате АПВ или операций управления

Отключение всегда является результатом действия защитной функции. Сообщения о срабатывании отдельных функций защиты объединены в функциональном блоке **Логика отключения**. Генерация команды срабатывания в этой логике вызывает срабатывание в функциональном блоке **Выключ.**.

Для управления выключателем Функциональный блок **Выключ.** формирует выходные сигналы, которые необходимо подключить к дискретным выходам устройства (см. *Таблица 5-18*).



[loausssc-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-69 Срабатывание, отключение и включение выключателя

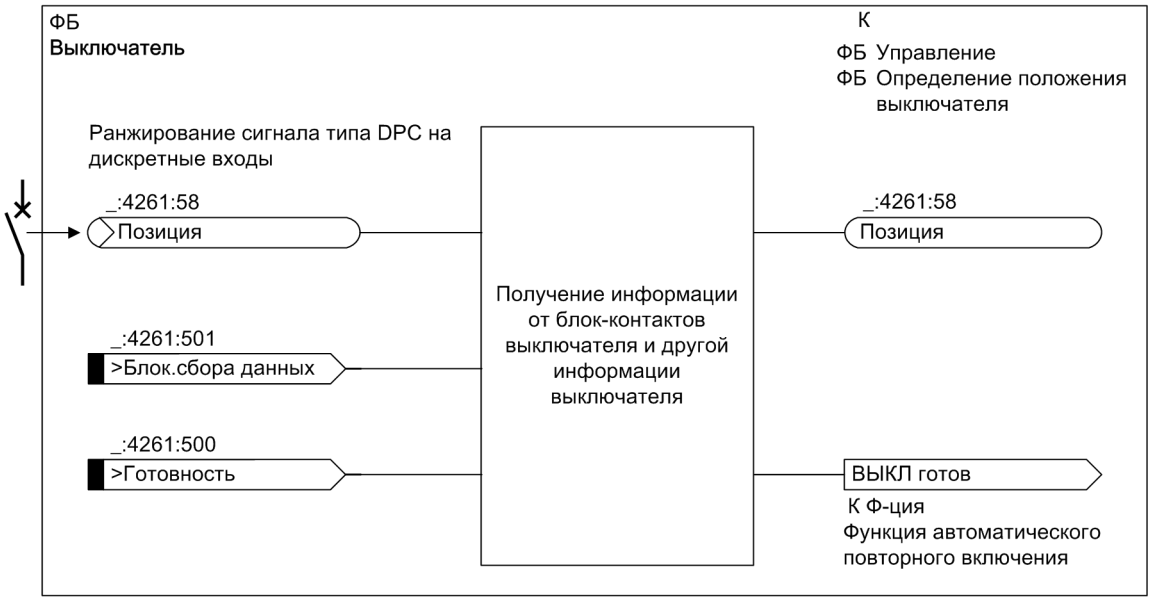
Таблица 5-18 Описание исходящих сигналов

Сигнал	Описание	Варианты ранжирования
Команда откл./выкл.	Этот сигнал выполняет все операции отключения и размыкания. Параметр **Время вывода** влияет на сигнал. Сигнал удерживается на протяжении этого периода, со следующими исключениями: • При отключении от функций управления: Сигнал сбрасывается до истечения таймера Время вывода, если блок-контакты сообщают, что выключатель отключен до завершения отсчета таймера Время вывода. • Только в случае отключения от защиты: Сигнал остается активным, пока активна команда срабатывания после истечения таймера Время вывода (см. также *5.8.4.1 Описание функции*). • В случае отключения от защиты: При включенной опции ранжирования **Отключение с фиксацией**, сигнал остается активным, пока не будет возвращен вручную. Это применимо только для отключения от защиты.	• Без фиксации • Отключение с фиксацией
Команда включения	Этот сигнал выполняет все операции включения. Параметр **Время вывода** влияет на сигнал. Сигнал удерживается на протяжении уставки Время вывода, со следующими исключениями: Сигнал сбрасывается до истечения таймера Время вывода, если блок-контакты сообщают, что выключатель включен до завершения отсчета таймера Время вывода.	Нормальное ранжирование
Команда активна	Этот сигнал активен, пока одному из дискретных выходов назначены сигналы **Команда откл./выкл.** и **Команда включения** и одна из указанных команд выполняется.	Нормальное ранжирование

5.8.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации

Для определения положения выключателя функциональный блок **Выключатель** предоставляет сигналы положения (см. следующий рисунок).

Эти сигналы имеют тип **Двухпозиционный сигнал** (DPC). Двухпозиционный сигнал можно ранжировать на 2 дискретных входа таким образом, чтобы надежно определить положение включенного и отключенного выключателя.



[loerfass-101210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-70 Сбор данных о положении выключателя

Сигнал	Тип	Описание
Позиция	DPC	Сбор данных о положении выключателя. Положение **3ф выключатель отключен** и/или положение **3ф выключатель включен** можно получить соединением с 1 или 2 дискретными входами.

Сигналы необходимо ранжировать на дискретный вход посредством блок-контактов выключателя. Сигналы **отключено** и **включено** не обязательно ранжировать параллельно. Преимущество параллельного ранжирования в том, что его можно использовать для определения промежуточного положения или неисправности. С другой стороны, это невозможно в случае, если ранжирован только один сигнал.

Сигналы с блок-контактов выключателя о положении **включено** и **отключено** формируют следующие сообщения (см. следующую таблицу). В дальнейшем эта информация обрабатывается функциональными блоками **Определение положения выключателя** и **Управление**.

Сообщение	Тип	Описание
Откл.	Неактивно SPS	Положение выключателя **отключено**.
Включено	Неактивно SPS	Положение выключателя **включено**.
Промежуточное положение	Неактивно SPS	Положение выключателя в **промежуточном положении**.
Ошибка положения	Неактивно SPS	Положение выключателя в **неисправном положении**.
Не выбрано	Неактивно SPS	Выключатель **не выбран** для операции управления.

Другие входящие сигналы:

Сигнал	Тип	Описание
>Блок.сбора данных	Неактивно SPS	Используется для активации блокировки сбора данных блок-контактов выключателя (см. раздел Прочие функции *3.8.3 Длительные команды*, содержащий описание блокировки сбора данных).

Сигнал	Тип	Описание
>Готовность	Неактивно SPS	Активный сигнал указывает, что выключатель готов для выполнения **цикла ОТКЛ-ВКЛ-ОТКЛ**. Сигнал остается активным, пока выключатель может выполнить отключение. Сигнал используется в функциях **АПВ** и **Тест выключателя**.

Другой выходной сигнал:

Испр.внеш.оборуд.	Неактивно SPS	Этот сигнал можно использовать для обозначения исправности выключателя. Для этого необходимо собрать информацию о неисправности выключателя через дискретный вход. Эта информация о неисправности поможет установить соответствующее состояние сигнала **Испр.внеш.оборуд.** с помощью схемы CFC (с использованием блока **BUILD_ENS**). Сигнал не действует на исправное состояние функционального блока.

5.8.5.4 Подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя

Подавление аварийной сигнализации при отключения выключателя

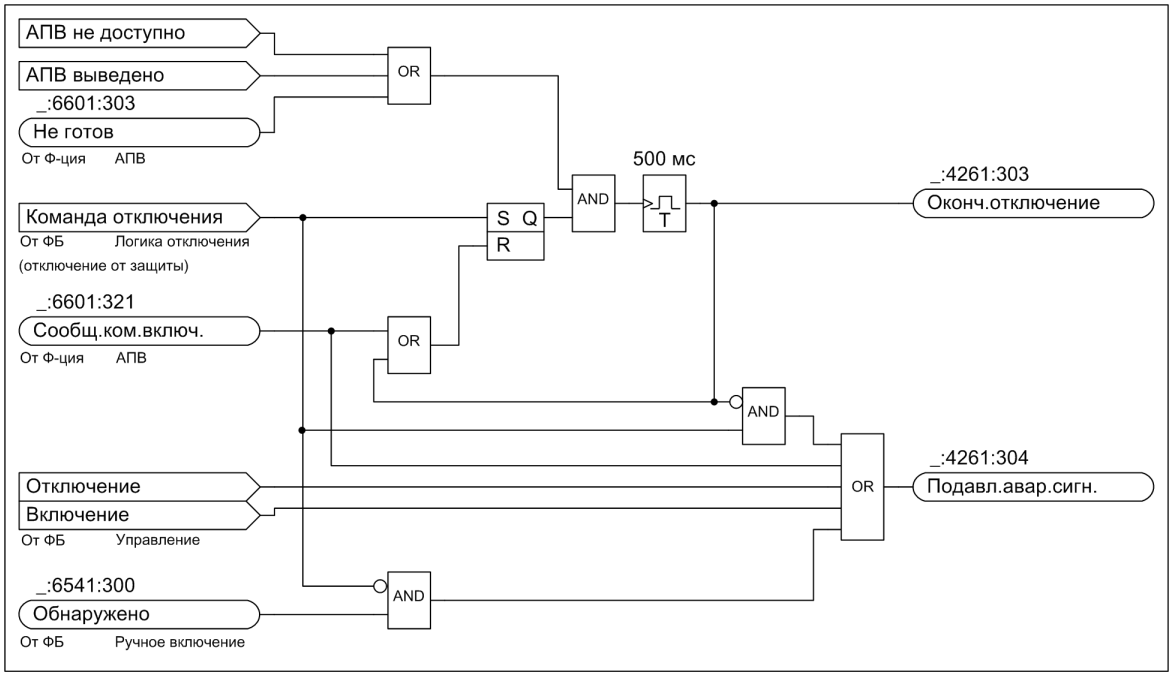
В определенных системах пользователю может понадобиться активировать сигнал тревоги (например, звуковой сигнал) при отключении выключателя. Этот сигнал тревоги не появляется, если выключатель включается после АПВ или при включении или отключении от функции управления. Сигнал тревоги формируется только в случае аварийного отключения.

В зависимости от того, как генерируется аварийная сигнализация (например, вызвана быстродействующим контактом выключателя), сигнал **Подавл.авар.сигн.** можно использовать для подавления аварийной сигнализации.

Сигнал генерируется, если:

- Окончательное отключение защиты отсутствует
- Функция автоматического повторного включения выполняет включение
- Внутренней функцией управления выполняется включение или отключение выключателя
- Внешнее включение обнаружено функцией **Ручное вкл.**

Для получения более подробной информации о её использовании обратитесь к Разделу *5.8.7.2 Указания по применению и вводу уставок*.

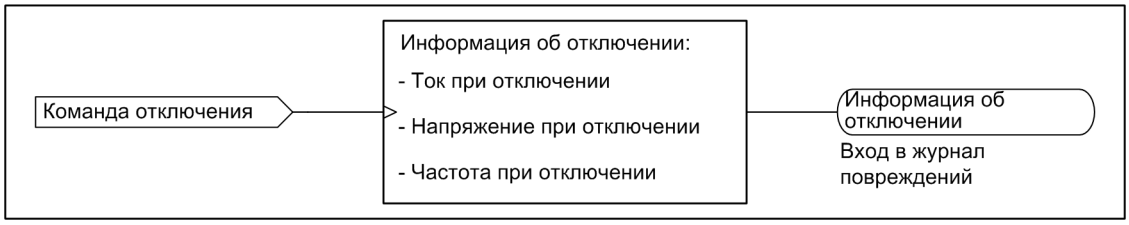


[lounterd-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-71 Окончательное отключение, подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя

5.8.5.5 Сообщения отключения и включения

Когда выдается команда на отключение, информация об отключении, показанная на следующем рисунке, сохраняется в журнале повреждений.



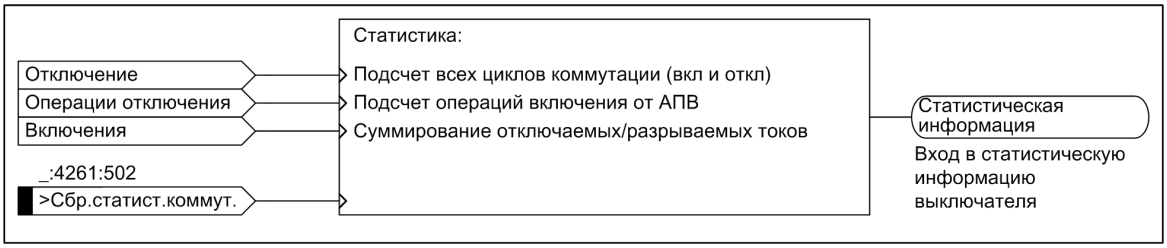
[loausloe-081210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-72 Информация об отключении

Следующая статистическая информация сохраняется для выключателя:

- Число циклов переключения:
  Учитываются все операции срабатывания, отключения и включения.
- Количество операций включения для функции автоматического повторного включения
- Суммирование отключаемых и разрываемых токов, суммарно и пофазно

Статистическую информацию можно отдельно настроить и сбросить с помощью функций управления устройства. Существует также возможность сбросить все значения при помощи сигнала на дискретном входе **>Сбр.статист.коммут.**.



[lo_statistics information circuit-breaker, 1, ru_RU]

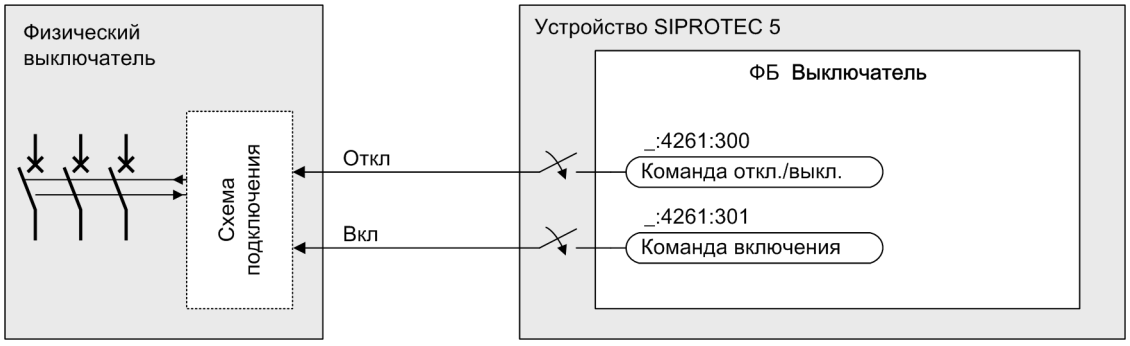
Рисунок 5-73 Статистическая информация о выключателе

5.8.5.6 Указания по применению и вводу уставок

Ранжирование для активации выключателя

На следующем рисунке представлено необходимое ранжирование:

- Устройство может выполнять 3ф отключение от функций управления.
- Устройство может выполнять 3ф отключение от функций защит.



[loansteu-230311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-74 Активация выключателя

Путем ранжирования сигнала **`Команда откл./выкл.`** к 1 или 2 дискретным выходам можно выполнить 1, 1,5, и 2-полюсную схему управления выключателем выключателя. Вы можете найти более подробную информацию об этом в *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не путайте параметры 1, 1,5 и 2-полюсную схему управления выключателем с 1-ф или 3-ф отключением выключателя.

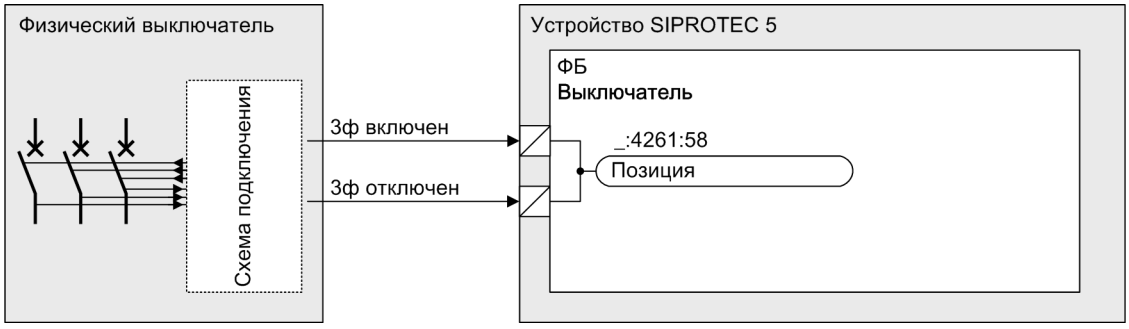
Ранжирование для анализа положения выключателя

Для некоторых функций устройства необходимо определять положение выключателя по его блок-контактам. Например:

- Функциональный блок **Опр.плж.выкл.**
- Функция **УРОВ**
- Функциональный блок **Управление**

Принцип работы определения положения выключателя по блок-контактов описан отдельно.

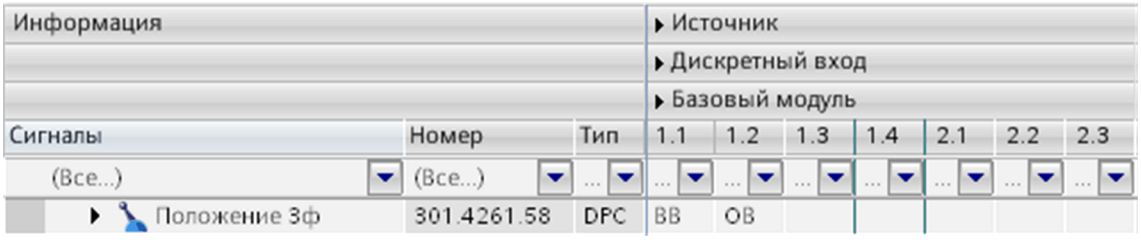
Siemens рекомендует ранжировать блок-контакты *о включенном положении 3 фаз* выключателя и *отключенном положении 3 фаз*. Это оптимальная конфигурация для функций управления. Для исключительно защитных функций также достаточно собрать информацию всего об одном из 2 положений выключателя.



[loauswer-230311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-75 Рекомендованный вариант подключения блок-контактов выключателя при использовании SIPROTEC в качестве устройства защиты и управления

На следующей схеме показано рекомендованное ранжирование, где **второй символ B** обозначает **активен под напряжением**.



[scpolg3p-230311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-76 Ранжирование для сбора данных о положении выключателя при использовании 2-х блок-контактов.

Устройство также может работать без анализа блок-контактов выключателя, т.е. ранжирование блок-контактов не обязательно. Но, при использовании функции Управление ранжирование блок-контактов обязательно.

Параметр: Время вывода

- Уставка по умолчанию **(_:101) Время вывода** = *0,10 c*

Параметр **Время вывода** определяет максимальное время выдачи сигналов срабатывания, выключения и отключения выключателя на выходные реле.

ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткий интервал времени.

Если контакты устройства разорвут цепь управления до окончания коммутации, это вызовет образование электрической дуги. Это может привести к выгоранию контактов устройства.

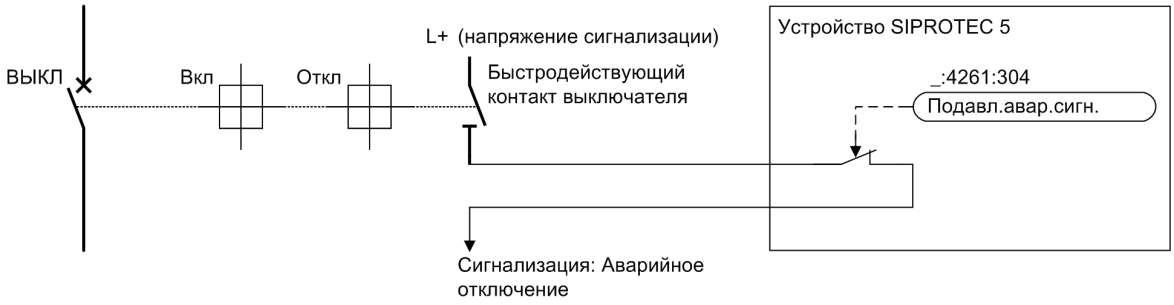
✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантированно завершит операцию **отключения** (или **включения**) после управляющего воздействия.

Выходной сигнал: Подавл.авар.сигн.

Если на присоединении не предусматривается автоматического повторного включения каждая команда отключения от защиты является окончательной, использование функции автоматического повторного включения вызывает аварийную сигнализацию от детектора изменения положения выклю- чателя (быстродействующий контакт выключателя) только в том случае, если отключение выключателя окончательное (см. следующий рисунок). Однако, при коммутациях выключателя от

функций управления, а так же при отключении выключателя от защит с последующим пуском АПВ сигнализации быть не должно.

Поэтому в этих случаях устройством SIPROTEC формируется сообщение Подавл.авар.сигн. (**Подавл.авар.сигн.**). Данный сигнал может использоваться для блокировки аварийной сигнализации. В нормальном режиме этот сигнал постоянно неактивен. Поэтому сигнал Подавл.авар.сигн. (**Подавл.авар.сигн.**) необходимо ранжировать НЗ контакт. Этот контакт следует последовательно включить в схему обнаружения аварийного отключения (*5.8.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).



[loschalt-081210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-77 Подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя

5.8.6 Определение положения выключателя для дополнительных функций защиты

5.8.6.1 Обзор

Данный функциональный блок определяет положение выключателя по оценке состояния блок-контактов выключателя и протеканию тока.

Данная информация необходима для следующих дополнительных защитных функций:

- Логика отключения (см. *5.8.4.1 Описание функции*)
- Определение ручного включения (см. *5.8.7.1 Описание функции*)
- Мониторинг технологического процесса (Монитор.техн.проц.) процесса (см. Мониторинг технологического процесса (функциональная группа "Линия") *5.4.4.1 Обзор функций* или Мониторинг технологического процесса (Стандартная функциональность U / I) *5.10.2 Структура функции*)

Его использование описано в соответствующих разделах.

Системой управления данная информация не используется. Система управления оценивает состояние блок-контактов выключателя.



[lozust3p-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-78 Обзор функции определения положения выключателя (Опр.плж.выкл.)

На основании связи между информацией от блок-контактов и протекающего тока для выключателя могут рассматриваться следующие положения:

Определения положения выключателя для защищаемого объекта	**Описание**
Отключено	Фаза выключателя однозначно определятся как **Отключено** по обоим критериям.
Включено	Фаза выключателя однозначно определятся как **Включено** по обоим критериям.
Возможно отключено, **Возможно включено**	Эти состояния могут возникнуть, если информация не является полной из-за ранжирования блок-контактов и состояние не может быть достоверно определено. Эти **неопределенные состояния** оцениваются определенными функциями по-разному.
Отключение	Это динамическое состояние, которое возникает, пока команда отключения активна, а блок-контакт все еще замкнут, когда установлено, что значение тока упало ниже порогового значения, так как критерии протекания тока определяются быстрее, чем может быть разомкнут блок-контакт.

5.8.7 Определение ручного включения (для монитора процесса)

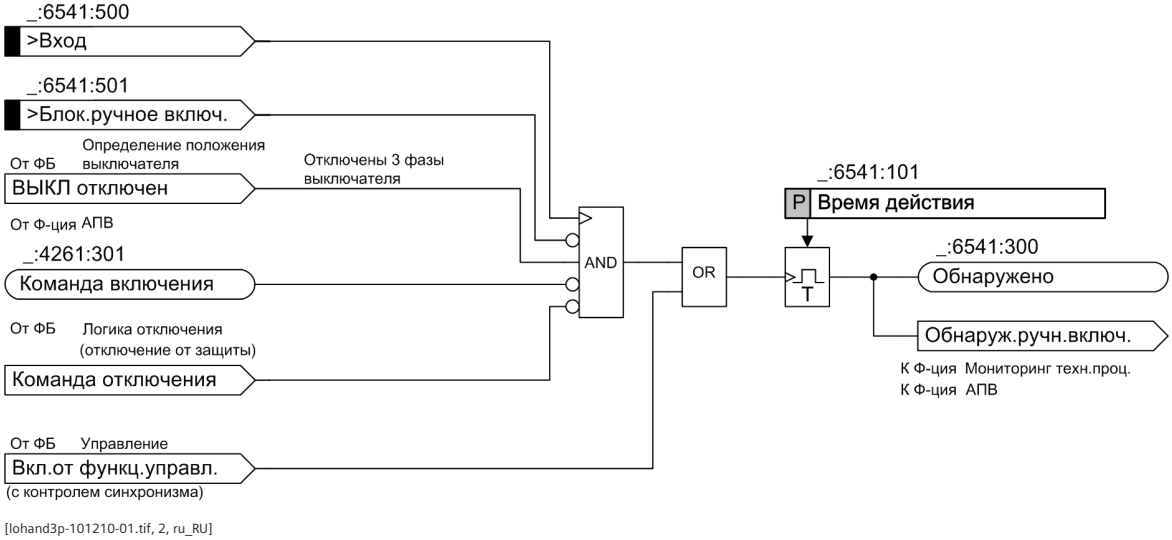
5.8.7.1 Описание функции

Определение ручного включения (для функций мониторинга технологического процесса (Монитор.техн.проц.)

Функциональный блок **РучнВключ** обнаруживает любое включение, выполненное вручную. Эта информация используется в функциях **мониторинг технологического процесса** (с группами функций защиты).

Более подробная информация приведена в разделе Контроль процесса.

На следующем рисунке представлена логическая схема функции обнаружения ручного включения.



[lohand3p-101210-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-79 Логика обнаружения ручного включения

Внешнее ручное включение

Команда внешнего ручного включения передается в устройство через входной сигнал **>Вход**. Входной сигнал также может подключаться непосредственно к цепи, идущей на ЭМВ выключателя. Обнару-

жение через входной сигнал **>Вход** также блокируется, если включен выключатель или активировано отключение от защиты.

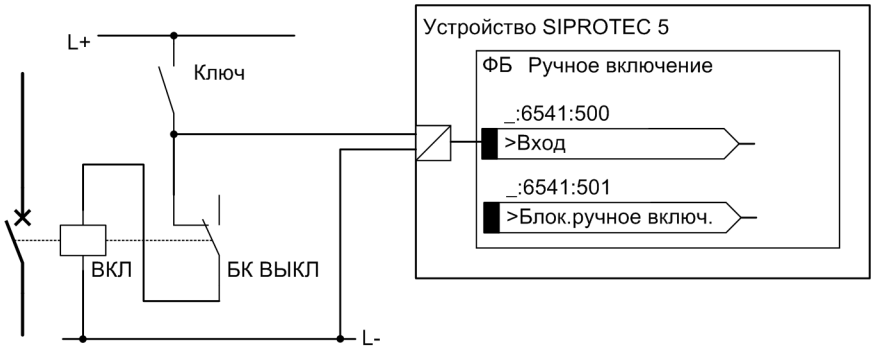
Внутреннее ручное включение

Ручное включение определятся во всех случаях, если команда включения выдается внутренней функцией управления устройства. Это возможно, так как функция управления самостоятельно выполняет проверки достоверности и условия оперативных блокировок.

5.8.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Входные сигналы: >Вход, >Блокировка ручного включения

На практике входной сигнал **>Вход** ранжируется непосредственно в цепь, идущую на ЭМВ выключателя (см. рисунок ниже).



[losteuer-150113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-80 Подключение входного сигнала к цепи, идущей на ЭМВ выключателя

Каждое включение выключателя регистрируется в технологическом процессе.

Если возможны внешние команды на включение (включение выключателя другими устройствами), которые не предполагают работы функции обнаружения ручного включения , гарантировать это можно двумя способами:

- Входной сигнал заводится так, чтобы не активироваться в случае получения внешней команды на включение.
- Для обнаружения ручного включения внешняя команда на включение подключена к блокирующему входу **>Блок.ручное включ.**.

Параметр: Время действия

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Время действия** = ***300 мс***

Чтобы гарантировать независимость от ручной активации входного сигнала, функция обнаружения продлевается на определенный промежуток времени параметром **Время действия**.

Siemens рекомендует установить время действия равным ***300 мс***.

5.8.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РучнВключ				
_:101	РучнВключ:Время действия		0.01 с до 60.00 с	0.30 с

5.8.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РучнВключ			
_:501	РучнВключ:>Блок.ручное включ.	SPS	I
_:500	РучнВключ:>Вход	SPS	I
_:300	РучнВключ:Обнаружено	SPS	O

5.8.8 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Базис величины				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный раб.ток		0.20 A до 100000.00 A	1000.00 A
_:2311:102	Общие данные:Ном. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование
Логика отключ.				
_:5341:103	Логика отключ.:Сброс ком.отключ.		• при I< • при I<< и БК • при возврате	при I<<
Выключ.				
_:4261:101	Выключ.:Время вывода		0.02 с до 1800.00 с	0.10 с
РучнВключ				
_:6541:101	РучнВключ:Время действия		0.01 с до 60.00 с	0.30 с
Управление				
_:4201:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:4201:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:4201:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	1.00 с
_:4201:104	Управление:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4201:105	Управление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:4201:106	Управление:Пров.блок.дв.комманды		• нет • да	да
_:4201:107	Управление:Пров.блок.от защиты		• нет • да	да
Тест.Выключ.				
_:6151:101	Тест.Выключ.:Бестоковая пауза		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

5.8.9 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Логика отключ.			
_:5341:300	Логика отключ.:Сообщ.отключ.	ACT	O
Выключ.			
_:4261:500	Выключ.:>Готовность	SPS	I
_:4261:501	Выключ.:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:4261:502	Выключ.:>Сбр.статист.коммут.	SPS	I
_:4261:503	Выключ.:Испр.внеш.оборуд.	ENS	I
_:4261:53	Выключ.:Исправно	ENS	O
_:4261:58	Выключ.:Позиция	DPC	C
_:4261:300	Выключ.:Команда откл./выкл.	SPS	O
_:4261:301	Выключ.:Команда включения	SPS	O
_:4261:302	Выключ.:Команда активна	SPS	O
_:4261:303	Выключ.:Оконч.отключение	SPS	O
_:4261:304	Выключ.:Подавл.авар.сигн.	SPS	O
_:4261:306	Выключ.:Сч.оп.	INS	O
_:4261:307	Выключ.:ΣIоткл.	BCR	O
_:4261:308	Выключ.:ΣIAотк.	BCR	O
_:4261:309	Выключ.:ΣIBотк.	BCR	O
_:4261:310	Выключ.:ΣICотк.	BCR	O
_:4261:311	Выключ.:Разрыв.ток ф.A	MV	O
_:4261:312	Выключ.:Разрыв.ток ф.B	MV	O
_:4261:313	Выключ.:Разрыв.ток ф.C	MV	O
_:4261:314	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.A	MV	O
_:4261:315	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.B	MV	O
_:4261:316	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.C	MV	O
РучнВключ			
_:6541:501	РучнВключ:>Блок.ручное включ.	SPS	I
_:6541:500	РучнВключ:>Вход	SPS	I
_:6541:300	РучнВключ:Обнаружено	SPS	O

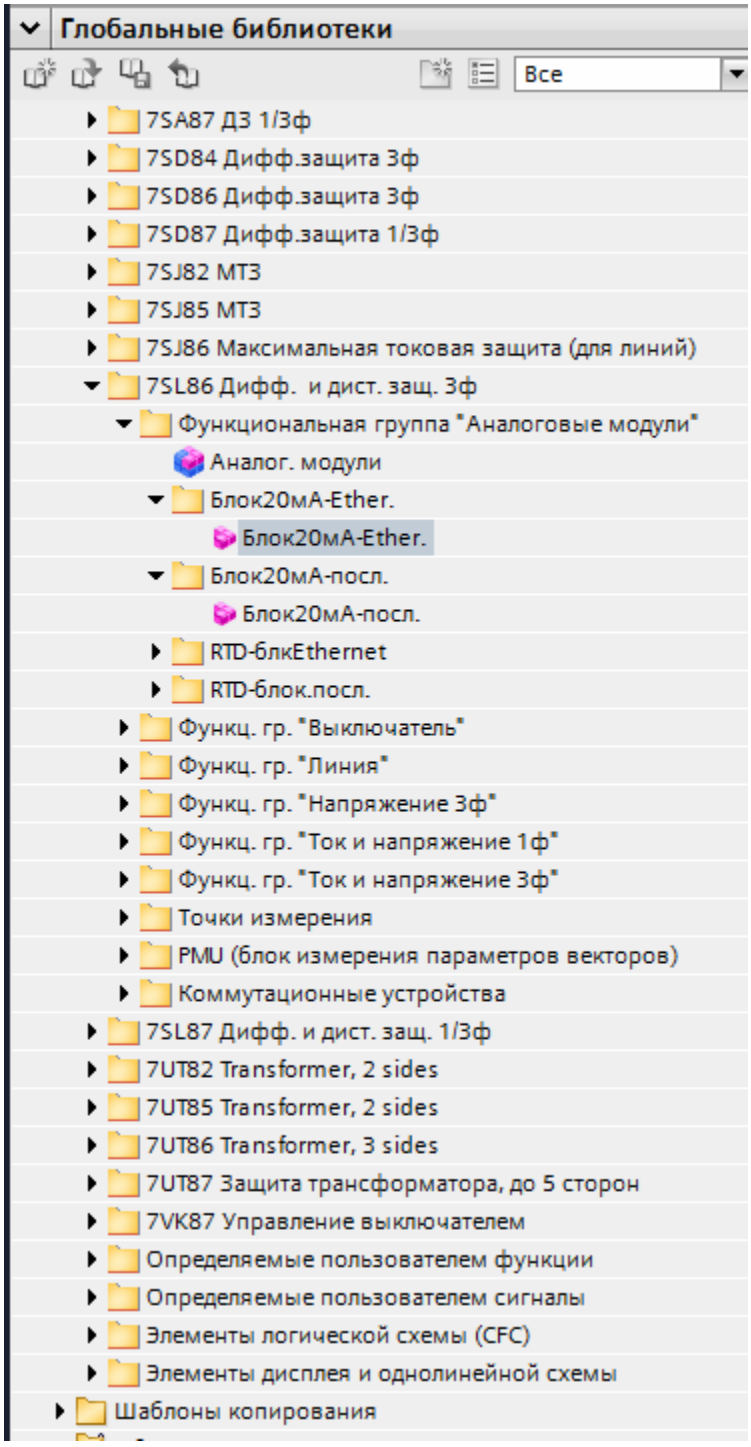
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управление			
_:4201:53	Управление:Исправно	ENS	O
_:4201:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C
Опер.блокир.			
_:4231:500	Опер.блокир.:>Акт.отключение	SPS	I
_:4231:501	Опер.блокир.:>Акт.включение	SPS	I
_:4231:502	Опер.блокир.:>Акт.отключ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:503	Опер.блокир.:>Акт.включ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:53	Опер.блокир.:Исправно	ENS	O
Тест.Выключ.			
_:6151:53	Тест.Выключ.:Исправно	ENS	O
_:6151:301	Тест.Выключ.:Выполн.испыт.	ENS	O
_:6151:302	Тест.Выключ.:Выд.команда отключ.	ENS	O
_:6151:303	Тест.Выключ.:Выд.команда включ.	ENS	O
_:6151:304	Тест.Выключ.:Испыт.отменено	ENS	O
_:6151:311	Тест.Выключ.:3ф откл.-вкл.	SPC	C

5.9 Функциональная группа "Аналоговые модули"

5.9.1 Обзор

Функциональная группа **Аналоговые модули** используется для организации структуры аналоговых модулей и для коммуникации с ними. Аналоговые модули — это внешние устройства, такие как RTD-блоки или аналоговые съемные модули, например модули измерительных преобразователей.

Вы можете найти функциональную группу **Аналоговые модули** для многих типов устройств в общей библиотеке DIGSI 5.



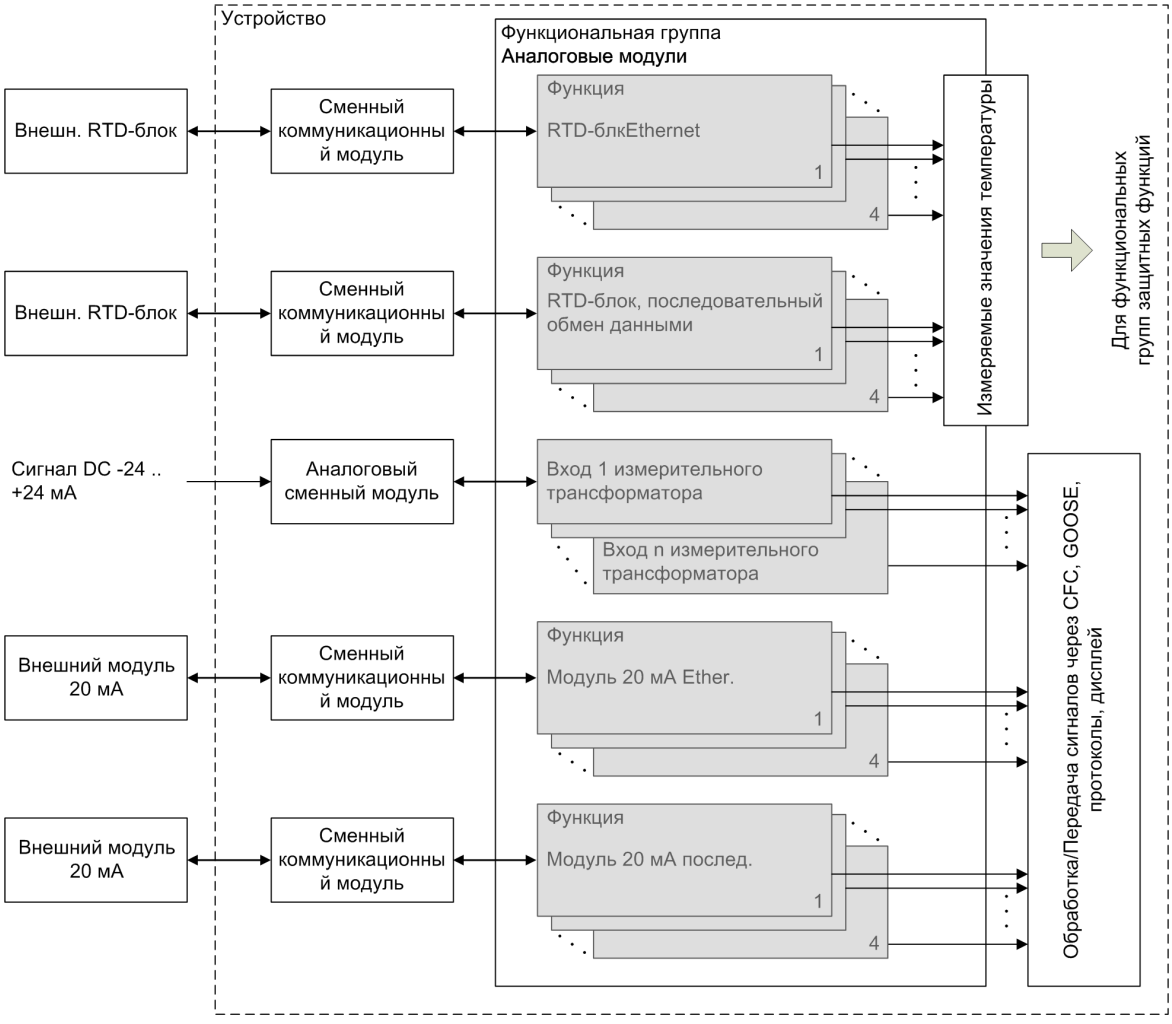
[sc20maee-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-81 Функциональная группа "Аналоговые модули" в DIGSI

5.9.2 Структура функциональной группы

Если в устройстве имеется измерительный преобразователь, то он автоматически отображается в функциональной группе **Аналоговые модули**. Если один или более RTD-блоков подключаются к устройству, то вы должны загрузить одну или более функции **RTD-блок Ethernet** или **RTD-блок послед.** из общей библиотеки DIGSI, чтобы добавить RTD-блоки в структуру.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы.



[dwstrthe-290113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-82 Структура функциональной группы "Аналоговые модули"

(1) Серый: подключено опционально, доступно опционально

(2) Белый: подключено всегда, доступно всегда

Функциональная группа **Аналоговые модули** имеет интерфейс с группами защитных функций. Функциональная группа **Аналоговые модули** выдает значения измеренной температуры, которые поступают от внешних RTD-блоков. Эти значения измеренной температуры доступны для всех групп защитных функций, в которых задействована функция мониторинга температуры.

Функция **RTD-блок Ether.** предварительно не сконфигурирована производителем. Одновременно могут работать максимум 9 функций.

Функция **RTD-блок послед.** структурно настраивается точно таким же способом, что и фунция **RTD-блок Ether.**.

5.9.3 Блок Ethernet 20 мА

5.9.3.1 Обзор

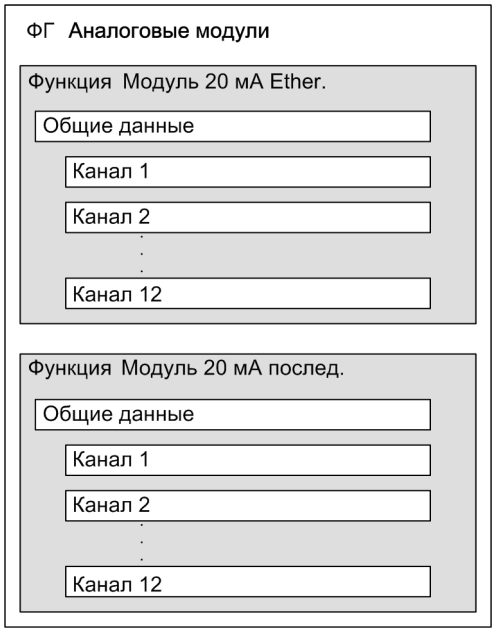
Функция **Блок Ether. 20 мА**:

- Взаимодействует последовательно с блоком на 20 мА через протокол ведомого устройства ПрВедУстрПосл (SUP) и записывает значения, измеряемые блоком на 20 мА.
- Преобразует измеряемые значения блока на 20 мА в медленно изменяющиеся метки процесса, такие как температура и давление газа.
- Делает доступными метки процесса для CFC, GOOSE, протоколов и экрана устройства.
- Отслеживает взаимодействие с блоком на 20 мА.

5.9.3.2 Структура функции

Функция **Блок Ether. 20 мА** может работать только в функциональной группе **Аналоговые модули**. Одновременно могут работать максимум 4 функции. Каждый экземпляр содержит 12 предварительно сконфигурированных функциональных блоков каналов.

Функция **Блок Ether. 20 мА** содержит входные и выходные каналы, которые могут быть сконфигурированы независимо друг от друга.

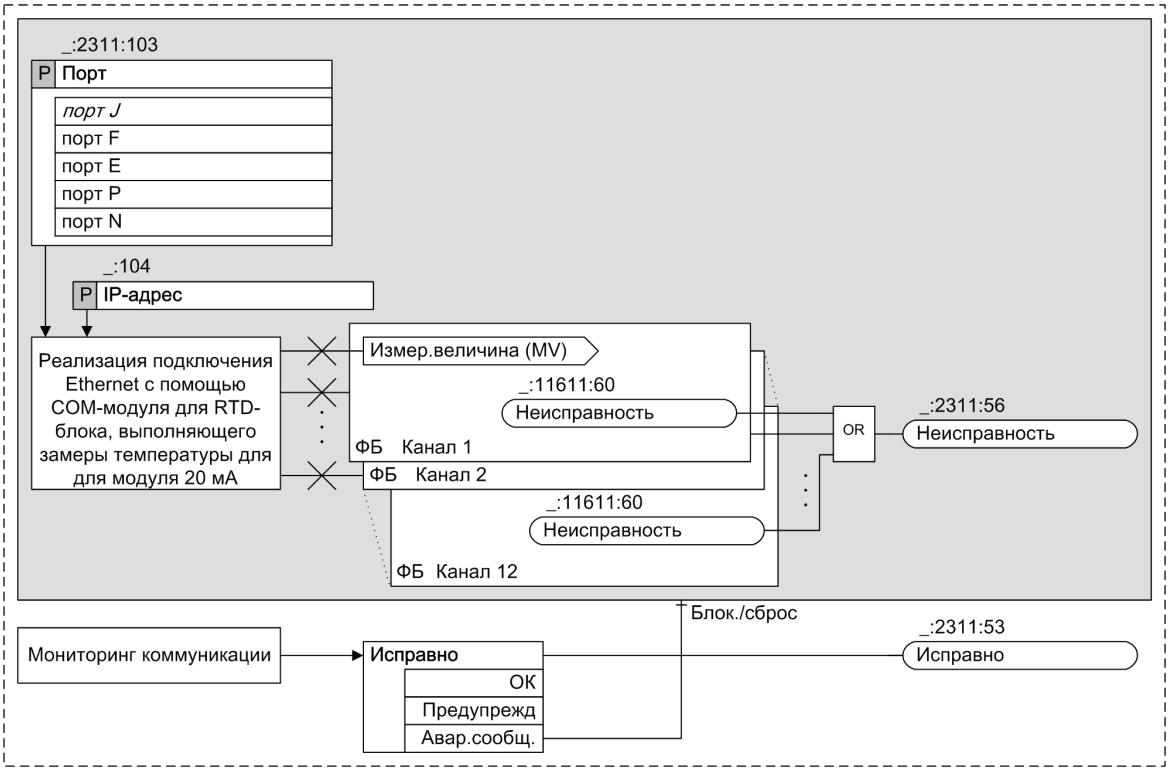


[dwstrfn2-150113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-83 Структура/реализация функции

5.9.3.3 Взаимодействие с блоком Ethernet 20 мА

Логика



[lo20mtcp-150113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-84 Логика функции "Блок Ethernet 20 мА"

Связь с блоком 20 мА

Функция используется для связи с блоком 20 мА, подключенным через Ethernet. Когда подключение функции к внешнему блоку 20 мА через интерфейс Ethernet успешно установлено, блок 20 мА передает измеряемые значения всех подключенных каналов в функцию **Блок Ether. 20 мА**. Для успешной установки подключения следует задать параметры связи.

Более подробную информацию вы найдете в главе *5.9.3.4 Заметки по применению и настройке*.

Поддерживается измерительный блок **7XV5674** на 20 мА.

Сигнализация об ошибке

Следующая таблица содержит список условий, при которых состояние *Исправно* переходит в состояние "Аварийное сообщение" или "Предупреждение".

Таблица 5-19 Сигнализация об ошибке

Описание ошибок	Статус Исправно
Функция **Блок Ethernet 20 мА** не может установить связь с коммуникационным модулем.	Авар.сообщ.
Функция **Блок Ethernet 20 мА** передает настройки протокола TCP в коммуникационный модуль, который должен подключиться к блоку 20 мА по протоколу последовательной связи. При этом этот коммуникационный модуль не устанавливает подключение к блоку 20 мА.	Авар.сообщ.
Связь между коммуникационным модулем и блоком 20 мА приводит к сообщению о тайм-ауте.	Предупреждение

Описание ошибок	Статус Исправно
Коммуникационный модуль больше не получает данные от блока 20 мА в течение 9 с.	Предупреждение

Сигнал *Неисправность* подается как только один из функциональных блоков каналов сообщает о неисправности.

5.9.3.4 Заметки по применению и настройке

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***порт J***

Настройка **Порт** используется для определения порта, подключающего блок 20 мА к устройству SIPROTEC 5.

Параметр: IP-адрес

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) IP-адрес** = ***10.16.60.1***

С помощью уставок **IP-адрес** вы задаете IP-адрес блока 20 мА, подключаемого к коммуникационному модулю через протокол TCP. Необходимо назначить каждому блоку 20 мА уникальный IP-адрес. Устанавливаемый IP-адрес зависит от конфигурации вашей сети. Вы можете установить любой действительный адрес IPv4, который не будет конфликтовать с другими IP-адресами в сети. Сначала установите IP-адрес для блока **7XV5674** 20 мА. Затем установите **IP-адрес** для коммуникационного модуля равным этому же адресу.

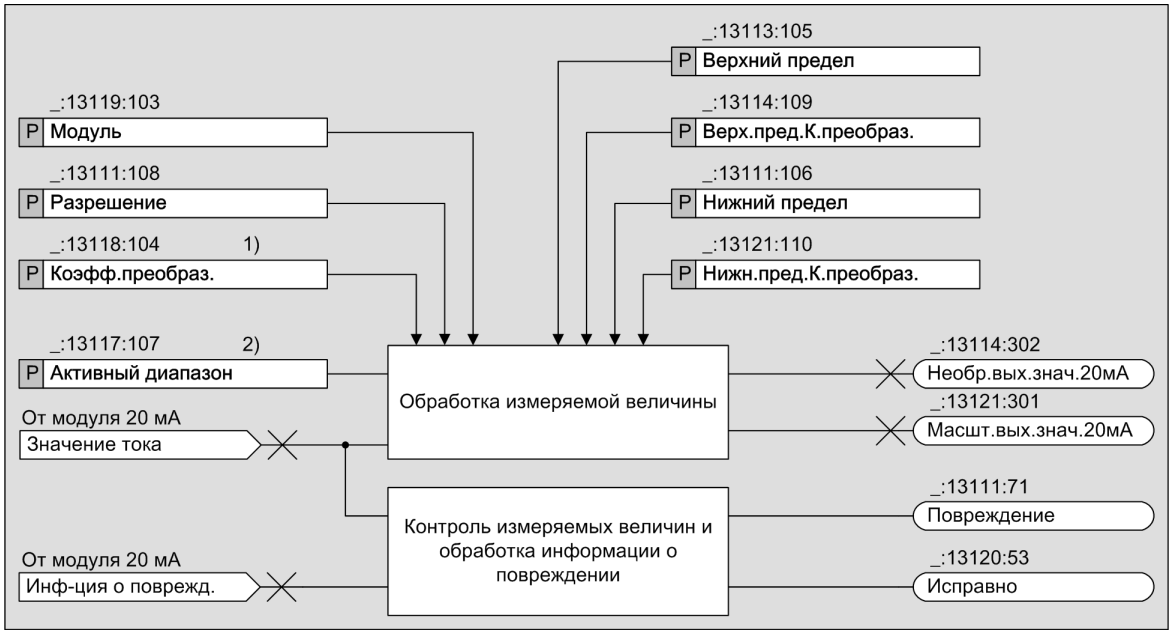
Канал на 20 мА

Блок **7XV5674** 20 мА устанавливается с помощью веб-браузера на переносном компьютере через его интерфейс Ethernet.

Подробные заметки по настройкам содержатся в руководстве на 7XV5674, которое прилагается к блоку 20 мА. Документы доступны также на сайте технической поддержки SIPROTEC (http://www.siprotec.de).

5.9.3.5 Канал 20 мА

Логика



[lo20mcha-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-85 Блок-схема функции "Канал 20 мА"

(1) Если для настройки **Активный диапазон** установлено значение ***тест***, настройка **Коэффициент трансформации** не отображается.

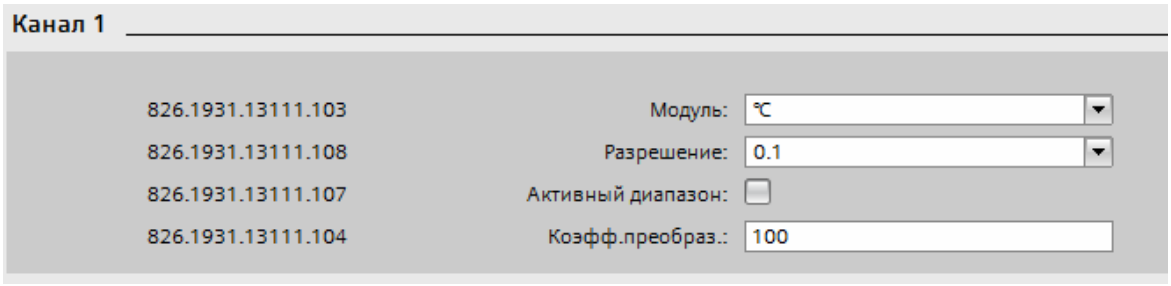
(2) Если настройка **Активный диапазон** установлена в значение ***ложь***, настройки **Верхний предел**, **Верхний предел коэффициента трансформации**, **Нижний предел** и **Коэффициент трансформации** не отображаются.

Расчет измеряемого значения

Функция **Канал 20 мА** обрабатывает одиночный сигнал тока 20 мА, подаваемый соответствующим каналом блока на 20 мА. Измеренные значение тока в диапазоне 20 мА преобразуется в физические величины, такие как температура и давление. В каждом функциональном блоке на 20 мА (Ethernet и последовательная связь) всегда существует 12 канальных функциональных блоков на 20 мА, даже если с блоком на 20 мА соединено меньшее число каналов. Вычисляемые значения доступны для дальнейшей обработки с помощью CFC, GOOSE, протоколов отображения на экране.

Обработка измеряемого значения

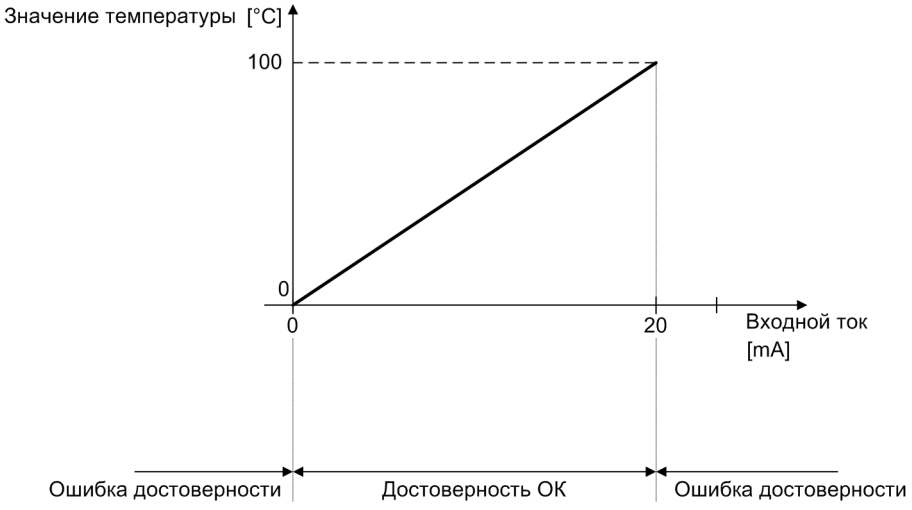
Обычно блок на 20 мА передает значение, которое представляет физическую величину, например температуру или давление. Следовательно, устройство может иметь характеристику, которая отображает физическую величину на значение в диапазоне 20 мА. Если параметр **Активный диапазон** не активизирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от 0 до 20 мА. Если активное значение на входе блока на 20 мА меньше 0 мА или больше 20 мА, измеренное значение идентифицируется как недопустимое. Задание диапазона для масштабируемого значения берется из диапазона использования от 0 мА до 20 мА. Пример показан на следующем рисунке.



[sckanumw-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-86 Настройки для примера 1

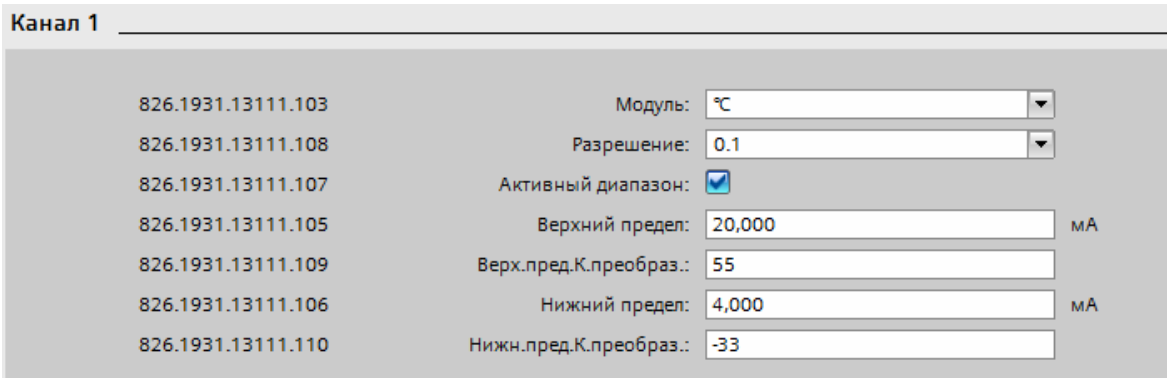
В этом примере измеренное значение 0 мА соответствует температуре 0 °C, а измеренное значение 20 мА соответствует температуре 100 °C. Так что введите **Модуль** = ***°C*** и **Коэфф.преобраз.** = ***100***. Для значения температуры можно выбрать разрешение (разряд десятичной дроби); в качестве разряда десятичной дроби выберите **Разрешение** = ***0.1***.



[dwknges3-020513-01.tif, 1, ru_RU]

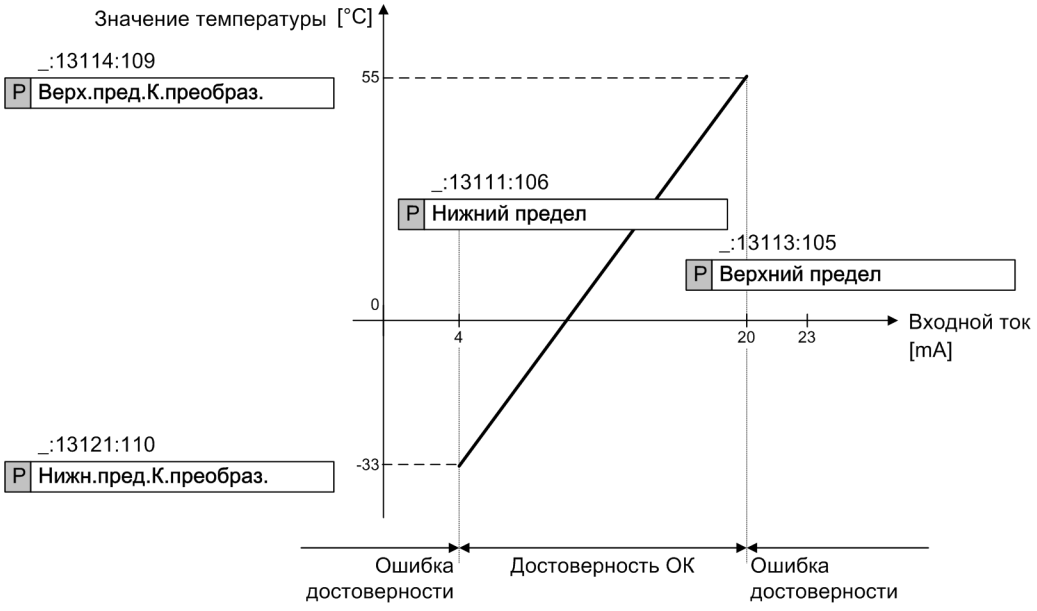
Рисунок 5-87 Характеристика кривой входа 20 мА (пример 1)

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.датчика** и **Нижн.пред.датчика**. Уставки **Верхний предел** и **Нижний предел** показывают диапазон входного тока в мА. Настройка **Верх.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**. Уставка диапазона для масштабируемого значения соответствует доступному диапазону между **Нижний предел** и **Верхний предел** (см. следующий рисунок).



[sckanumf-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-88 Настройки для примера 2



[dwknges2-020513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-89 Характеристика кривой блока на 20 мА (пример 2)

В этом примере выбирается уставка **Активный диапазон**. Уставка **Верхний предел** равна 20 мА, уставка **Нижний предел** равна 4 мА. Уставка **Верх.пред.датчика** равна 55, и уставка **Нижн.пред.датчика** равна -33. Если входной ток меньше -33 или больше 55 мА, показатель качества масштабированного измеренного значения в этом примере является недопустимым.

Каждый канал на 20 мА предоставляет доступ к масштабированному измеренному значению ранжированной информации (в примерах это значения температуры) и к исходному измеренному значению тока в мА для дальнейшей обработки.

Значения блока на 20 мА могут выводиться на экран и обрабатываться в схемах CFC.

Сигнализация об ошибке

Если входное значение тока определяется как неправильное, атрибут качества для выходного значения устанавливается равным *недопустимое*. Этот статус для *Исправно* и статус дефекта принимают состояния, отображаемые в таблице.

Таблица 5-20 Сигнализация об ошибке

Описание ошибок	Статус *Исправно*	Статус ошибки
Значение 20 мА лежит вне заданных пределов	Норм.	Да

Описание ошибок	Статус *Исправно*	Статус ошибки
Канал не подключен	Норм.	Нет

5.9.3.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Модуль

- Уставка по умолчанию **(_:13111:103) Модуль** = ***°C***

Настройка **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэфф.преобраз.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:104) Коэфф.преобраз.** = ***100***

Параметр **Коэфф.преобраз.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:13111:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:13111:107) Активный диапазон** = ***false***

Если параметр **Активный диапазон** не активизирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от -24 до +24 мА. Задание диапазона для величины масштабного коэффициента берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА.

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.датчика**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.датчика**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.датчика и Нижн.пред.датчика

- Уставка по умолчанию **(_:13111:105) Верхний предел** = ***20 000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:109) Верх.пред.датчика** = ***100***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:106) Нижний предел** = ***4000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:110) Нижн.пред.датчика** = ***100***

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.датчика** и **Нижн.пред.датчика**. Настройка **Верх.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.

В следующей таблице уставок и сведений показан только 1 из 12 каналов, поскольку возможности настройки 12 каналов не отличаются.

5.9.3.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Канал 1				
_:13111:103	Канал 1:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт • Вт/с • Вт*час	м
_:13111:108	Канал 1:Разрешение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:13111:107	Канал 1:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:13111:104	Канал 1:Коэфф.преобраз.		1 до 10000	100
_:13111:105	Канал 1:Верхний предел		0.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА
_:13111:109	Канал 1:Верх.пред.датчика		-10000 до 10000	100
_:13111:106	Канал 1:Нижний предел		0.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13111:110	Канал 1:Нижн.пред.датчика		-10000 до 10000	100

5.9.3.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Канал 1			
_:13111:53	Канал 1:Исправно	ENS	O
_:13111:71	Канал 1:Неисправность	SPS	O
_:13111:301	Канал 1:Масшт.вых.знач.20мА	MV	O
_:13111:302	Канал 1:Необр.вых.знач.20мА	MV	O

5.9.4 20-мА блок послед.

5.9.4.1 Обзор

Функция **Блок с послед. интерфейсом на 20 мА**:

- Предоставляет связь по последовательному интерфейсу с блоком на 20 мА по протоколу Modbus и записывает значения, измеряемые блоком на 20 мА.
- Преобразует измеряемые значения блока на 20 мА в медленно изменяющиеся технологические переменные, такие как температура и давление газа.
- Делает доступными записанные метки процесса для CFC, GOOSE, протоколов и экрана устройства.
- Отслеживает взаимодействие с блоком на 20 мА.

Функция **Блок с последовательным интерфейсом на 20 мА** организована так же, как функция **Блок Ethernet на 20 мА**. Режим работы также является идентичным. Единственная разница состоит в том, что измеряемые значения передаются в коммуникационный модуль через последовательное соединение вместо подключения Ethernet.

Дополнительная информация приводится в Главе *5.9.3.2 Структура функции*.

5.9.4.2 Рекомендации по применению и настройке

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***Port J***

С помощью уставки **Порт** вы задаете слот для коммуникационного модуля, который будет использоваться для соединения с внешним блоком на 20 мА.

Параметр: Номер канала

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Номер канала** = ***1***

Последовательный коммуникационный модуль опционально использует 2 канала. С помощью уставки **Номер канала** вы задаете номер канала (1 или 2), через который блок на 20 мА подключается к устройству. Входы коммуникационного модуля помечены номерами каналов.

Параметр: Адрес ведомого устр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Адрес ведомого устр.** = ***1***

Используйте уставку **Адрес ведомого устр.**, чтобы определить адрес блока на 20 мА. Если только один блок на 20 мА подключается к последовательной шине, можно использовать значение по умолчанию *1*. Установите такой же адрес устройства, как и для блока на 20 мА. Адрес устройства важен, чтобы различать несколько блоков на 20 мА, которые подключены к последовательной шине. Установите уникальный адрес для каждого блока на 20 мА, например 1, 2 и 3 при подключении трех блоков на 20 мА. На каждом блоке на 20 мА установите уставку **Адрес ведомого устр.** в трех функциях **Блок с последовательным интерфейсом на 20 мА** один и тот же адрес для каждого устройства.

Параметр: Модуль

- Уставка по умолчанию **(_:13111:103) Модуль** = ***°C***

Настройка **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэфф.преобраз.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:104) Коэфф.преобраз.** = ***100***

Параметр **Коэфф.преобраз.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:13111:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:13111:107) Активный диапазон** = ***false***

Если параметр **Активный диапазон** не активизирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от 0 до 20 мА. Задание диапазона для масштабируемого значения берется из диапазона использования от 0 мА до 20 мА.

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.датчика**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.датчика**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.датчика и Нижн.пред.датчика

- Уставка по умолчанию **(_:13111:105) Верхний предел** = ***20 000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:109) Верх.пред.датчика** = ***100***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:106) Нижний предел** = ***4000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:110) Нижн.пред.датчика** = ***100***

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.датчика** и **Нижн.пред.датчика**. Настройка **Верх.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.

В следующей таблице уставок и сведений показан только 1 из 12 каналов, поскольку возможности настройки 12 каналов не отличаются.

5.9.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J
_:2311:105	Общие данные:Номер канала		1 до 2	1
_:2311:106	Общие данные:Адрес ведомого устр.		1 до 247	1
Канал 1				
_:13111:103	Канал 1:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт • Вт/с • Вт*час	м

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13111:108	Канал 1:Разрешение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:13111:107	Канал 1:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:13111:104	Канал 1:Коэфф.преобраз.		1 до 10000	100
_:13111:105	Канал 1:Верхний предел		0.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА
_:13111:109	Канал 1:Верх.пред.датчика		-10000 до 10000	100
_:13111:106	Канал 1:Нижний предел		0.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА
_:13111:110	Канал 1:Нижн.пред.датчика		-10000 до 10000	100

5.9.4.4 Список сообщений

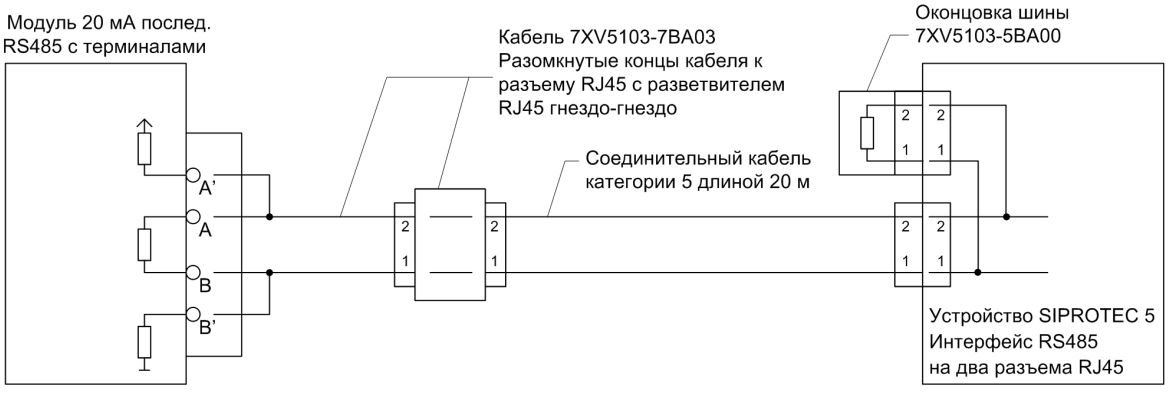
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Канал 1			
_:13111:53	Канал 1:Исправно	ENS	O
_:13111:71	Канал 1:Неисправность	SPS	O
_:13111:301	Канал 1:Масшт.вых.знач.20мА	MV	O
_:13111:302	Канал 1:Необр.вых.знач.20мА	MV	O

5.9.5 Связь с блоком 20 мА

5.9.5.1 Использование блока с последовательным интерфейсом 20 мА

Соединение линий передачи данных

Рисунок 5-90 показывает, как подключить блок на 20 мА к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание, что контакт 1 разъема RJ45 соединяется с RTD-B, а контакт 2 — с RTD-A.

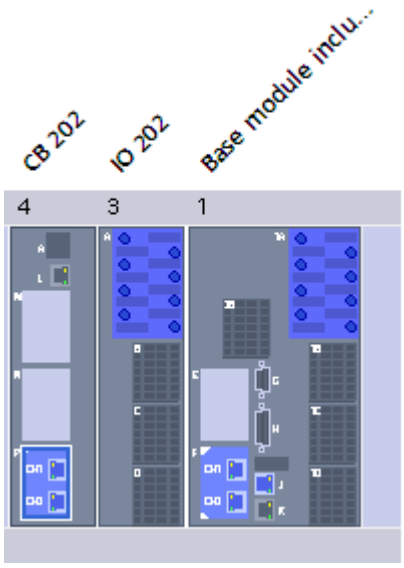


[dwve20au-150213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-90 Подключение блока на 20 мА к устройству SIPROTEC 5

Добавление модуля USART

Необходимо добавить USART-модуль USART-AB-1EL или USART-AC-2EL в устройство в DIGSI. Модуль USART следует устанавливать на одном из мест подключения для модулей связи в основной модуль или в модуль расширения CB202 (см. следующий рисунок).

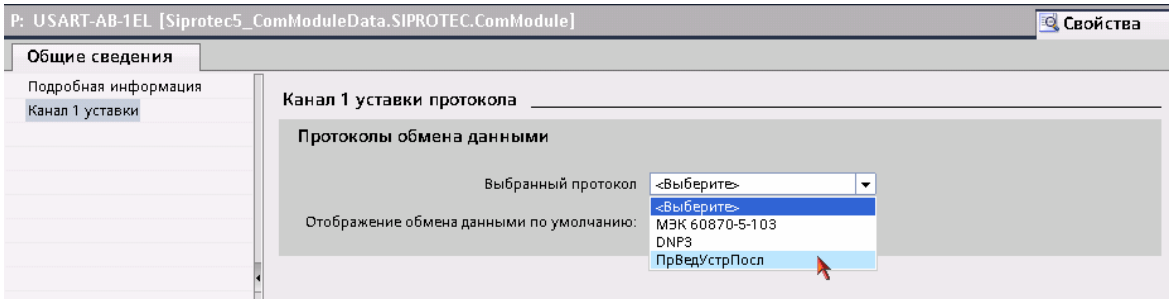


[sc20ser3-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-91 Место установки модуля USART

Выбор протокола ПрВедУстрПосл

Выберите последовательный протокол ведомого устройства (ПрВедУстрПосл) на подчиненном устройстве. Этот протокол отвечает за связь между устройством SIPROTEC 5 и блоком на 20 мА.



[scauser4-220114-01-DE, 1, ru_RU]

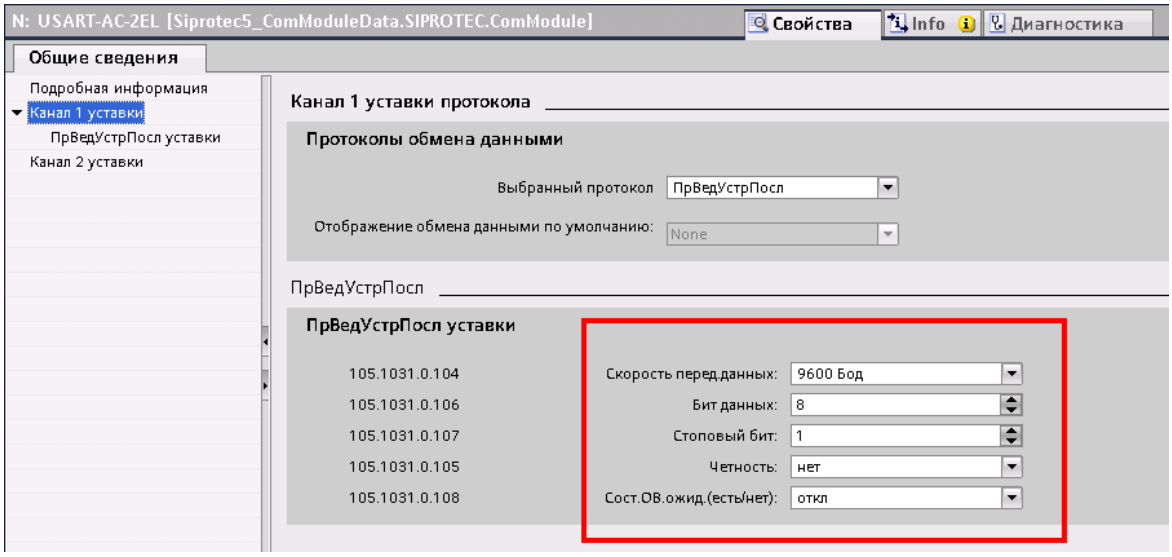
Рисунок 5-92 Выбор протокола ПрВедУстрПосл

Параметры связи

Выполните настройку параметров связи для соответствующих последовательных каналов. Для этого используйте уставки по умолчанию, задаваемые блоком на 20 мА. Обычно вы должны только адаптировать параметры устройства SIPROTEC 5 к параметрам блока на 20 мА. Убедитесь, что устанавливаемые значения одинаковы на обоих устройствах. Уставки для параметра **Сост.ОВ.ожид. (вкл./выкл.)**: не уместны для интерфейса RS485.

ПРИМЕЧАНИЕ

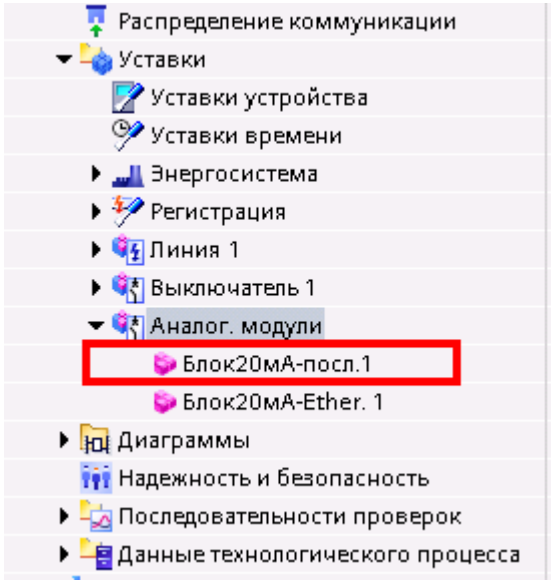
Драйвер для модуля USART и протокола ПрВедУстрПосл не установлен как стандартный при первом использовании этого интерфейса (после обновления прошивки).



[scauser5-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-93 Задание уставок связи

При выборе протокола ПрВедУстрПосл для блока на 20 мА система DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые модули** в конфигурацию устройства. Теперь можно вставить функцию **Блок с последовательным интерфейсом 1 на 20 мА** (см. следующий рисунок).



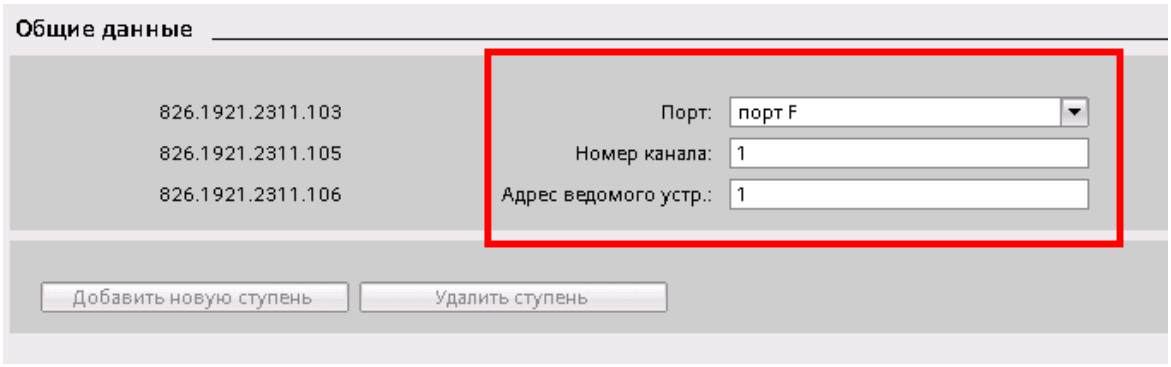
[sc20ser6-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-94 Добавление функции "Блок с последовательным интерфейсом 1 на 20 мА"

Затем установите номер канала, по которому выполняется протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите адрес ведомого блока на 20 мА. Этот адрес следует установить с тем же значением в блоке на 20 мА (см. следующий рисунок).

Для первого использования блока на 20 мА на нем должна быть установлена следующая конфигурация устройства:

- Протокол шины: Реж.
- Адрес устройства: 1
- Скорость в бодах: 9600
- Четность: нет



[scauser7-220114-01-DE, 1, ru_RU]

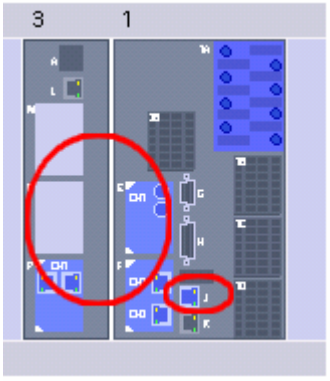
Рисунок 5-95 Уставки порта, номера канала и адреса устройства

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию в устройство.

5.9.5.2 Использование блока Ethernet на 20 мА

Конфигурация устройства

В DIGSI добавьте в конфигурацию устройства модуль Ethernet в соответствующий слот. *Рисунок 5-96* показывает возможные слоты в базовом модуле или в модуле расширения CB 202. В альтернативном варианте можно также использовать порт J встроенного интерфейса Ethernet.

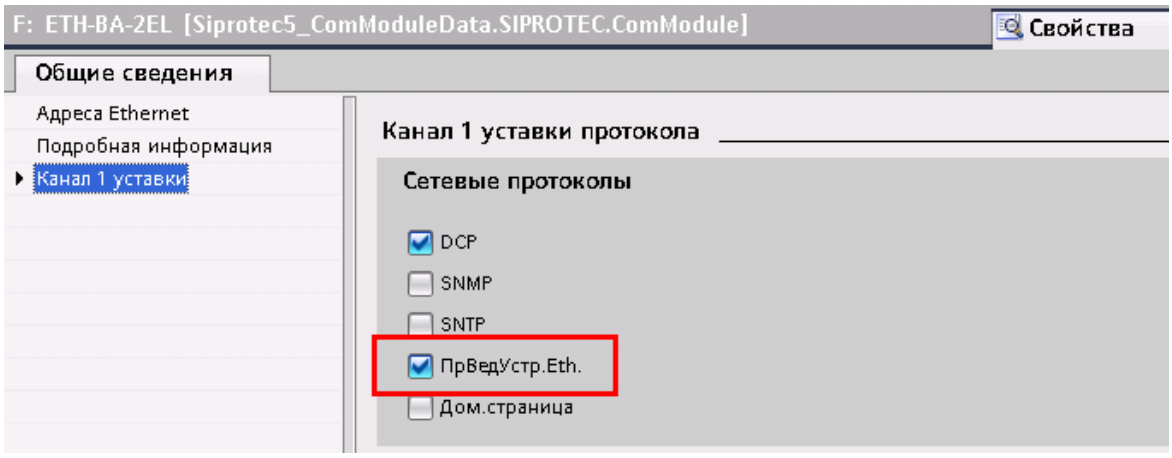


[scautcp1-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-96 Подключение модуля Ethernet

Параметры связи

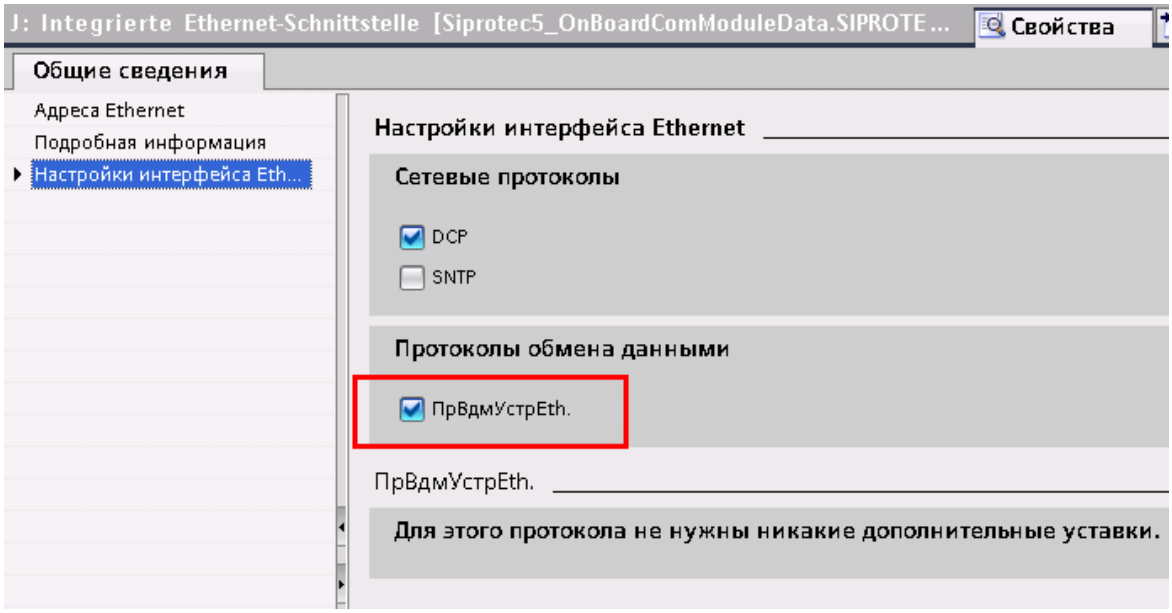
Активизируйте Ethernet-протокол последовательный протокол ведомого устройства (ПрВедУстрПосл) для модуля Ethernet.



[scautcp2-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-97 Активация протокола

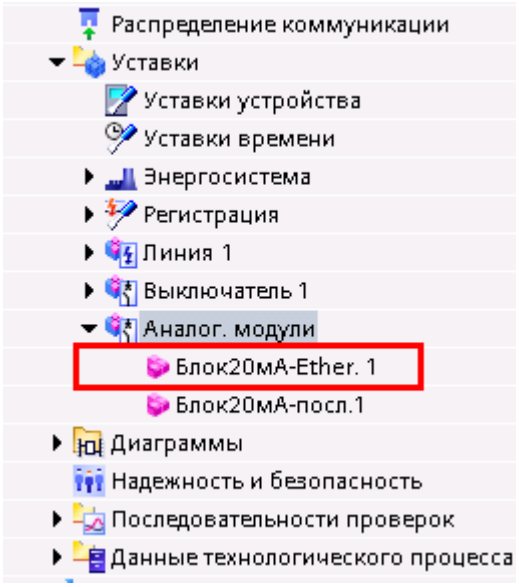
Этот протокол также доступен для порта J встроенного интерфейса Ethernet базового модуля (см. следующий рисунок).



[scautcp3-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-98 Выбор протокола

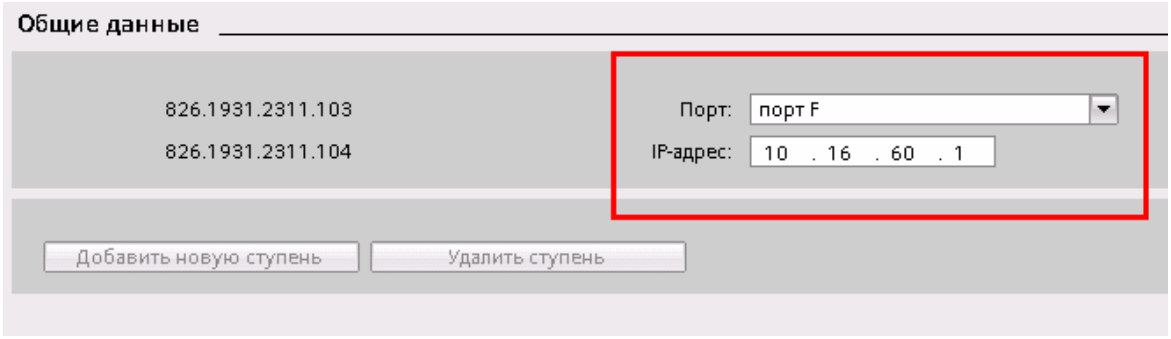
Если выбран протокол ПрВедУстрПосл для блока на 20 мА, DIGSI автоматически добавит группу функций **Аналоговые модули** и функцию **Блок Ethernet на 20 мА** в конфигурацию устройства (см. следующий рисунок).



[sc20tcp4-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-99 Вставка функции "Блок Ethernet на 20 мА" 1

Установите порт, через который используется протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите IP-адрес блока на 20 мА (см. следующий рисунок). Этот адрес следует установить с тем же значением в блоке на 20 мА.



[scautcp5-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-100 Задание порта и IP-адреса

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию в устройство.

5.9.6 RTD-блок по Ethernet

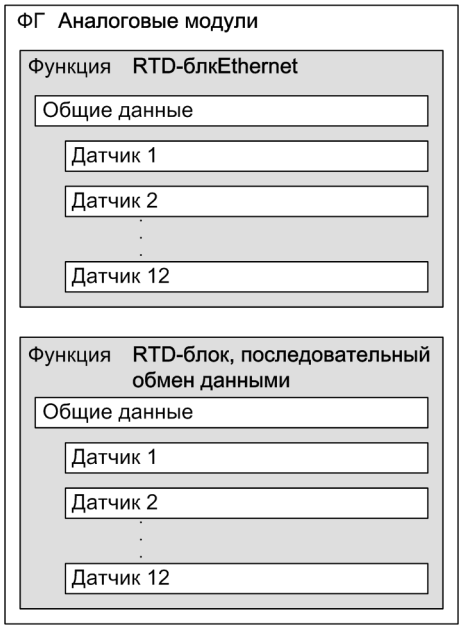
5.9.6.1 Обзор

Функция **RTD-блока Ethernet**:

- Связывается с внешним блоком RTD через протокол ведомого устройства (SUP) и регистрирует измеренные температуры от RTD-блока.
- Предоставляет зарегистрированные значения температуры для функции мониторинга температуры.
- Контролирует связь с блоком RTD.

5.9.6.2 Структура функции

Функция **RTD-блок Ethernet** может работать только в функциональной группе **Аналоговые модули**. Одновременно могут работать максимум 4 функции. Каждая функция содержит датчики, предварительно сконфигурированные в 12 функциональных блоков.

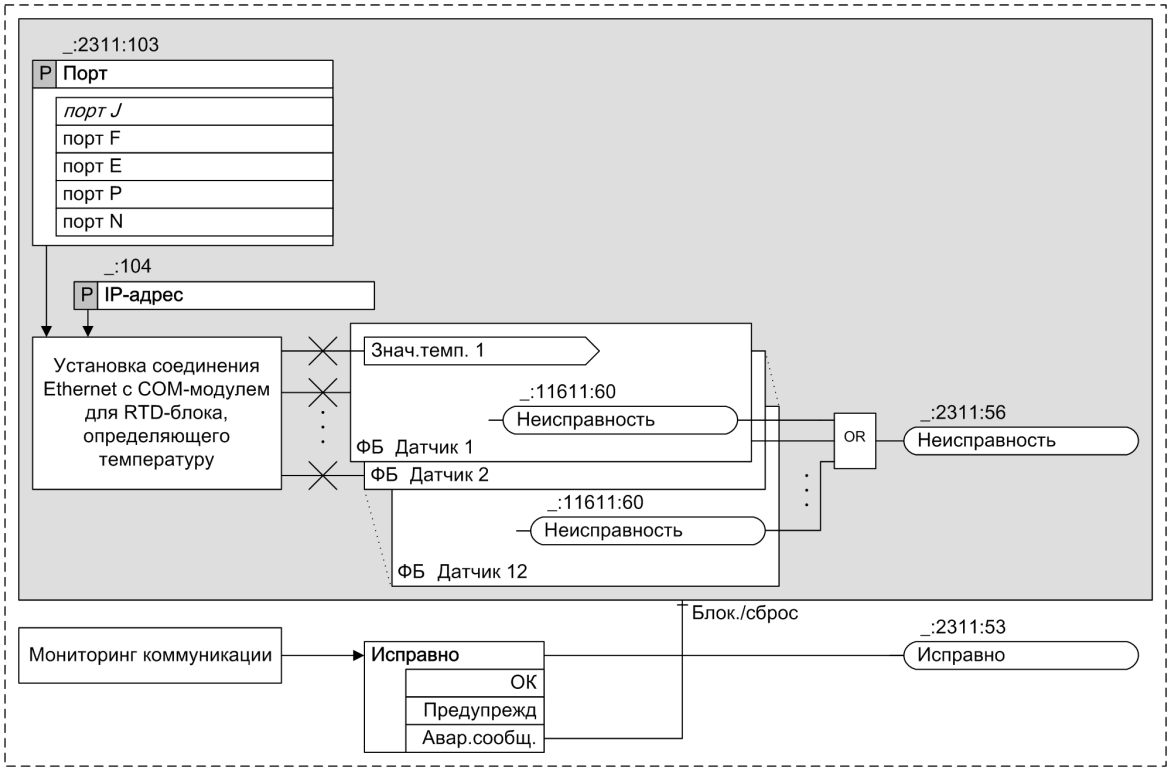


[dwstrfnc-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-101 Структура/реализация функции

5.9.6.3 Связь с RTD-блоком

Логика



[lortdtcp-311012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-102 Логическая схема RTD-блока Ethernet Функция

Связь с RTD-блоком

Функция используется для связи с RTD-блоком, подключенным через подключение Ethernet. Если подключение функции к внешнему RTD-блоку успешно устанавливается через интерфейс Ethernet, то RTD-блок передает температуры от всех подключенных датчиков в функцию **RTD-блок Ethernet**. Чтобы обеспечить успешное подключение, следует задать специальные уставки связи, см. главу *5.9.6.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок*.

Блок RTD **Ziehl TR1200 IP** поддерживает только подключение Ethernet 10 Мбит/с. Поэтому прямое подключение к коммуникационному модулю 100 Мбит/с невозможно. Поэтому вы должны подключить блок RTD к коммуникационному модулю через коммутатор 10/100 Мбит/с, который автоматически распознает скорость передачи данных и изменяет ее должным образом. Дополнительные сведения содержатся в заметках по применению и настройке, см. главу *5.9.6.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок*.

Ответный сигнал об ошибке

Следующая таблица содержит список условий, при которых состояние *Исправно* переходит в состояние "Аварийное сообщение" или "Предупреждение".

Таблица 5-21 Ответный сигнал об ошибке

Описание ошибок	Статус Исправно
Функция **RTD-блок Ethernet** не может установить связь с коммуникационным модулем.	Аварийное сообщение
Связь между коммуникационным модулем и RTD-блоком приводит к возникновению тайм-аута.	Предупреждение

Описание ошибок	Статус Исправно
В течение 9 с коммуникационный модуль больше не получал данные от RTD-блока.	Предупреждение

Предупредительный сигнал *Неисправность* подается как только один из функциональных блоков датчика сигнализирует о неисправности.

5.9.6.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***порт J***

Используйте параметр **Порт**, чтобы определить, через какой порт внешний RTD-блок связывается с устройством SIPROTEC 5.

Если вы хотите подключить внешний RTD-блок к встроенному интерфейсу Ethernet, установите параметр **Порт** = ***Порт J***. Если вы хотите подключить внешний RTD-блок к сменному модулю Ethernet, установите параметр **Порт** = ***Порт F***, ***Порт E***, ***Порт P***, или ***положение сменного модуля***.

Вы можете непосредственно подключить блок RTD к устройству через внутренний 10-Мбитный Ethernet порт J. Если блок RTD у вас работает через другой порт 100-Мбитного модуля связи, вам следует подключить коммутатор 10/100 Мбит, который будет адаптировать скорость передачи должным образом.

Параметр: IP-адрес

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) IP-адрес** = ***10.16.60.1***

С помощью уставок **IP-адрес** вы выбираете IP-адрес RTD-блока, подключенного к модулю связи через протокол SUP. Для каждого RTD-блока следует назначать уникальный IP-адрес. Устанавливаемый IP-адрес зависит от конфигурации вашей сети. Вы можете установить любой действительный адрес IPv4, который не будет конфликтовать с другими IP-адресами в сети. Сначала установите IP-адрес для RTD-блока **Ziehl TR1200 IP**. Затем установите **IP-адрес** для коммуникационного модуля равным этому же адресу.

Уставки на RTD-блоке

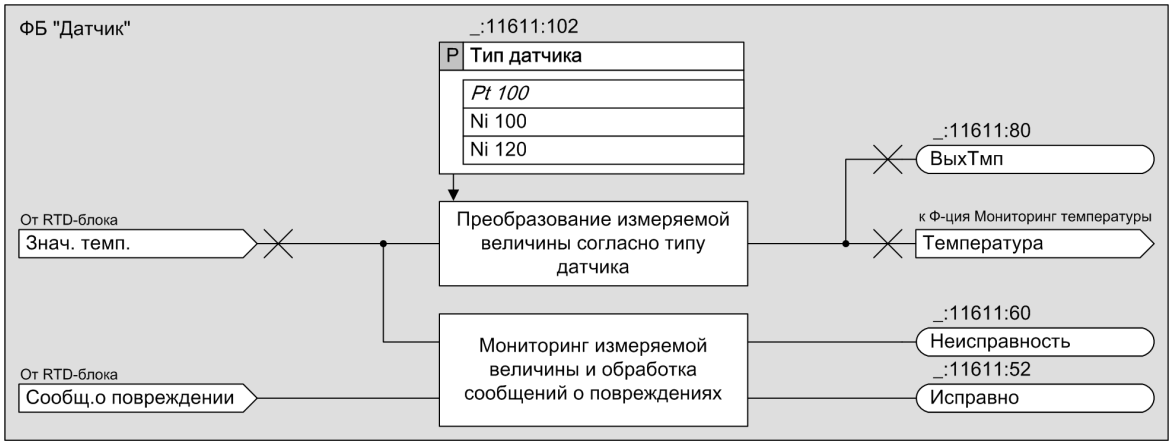
Параметры RTD-блока **Ziehl TR1200 IP** устанавливаются с помощью клавиш на передней панели или в Веб-браузере компьютера через интерфейс Ethernet. Установите тип связи с датчиками (3-проводное соединение или значение сопротивления для 2-проводного соединения), режим ожидания реле обнаружения неисправности, а также настройки интерфейса IP.

Блокировку кода следует отключить при параметрировании. Это можно сделать с помощью клавиш на передней панели блока RTD. Блокировка кода по умолчанию **отключена** в состоянии поставки и имеет ПИН **504**.

Подробная информация об уставках приведена в руководстве пользователя TR1200 IP, которое поставляется вместе с блоком RTD. Информацию по SIPROTEC можно загрузить с сайта (http://www.siprotec.de) **Accessories -> 7XV5662-xAD**.

5.9.6.5 Датчик температуры

Логика



[lotmpval-311012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-103 Логическая схема функционального блока Датчик температуры

Значение измеряемой температуры

Функциональный блок **Датчик температуры** обрабатывает одно значение измеряемой температуры от RTD-блока выбранного датчика. В каждой функции RTD-блока доступны 12 функциональных блоков датчика температуры (как через Ethernet, так и через последовательный порт), даже если к RTD-блоку подключено меньше датчиков.

Поддерживаются различные типы датчиков температуры: датчики Pt100, Ni100 и Ni120. Функциональный блок сообщает о типе подключенного датчика параметром **`Тип датчика`**.

Функциональный блок предоставляет значение измеряемой температуры в °C или °F как выходную переменную. Значение измеряемой температуры доступно как рабочая измеренная величина и контролируется функцией **Контроль температуры**.

Информация

Функция **Контроль температуры**, глава *6.39.3 Описание функции*

Сигнализация об ошибке

Если значение измеренной величины определено неверно, атрибут достоверности значения измеряемой температуры задан *не действительно*. Статусы для настроек Health (Исправно) и Error (Ошибка) устанавливаются в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 5-22 Сигнализация об ошибке

Описание ошибок	Статус Работоспособность	Статус ошибки
Датчик или линия закорочены	Аварийный сигнал	Да
Обрыв линии или цепи датчика	Аварийный сигнал	Да
Значение измеряемой температуры находится за пределами действительного диапазона измерений, указанного в технических данных. Действительный диапазон значений измерения зависит от типа датчика.	Аварийный сигнал	Да
Датчик не подключен	OK	Нет

5.9.6.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Тип датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11611:102) Тип датчика** = ***Pt 100***

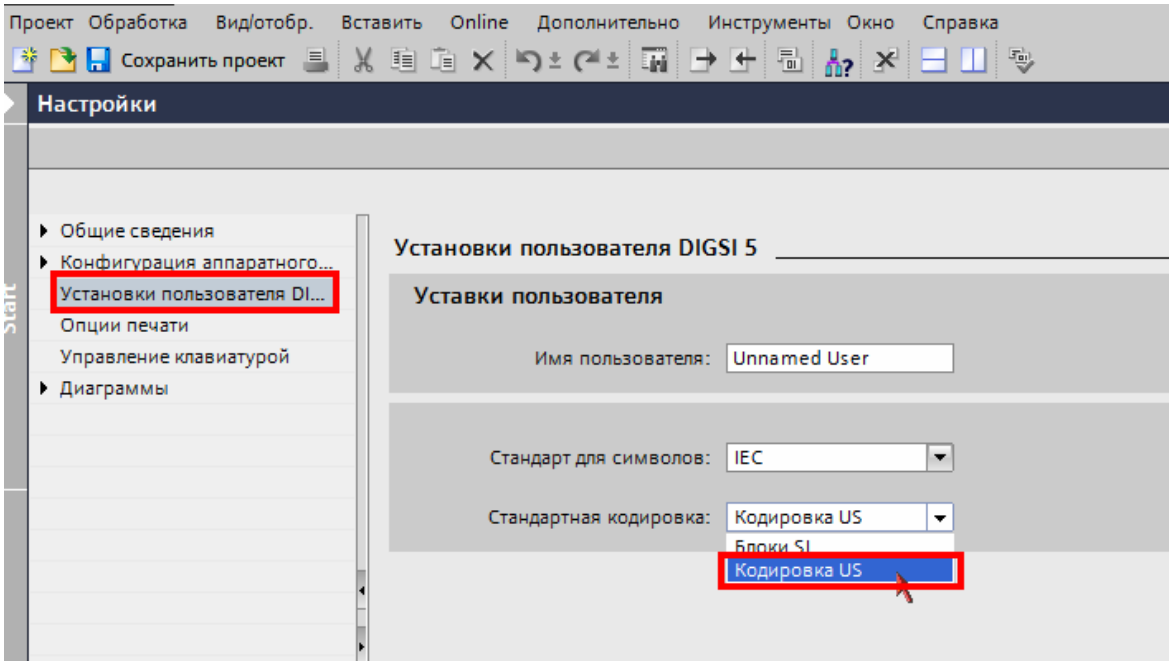
Параметр **Тип датчика** используется для уставки используемого датчика. Можно выбрать между ***Pt 100***, ***Ni 100*** и ***Ni 120***.

Параметр: Единицы измерения температуры

Для изменения просмотра и анализа измеряемых значений температуры с °C на °F, адаптируйте соответствующим образом пользовательские настройки, заданные по умолчанию, в DIGSI.

Выполните следующее:

- В DIGSI выберите пункт меню **Дополнительно** --> **Настройки**.
- В окне **Настройки** выберите пункт меню **Установки пользователя DIGSI 5**.
- Для парамтра **Стандартная кодировка** измените уставку системы единиц с *Блоки SI* (Единицы СИ) на *Кодировка US* (Единицы США).



[scfahrht-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-104 Изменение стандартной системы отображения измерений с градусов °C на градусы °F

В следующей таблице уставок и параметров показан только 1 из 12 датчиков, поскольку возможности настройки 12 датчиков не отличаются.

5.9.6.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Датчик 1				
_:11611:102	Датчик 1:Тип датчика		• Pt 100 • Ni 100 • Ni 120	Pt 100

5.9.6.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Датчик 1			
_:11611:52	Датчик 1:Исправно	ENS	O
_:11611:60	Датчик 1:Неисправность	SPS	O
_:11611:80	Датчик 1:ВыхТмп	MV	O

5.9.7 RTD-блок, последовательный обмен данными

5.9.7.1 Обзор

Функция **RTD-блок послед.**:

- Связывается с внешним RTD-блоком через последовательный интерфейс с помощью протокола ведомого устройства ПрВедУстрПосл (SUP) и регистрирует измеренные показания температуры от RTD-блока.
- Предоставляет полученные значения температуры для функции контроля температуры.
- Контролирует связь с блоком RTD.

Функция **RTD-блок послед.** структурно настраивается точно таким же способом, что и функция **RTD-блок Ethernet**. Режим работы также не отличается (см. *5.9.6.3 Связь с RTD-блоком*).

5.9.7.2 Указания по применению и настройке

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***F***

С помощью параметра **Порт** вы определяете слот коммуникационного модуля, который будет использоваться для подключения внешнего RTD-блока.

Если вы хотите подключить внешний RTD-блок к сменному модулю Ethernet, установите параметр **Порт** = ***Порт F***, ***Порт E***, ***Порт P***, или ***положение сменного модуля***.

Параметр: Номер канала

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Номер канала** = ***1***

Последовательный коммуникационный модуль опционально использует 2 канала. С помощью уставок **Номер канала** вы определяете номер канала (1 или 2), через который RTD-блок подключается к устройству. Входы коммуникационного модуля помечены номерами каналов.

Параметр: Адрес ведомого устр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Адрес ведомого устр.** = ***1***

Используйте параметр **Адрес ведомого устр.**, чтобы определить адрес RTD-блока. Если только один RTD-блок подключается к последовательной шине, можно использовать значение по умолчанию *1*. Этот же адрес устройства должен быть установлен на RTD-блоке. Адрес устройства важен, так как позволяет различать несколько RTD-блоков, подключенных к последовательной шине. Установите уникальный адрес устройства (например, 1, 2 и 3, когда подключаются 3 RTD-блока) для каждого RTD-устройства и один и тот же адрес для параметра **Адрес ведомого устр.** в трех функциях **RTD-блок с последовательным интерфейсом**.

В следующей таблице уставок и параметров показан только 1 из 12 датчиков, поскольку возможности настройки 12 датчиков не отличаются.

5.9.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J
_:2311:105	Общие данные:Номер канала		1 до 2	1
_:2311:106	Общие данные:Адрес ведомого устр.		1 до 247	1
Датчик 1				
_:11611:102	Датчик 1:Тип датчика		• Pt 100 • Ni 100 • Ni 120	Pt 100

5.9.7.4 Список сообщений

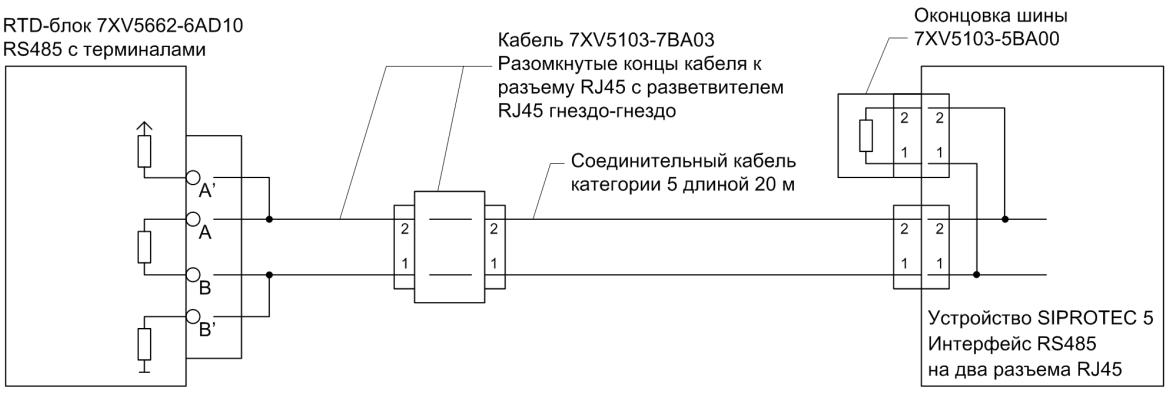
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Датчик 1			
_:11611:52	Датчик 1:Исправно	ENS	O
_:11611:60	Датчик 1:Неисправность	SPS	O
_:11611:80	Датчик 1:ВыхТмп	MV	O

5.9.8 Связь с блоком RTD

5.9.8.1 Интеграция последовательного RTD-блока (Ziehl TR1200)

Соединение коммуникационных линий

На *Рисунок 5-105* показано, как подключить RTD-блок к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание, что контакт 1 разъема RJ45 соединяется с RTD-B, а контакт 2 — с RTD-A.



[dwverbau-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-105 Подключение RTD-блока к устройству SIPROTEC 5

Добавление модуля USART

Добавьте USART-модуль USART-AB-1EL или USART-AC-2EL в устройство в DIGSI. Модуль USART следует устанавливать на одном из мест подключения для модулей связи в основной модуль или в модуль расширения CB202 (см. следующий рисунок).

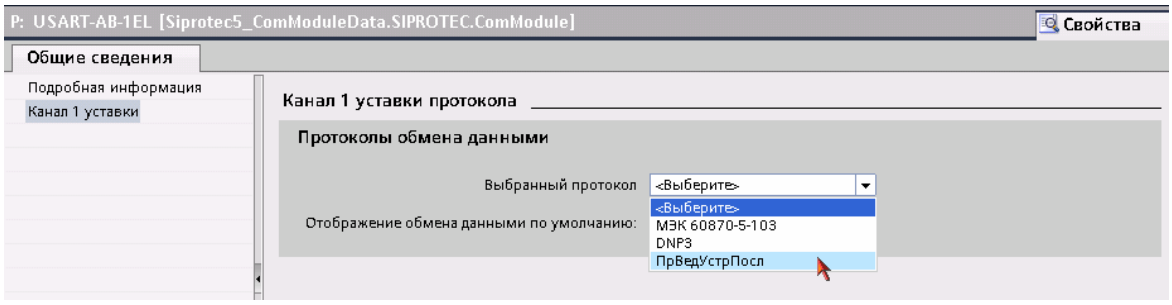


[scauser3-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-106 Место установки модуля USART

Выбор протокола SUP

Протокол связи с ведомым устройством ПрВедУстрПосл (SUP). Этот протокол отвечает за связь между устройством SIPROTEC 5 и RTD-блоком.



[scauser4-220114-01-DE, 1, ru_RU]

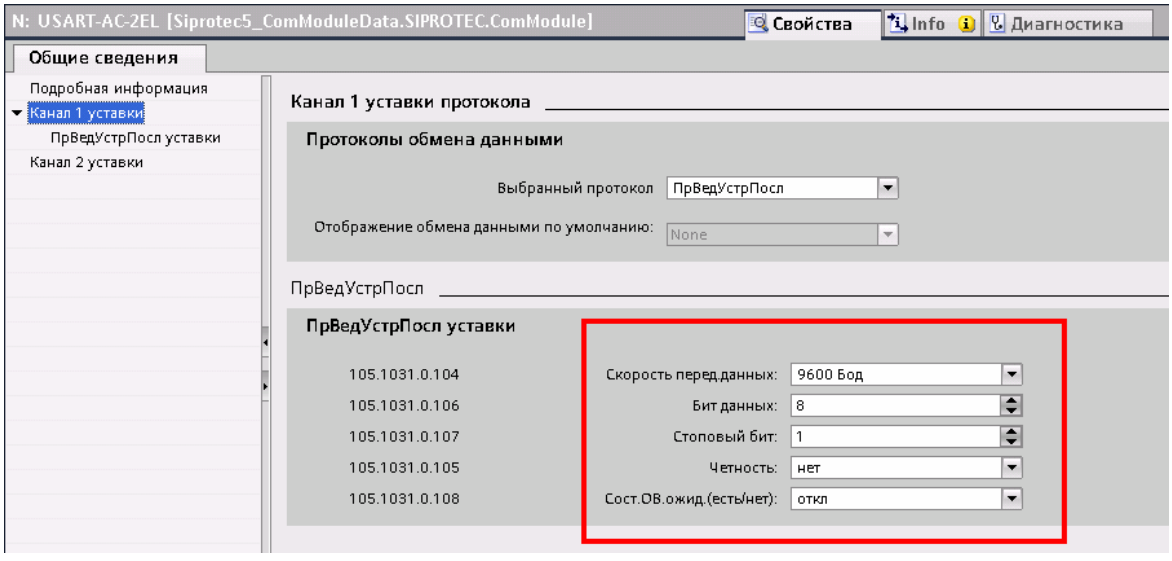
Рисунок 5-107 Выбор протокола SUP

Параметры связи

Выполните настройку параметров связи для соответствующих последовательных каналов. Для этого используйте уставки по умолчанию, указанные в RTD-блоке. Обычно вы должны только адаптировать параметры устройства SIPROTEC 5 к параметрам RTD-блока. Убедитесь, что устанавливаемые значения одинаковы на обоих устройствах. Уставки для параметра **Сост.ОВ.ожид. (вкл./ выкл.):** не актуальны для интерфейса RS485.

ПРИМЕЧАНИЕ

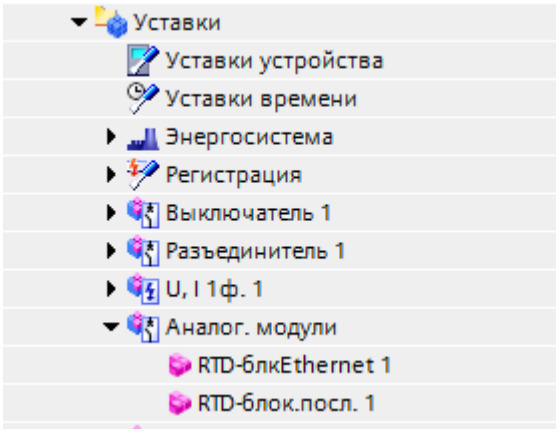
Драйвер для модуля USART и протокола SUP не установлен как стандартный при первом использовании этого интерфейса (после обновления прошивки).



[scauser5-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-108 Задание уставок связи

При выборе протокола ПрВедУстрПосл для RTD-блока система DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые модули** в конфигурацию устройства пользователя. Теперь можно создать экземпляр функции **RTD-блок с последовательным интерфейсом 1** (см. следующий рисунок).



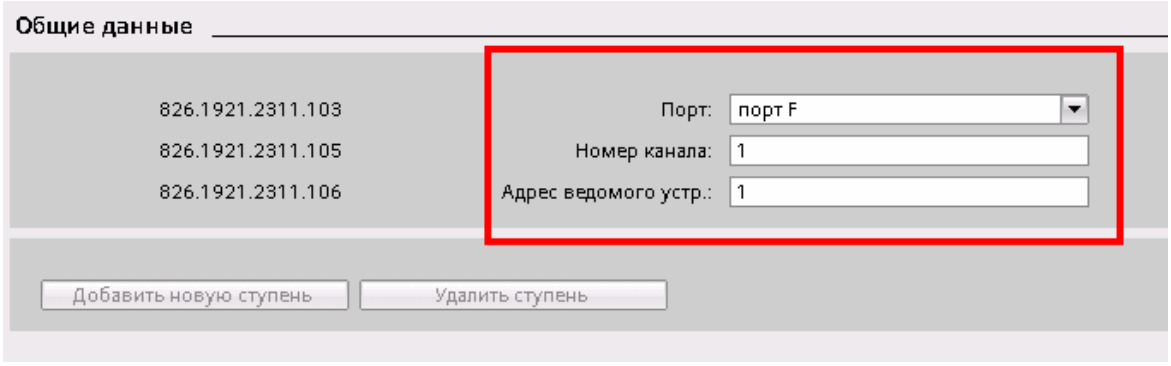
[scauser6-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-109 Экземпляр аналогового блока

Теперь установите номер канала, по которому работает протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите адрес ведомого RTD-блока. Этот адрес следует установить с тем же значением в RTD-блоке (см. следующий рисунок).

Следует выполнить установку следующей конфигурации устройства на RTD-блоке TR1200, когда RTD-блок используется впервые:

- Протокол шины: Реж.
- Адрес устройства: 1
- Скорость в бодах: 9600
- Четность: нет



[scauser7-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-110 Уставки порта, номера канала и адреса ведомого устройства

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию устройства.

5.9.8.2 Интеграция RTD-блока Ethernet (TR1200 IP)

Конфигурация устройства

В ПО DIGSI добавьте в разделе конфигурации устройства модуль Ethernet в соответствующий слот. *Рисунок 5-111* показывает возможные слоты в базовом модуле или в модуле расширения CB 202. Можно также использовать порт J встроенного интерфейса Ethernet.

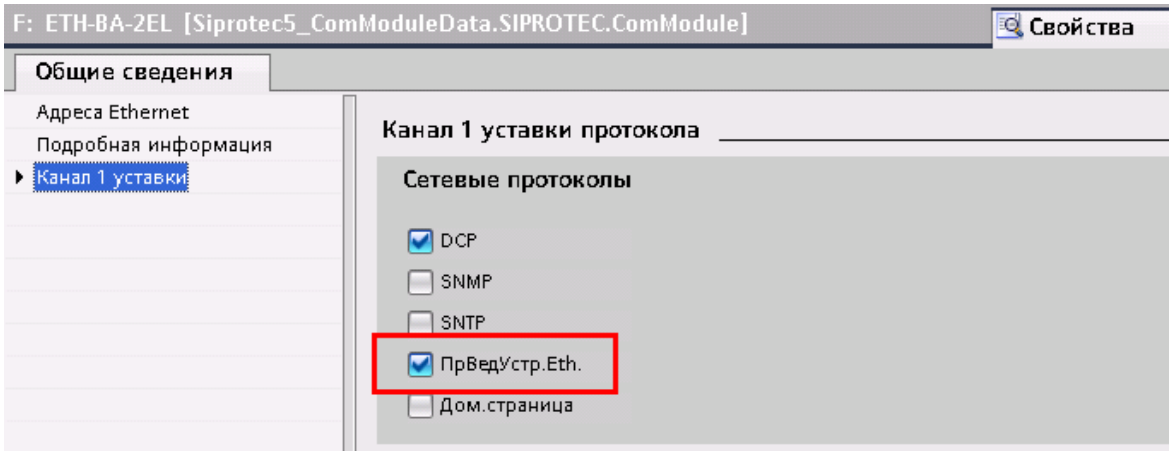


[scautcp1-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-111 Подключение модуля Ethernet

Параметры связи

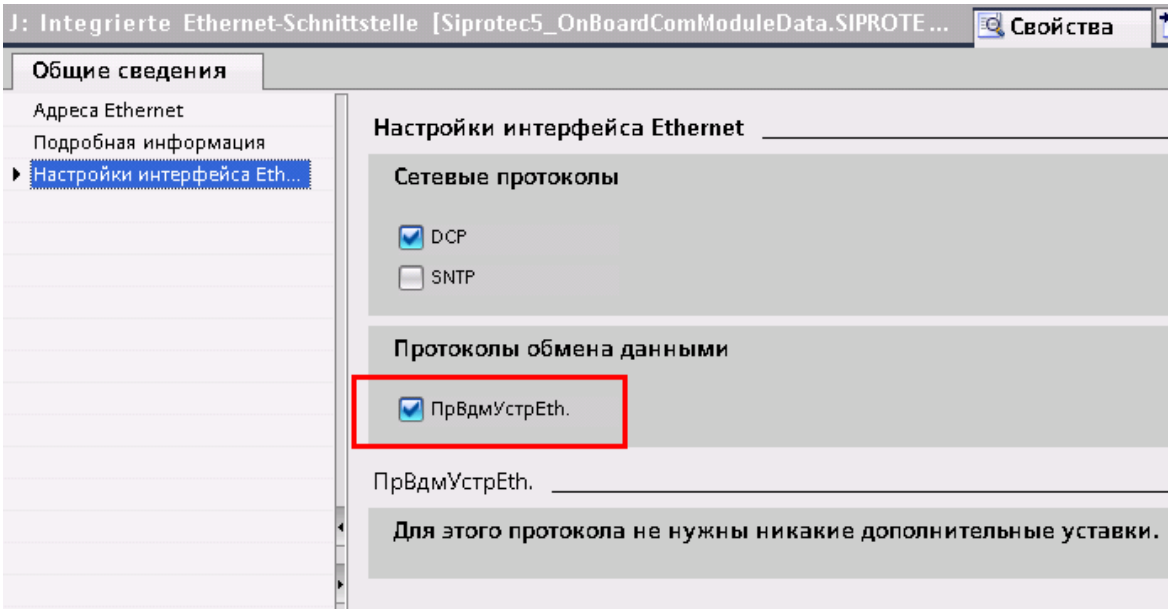
Активизируйте Ethernet-протокол ПрВедУстр.Eth. (SUP) для модуля Ethernet.



[scautcp2-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-112 Активация протокола SUP Ethernet

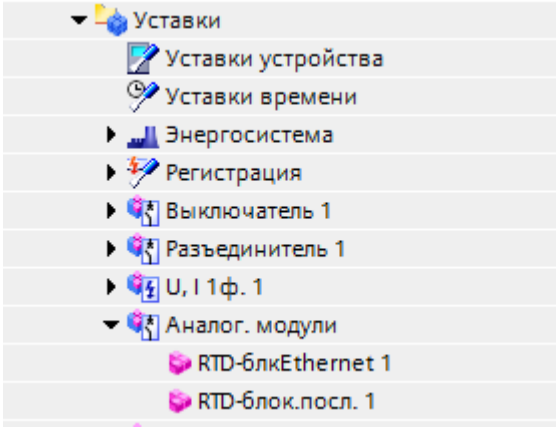
Этот протокол также доступен для порта J встроенного интерфейса Ethernet базового модуля (см. следующий рисунок).



[scautcp3-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-113 Активация протокола SUP Ethernet (базовый модуль)

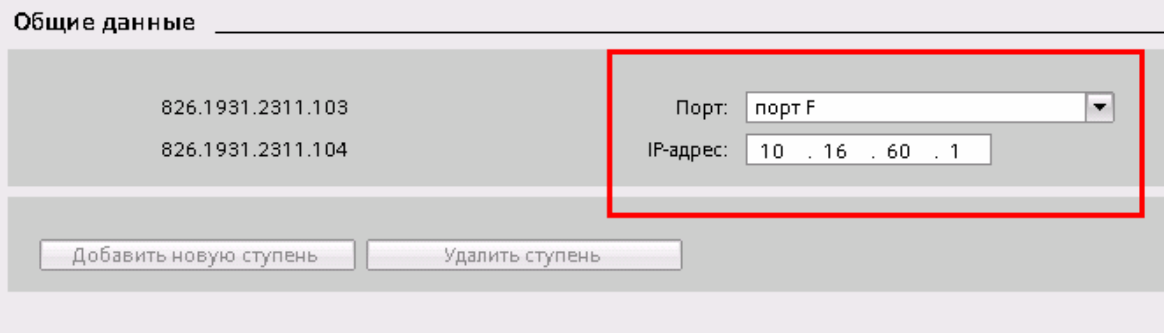
Если выбран протокол SUP для RTD-блока, DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые модули** и функцию **RTD-блок Ethernet** в конфигурацию устройства (см. следующий рисунок).



[scauser6-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-114 Экземпляр аналогового блока

Выберите порт, через который выполняется протокол SUP. Кроме того, введите IP-адрес RTD-блока (см. следующий рисунок). Этот адрес следует установить с тем же значением в RTD-блоке.



[scautcp5-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-115 Задание порта и IP-адреса

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию устройства.

5.9.8.3 Моделирование температуры без датчиков

Подключите резистор к клеммам датчика RTD-блока. Используя этот резистор, смоделируйте постоянную температуру. Значение сопротивления резистора должно быть в пределах от 50 Ом до 200 Ом.

Если вы хотите смоделировать изменяемую температуру, подключите реостат максимум 470 Ом вместо фиксированного резистора.

5.10 Монитор процесса

5.10.1 Обзор функций

Все функциональные группы, имеющие функции с зависимостью от состояния защищаемого объекта, включают функцию контроля процесса. Функция мониторинга процесса распознает текущее состояние защищаемого объекта.

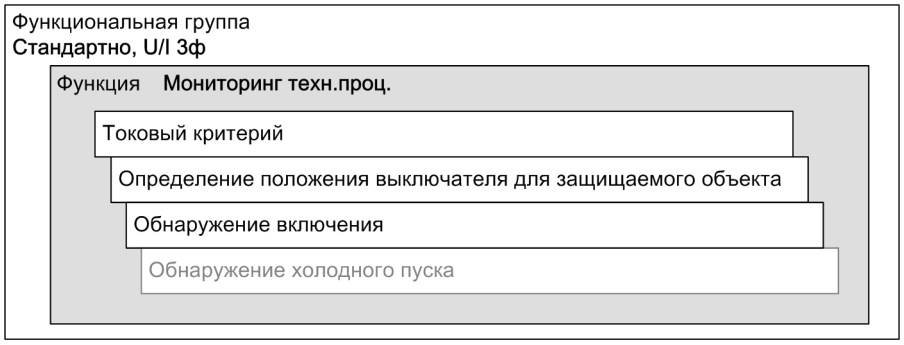
5.10.2 Структура функции

Функция **мониторинг технологического процесса (Монитор.техн.проц.)** используется в следующих группах защитных функций с измерением тока.

- **Сторона трансформатора (Сторона тр-ра)**
- Функциональная группа **Общая обмотка автотрансформатора**
- Функциональная группа **Обмотка НН автотрансформатора**
- Функциональная группа **Заземление нейтрали автотрансформатора**
- **Сторона электродвигателя (СтДвиг.)**
- **Стандартная функциональность U / I**

Функция **мониторинга технологического процесса (Монитор.техн.проц.)** обеспечивается производителем следующими функциональными блоками.

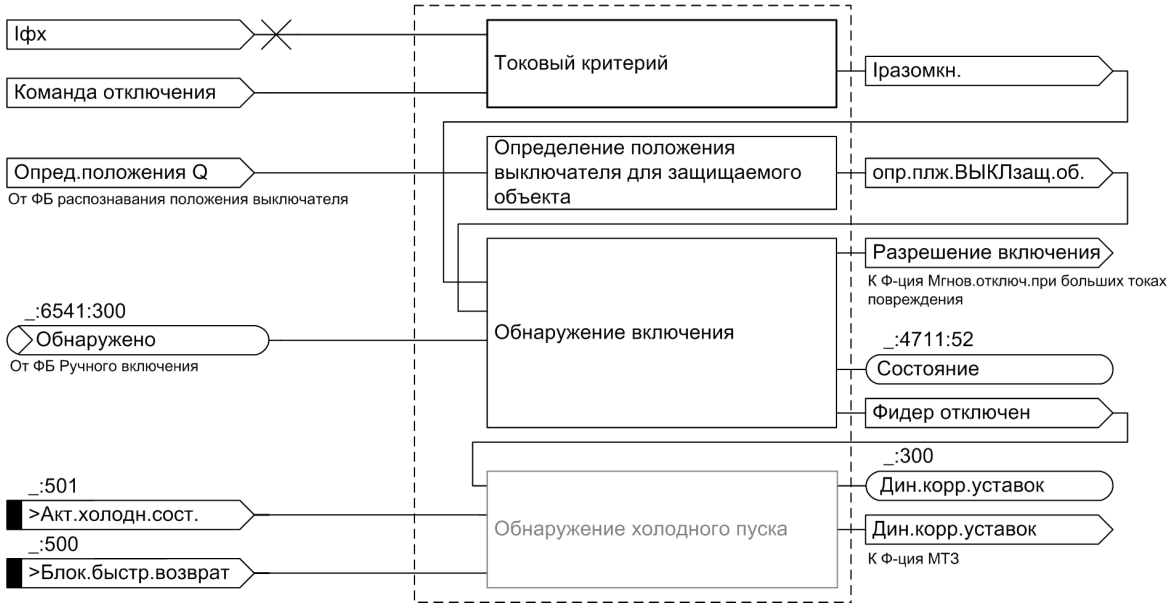
- Токовый критерий
- Определения положения выключателя для защищаемого объекта
- Обнаружение включения
- Обнаружение холодного пуска (опция)



[dwpro3pt-061212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-116 Структура/реализация функции

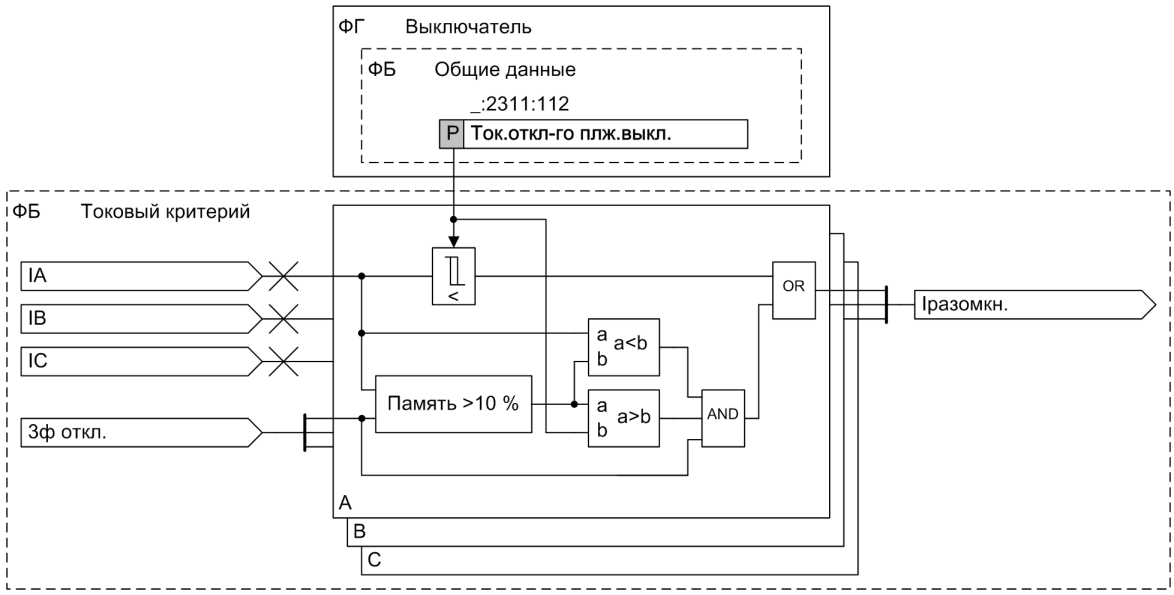
Взаимосвязи отдельных функциональных блоков показаны на следующем рисунке.



[lopro3pt-171012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-117 Логическая схема функции Мониторинг технологического процесса

5.10.3 Токовый критерий



[loproikr-011112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-118 Логическая схема функционального блока с токовым критерием

Сигнал **I разомкн.** одной фазы генерируется в случае, если выполнено одно из следующих условий:

- Фазный ток оказывается меньше уставки параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**. Наличие гистерезиса обеспечивает стабилизацию сигнала.
- Соответствующий фазный ток (например, **I A**) оказывается меньше 10% фазного тока в момент появления команды отключения. Если ток не падает после задержки из-за влияния трансформатора тока, отключенную фазу можно быстро обнаружить даже после повреждения с большим током на линии.

С помощью параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** определятся минимальный ток как критерий отключенной линии. Параметр находится в функциональной группе **Выключатель**. Он используется в функциональной группе **Выключатель**, например, для определения положения выключателя, так и в контроле процесса в группе защитных функций.

5.10.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий)

Параметр: Ток.откл-го плж.выкл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.** = ***0,100 A***

Параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** используется для определения минимального тока (порога), протекающего через выключатель, как критерий для задания отключенного присоединения.

Задайте параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** таким образом, чтобы при отключении присоединения измеряемый ток становился бы меньше значения **Ток.откл-го плж.выкл.**. В случае превышения порогового значения дополнительно применяется гистерезис.

Если паразитные токи, например, наводимые, исключаются при отключении присоединения, увеличьте чувствительность для параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**.

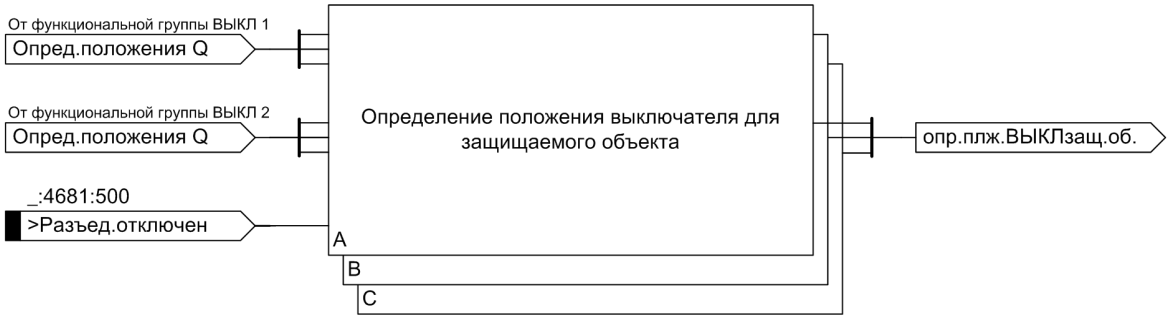
Siemens рекомендует использовать уставку ***0,100 A***.

5.10.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование

5.10.6 Определения положения выключателя для защищаемого объекта

Логика



[loprolsz-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-119 Логическая схема состояния выключателя для функционального блока защищаемого объекта

Функциональный блок определения положения выключателя в функциональной группе **Выключатель** предоставляет информацию о состоянии выключателя (сообщение **Состояние выключателя**). Если питание на защищаемый объект подается через два выключателя (например, полуторная схема), тогда состояние защищаемого объекта должно определяться с помощью обоих выключателей. В этом случае состояние выключателя для функционального блока защищаемого объекта выполняет связь состояний отдельных выключателей. Соединение обеспечивает выдачу сообщения **Полож.выключ.защ.об.** на другие функциональные блоки контроля процесса и другие функции, например, **Отключение при слабом питании** и **Эхо-функция для схемы телеуправления**) в одной и той же функциональной группе.

Если выполняется одно из следующих условий, сообщение **Сост.выключ.защ.об.** предполагает состояние ***Отключено***:

- Все подключенные выключатели сообщают о состоянии ***Отключено***.
- Вход **>Разъед.отключен** активен.

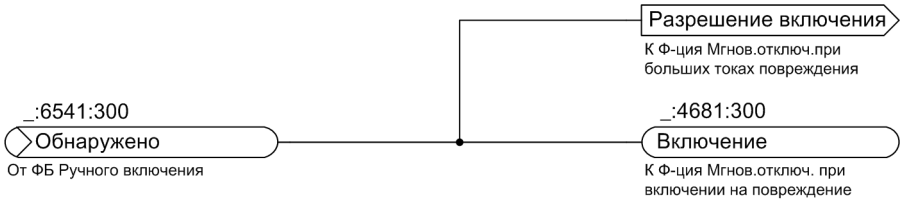
Если выполняется одно из следующих условий, сообщение **Сост.выключ.защ.об.** предполагает состояние ***Включено***:

- Хотя бы один подключенный выключатель сигнализирует о состоянии ***Включено***.
- Вход **>Разъед.отключен** не активен.

5.10.7 Обнаружение включения

Обнаружение включения обеспечивает немедленное срабатывание выбранных защитных функций или ступеней защиты при включении на короткое замыкание или уменьшение чувствительности защиты. Функция обнаружения включения определяет, включен ли защищаемый объект.

Логика



[loein6md-171012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-120 Логика обнаружения включения

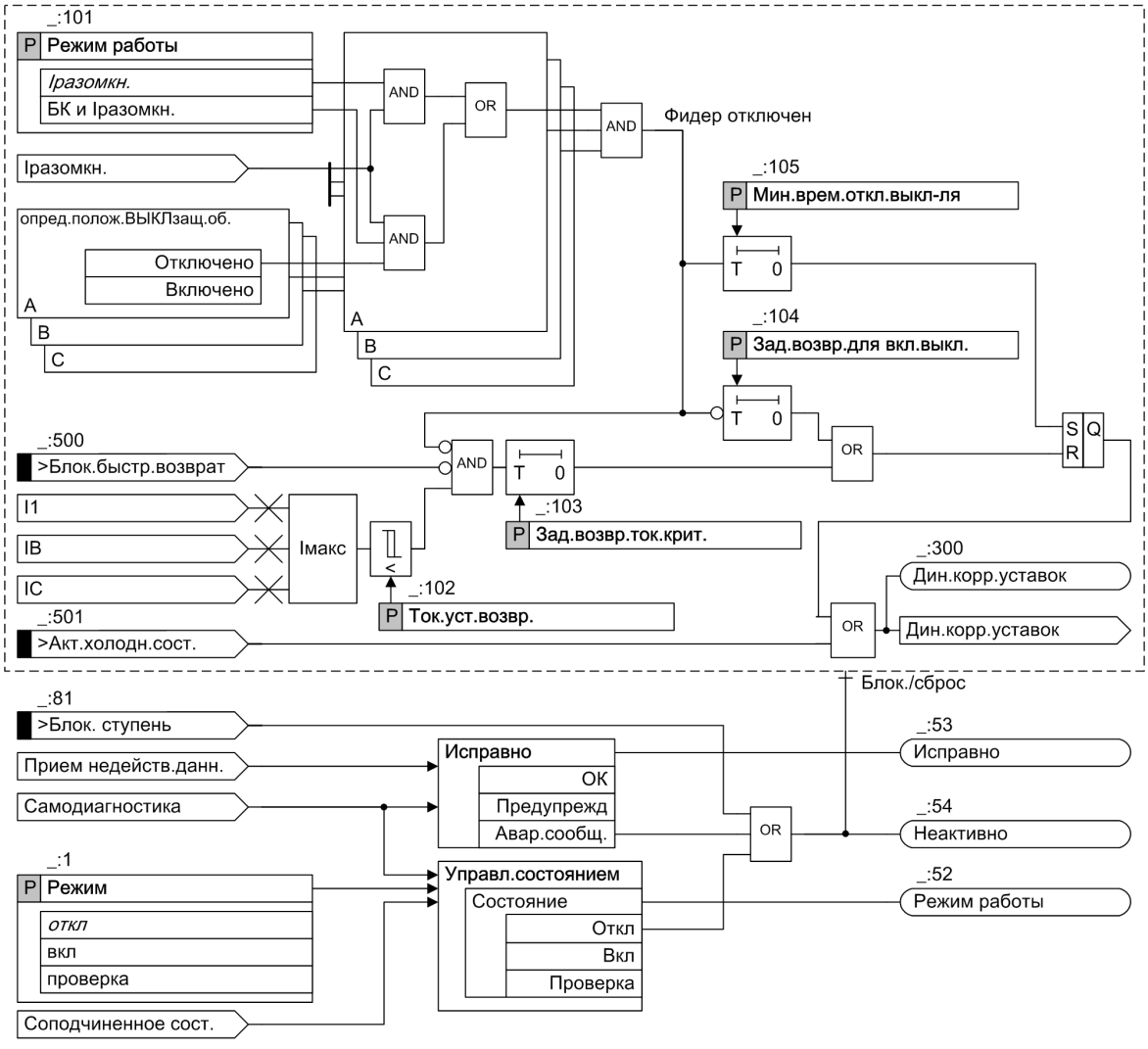
Для применяемого входящего дискретного сигнала **Обнаружено** (от функционального блока РучнВключ), сообщение **Включение** всегда активно.

5.10.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Обнар.включ.			
_:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.10.9 Функция обнаружения холодного пуска (опция)

Логика



[loprocls-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-121 Логическая схема блока функции обнаружения холодного пуска

Блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что истекло заданное время после отключения линии или защищаемого объекта. Если защищаемый объект подключается снова, то следует иметь в виду, что повышенные требования к нагрузочному току вводятся на заданное время. Это время зависит от характера подключаемой нагрузки.

Блок функции **обнаружения холодного пуска** обеспечивает то, что различные параметры используются в течение настраиваемого промежутка времени после включения. Например, для параметра **`Мин.врем.откл.выкл-ля`** вы можете увеличить пороговое значение функции защиты или выбрать особенную характеристику.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что питающая линия отключена, и установленное время параметра **`Мин.врем.откл.выкл-ля`** истекло, появляется индикация **`>Акт.холодн.сост.`** .

С помощью сообщения **`>Акт.холодн.сост.`** вы можете активировать набор параметров функции **обнаружения холодного пуска**. С помощью дискретного входного сигнала **`>Акт.холодн.сост.`** вы можете также активировать сообщение **`>Акт.холодн.сост.`** напрямую.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет включение питающей линии и появляются соответствующие токи нагрузки, он запускает отсчет времени, заданного в параметре **Зад.возвр.для вкл.выкл.**. Сообщение **>Акт.холодн.сост.** и активированный набор параметров деактивируются после истечения этого времени.

Если за время, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** , ток в фазе падает ниже порогового значения, заданного в параметре **Ток.уст.возвр.**, набор параметров для **функции обнаружения холодного пуска** также деактивируется. В результате, если нагрузочный ток очень низкий, время действия, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** для индикации **>Акт.холодн.сост.** , можно сократить.

5.10.10 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска)



ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки и сообщения, описанные в этой главе, доступны, только если используется блок функции **обнаружения холодного пуска**.

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:101) Режим работы** = ***Iразомкн.***

С помощью параметра **Режим работы** вы можете установить критерии для работы блока обнаружения холодного пуска.

Значение параметра	Описание
Iразомкн.	Когда блоком функции Критерий протекания тока обнаруживается отключенное состояние линии, принимается решение о пуске данной функции. Для такой уставки убедитесь, что параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** установлен на значение ниже возможного нагрузочного тока. Если параметр Ток. уст. откл. плж. выкл. установлен выше нагрузочного тока, то постоянно определяется отключенное состояние линии, и каждый ток КЗ, превышающий параметр **Ток.откл-го плж.выкл.**, будет инициировать сигнал о включении.
БК и Iразомкн.	Включение обнаруживается, если выполняется одно из следующих условий: • Анализ выключателя определяет условие отключения по изменению положения по крайней мере в одной фазе. • Критерии протекания тока определяют условие отключения выключателя.

Параметр: Пороговый ток возврата

- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток.уст.возвр.** = ***1.00 A***

С помощью параметра **Ток.уст.возвр.** вы задаете величину тока, при которой выходной сигнал **Дин.корр.уставок** деактивируется, когда ток хотя бы в одной фазе падает ниже порогового значения.

Параметр: Критерий тока задержки возврата

- Уставка по умолчанию **(_:103) Зад.возвр.ток.крит.** = ***600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.ток.крит.** вы можете установить время, в течение которого действительное значение тока должно быть ниже порога **Ток.уст.возвр.**, чтобы выходной сигнал **Дин.корр.уставок** не деактивировался преждевременно.

Параметр: Задержка возврата включенного выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:104) Зад.возвр.для вкл.выкл.** = ***3600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.для вкл.выкл.** устанавливают время действия для переключения набора динамических параметров в случае обнаружения холодного пуска.

Параметр: Минимальное время отключения выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:105) Мин.врем.откл.выкл-ля** = ***3600 c***

С помощью параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** устанавливается время действия динамического набора уставок в случае **определения холодного пуска**, когда линия отключена.

5.10.11 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинКоррУст				
_:1	ДинКоррУст:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ДинКоррУст:Режим работы		• Iразомкн. • БК и Iразомкн.	Iразомкн.
_:102	ДинКор-рУст:Ток.уст.возвр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	5.000 A
_:103	ДинКор-рУст:Зад.возвр.ток.крит.		1 c до 600 c	600 c
_:104	ДинКор-рУст:Зад.возвр.для вкл.выкл.		1 c до 21600 c	3600 c
_:105	ДинКор-рУст:Мин.врем.откл.выкл-ля		0 c до 21600 c	3600 c

5.10.12 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ДинКоррУст			
_:81	ДинКоррУст:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	ДинКоррУст:>Блок.быстр.возврат	SPS	I
_:501	ДинКоррУст:>Акт.холодн.сост.	SPS	I
_:54	ДинКоррУст:Неактивно	SPS	O
_:52	ДинКоррУст:Режим работы	ENS	O
_:53	ДинКоррУст:Исправно	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:300	ДинКоррУст:Дин.корр.уставок	SPS	O

6 Функции защиты и автоматики

6.1	Системные данные	385
6.2	Дифференциальная защита трансформатора	399
6.3	Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов	450
6.4	Дифференциальная защита от замыканий на землю	472
6.5	Дифференциальная защита электродвигателя	491
6.6	Дифференциальная защита линии	518
6.7	Дифференциальная защита ошиновки	548
6.8	Чувствительное обнаружение замыкания на землю	560
6.9	Дистанционная защита	611
6.10	Блокировка при качаниях мощности	673
6.11	Внешнее отключение, 3ф	678
6.12	Фазная МТЗ	681
6.13	МТЗ, включенная на ток нулевой последовательности	712
6.14	Максимальная токовая защита, 1ф	737
6.15	Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения	760
6.16	Направленная МТЗ, фазная	770
6.17	Направленная МТЗ, земля	804
6.18	Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени	848
6.19	Защита от снижения тока	857
6.20	Защита от перевозбуждения	862
6.21	Защита от несимметричной нагрузки	872
6.22	Мгновенное отключение при больших токах	879
6.23	Трехфазная защита от повышения напряжения	886
6.24	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	891
6.25	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	895
6.26	Защита от превышения напряжения нулевой последовательности	900
6.27	Защита от повышения напряжения по любому напряжению	907
6.28	Трехфазная защита от снижения напряжения	913
6.29	Защита от снижения напряжения прямой последовательности	920
6.30	Защита от снижения напряжения по любому напряжению	927
6.31	Функция определения места повреждения (ОМП)	933
6.32	Защита от повышения частоты	938
6.33	Защита от снижения частоты	943
6.34	Защита по скорости изменения частоты	949

6.35	Контроль чередования фаз	955
6.36	Мгновенное отключение при включении на КЗ	961
6.37	Защита от тепловой перегрузки	964
6.38	Защита от тепловой перегрузки 1-фазная	975
6.39	Контроль температуры	986
6.40	Расчет горячих точек	995
6.41	УРОВ	1006
6.42	Защита от дуговых перекрытий выключателя	1021
6.43	Дуговая защита	1031
6.44	Обнаружение броска тока намагничивания	1050
6.45	Трехфазная защита по мощности	1057
6.46	Выбор точки измерения напряжения	1067

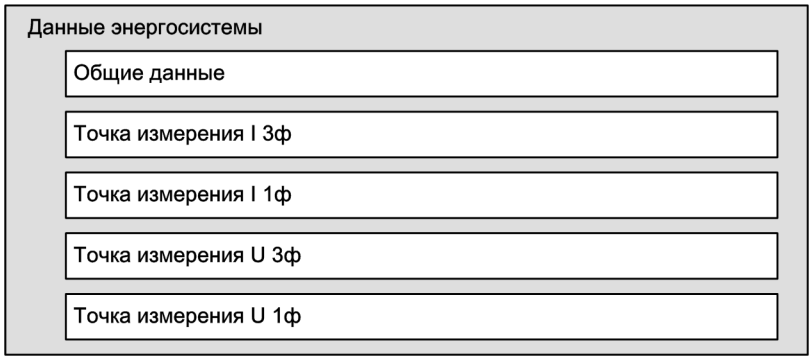
6.1 Системные данные

6.1.1 Обзор

Системные данные доступны в каждом устройстве SIPROTEC 5, и их нельзя удалить. Вы найдете эти параметры в DIGSI **Параметр** → **Системные данные**.

6.1.2 Структура системных данных

Структура системных данных **Системные данные** содержат блок **Общие данные** и **Точки измерения** устройства. Следующий рисунок показывает структуру **системных данных**:



[dwandata-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-1 Структура системных данных

Для того, чтобы добавить эти функции для конкретного применения, устройству необходимы некоторые данные об энергосистеме. Необходимые настройки можно найти в системных данных в пунктах меню **Общие данные** и **Точки измерения**.

Тип и количество необходимых точек измерения зависят от применения. Возможные точки измерения:

- Трехфазное напряжение (точка измерения U 3-ф)
- Трехфазный ток (точка измерения I 3-ф)
- Трехфазное напряжение (точка измерения U 1-ф)
- Трехфазный ток (точка измерения I 1-ф)

Точки измерения имеют связь со следующими группами функций:

- Трансформатор
- Автотрансформатор
- Выключатель

6.1.3 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок

Параметр: Чередование фаз

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:101) Чередование фаз** = ***ABC***

Параметр **Чередование фаз** используется для задания последовательности фаз (***ABC***) или (***ACB***). Данный параметр используется для устройства SIPROTEC 5 в целом.

Для параметрирования используется функция **Общие данные** в системных данных.

Более подробная информация об обратном чередовании фаз приводится в главе *6.35.1 Обзор функций*.

6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U-3ф)

Далее описаны уставки для точки измерения напряжения **Точка измерения U-3ф** (3-фазное напряжение). Для **Точка измерения U-1ф** используется только часть рассмотренных далее уставок. Описание уставок справедливо также для **Точка измерения U-1ф**.

Параметр: Ном. перв. напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:8911:101) Ном. перв. напряжение** = ***400 кВ***

Параметр **Ном. перв. напряжение** используется для задания первичного номинального напряжения ТН.

Параметр: Ном. втор. напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:8911:102) Ном. втор. напряжение** = ***100 В***

Параметр **Ном. втор. напряжение** используется для задания вторичного номинального напряжения ТН.

Параметр: Коэфф.согл.Uф/Uн

- Уставка по умолчанию **(_:8911:103) Коэфф.согл.Uф/Uн** = ***1,73***

Используя параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн**, можно задать отношение между расчетным и измеренным напряжением нулевой последовательности. Разные коэффициенты трансформации трансформаторов напряжения являются причиной для отклонения (см. *Рисунок 6-2*).

Коэфф.согл.Uф/Uн Равен отношению 3 $B_{0\ втор}/U_{н\ втор}$

где

$U_{0\ втор}$	Расчетное напряжение нулевой последовательности
$U_{Н\ втор}$	Измеренное напряжение нулевой последовательности

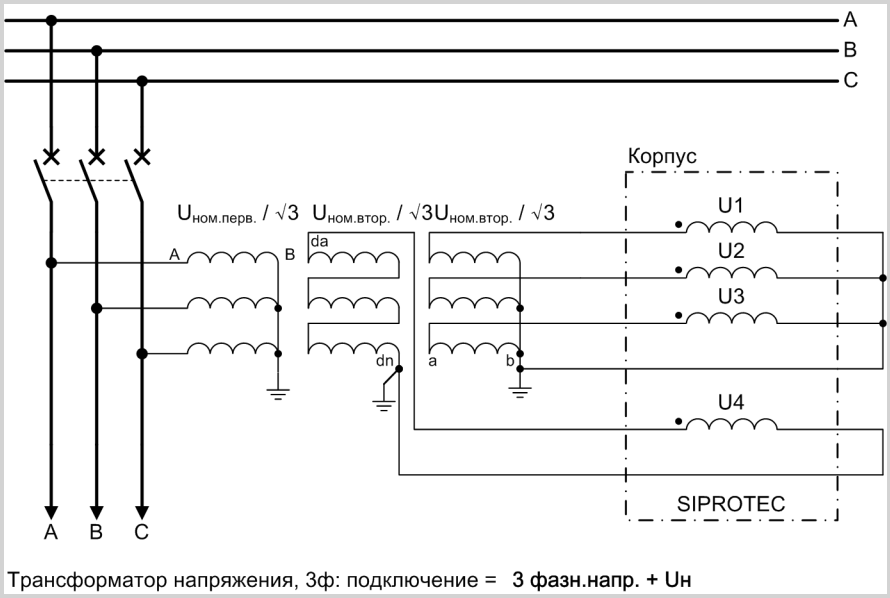
Напряжение нулевой последовательности рассчитывается в виде фазных напряжений. Напряжение нулевой последовательности измеряется на обмотке трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник. Для однофазных трансформаторов напряжения напряжение нулевой последовательности измеряется в нейтральной точке генератора или трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Измеренное напряжение $U_{Н\ втор}$ преобразуется в устройстве в напряжение нулевой последовательности следующим образом:

$$U_0 = U_{н\ втор.} \cdot \frac{\text{коэфф. согл. Uф/Uн}}{3}$$

ПРИМЕР 1:



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = **3 фазн.напр. + Uн**

[dw_bsp1uwdl_anpassfaktor, 1, ru_RU]

Рисунок 6-2 3-фазный трансформатор напряжения: Соединение = 3-фазное напряжение + Uн

Если в качестве типа соединения трансформатора напряжения выбрано ***3 фазн.напр. + Uн*** (параметр **Подключение TH**) и входное напряжение U4 соединено с обмоткой трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник (da/dn), то **Коэфф.согл.Uф/Uн** представляет:

При изменении нейтральной точки в соответствии с *Рисунок 6-2* это приводит к следующим значениям:

- Расчетное вторичное напряжение нулевой последовательности $U_{0\ втор}$ равно вторичному фазному напряжению. Выражено в виде номинального напряжения вторичной обмотки трансформатора, $U_{ном.втор.}/\sqrt{3}$.
- Измеренное напряжение нулевой последовательности на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, равно сумме падений напряжения на 3 сторонах. Выражено в виде отношения сторон, в результате $U_{н,\ втор.} = 3\ U_{ном.втор.}/3$.

Рассчитайте параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн** следующим образом:

$$\text{коэфф.согл.}\frac{Uф}{Uн} = \frac{3 \cdot U_{0\ втор.}}{U_{н\ втор.}} = \frac{3 \cdot \frac{U_{ном\ втор.}}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{U_{ном\ втор.}}{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} = 1.73$$

[fo_bsp1, 1, ru_RU]

Установите **Коэфф.согл.Uф/Uн** = ***1,73***.

В **примере 1** $U_{ном.втор.}$, фазное напряжение и вторичное напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, идентичны. Если эти напряжения имеют разные значения, используйте в расчете фактические числовые значения.

ПРИМЕР 2:

Напряжения между фазой и землей $U_{ном.\ втор.}$ = 100 В

Обмотка, соединенная в разомкнутый треугольник (например, заземляющий трансформатор в защите генератора)	$U_{ном.\ втор.}$ = 500 В Вход напряжения устройства предназначен для непрерывной работы при напряжении 230 В макс. Таким образом, напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник (500 В), уменьшается в соотношении 5: 2, с использованием омического делителя. Для вычисления коэффициента совпадения используется вторичное напряжение 200 В.

Рассчитайте параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн** следующим образом:

$$\text{коэфф.согл.}\frac{Uф}{Uн} = \frac{3 \cdot U_{0\ втор.}}{U_{н\ втор.}} = \frac{3 \cdot \frac{U_{nom\ sec}}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{U_{nom\ sec}}{3}} = \frac{3 \cdot \frac{100\ V}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{200\ V}{3}} = \frac{3}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

[fo_bsp2, 1, ru_RU]

Установите **Коэфф.согл.Uф/Uн** = ***0,866***.

Интерпретация результата:

Напряжение нулевой последовательности рассчитывается на основе фазного напряжения 57,73 В (= 100 В/√3). Измеренное напряжение нулевой последовательности равно 200 В. Вычисленный коэффициент выравнивания равен 0,866. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности внутри устройства:

$$U_0 = U_{н\ втор.} \cdot \frac{\text{коэфф.согл. Uф/Uн}}{3} = 200\ В \cdot \frac{0.866}{3} = 57.73\ В$$

[fo_umrechnung2, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время проведения теста замыкания на землю можно проверить установленный коэффициент выравнивания, для этого необходимо сравнить рабочие измеряемые величины. Рабочие измеряемые величины включают рассчитанное напряжение нулевой последовательности $U_{0\ втор}$ и измеренное напряжение $U_{н\ втор}$. Выполните расчет следующим образом:

$$\text{Коэфф.согл.}\frac{Uф}{Uн} = \frac{3 \cdot U_{0\ втов.}}{U_{н\ втов.}}$$

Параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн** имеет большое значение для следующих функций устройства.

- Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности
- Контроль измеренного значения
- Масштабирование неправильных и измеренных значений

Параметр: Подключение TH

- Уставка по умолчанию **(_:8911:104) Подключение TH** = ***3 фазн.напр. + Uн***

Параметр **Подключение TH** показывает тип подключения трансформатора напряжения для точки измерения 3-фазного напряжения. Параметр можно найти в структуре проекта DIGSI 5 в пункте меню **Имя устройства** → **Параметр** → **Системные данные** → **Точка измерения U 3-ф**. Тип подключения TH невозможно изменить в данных энергосистемы.

Тип подключения трансформатора напряжения можно изменить только в разделе ранжирования точек измерения в DIGSI 5. В **Наименование устройства** → **Ранжирование точек измерения** → **Точки измерения напряжения** выберите желаемый тип подключения в **Типе подключения**. Возможны следующие типы подключения:

- ***3 фазн.напр. + Uн***
- ***3 фазн.напр.***

- ***3 лин.напр. + Uн***
- ***3 лин.напряж.***
- ***2 лин.напр. + Uн***
- ***2 лин.напряж.***

В зависимости от выбранного типа подключения необходимо назначить измеряемые величины на соответствующие клеммы точки измерения напряжения в DIGSI 5. Вы можете найти примеры подключений для трансформаторов напряжения в главе *A.9 Примеры подключения к трансформаторам напряжения*. Примеры подключений облегчают выбор типа подключения.

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:8911:106) Обр.черед.фаз** = ***нет***

Параметр **Обр.черед.фаз** предназначен для специальных применений, например, наливное водохранилище с наполнением от насосной станции (см. главу "Обратное чередование фаз"). Эта уставка по умолчанию может быть сохранена для применений защиты энергосистем.

Параметр: Трассировка

- Уставка по умолчанию **(_:8911:111) Трассировка** = ***активен***

Параметр **Трассировка** определяет, следует ли использовать каналы измерения этих точек измерения для обнаружения частоты дискретизации.

Частота дискретизации устройства регулируется по частоте сети. Устройство выбирает канал измерения, через который определятся частота дискретизации. Предпочтительно, чтобы это был канал измерения напряжения. Контролируется достоверность сигнала (минимальный уровень, диапазон частот). Если эти значения недостоверны, устройство переключается на другой канал (и т.д.). При подключении к каналу, система автоматически включается снова в этот канал, если канал напряжения снова доступен.

Значение параметра	Описание
активен	Если будет установлен параметр **Трассировка** = ***активен***, то точка измерения будет включена при определении частоты дискретизации. По возможности следует учитывать только трехфазные точки измерения. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. **Примечание.** Следует учитывать, что при ручном обновлении частоты дискретизации все функции устройства будут использовать данную частоту. Необходимо помнить, что все каналы всех точек измерения работают с заданной главной частотой дискретизации. Пожалуйста, учитывайте это при работе устройства.
не активен	Если каналы точки измерения не учитываются для определения частоты дискретизации, выберите задаваемое значение ***не активен***.

Параметр: Коррекция амплитуды

- Уставка по умолчанию **(_:3811:103) Коррекция амплитуды** = ***1,000***

При использовании параметра **Коррекция амплитуды** для входа по напряжению выполняется амплитудная коррекция. Это позволяет вам скорректировать погрешность первичного трансформатора напряжения отдельно для каждой фазы. Коррекция амплитуды может потребоваться для очень точных измерений. Используйте сравнительное измерение для определения значения уставки (например, трансформатор с высокой точностью измерения напряжения). Если первичная коррекция не нужна, оставьте уставки по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Коррекция амплитуды** не имеет ничего общего с внутренней регулировкой входной цепи.

6.1.5 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного тока (I-3ф)

В следующем примере описываются уставки для точек измерения тока **Точка измерения I-3ф** (3-фазный ток). Для **Точка измерения I-1ф** используется только часть рассмотренных далее уставок. Описание уставок справедливо также для **точки измерения I-1ф**.

Параметр: Подключение ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:8881:115) Подключение ТТ** = ***3 фазн.тока +Iн отд.***

Параметр **Подключение ТТ** показывает тип подключения трансформатора тока для точки измерения трехфазного тока. Параметр можно найти в DIGSI 5 в дереве проекта в пункте меню **Наименование устройства** → **Параметр** → **Системные данные** → **Точка измерения I 3-фазы**. Вы не можете изменить тип подключения трансформатора тока в данных энергосистемы.

Тип подключения трансформатора тока можно изменить только в разделе ранжирования точек измерения в DIGSI 5. В **Наименование устройства** → **Ранжирование точек измерения** → **Точки измерения тока** выберите желаемый тип подключения в Типе подключения. Возможны следующие типы подключения:

- ***3 фазн.тока +Iн отд.***
- ***3 фазн.тока +Iн***
- ***3 фазн.тока***
- ***3ф, 2 первичных ТТ***
- ***3ф,2 перв.ТТ+Iн отд.***

В зависимости от выбранного типа подключения необходимо назначить измеряемые величины на соответствующие клеммы точки измерения тока в DIGSI 5. Вы можете найти примеры подключения трансформаторов тока в главе *A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока*. Примеры подключений облегчают выбор типа подключения.

Параметр: Трассировка

- Уставка по умолчанию **(_:8881:127) Трассировка** = ***активен***

С помощью параметра **Трассировка** можно указать, хотите ли вы работать с функцией ручного обновления частоты дискретизации.

Значение параметра	Описание
активен	Если будет установлен параметр **Трассировка** = ***активен***, то точка измерения будет включена при определении частоты дискретизации. По возможности следует учитывать только трехфазные точки измерения. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. **Примечание.** Следует учитывать, что при ручном обновлении частоты дискретизации все функции устройства будут использовать данную частоту. Необходимо помнить, что все каналы всех точек измерения работают с заданной главной частотой дискретизации. Пожалуйста, учитывайте это при работе устройства.
не активен	Если каналы точки измерения не учитываются для определения частоты дискретизации, выберите задаваемое значение ***не активен***.

Параметр: Ном. первичный ток

- Уставка по умолчанию **(_:8881:101) Ном. первичный ток** = ***1000 A***

С помощью параметра **Ном. первичный ток** устанавливается первичный номинальный ток трансформатора тока.

Параметр: Ном. вторичный ток

- Уставка по умолчанию **(_:8881:102) Ном. вторичный ток** = ***1 A***

С помощью параметра **Ном. вторичный ток** устанавливается номинальное значение вторичного тока для трансформатора тока.

Параметр: Диапазон токов

- Уставка по умолчанию **(_:8881:117) Диапазон токов** = ***100 x Iном***

Параметр **Диапазон токов** позволяет вам задать динамический диапазон для входного тока. Сохраните уставку по умолчанию для применений защиты энергосистем. Значение уставки для чувствительного входа измерения тока и входа измерения тока равно 1,6 x $I_{ном}$.

Параметр: Общ.тчк.ТТв объект

- Уставка по умолчанию **(_:8881:116) Общ.тчк.ТТв объект** = ***да***

Параметр **Общ.тчк.ТТв объект** используется для задания направления нейтральной точки трансформатора тока. Если общая точка трансформатора тока расположена со стороны защищаемого объекта (например, направление линии, кабеля, трансформатора), уставка параметра устанавливается как ***да*** (по умолчанию).

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:8881:114) Обр.черед.фаз** = ***нет***

Параметр **Обр.черед.фаз** предназначен для специальных применений, например, наливное водохранилище с наполнением от насосной станции (см. главу "Обратное чередование фаз"). Эта уставка по умолчанию может быть сохранена для применений защиты энергосистем.

Параметр: Порог изм-ия погреш.ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:8881:107) Порог изм-ия погреш.ТТ** = ***1,00***

Параметр **Порог изм-ия погреш.ТТ** имеет значение только для функций дифференциальной защиты линии. Параметр **Порог изм-ия погреш.ТТ** определяет переходную область погрешности трансформатора от минимального до максимального тока.

Параметр: ТТ погр.А

- Уставка по умолчанию **(_:8881:108) ТТ погр.А** = ***5,0***

Параметр **ТТ погр.А** позволяет задать погрешность трансформатора тока при номинальном токе плюс коэффициент надежности.

Параметр: Коррекция амплитуды

- Уставка по умолчанию **(_:3841:103) Коррекция амплитуды** = ***1,000***

При помощи параметра **Коррекция амплитуды** регулируется амплитуда (коррекция амплитуды) для токового входа. Это позволяет вам скорректировать погрешность первичного трансформатора тока отдельно для каждой фазы. Коррекция амплитуды может потребоваться для очень точных измерений. Используйте сравнительное измерение для определения значения уставки (например, трансформатор с высокой точностью измерения напряжения). Если первичная коррекция не нужна, оставьте уставки по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Коррекция амплитуды** не имеет ничего общего с внутренней регулировкой входной цепи.

Примечание по передаваемым данным

Сообщения для вращающегося поля тока и информация по ручному обновлению можно найти в **Ранжирование данных** в **Энергосистема → Общие данные** информация в DIGSI 5. Сообщение *Част.сист.вне диап.* показывает, что рабочий частотный диапазон превышен. Частота находится вне диапазона (от 10 до 80 Гц) или входные сигналы слишком малы для ручного обновления. Если такое произошло, система включает обновленную частоту в скорость дискретизации, которая соответствует номинальной частоте.

Более того, доступны 2 дополнительных измеренных значения частоты. Измеренное значение *fсист* показывает действительную системную частоту, а измеренное значение *fтрасс* отображает текущую уставку частоты дискретизации. Siemens рекомендует маршрутизацию как измеренных значений, так и канала для регистрации неисправностей.

6.1.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Чередование фаз		• ABC • ACB	ABC
Общие данные				
_:8911:101	ТН 3ф:Ном. перв. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:8911:102	ТН 3ф:Ном. втор. напряжение		80 В до 230 В	100 В
_:8911:103	ТН 3ф:Коэфф.согл.Uф/Uн		0.10 до 9.99	1.73
_:8911:104	ТН 3ф:Подключение ТН		• не назначено • 3 фазн.напр. + Uн • 3 фазн.напр. • 3 лин.напр. + Uн • 3 лин.напряж. • 2 лин.напр. + Uн • 2 лин.напряж.	3 фазн.напр. + Uн
_:8911:106	ТН 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
_:8911:111	ТН 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:8911:130	ТН 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0
ТН 1				
_:3811:103	ТН 1:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3811:108	ТН 1:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
ТН 2				
_:3812:103	ТН 2:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3812:108	ТН 2:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
ТН 3				
_:3813:103	ТН 3:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3813:108	ТН 3:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
ТН 4				
_:3814:103	ТН 4:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3814:108	ТН 4:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
КонтрСимм U				
_:2521:1	КонтрСимм U :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2521:101	КонтрСимм U :Порог. знач. запуска		0.300 В до 170.000 В	50.000 В
_:2521:102	КонтрСимм U :Порог. знач. мин./макс.		0.58 до 0.95	0.75
_:2521:6	КонтрСимм U :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрЧерФаз U				
_:2581:1	КонтрЧерФаз U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2581:6	КонтрЧерФаз U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрСум U				
_:2461:1	КонтрСум U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2461:3	КонтрСум U:Пороговое значение		0.300 В до 170.000 В	43.300 В
_:2461:6	КонтрСум U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
Автомат ТН				
_:2641:101	Автомат ТН:Время ответа		0.00 с до 0.03 с	0.00 с
Общие данные				
_:8881:115	ТТ 3ф:Подключение ТТ		• не назначено • 3 фазн.тока +Iн • 3 фазн.тока • 3 фазн.тока +Iн отд. • 3ф, 2 первичных ТТ • 3ф,2 перв.ТТ+Iн отд.	3 фазн.тока +Iн отд.
_:8881:127	ТТ 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:8881:130	ТТ 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0
Фазы ТТ				
_:8881:101	ТТ 3ф:Ном. первичный ток		1.0 А до 100000.0 А	1000.0 А
_:8881:102	ТТ 3ф:Ном. вторичный ток		• 1 А • 5 А	1 А
_:8881:117	ТТ 3ф:Диапазон токов		• 1.6 x Iном • 100 x Iном	100 x Iном
_:8881:118	ТТ 3ф:Тип встр.ТТ		• ТТ для защиты • ТТ для измерений	ТТ для защиты
_:8881:116	ТТ 3ф:Общ.тчк.ТТв объект		• нет • да	да
_:8881:114	ТТ 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
ТТ Iн				
_:8881:104	ТТ 3ф:Ном. первичный ток		1.0 А до 100000.0 А	1000.0 А
_:8881:105	ТТ 3ф:Ном. вторичный ток		• 1 А • 5 А	1 А
_:8881:119	ТТ 3ф:Диапазон токов		• 100 x Iном	100 x Iном

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8881:120	ТТ 3ф:Тип встр.ТТ		• ТТ для защиты • ТТ для измерений	ТТ для защиты
ТТ 1				
_:3841:103	ТТ 1:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3841:117	ТТ 1:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
ТТ 2				
_:3842:103	ТТ 2:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3842:117	ТТ 2:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
ТТ 3				
_:3843:103	ТТ 3:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3843:117	ТТ 3:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
ТТ 4				
_:3844:103	ТТ 4:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3844:117	ТТ 4:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
КонтрСимм I				
_:2491:1	КонтрСимм I :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2491:101	КонтрСимм I :Порог. знач. запуска	1 A при 100 Iном	0.030 A до 90.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 450.000 A	2.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 45.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 225.000 A	2.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.440 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 7.200 A	2.500 A
_:2491:102	КонтрСимм I :Порог. знач. мин./макс.		0.10 до 0.95	0.50

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2491:6	КонтрСимм I :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрЧерФаз I				
_:2551:1	КонтрЧерФаз I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2551:6	КонтрЧерФаз I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрСум I				
_:2431:1	КонтрСум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2431:102	КонтрСум I:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2431:101	КонтрСум I:Коэфф. наклона		0.00 до 0.95	0.10
_:2431:6	КонтрСум I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрАЦП Сум I				
_:2401:1	КонтрАЦП Сум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

6.1.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Обратное черед.фаз	SPS	I
_:2311:501	Общие данные:>Инвертировать фазы	SPS	I
Общие данные			
_:2311:319	Общие данные:Черед.фаз ABC	SPS	O
_:2311:320	Общие данные:Черед.фаз ACB	SPS	O
_:2311:321	Общие данные:Част.сист.вне диап.	SPS	O
_:2311:322	Общие данные:fсист	MV	O
_:2311:323	Общие данные:fтрасс	MV	O
Общие данные			
_:8911:315	ТН 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O
_:8911:316	ТН 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:8911:317	ТН 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O
ТН 1			
_:3811:300	ТН 1:Дискр.знач.напряж.	SAV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ТН 2			
_:3812:300	ТН 2:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
ТН 3			
_:3813:300	ТН 3:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
ТН 4			
_:3814:300	ТН 4:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
КонтрСимм U			
_:2521:82	КонтрСимм U :>Блок. функцию	SPS	I
_:2521:54	КонтрСимм U :Неактивно	SPS	O
_:2521:52	КонтрСимм U :Режим работы	ENS	O
_:2521:53	КонтрСимм U :Исправно	ENS	O
_:2521:71	КонтрСимм U :Неисправность	SPS	O
КонтрЧерФаз U			
_:2581:82	КонтрЧерФаз U:>Блок. функцию	SPS	I
_:2581:54	КонтрЧерФаз U:Неактивно	SPS	O
_:2581:52	КонтрЧерФаз U:Режим работы	ENS	O
_:2581:53	КонтрЧерФаз U:Исправно	ENS	O
_:2581:71	КонтрЧерФаз U:Неисправность	SPS	O
КонтрСум U			
_:2461:82	КонтрСум U:>Блок. функцию	SPS	I
_:2461:54	КонтрСум U:Неактивно	SPS	O
_:2461:52	КонтрСум U:Режим работы	ENS	O
_:2461:53	КонтрСум U:Исправно	ENS	O
_:2461:71	КонтрСум U:Неисправность	SPS	O
НезавВыдВр 1			
_:2641:500	Автомат ТН:>Открыт	SPS	I
Общие данные			
_:8881:319	ТТ 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O
_:8881:320	ТТ 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:8881:321	ТТ 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O
ТТ 1			
_:3841:300	ТТ 1:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 2			
_:3842:300	ТТ 2:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 3			
_:3843:300	ТТ 3:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 4			
_:3844:300	ТТ 4:Дискр.знач.тока	SAV	O
КонтрСимм I			
_:2491:82	КонтрСимм I :>Блок. функцию	SPS	I
_:2491:54	КонтрСимм I :Неактивно	SPS	O
_:2491:52	КонтрСимм I :Режим работы	ENS	O
_:2491:53	КонтрСимм I :Исправно	ENS	O
_:2491:71	КонтрСимм I :Неисправность	SPS	O
КонтрЧерФаз I			
_:2551:82	КонтрЧерФаз I:>Блок. функцию	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2551:54	КонтрЧерФаз I:Неактивно	SPS	O
_:2551:52	КонтрЧерФаз I:Режим работы	ENS	O
_:2551:53	КонтрЧерФаз I:Исправно	ENS	O
_:2551:71	КонтрЧерФаз I:Неисправность	SPS	O
КонтрСум I			
_:2431:82	КонтрСум I:>Блок. функцию	SPS	I
_:2431:54	КонтрСум I:Неактивно	SPS	O
_:2431:52	КонтрСум I:Режим работы	ENS	O
_:2431:53	КонтрСум I:Исправно	ENS	O
_:2431:71	КонтрСум I:Неисправность	SPS	O
КонтрАЦП Сум I			
_:2401:82	КонтрАЦП Сум I:>Блок. функцию	SPS	I
_:2401:54	КонтрАЦП Сум I:Неактивно	SPS	O
_:2401:52	КонтрАЦП Сум I:Режим работы	ENS	O
_:2401:53	КонтрАЦП Сум I:Исправно	ENS	O
_:2401:71	КонтрАЦП Сум I:Неисправность	SPS	O

6.2 Дифференциальная защита трансформатора

6.2.1 Обзор функций

Дифференциальная защита трансформатора (ANSI 87T):

- Обеспечивает защиту от многофазных повреждений и замыканий на землю трансформаторов, реакторов, коротких линий электропередачи, генераторов и электродвигателей.
- Обеспечивает защиту блоков генератор-трансформатор, трансформатор-реактор, трансформатор-реактор в нейтрали.
- Имеет возможность отстройки от бросков тока намагничивания и режима перенасыщения.
- Отстроена от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока, благодаря использованию специальных алгоритмов обнаружения насыщения трансформаторов тока.
- Надежно срабатывает при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами, благодаря наличию дополнительной быстродействующей ступени (дифференциальной отсечки).

В зависимости от используемого типа устройства может обеспечивать защиту оборудования различной конфигурации. Наиболее простая версия устройства (7UT85) позволяет реализовать защиту двухобмоточного трансформатора или автотрансформатора. Устройства 7UT86 могут работать с тремя сторонами защищаемого объекта или с 3 точками измерений. В случае применения на автотрансформаторах две функции дифференциальной защиты могут параллельно работать в функциональной группе автотрансформатора. Наиболее полная версия устройства (7UT87) может работать с количеством сторон защищаемого объекта до 5 или с 7 точками измерений. Более того, устройства 7UT87 могут работать с 2 функциональными группами **Защита трансформатора**.

6.2.2 Структура функции

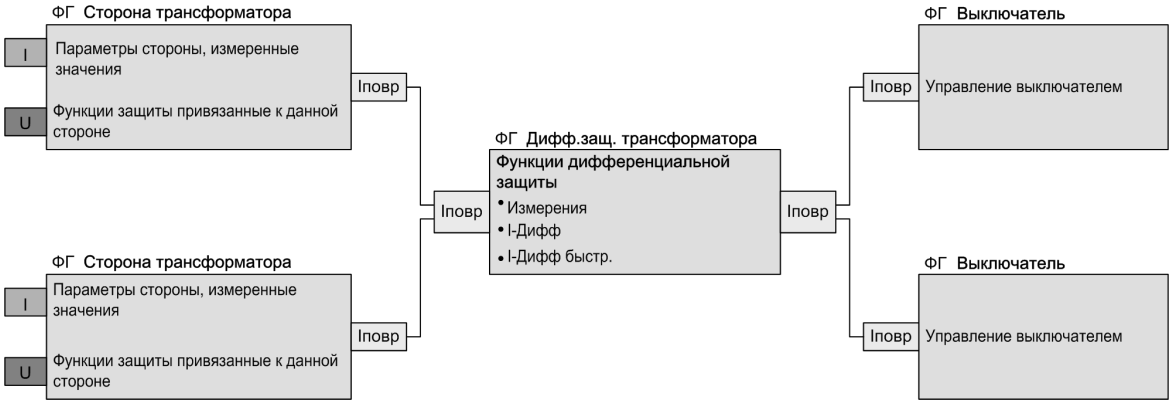
Функция **Дифференциальная защита трансформатора (87 ДЗТ)** используется в функциональной группе **ДифЗащТ.** или **ДифЗащАТ**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время конфигурирования.

Функция **87 ДЗТ** состоит из двух ступеней: Iдифф и Iдифф быстр. I-Дифф и I-Дифф быстр.. Данные ступени могут быть заблокированы, а также их можно независимо ввести или вывести из работы.

В функциональной группе **Сторона тр-ра** выполняются следующие действия:

- Выставляются уставки защиты соответствующей стороны трансформатора.
- Выполняются необходимые вычисления для соответствующей стороны трансформатора.
- Вся информация (уставки, измеренные токи) передается в функциональную группу **ДифЗащТ.**.
- Переключение групп уставок для адаптации дифференциальной защиты к текущему режиму

Защитные функции, относящиеся к какой-либо стороне трансформатора, например, дифференциальная защита от замыканий на землю, защита от перегрузки, максимальная токовая защита и др., могут выполняться в соответствующей функциональной группе **Сторона тр-ра**.



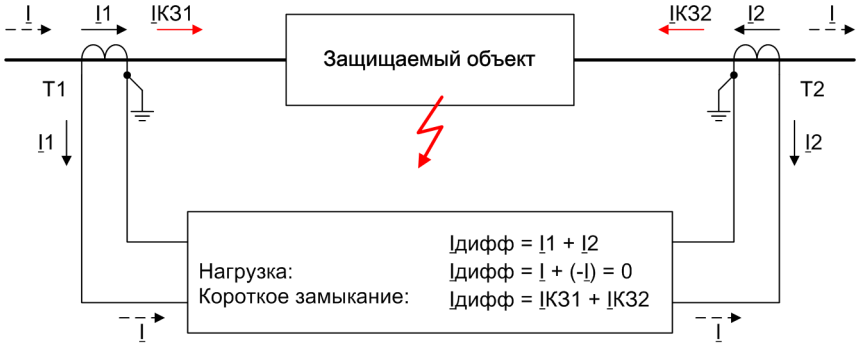
[dweinbfk-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-3 Структура/реализация функции

6.2.3 Описание функции

6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты

Принцип работы дифференциальной защиты основан на сравнении токов (относящихся к определенному узлу в соответствии с законом Кирхгоффа и с учетом коэффициента трансформации трансформатора). При сравнении токов используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток (пунктирная линия на *Рисунок 6-4*). Этот ток втекает с одной стороны рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в пределах защищаемого объекта. Разность токов вычисляется путем определения их направления. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное. Дифференциальный ток вычисляется путем векторного сложения.



[dwprin2s-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-4 Принцип действия дифференциальной защиты на примере двухстороннего защищаемого объекта

Для корректной работы требуется указать дополнительные параметры. Назначение этих дополнительных параметров описано в главе *6.2.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-Дифф)*.

Торможение защиты

Протекание значительных сквозных токов через защищаемый объект в случае внешнего повреждения при различной степени насыщения **T1** и **T2** (*Рисунок 6-4*) вызывает появление дифференциального тока $I_{дифф}$. Если значение данного тока превысит значение соответствующей уставки пуска, то, несмотря на отсутствие внутреннего повреждения, защита выдаст команду на отключение. В таких случаях для предотвращения излишних срабатываний защиты применяется торможение по току $I_{торм}$, которое определяет форму пусковой характеристики ($I_{дифф}$ ф = f($I_{торм}$).

В качестве тормозного тока выбирается наибольший ток из доступных точек измерения.

При использовании 2 точек измерения справедливо следующее:

Дифференциальный ток (ток отключения):

$I_{-дифф} = (\underline{I}_1 + \underline{I}_2)$

Тормозной ток:

$I_{торм.} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|)$

При использовании более 2 точек измерения тормозной ток определяется с учетом всех измеренных токов. Применение данного способа вычисления тормозного тока обеспечивает правильную работу защиты в случае внутреннего повреждения при использовании более 2 точек измерения и с различными условиями подпитки места повреждения.

$I_{торм.} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2| ; ... |\underline{I}_n|)$

Для пояснения принципа торможения дифференциальной защиты необходимо рассмотреть 3 ключевых режима ее работы с идеализированным токораспределением:

- Большой сквозной ток в случае отсутствия повреждения или внешнем КЗ:

  $\underline{I}_1$ втекает в защищаемую зону, $\underline{I}_2$ вытекает из защищаемой зоны, следовательно, в соответствии с принятыми допущениями $\underline{I}_2 = -\underline{I}_1$;

  То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 - \underline{I}_1| = 0$

  $I_{торм} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$

  Дифференциальный ток отсутствует ($I_{дифф} = 0$); тормозной ток ($I_{торм}$) равен сквозному току.

- Внутреннее повреждение, подпитываемое с двух сторон одинаковыми токами:

  Тогда $\underline{I}_2 = \underline{I}_1$; То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$;

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + \underline{I}_1| = 2 \cdot |\underline{I}_1|$

  $I_{торм} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$

  Величина, приводящая к отключению ($I_{дифф}ф$) вдвое больше тока КЗ и тормозного тока ($I_{торм}$).

- Внутреннее повреждение, подпитываемое только с одной стороны:

  Тогда $\underline{I}_2 = 0$

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + 0| = |\underline{I}_1|$

  $I_{торм} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1|$

  Величина, приводящая к отключению ($I_{дифф}$) и тормозной ток ($I_{торм}$) равны и соответствуют току КЗ.

Дополнительное торможение при внешних КЗ

При внешнем КЗ, сопровождающемся протеканием больших сквозных токов, возможно насыщение ТТ. Насыщение ТТ может в большей или меньшей степени влиять на измерения тока в точках измерения, что приводит к возникновению дифференциального тока. Точка, соответствующая данному дифференциальному току, может временно попадать в область срабатывания тормозной характеристики защиты, что в свою очередь (при отсутствии специальных мер) может привести к нежелательному отключению защищаемого объекта. В соответствии с *Рисунок 6-5* предусмотрено 2 основных варианта развития событий:

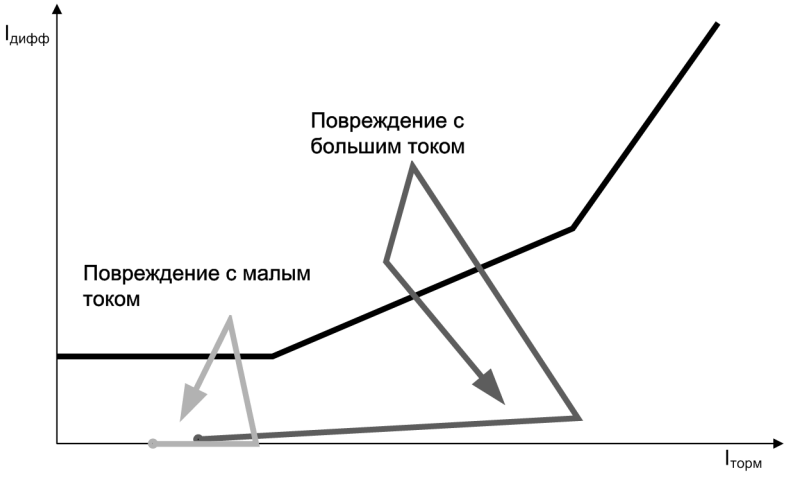
- Внешнее повреждение, сопровождающееся большим током КЗ.

  Сначала ток, протекающий с двух сторон защищаемого объекта, приводит к появлению большого тормозного тока. Затем ТТ входит в режим насыщения, что приводит к появлению дифференциального тока $I_{дифф}$, достаточного для попадания в область срабатывания тормозной характеристики защиты. Одновременно с этим происходит снижение тормозного тока $I_{торм}$. После того как ТТ выходят из режима насыщения дифференциальный ток снижается и выходит из области срабатывания тормозной характеристики.

- Внешнее повреждение, сопровождающееся малым током.

  ТТ могут входить в режим насыщения также и при протекании малых сквозных токов с длительно затухающей апериодической составляющей (включение трансформаторов, двигателей). Данный режим характеризуется изменением фазового угла тока. В таком случае также возможно появление дифференциального тока, достаточного для попадания в область срабатывания тормозной характеристики защиты.

Специальные алгоритмы определения насыщения ТТ позволяют обнаружить описанные выше режимы работы и временно заблокировать работу дифференциальной защиты.

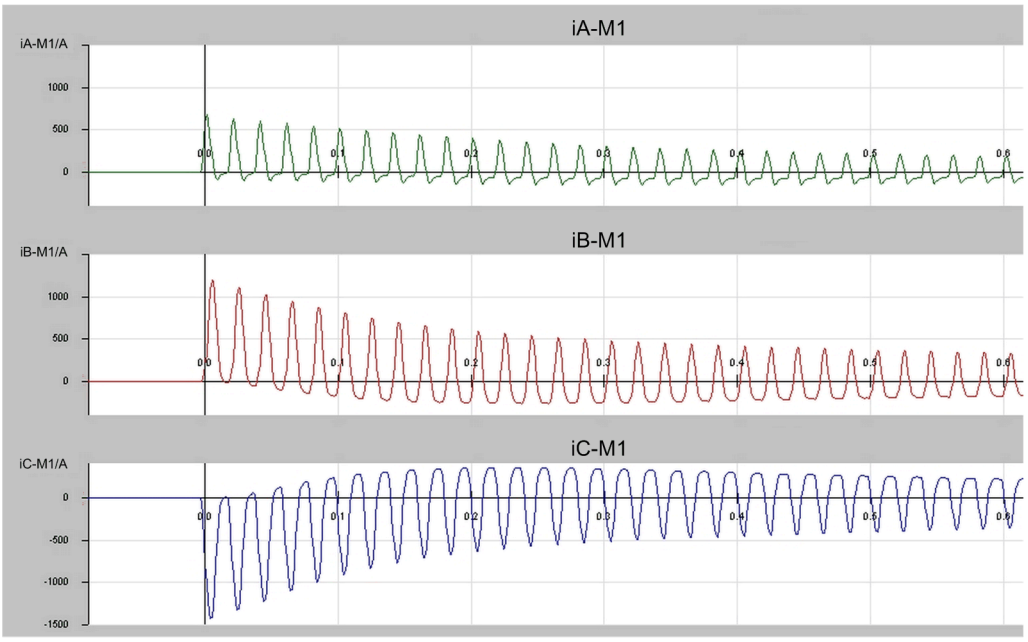


[dwislauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-5 Траектория движения рабочей точки при внешнем повреждении и временном насыщении ТТ с одной из сторон защищаемого объекта.

Торможение при броске тока намагничивания и перевозбуждении

При включении трансформатора под напряжение наблюдается бросок тока намагничивания, содержащий значительную апериодическую составляющую. Бросок тока намагничиваня формируется во всех фазах и немедленно приводит к возникновению дифференциального тока. Для мощных трансформаторов затухание апериодической составляющей может длиться до нескольких секунд. На следующем рисунке приведены характерные кривые броска тока намагничивания.



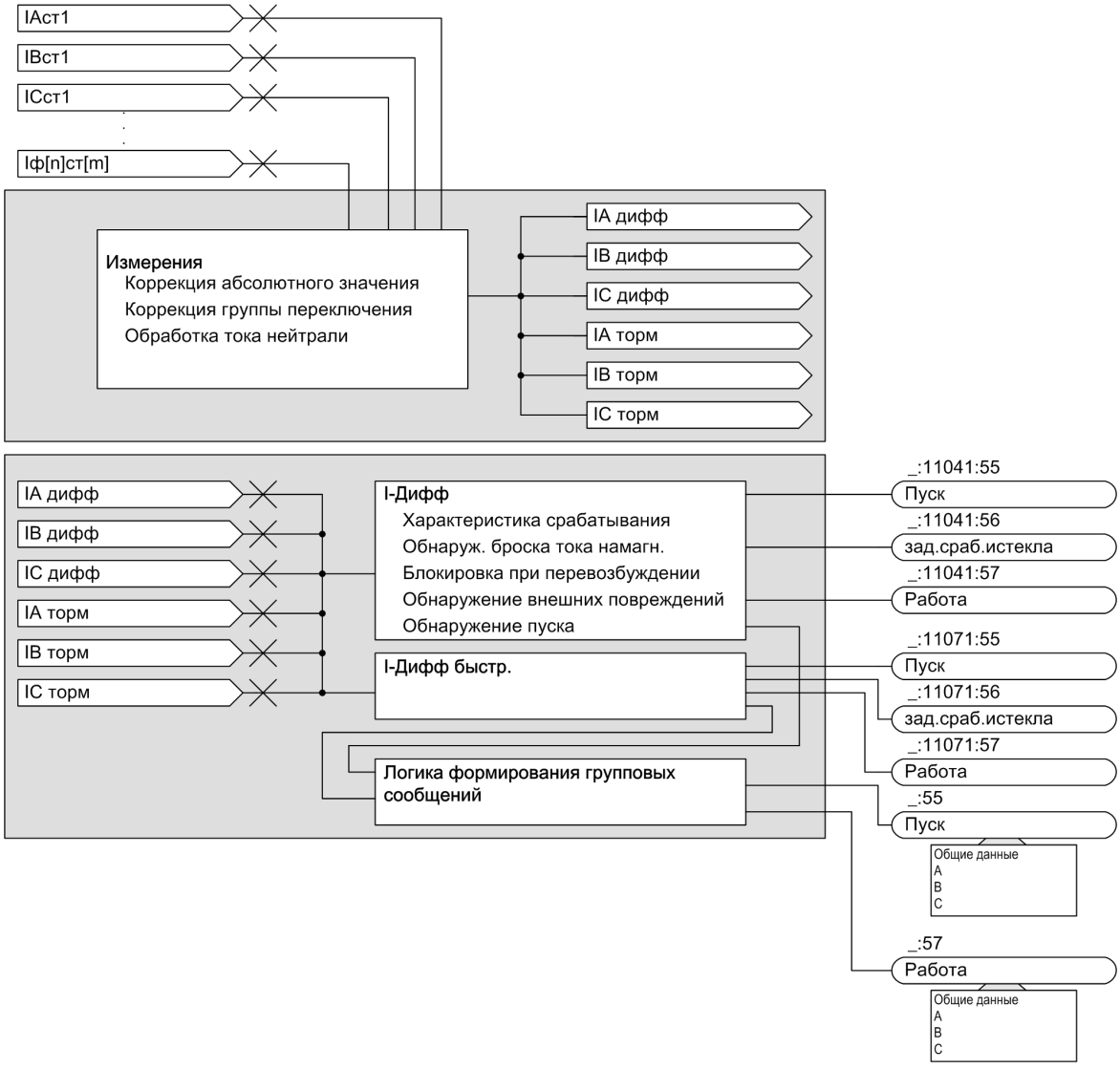
[dwscreen-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-6 Типовые графики броска тока намагничивания.

Работа трансформатора на повышенном напряжении может привести к тому, что трансформатор войдет в режим работы на нелинейной части характеристики намагничивания. Это приводит к увеличению тока намагничивания и, следовательно, к появлению повышенного дифференциального тока, что может стать причиной ложного срабатывания защиты.

Поэтому для блокировки работы дифференциальной защиты при постановке трансформатора под напряжение и его перевозбуждении используются специальные функции.

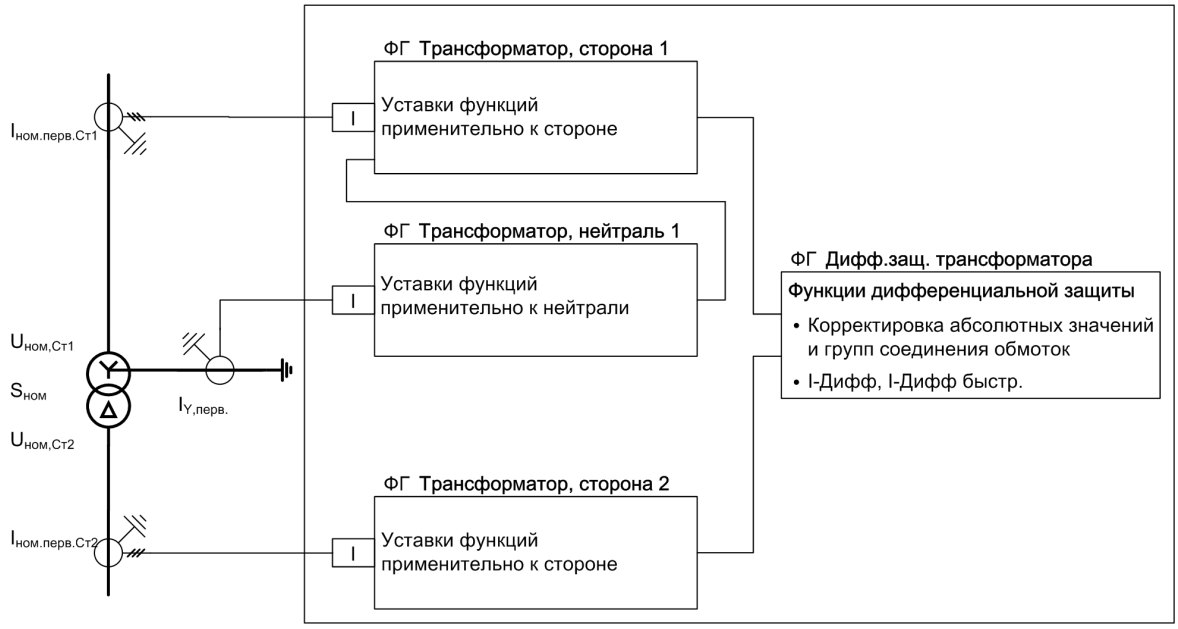
6.2.3.2 Логика Функция



[lomessgr-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-7 Логическая схема дифференциальной защиты трансформатора

Далее подробно описываются отдельные функциональные блоки дифференциальной защиты. В качестве примера (*Рисунок 6-8*) представлено описание дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора. В данном примере показана связь трансформатора тока, установленного в нейтрали, с фазными трансформаторам тока. Также представлены две функциональные группы, относящиеся к дифференциальной защите.



[dw2wtyd5-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-8 Соединения и структура функциональных групп на примере двухобмоточного трансформатора Yd5

6.2.3.3 Обработка измеренных величин

Коррекция абсолютного значения

Т. к. первичный номинальный ток ТТ не всегда удается подобрать точно в соответствии с номинальным током защищаемого объекта, функцией дифференциальной защиты выполняется приведение измеренных величин к номинальным параметрам защищаемого объекта. Данное преобразование осуществляется на каждом интервале дискретизации (т. е. для мгновенных значений). Функция дифференциальной защиты обрабатывает 20 выборок измеренных значений за период промышленной частоты. Дополнительно используются серии дискретизированных значений. Высокая точность измерений достигается во всем диапазоне допустимых частот от 10 до 80 Гц.

Ступень I-дифф быстр работает без частотного отслеживания, что обеспечивает быстроту срабатывания при низких частотах.

Коррекция абсолютного значения осуществляется в соответствии со следующей формулой:

$$i^{*}_{фx} = k\, i_{фx}$$

$$\text{где } k = \frac{I_{ТТ\,ном.перв,Ст.x}}{I_{ном.об.Ст.x}} = \frac{I_{ТТ\,ном.перв,Ст.x}}{\frac{S_{ном.баз.}}{U_{ном.Ст.x}\sqrt{3}}}$$

[fobetr07-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$i_{фx}$*	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
$i_{ф.x}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
к	Коэффициент коррекции для точки измерений.
$I_{ТТном.перв,Ст.x}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока в точке измерений
$S_{ном,баз.}$	Базисная мощность (максимальная номинальная полная мощность защищаемого объекта)
$U_{ном,Sx}$	Номинальное напряжение соответствующей стороны (точки измерений) защищаемого объекта

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве базисной обмотки многообмоточного трансформатора используется обмотка, имеющая наибольшую мощность. Если несколько обмоток имеют одинаковое абсолютное значение мощности, то за базисную принимается обмотка с наибольшим током. Абсолютные значения, измеренные установленным в нейтрали трансформатором тока, также корректируются в соответствии с приведенной ранее формулой. Если несколько обмоток имеют одинаковое абсолютное значение мощности, то за базисную принимается обмотка с наибольшим током. Абсолютные значения, измеренные установленным в нейтрали трансформатором тока, также корректируются в соответствии с приведенной выше формулой. При этом абсолютные значения приводятся к стороне, имеющей наибольшую мощность.

Коррекция РПН

При наличии РПН на стороне трансформатора, токи стороны также приводятся к текущему положению РПН. Для активации этой функции следует ввести уставки функциональной группы **Сторона тр-ра**. Настройки **`РПН, Базовое полож.`** и **`Разн.напряж.смежн.отп.`** содержатся в инструкции «Задание уставок и примечания по вводу общих уставок», подзаголовок «Параметры»: Более подробное описание РПН.

Введите уставку ступени, соответствующую номинальному напряжению, и уставку для напряжения ступени. При наличии этих уставок для каждого изменения позиции отпайки рассчитывается корректирующий коэффициент.

$$k_{(i)} = k_{\text{Базовая позиция}} \cdot \left(1 + \frac{(\text{Поз.}_{(i)} - \text{Баз.Поз.}) \cdot \Delta U}{U_{\text{ном}}}\right)$$

[foBasPo1-231013-01, 1, ru_RU]

где

$\text{Поз.}_{(i)}$	Текущее положение РПН
БазПоз	Базовая позиция РПН
ΔU	Разность напряжений ступени
$U_{\text{ном.}}$	Номинальное напряжение
$k_{\text{Базовая позиция}}$	Соответствует корректирующему коэффициенту для каждой точки измерения

Если РПН активирует подвижный контакт электропривода, то предыдущая ступень остается активной до момента получения сигнала о конце переключения.

При неисправном устройстве определения текущей позиции РПН могут возникать значительные рабочие токи. В этом случае можно выполнить одно из следующих действий:

1. Рассчитать среднее значение поправочного коэффициента

$$k_{\text{баз}} = k_{\text{Базовая позиция}} \cdot \frac{U_{\text{баз}}}{U_{\text{ном}}}$$

[foBasPo2-231013-01, 1, ru_RU]

$$U_{\text{баз}} = \frac{2}{\frac{1}{U_{\text{мин}}} + \frac{1}{U_{\text{макс}}}}$$

[foBasPo3-231013-01, 1, ru_RU]

2. Задать "нечувствительную" уставку кривой срабатывания с коэффициентом k_{tcr}

$$k_{tcr} = \frac{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}}{U_{\text{макс}} + U_{\text{мин}}}$$

[foBasPo4-231013-01, 1, ru_RU]

Коррекция векторных групп

Векторные группы возникают из-за различий электромагнитной связи обмоток с сердечником, а также из-за использования разных схем соединения обмоток (Y, D, Z). Поэтому непосредственно измеренные токи не могут быть использованы дифференциальной защитой для сравнения между собой. Коррекция векторной группы учитывает магнитную связь обмоток трансформатора и позволяет сравнивать измеренные токи. Коррекция выполняется таким образом, что каждая сторона приводится к группе соединения 0. Т. к. функция защиты работает с 3-фазными величинами, то преобразование выполняется при помощи матриц, предназначенных для работы с определенными векторными группами. Общее представление дает следующая формула. Коррекция абсолютного значения производится в пределах одного шага расчета:

$$\begin{bmatrix} i_A^* \\ i_B^* \\ i_C^* \end{bmatrix} = k * M_{TC} * \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$$

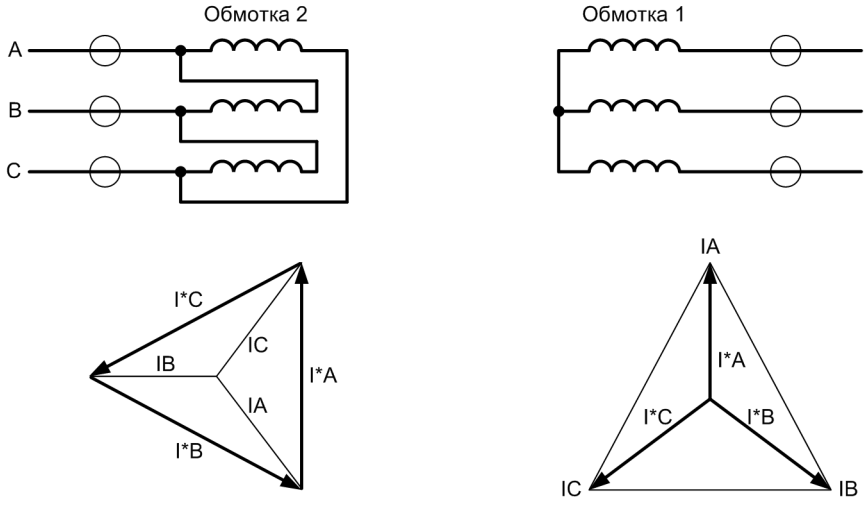
[foscha08-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

i_x^*	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
$i_{.x}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
k	Коэффициент коррекции абсолютного значения для точки измерения
M_{SG}	Корректировочная матрица.

В следующем примере (см. *Рисунок 6-9*) показан пример преобразования. В отличие от *Рисунок 6-8* нейтраль изолирована, поэтому в случае внешнего повреждения не будет протекать ток нулевой последовательности (ток КЗ), и, следовательно, не будет искажения измерений.

В данном примере не учитывается коррекция мгновенных значений токов. На стороне обмотки, соединенной в треугольник, токи приводятся к группе соединения 0. Если в зоне защиты находится заземляющий реактор, то использование в данной матрице измеренного тока нулевой последовательности позволяет повысить чувствительность защиты по сравнению с применением обычной корректировочной матрицы (см. *Рисунок 6-12*).



[dwyd5001-030912-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1-\sqrt{3} & 1 & 1+\sqrt{3} \\ 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} & 1 \\ 1 & 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix}$$

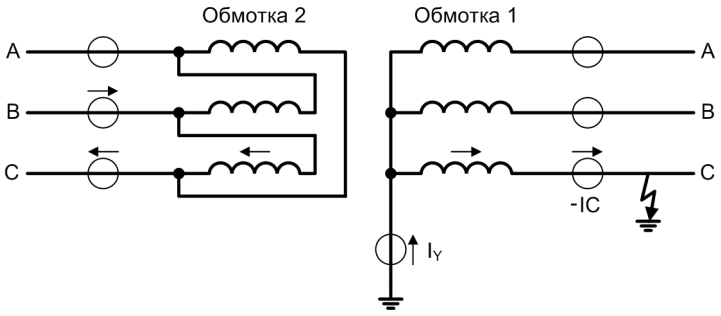
[foyd5001-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-9 Коррекция векторной группы обмоток для трансформатора Yd5 без учета амплитудной коррекции измеренных величин.

6.2.3.4 Ток нейтрали трансформатора

Учет тока нейтрали трансформатора

Если нейтраль трансформатора заземлена, то в случае внешнего замыкания на землю через нейтраль ток повреждения может втекать в защищаемую зону. В таких случаях данный ток необходимо учитывать при вычислении дифференциального тока. На рис. *Рисунок 6-10* показано внешнее повреждение, при котором возникает ток нулевой последовательности ($-\underline{I}_C = -3\underline{I}_0$). Данный ток соответствует току нейтрали ($\underline{I}_Y = 3\underline{I}_0$) и оказывает влияние на сумму токов, вычисляемую для определения дифференциального тока.



[dwsgayd5-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-10 Коррекция векторной группы для трансформатора Yd5.

Полная корректировочная матрица для заземленной стороны (со схемой Y), учитывающая все токи, для данного примера имеет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} I_Y \\ I_Y \\ I_Y \end{pmatrix}$$

[foanpa11-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$\underline{I}_y$ соответствует $-3\underline{I}_0$ в случае протекания сквозного тока. В случае **внутреннего** замыкания на землю ток нулевой последовательности учитывается в расчетах ($\underline{I}_0 = 1/3\ \underline{I}_Y$). При **внешнем** замыкании на землю ток нулевой последовательности исключается из расчета, т. к. ток $3\underline{I}_0 = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C$ (в рассматриваемом случае отрицательный), измеренный на зажимах трансформатора, компенсируется током нейтрали $\underline{I}_Y$. Таким образом обеспечивается абсолютная селективность защиты при внутренних замыканиях на землю, а в случае внешнего замыкания на землю ток нулевой последовательности автоматически исключается из расчетов.

Ток нулевой последовательности учитывается в расчетах при выполнении следующих условий:

- В функциональной группе **Сторона тр-ра** установлен параметр **`Нейтраль`** = ***`заземленная`***.
- Функциональная группа **Нейтраль трансформатора** подключена к соответствующей точке измерения и соеденена с функциональной группой **Сторона тр-ра** (см. *Рисунок 6-8*).
- В функциональной группе **ДифЗащТ.** задается параметр **`измер.ток НП стор.1`** = ***`да`***.

Повышение чувствительности к замыканиям на землю в защищаемой зоне может быть достигнуто использованием дифференциальной защиты от замыканий на землю (см. раздел *6.4.3 Описание функции*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения корректной работы дифференциальной защиты в нейтрали трансформатора должен быть установлен соответствующий ТТ (практически не подверженный насыщению). 1-фазные внутренние замыкания могут сопровождаться большими токами. При этом в случае насыщения ТТ возможно появление значительных высших гармонических составляющих тока, что может привести к блокировке дифференциальной защиты от функции обнаружения броска тока намагничивания. Кроме того, насыщение ТТ может привести к выдаче защитой сигнала отключения неповрежденных фаз. При этом в случае насыщения ТТ возможно появление значительных высших гармонических составляющих тока, что может привести к блокировке дифференциальной защиты от функции обнаружения броска тока намагничивания. Кроме того, насыщение ТТ может привести к выдаче защитой сигнала отключения неповрежденных фаз.

Ток нейтрали не измеряется

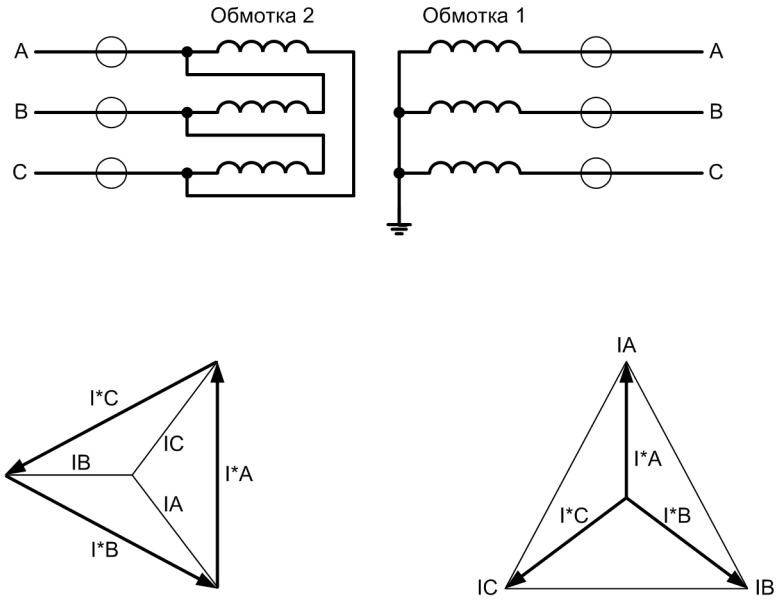
Часто возникают ситуации, когда ток нейтрали невозможно подвести к дифференциальной защите трансформатора. При этом в соответствии с *Рисунок 6-9* невозможно рассчитать полную всех токов, втекающих в защищаемую зону, т. к. не учитывается ток $\underline{I}_Y$. В таком случае для того, чтобы избежать появления дифференциального тока необходимо из фазных токов ($-\underline{I}_C = -3\underline{I}_0$) исключить ток нулевой последовательности.

На *Рисунок 6-11* показан пример трансформатора с векторной группой YNd5 с заземлением нейтрали на стороне звезды.

В левой части рисунка (сторона треугольника) токи нулевой последовательности компенсируют друг друга при вычислении разности токов. Ток нулевой последовательности не может вытекать из обмотки, соединенной в треугольник. Если отсутствует возможность измерения тока нулевой последовательности, то со стороны звезды его следует исключить из расчета. Это получается из корректировочной матрицы, например, для:

$\underline{I}^*_A$: 1/3 (2 $\underline{I}_A$ - 1 $\underline{I}_B$ - 1 $\underline{I}_C$) = 1/3 (3 $\underline{I}_A$ - $\underline{I}_A$ - $\underline{I}_B$ - $\underline{I}_C$) = 1/3 (3 $\underline{I}_A$ - 3 $\underline{I}_0$) = ($\underline{I}_A$ - $\underline{I}_0$)

Исключив ток нулевой последовательности, токи повреждения можно использовать в расчетах без каких-либо дополнительных алгоритмов. Если внутри защищаемой зоны есть заземленная точка (заземленная нейтраль трансформатора или реактор, установленный в нейтрали), то в случае внешнего замыкания на землю через трансформатор будет протекать ток повреждения. В примере, приведенном на *Рисунок 6-11*, ток нулевой последовательности появляется на правой стороне, а на левой – нет. Сравнение токов без компенсации тока нулевой последовательности и без учета тока нейтрали приведет к ложному срабатыванию (возникновению дифференциального тока в случае внешнего повреждения).



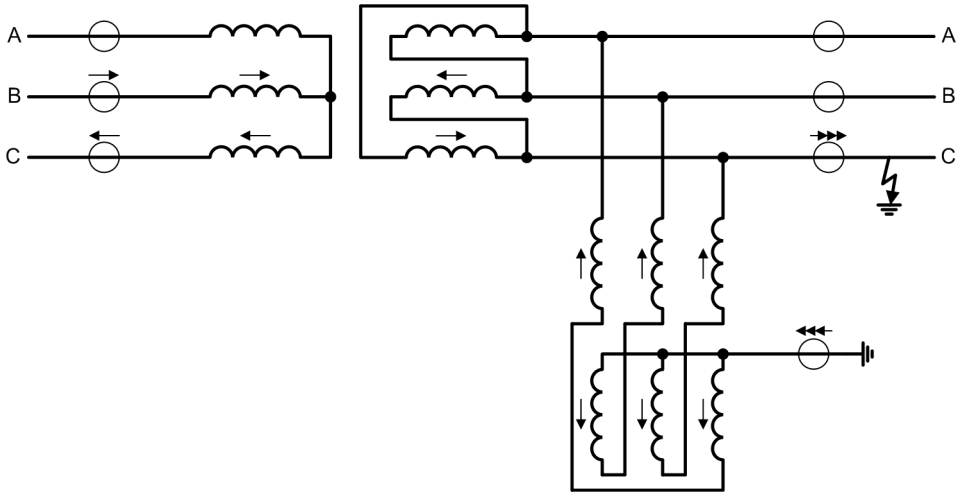
[dwyd5002-120120-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1-\sqrt{3} & 1 & 1+\sqrt{3} \\ 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} & 1 \\ 1 & 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

[foyd5002-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-11 Коррекция векторной группы для трансформатора YNd5

На рис. *Рисунок 6-12* показан пример внешнего замыкания на землю на стороне треугольника в случае установки в защищаемой зоне заземляющего реактора (с обмоткой, соединенной в зигзаг). В данном случае ток нулевой последовательности также появляется на правой стороне, а на левой – нет. Если заземляющий реактор находится за пределами защищаемой зоны (ТТ установлены между силовым трансформатором и заземляющим реактором), то токи нулевой последовательности не оказывают влияния на работу дифференциальной защиты, так как они не протекают через точки измерений (ТТ).



[dwtstern-120120-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-12 Распределение токов при внешнем замыкании на землю в случае установки в защищаемой зоне заземляющего реактора

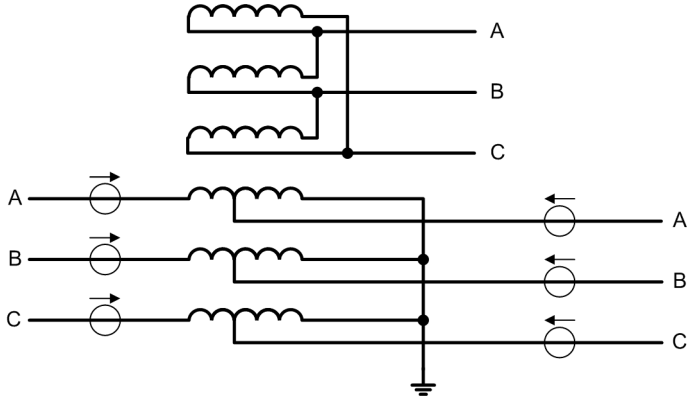
Недостатком применения компенсации тока нулевой последовательности является снижение чувствительности дифференциальной защиты к внутренним замыканиям на землю со стороны заземленной нейтрали. Так как ток нулевой последовательности составляет 1/3 тока повреждения, то чувствительность снижается до 2/3. Если в защищаемой зоне отсутствует заземленная нейтраль или в случае, когда доступно измерение тока нейтрали (*Рисунок 6-10*), нет необходимости применять компенсацию токов нулевой последовательности (см. *Рисунок 6-9*). Для того чтобы пробой **ограничителя перенапряжений, установленного в нейтрали трансформатора** не распознавался защитой как внутреннее повреждение, необходимо использовать компенсацию токов нулевой последовательности.

Если в функциональной группе **Сторона тр-ра** установлен параметр **Нейтраль** = ***заземленная*** и к функциональной группе не подключен ток нейтрали (см. *Рисунок 6-8*), то компенсация всегда выполняется. Если ток нейтрали соединен с функциональной группой **Сторона тр-ра** (например, для реализации дифференциальной защиты от замыканий на землю) и в функциональной группе **ДифЗащТ.** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***нет***, то компенсация также выполняется. В случае, когда установлен параметр **Нейтраль** = ***изолированная***, фазные токи обрабатываются непосредственно без учета токов нулевой последовательности. Указанную уставку следует выставлять, если к нейтрали трансформатора ничего не подключено.

6.2.3.5 Особенности защиты автотрансформаторов

Для того, чтобы дифференциальная защита могла корректно сравнивать токи разных сторон защищаемого объекта, они приводятся к обмотке (стороне), имеющей наибольшую номинальную полную мощность. Указанная мощность называется **номинальной мощностью защищаемого объекта**. Если несколько сторон имеют одинаковую номинальную полную мощность, то в качестве базисной принимается сторона с наибольшим номинальным током.

Автотрансформаторы могут иметь только векторную группу обмоток Y(N)y0 (*Рисунок 6-13*.) Заземление нейтрали влияет на все обмотки автотрансформатора, соединенные с частями электроэнергетической системы (высокого и среднего напряжения). При замыкании на землю происходит соединение двух частей электроэнергетической системы через общее заземление нейтрали.



[dwstern1-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-13 Автотрансформатор с заземленной нейтралью

Для полного учета всех токов, втекающих в защищаемую зону, необходимо также учитывать и ток $I_{торм.}$ нулевой последовательности. Если отсутствует возможность измерения тока нейтрали, то ток нулевой последовательности необходимо исключать из расчета. Таким образом, для обеих сторон автотрансформатора применяется корректировочная матрица с компенсацией токов нулевой последовательности. Так же как при использовании раздельных обмоток, чувствительность дифференциальной защиты к замыканиям на землю в защищаемой зоне снижается до 2/3 тока повреждения. Амплитуда тока нулевой последовательности будет составлять до 1/3 тока короткого замыкания.

Если ток нейтрали автотрансформатора подводится к устройству, то учитываются все токи, втекающие в защищаемую зону. Тогда токи нулевой последовательности в фазах компенсируются при внешних замыканиях на землю путем суммирования с током в нейтрали. При этом в случае внутреннего замыкания на землю обеспечивается максимальная чувствительность дифференциальной защиты.

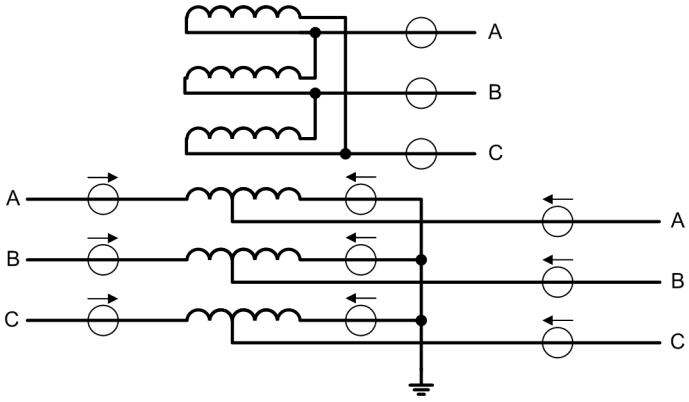
Для повышения чувствительности защиты к внутренним замыканиям на землю возможно применять дифференциальную защиту от замыканий на землю, использующую ток нейтрали.

Высокую чувствительность к замыканиям на землю возможно обеспечить при выполнении защиты трехфазной группы 1-фазных автотрансформаторов. При схеме наиболее вероятным является однофазное замыкание на землю. Замыкания между фазами исключаются по причине их физического разделения. В этом случае можно организовать дифференциальную токовую защиту по каждой обмотке, считывающей сумму всех токов, протекающих через узел (обмотку).

Для реализации данной схемы защиты необходимо сконфигурировать подключение 3-фазного тока к функциональной группе стороны нейтрали и выставить уставку параметра **(_:2311:186) Режим защиты** = ***Токовый узел***.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании уставки ***Токовый узел*** функция дифференциальной защиты не обеспечивает защиту компенсационной обмотки. Защита компенсационной обмотки выполняется отдельно.



[dwtspstr-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-14 Группа однофазных автотрансформаторов с трансформатором тока в нейтрали

6.2.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-Дифф)

Дифференциальный ток для каждой фазы вычисляется из измеряемых токов на основе мгновенных значений (см. раздел Обработка измеренных величин). За **положительное принимается направление тока к защищаемому объекту**. Составляющая основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{дифф}$) вычисляется посредством фильтра Фурье (интервал фильтрации = 1 период (20 мгновенных значений)).

Если к устройству подводится ток нейтрали, то данный ток учитывается при вычислении дифференциального и тормозного токов. В целях упрощения в следующих формулах ток нейтрали не учитывается. В качестве тормозного используется ток, полученный от той точки измерений, где он имеет наибольшее действующее значение. При этом также учитываются ток нейтрали и ток нулевой последовательности. В случае если ток в точке измерения, используемый в качестве тормозного тока, исчезнет вследствие насыщения ТТ, то в процессе выполнения вычислений автоматически осуществится переключение на другую точку измерения с наибольшим измеряемым током.

ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита не работает с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. В противном случае могут возникать ложные дифференциальные токи, вызываемые слишком быстрым насыщением трансформаторов.

$$I_{\text{диффф, фх}} = \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{\text{фх, ТТИ}} \rightarrow I_{\text{диффф, фх}} = \text{FIR}(i_{\text{диффф, фх}})$$

$$I_{\text{фх, ТТИ}} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} i^{*2}_{\text{фх, ТТИ}}(k)}$$

$$I_{\text{торм, фх}} = \underset{m=1}{\overset{N}{\text{МАКС}}} I_{\text{фх, ТТИ}}$$

[fogrds16-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения
n	Количество выборок за период (n = 20)
FIR	Фильтр Фурье
МАКС.	Определение максимального значения

Характеристика срабатывания

На *Рисунок 6-15* приведена характеристика срабатывания дифференциальной защиты устройства 7UT8x. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **Пороговое значение**) и учитывает наличие постоянного тока небаланса (дифференциального тока), появляющегося, например, из-за токов намагничивания.

Участок характеристики **b** (параметры **Пересеч.1 Iторм** и **Наклон 1**) учитывает погрешности ТТ, возникающие в нормальных условиях работы.

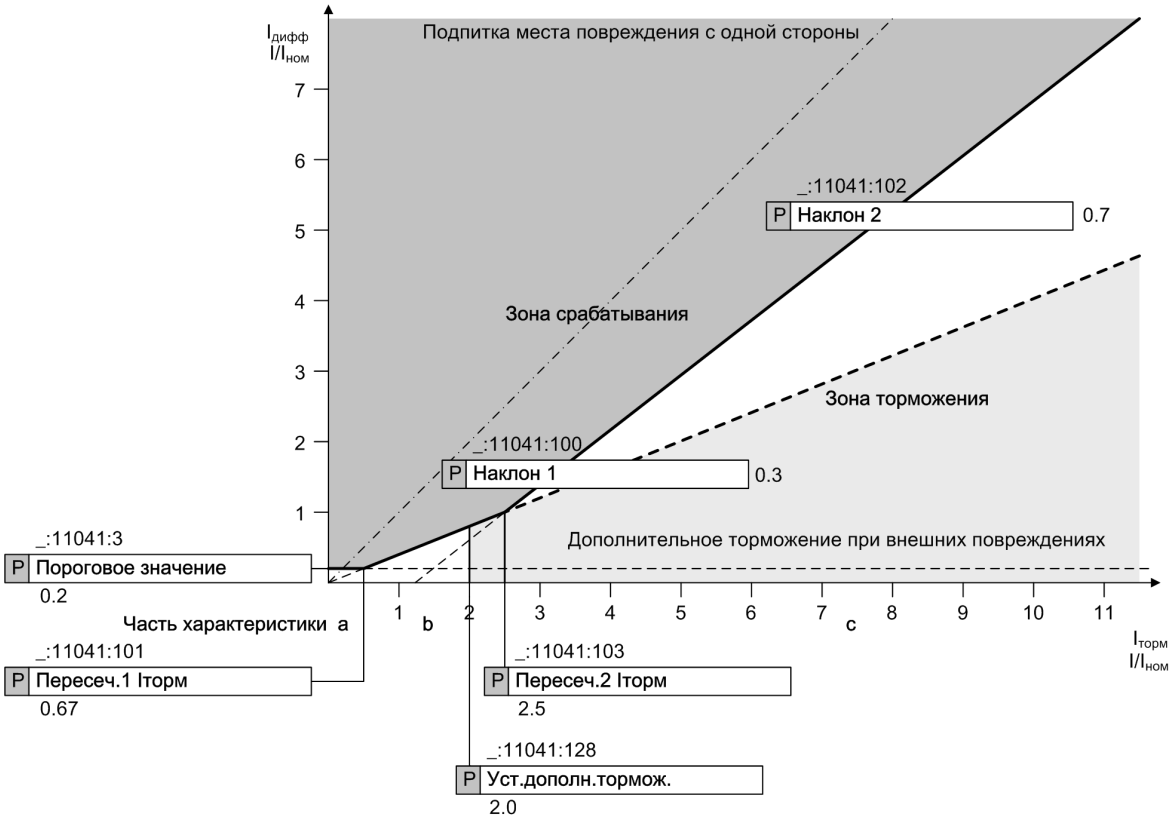
Данные погрешности могут быть вызваны:

- Погрешностями ТТ и входных трансформаторов устройства.
- Коррекцией отклонений и диапазоном регулирования трансформатора с РПН (но только в случае, если положение РПН не принимается во внимание дифференциальной защитой)

Участок характеристики **c** (параметры **Пересеч.2 Iторм** и **Наклон 2**) обеспечивает отстройку дифференциальной защиты от внешних КЗ, сопровождающихся большими токами, вызывающими насыщение ТТ. В данной части характеристики возможно насыщение ТТ, вызванное протеканием больших сквозных токов при внешнем повреждении, что может привести к появлению большого дифференциального тока.

Для предотвращения излишнего срабатывания при внешних повреждениях, сопровождающихся насыщением ТТ (также см. *Рисунок 6-5*), применяется логика **дополнительного торможения при внешних повреждениях**. Если рабочая точка сначала располагается в зоне дополнительного торможения, а затем пересекает кривую срабатывания, то срабатывание дифференциальной защиты блокируется на заданное время.

Зона дополнительного торможения настраивается при помощи параметров **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-15 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты.

Возврат защиты происходит в том случае, если рабочая точка находится ниже смещенной характеристики срабатывания с учетом коэффициента возврата, равного 0,7.

Обнаружение броска тока намагничивания

Функция обнаружения броска тока намагничивания анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. Бросок тока намагничивания, вызванный включением параллельного трансформатора (наведенный ток намагничивания) или восстановлением напряжения после ликвидации повреждения в сети (ток намагничивания восстановления), приводит к появлению значительного дифференциального тока. Применение функции коррекции векторной группы может вызывать появление дифференциального тока в неповрежденных фазах, поэтому возможна излишняя блокировка данных фаз.

Логика обнаружения броска тока намагничивания активируется при превышении рабочей точкой на тормозной характеристике границы срабатывания. Логика деактивируется при ее блокировке в случае обнаружения внешнего повреждения.

Для надежного обнаружения броска тока намагничивания параллельно работают 2 алгоритма:

- **Определение отношения составляющей 2-й гармоники к составляющей основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{2\ гарм}/I_{1\ гарм}$)**

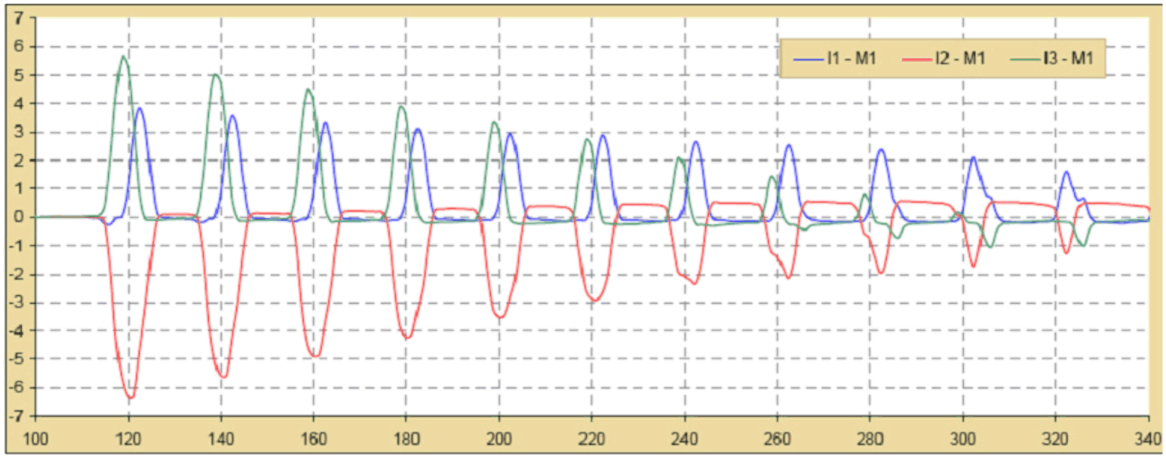
  На *Рисунок 6-6* представлены кривые броска тока намагничивания, для которых характерно содержание значительной доли 2-й гармонической составляющей. Если доля 2-й гармоники превышает пороговое значение (параметр: **`Содерж. 2 гарм.`**), выполняется пофазная блокировка защиты. Уровень содержания гармоник в токах разных фаз может различаться. Также возможно одновременное выполнение блокировки защиты во всех трех фазах при превышении доли содержания 2-й гармоники только в одной фазе (перекрестная блокировка). Время данной блокировки устанавливается при помощи параметра **`Вр.перекр.блок.2гарм.`**. Правильная уставка интервала фильтрации контролируется внутренним сигналом пуска.

- **Анализ формы кривой (анализ формы волны тока – CWA)**

  При включении трансформатора между импульсами тока появляются продолжительные паузы (см. *Рисунок 6-16*). Появление данных пауз одновременно во всех 3 фазах характерно для процесса включения. Рассматриваемый алгоритм дополняет алгоритм обнаружения БТН по содержанию 2-й гармоники, что обеспечивает надежное определение броска тока намагничивания в любых условиях. Вследствие применяемого метода измерений данный алгоритм осуществляет блокировку защиты во всех фазах одновременно. Метод использует внутренние, жестко заданные пороговые значения.

  Если метод CWA не позволяет найти плоские участкировно один период после появления замыкания, выполняется обнаружение **Внутреннего повреждения** и метод обнаружения броска тока намагничивания по 2 гармонике вместе с методом CWA блокируются, и отображается сообщение **`CWA обн.внут.пов.`**. Таким образом, блокировка или задержка срабатывания дифференциальной защиты предотвращаются, если процессы связаны с внутренними повреждениями или происходит насыщение ТТ.

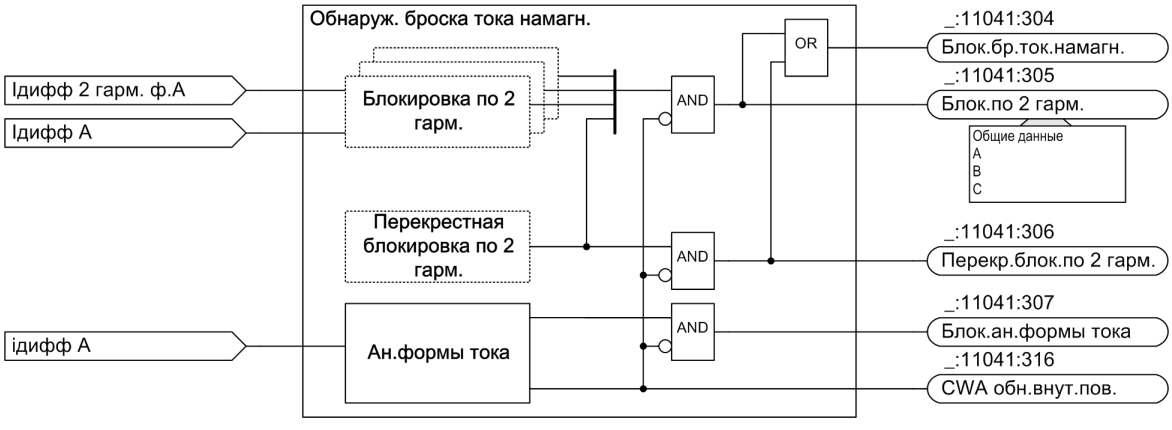
При необходимости использования только одного алгоритма второй алгоритм возможно вывести из работы. Для этого необходимо выставить уставку параметра **`По 2 гарм.`** = ***`нет`*** или **`По форме тока`** = ***`нет`***.



[scinrush-120120-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-16 Кривые бросков токов намагничивания с характерными паузами между импульсами тока.

На *Рисунок 6-17* представлены входные и выходные логические сигналы.



[loblkein-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-17 Логическая схема работы функции Обнаружение броска тока намагничивания.

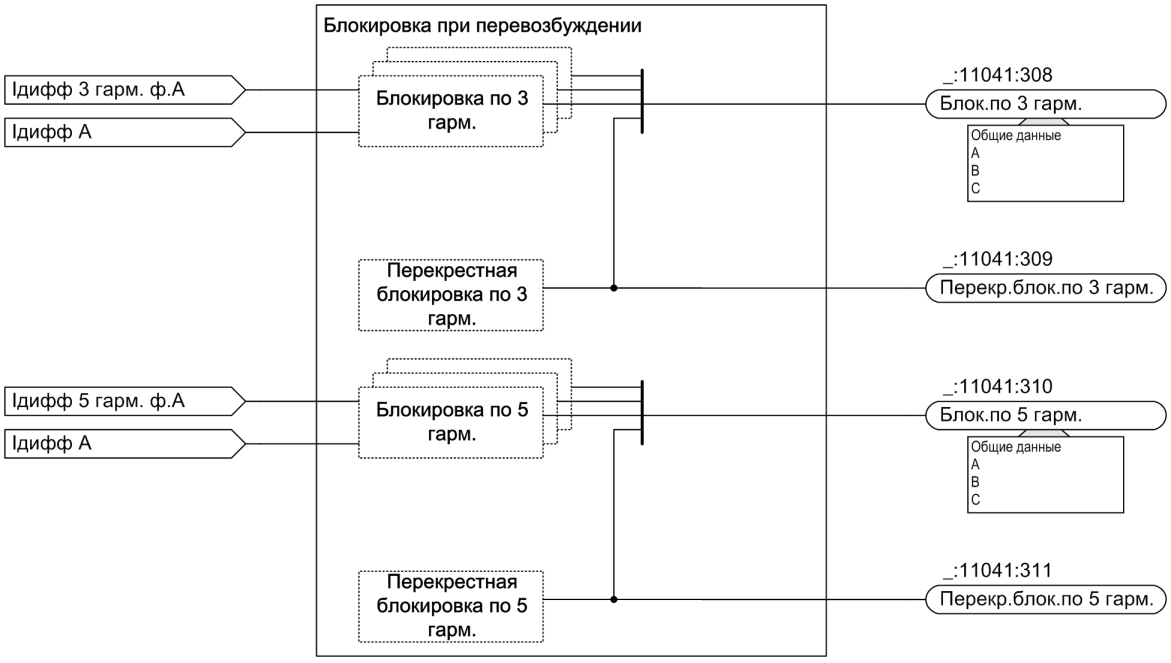
Блокировка при перевозбуждении

Перевозбуждение в установившемся режиме работы характеризуется наличием нечетных гармоник. Для обнаружения перевозбуждения возможно использовать 3-ю или 5-ю гармоники. Поскольку 3-я гармоника для трансформаторов может отсутствовать (например, в случае использования обмотки, соединенной в треугольник), то контролируется 5-я гармоника. Логика блокировки при перевозбуждении активируется при превышении рабочей точкой характеристики срабатывания. Логика деактивируется при ее блокировке в случае обнаружения внешнего повреждения.

Преобразовательные трансформаторы также являются источником нечетных гармоник, которые практически отсутствуют при внутренних коротких замыканиях.

При помощи фильтров Фурье 3-я и 5-я гармоники выделяются из мгновенных значений дифференциального тока, а затем вычисляется доля указанных гармоник в сравнении с основной компонентой промышленной частоты. При превышении данным соотношением порогового значения (**`Содерж. 3гарм.`** или **`Содерж.5гарм.`**) выдается пофазный сигнал блокировки защиты. Также возможно выполнить блокировку одновременно всех 3 фаз посредством перекрестной блокировки (параметр: **`Вр.перекр.блок.3гарм.`** или **`Вр.перекр.блок.5гарм.`**). В отличие от 2 гармоники, стабилизация при перевозбуждении выводится из работы в случае, если значение дифференциального тока (составляющая промышленной частоты) превысит предельное значение (параметр: **`Огр.Iдифф3и5гарм.`**).

На *Рисунок 6-18* представлены входные и выходные логические сигналы.



[lofehler-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-18 Работа функции при различных аварийный условиях

Обнаружение внешнего короткого замыкания

Для обеспечения надежности обнаружения внешних КЗ при насыщении трансформатора измеренная кривая оценивается на уровне Дифф.-Торм. с помощью специального детектора. Детектор выполняет 2 важных функции:

- **Блокировка защиты при достоверном определении наличия внешнего КЗ, сопровождающегося большими токами**

  Непосредственно после момента возникновения повреждения осуществляется пофазный контроль дифференциального и тормозного токов (положение рабочей точки в координатах I-дифф (txt30_115)–Iторм). Для обеспечения надежного обнаружения режима насыщения в случае малых интервалов времени, на протяжении которых ТТ находится в ненасыщенном состоянии, применяется метод анализа отношений конечных разностей мгновенных значений.

  Если оценка тормозного тока превысит значение параметра **`Уст.дополн.тормож.`** и ожидаемые значения дифференциальных токов всех фаз будут одновременно находиться в зоне дополнительного торможения (параметр **`Наклон 1`**) (*Рисунок 6-15*), детектор активируется и выдается сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x*. При этом дифференциальная защита блокируется.

  При возникновении и устранении внешнего КЗ соответствующей защитой дополнительная стабилизация выводится из работы. Если коэффициент возврата (0,7) действующего значения тормозного тока не достигает параметра **`Уст.дополн.тормож.`** (*Рисунок 6-15*), дополнительная стабилизация выводится из работы. Сообщение *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* сбрасывается.

  Если в случае насыщения ТТ дифференциальный ток выйдет за пределы **`Наклон 1`** (т. е. пуск защиты по ф.x, блокировка будет введена на ограниченное время (параметр: **`Время дополн.торм.`**).

  При появлении сообщения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* возможно выполнить блокировку защиты для остальных фаз при помощи параметра **`Вр.перекр.блк.доп.торм.`**. Если дифференциальные токи, возникающие вследствие насыщения трансформатора, распространяются на другие фазы путем коррекции векторной группы или исключения тока нулевой последовательности, такая блокировка необходима.

- **Снятие блокировки при переходе внешнего повреждения во внутреннее повреждение**

  Внутреннее КЗ может возникнуть как следствие внешнего КЗ. Возникновение такого внутреннего повреждения должно быть обнаружено и блокировка должна быть снята. Наиболее тяжелым случаем является повреждение, сопровождающееся насыщением ТТ. Функция обнаружения насыщения ТТ анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. В случае работы трансформатора в режиме насыщения указанные мгновенные значения не превышают соответствующий внутренний порог на протяжении интервала времени, когда трансформатор находится в ненасыщенном состоянии. Если же данный порог превышается постоянно, и защита находится в состоянии пуска, то принимается решение о наличии внутреннего повреждения. При использовании перекрестной блокировки дифференциальные токи других фаз контролируются аналогичным образом.

  При обнаружении перехода внешнего повреждения во внутреннее повреждение снимается блокировка отключения защиты (включая перекрестную блокировку) и сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x*.

Обнаружение апериодической составляющей

В соответствии с *Рисунок 6-5*, внешние повреждения, сопровождающиеся малыми сквозными токами с большой апериодической составляющей, также могут вызвать попадание рабочей точки в область срабатывания. В таких случаях рабочая точка не попадает в область дополнительного торможения.

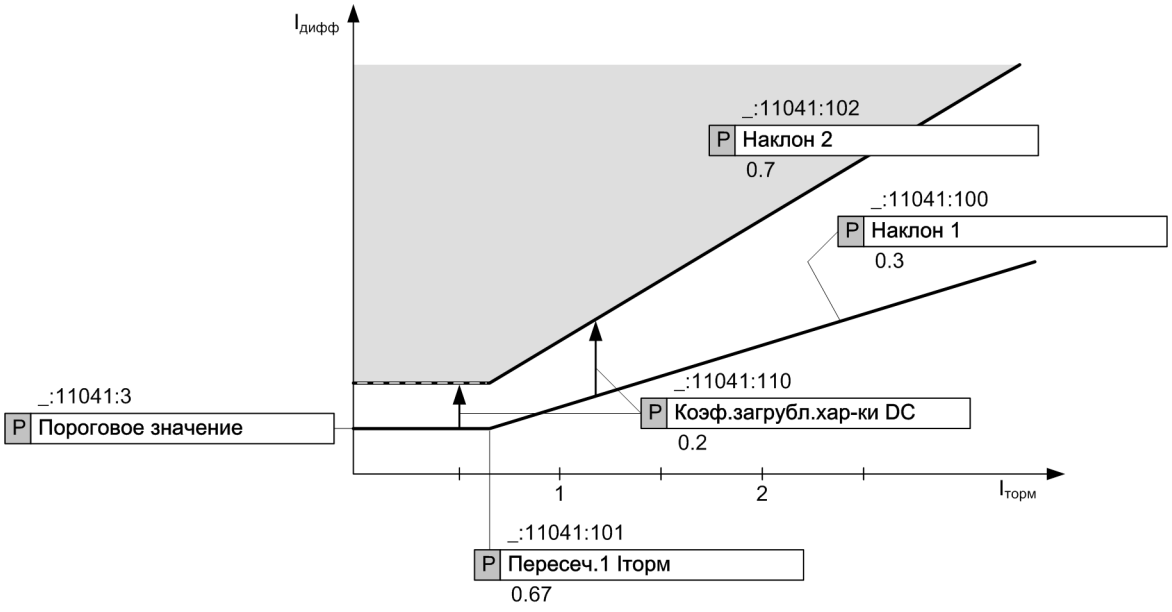
Для предотвращения излишних срабатываний защиты выполняется следующее:

- Контролируется скачок тормозного тока $I_{торм.ф.x}$.
- При обнаружении скачка тормозного тока рассчитывается апериодическая составляющая с задержкой времени в 1 период от измеренного мгновенного значения тормозного тока (наибольшего из токов, измеренных во всех точках измерения) $i_{торм.ф.x} = i_{ф.x,Mm}$. Результатом вычислений является ток $I_{торм.DC,ф.x}$. Данный ток сравнивается с тормозным током $I_{торм.ф.x}$, и контролируется его превышение внутреннего порогового значения.
- Дифференциальный ток всех 3 фаз $I_{дифф,ф.ф.x}$ должен быть ниже кривой характеристики возврата (характеристика срабатывания с коэффициентом 0,7).

- Если первые три вычисленных точки дают положительный результат, то характеристика срабатывания увеличивается на коэффициент **Коэфф.загрубл.хар-ки** (по умолчанию имеет значение ***2,3***). При этом увеличиваются только уставка срабатывания и наклон 1 (см. *Рисунок 6-19*). Выдается сообщение *Загрубл.хар-ки (DC)* . Если произведение коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки** и **Наклон 1** превысит значение **0,85**, уставка параметра **Наклон 1** будет ограничена максимальным значением 0,85.
- В качестве дополнительного критерия контролируется наличие сигнала *Пуск* (есть внутреннее повреждение) или сигнала действия дополнительного торможения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.х* (внешнее повреждение, сопровождающееся большим сквозным током). При наличии одного из двух указанных сигналов характеристика срабатывания не увеличивается. Появление сигнала пуска защиты после того, как характеристика уже была увеличена, не приводит к ее обратному смещению вниз. Пуск защиты при обнаружении апериодической составляющей происходит только в том случае, если рабочая точка выходит за пределы поднятой кривой характеристики срабатывания.

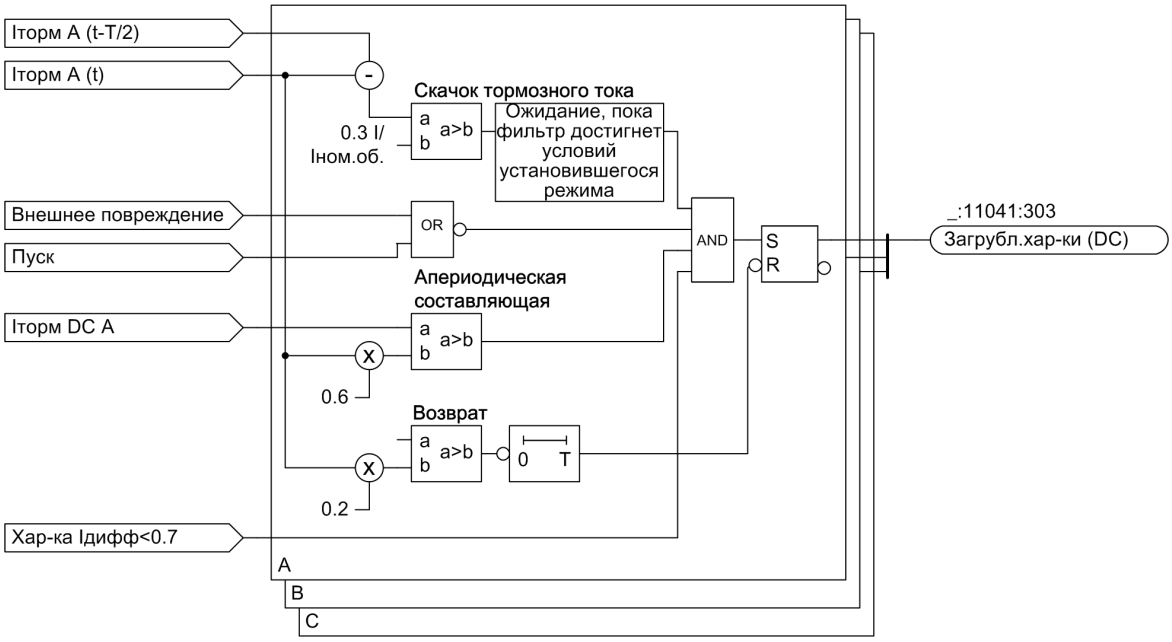
Если значение апериодической составляющей $I_{торм.DCф.x}$ становится ниже внутреннего порота возврата, то начинается отсчет выдержки времени на возврат, определяемой следующим образом:

Предполагается, что процессы размагничивания и намагничивания трансформатора длятся примерно одинаковое время. Намагниченность максимальна в момент времени, когда достигается внутренний порог возврата. Время определяется от момента обнаружения апериодической составляющей до момента достижения внутреннего порогового значения возврата. К этому времени добавляется 5 периодов для определения задержки на возврат. После этого увеличение характеристики срабатывания сбрасывается в исходное состояние. *Рисунок 6-20* отображает вид общей логики.



[dwdcerkn-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-19 Увеличение характеристики срабатывания при обнаружении апериодической составляющей



[lodcerkn-170712-01.tif, 1, ru_RU]

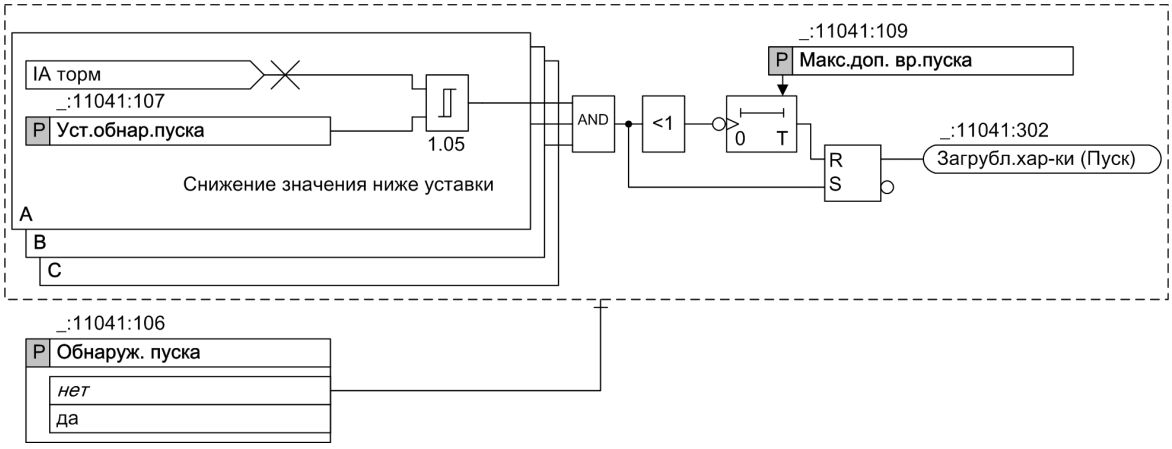
Рисунок 6-20 Логическая схема работы функции обнаружения апериодической составляющей.

Распознавание включения

Для дифференциальной защиты двигателей целесообразно увеличивать значение пуска при их включении. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях для дифференциальной защиты является сквозным. Появление дифференциального тока возможно в случае, если ТТ при включении имеют различную остаточную намагниченность, и, следовательно, работают на различных участках характеристики намагничивания. Указанный дифференциальный ток имеет небольшое значение, однако при достаточно малой уставке срабатывания дифференциальной защиты он может привести к ее ложному срабатыванию.

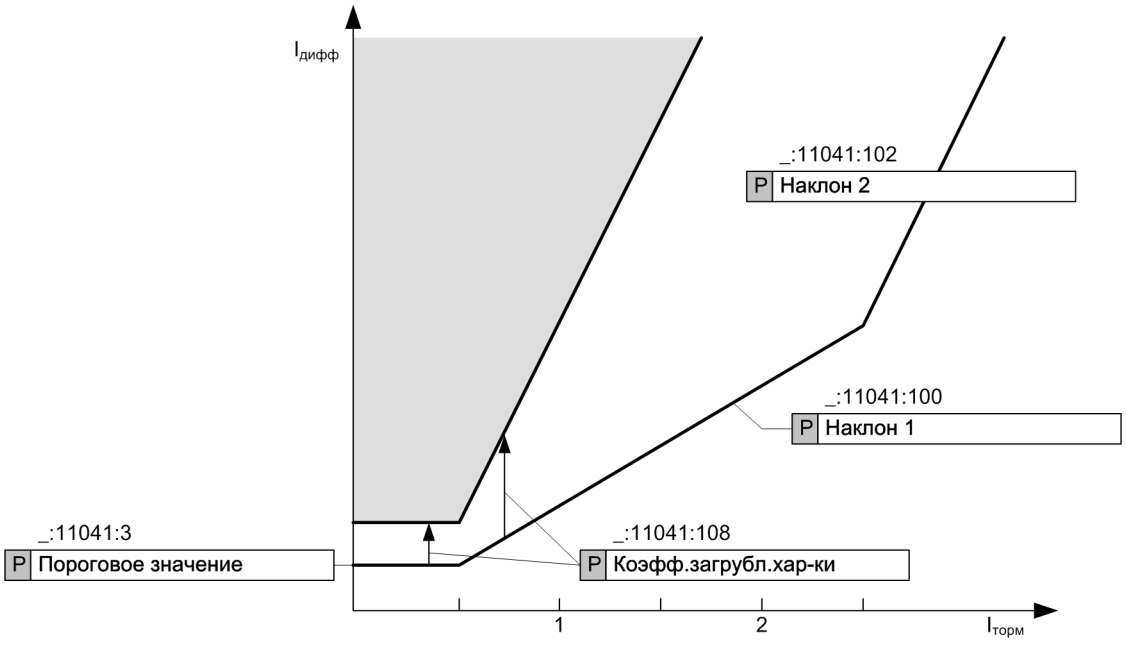
Для предотвращения ложного действия защиты при постановке оборудования под напряжение возможно использовать функцию увеличения уставки срабатывания при включении. Уставка пуска увеличивается, как только тормозной ток во всех фазах станет меньше задаваемой уставки **`Уст.обнар.пуска`**. При этом уставки **`Пороговое значение`** и **`Наклон 1`** увеличиваются на заданное значение с учетом коэффициента, задаваемого параметром **`Коэфф.загрубл.хар-ки`**. Однако в данном случае значение параметра **`Наклон 1`** не может превышать 0.85.

Если параметр **`Уст.обнар.пуска`** превышен, происходит возврат пуска и запускается отсчет времени (параметр: **`Макс.доп. вр.пуска`**). По истечению этого времени характеристика срабатывания, увеличенная для всех фаз, сбрасывается в исходное состояние. *Рисунок 6-21* показывает логическую схему обнаружения пуска и *Рисунок 6-22* увеличение характеристики.



[loanlauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-21 Логическая схема работы функции определения включения



[dwanlken-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-22 Увеличение характеристики срабатывания при включении

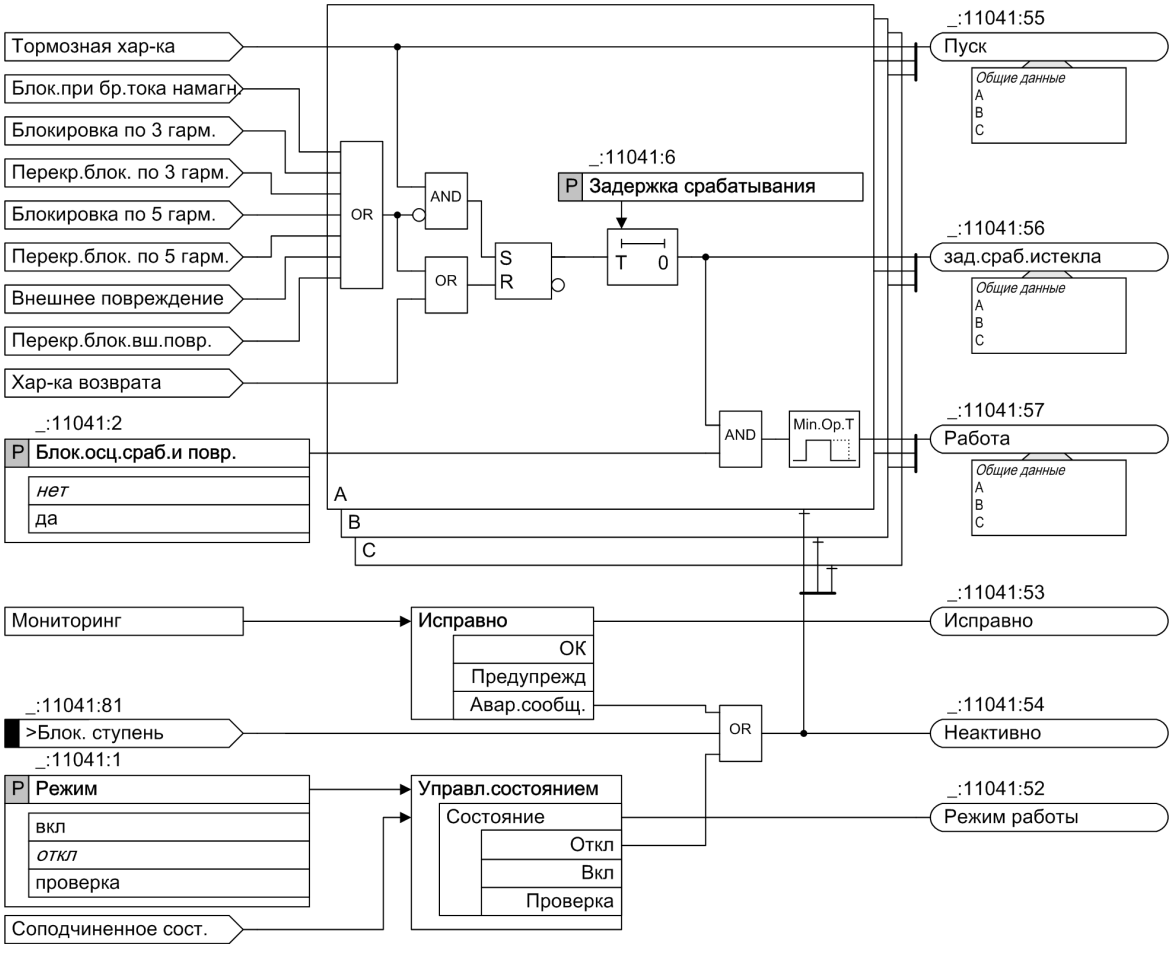
Логика функции дифференциальной защиты I-Дифф

На *Рисунок 6-23* показана логическая схема отключения. Если рабочая точка находится выше характеристики (см. *Рисунок 6-15*), происходит пуск защиты. Выдача сигнала отключения может быть заблокирована другими функциями.

Блокирование выдачи сигнала отключения возможно в следующих случаях:

- Обнаружение броска тока намагничивания (2-я гармоника, анализ формы волны тока).
- Обнаружение высших гармонических составляющих (3-я и 5-я гармоники (обнаружение перевозбуждения)).
- Обнаружение внешних КЗ, которые при насыщении трансформатора могут распознаваться как внутренние КЗ.

Также при выставлении соответствующих уставок блокировка защиты может быть вызвана действием **перекрестной блокировки**.

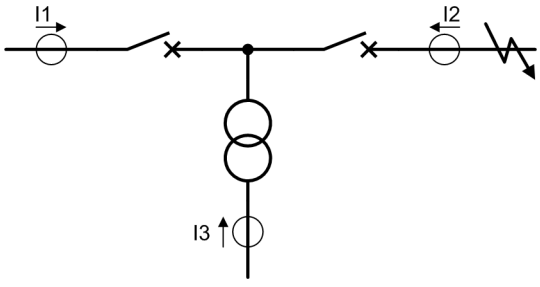


[loauslid-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-23 Логика срабатывания дифференциальной защиты (I-Дифф)

6.2.3.7 Функция дифференциальной защиты (I-Дифф быстр.)

В дополнение к функции дифференциальной защиты (I-дифф) доступна функция I-дифф быстр. Основная задача данной функции состоит в очень отключении внутренних КЗ, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты контролирует насыщение ТТ и отстроена от внешних поперечных повреждений (см. *Рисунок 6-24*).



[dwextfeh-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-24 Внешнее повреждение для полуторной схемы

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i\text{-}_{дифф}$ (txt30_115)ф(t) и тока торможения $i_{торм}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы. За положительное принимается направление тока к узлу. В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения.

$$i_{дифф,\,фх}(t) = \left| \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

$$i_{торм,\,фх}(t) = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}} \left| i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

[fomome27-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения

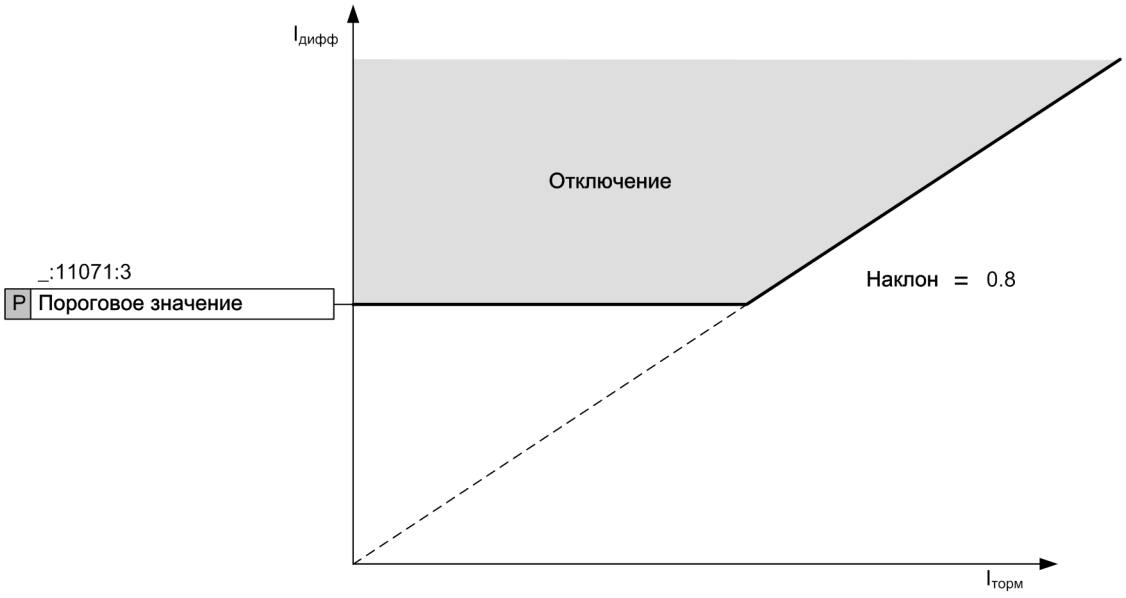
Для отстройки от внешних КЗ, сопровождающихся насыщением ТТ, анализируется величина тормозного тока (см. *Рисунок 6-24*).

На *Рисунок 6-25* представлена кривая срабатывания. Уставка параметра **Пороговое значение** выбирается таким образом, чтобы она была больше максимально возможного сквозного тока повреждения. Наклон характеристики имеет фиксированное значение 0,8.

В алгоритме выполняется обработка следующих условий:

- Условие 1: Непрерывно контролируется скорость изменения тормозного тока $di_{торм}(t)/dt$ и сравнивается с внутренним пороговым значением.
- Условие 2: После этого определяется соотношение между дифференциальным и тормозным токами (характеристика **Наклон** в *Рисунок 6-25*): $i_{дифф}(t) > 0{,}8 \cdot i_{торм.}(t)$.
- Условие 3: После этого определяется превышение дифференциальным током уставки **Пороговое значение** путем сравнения.

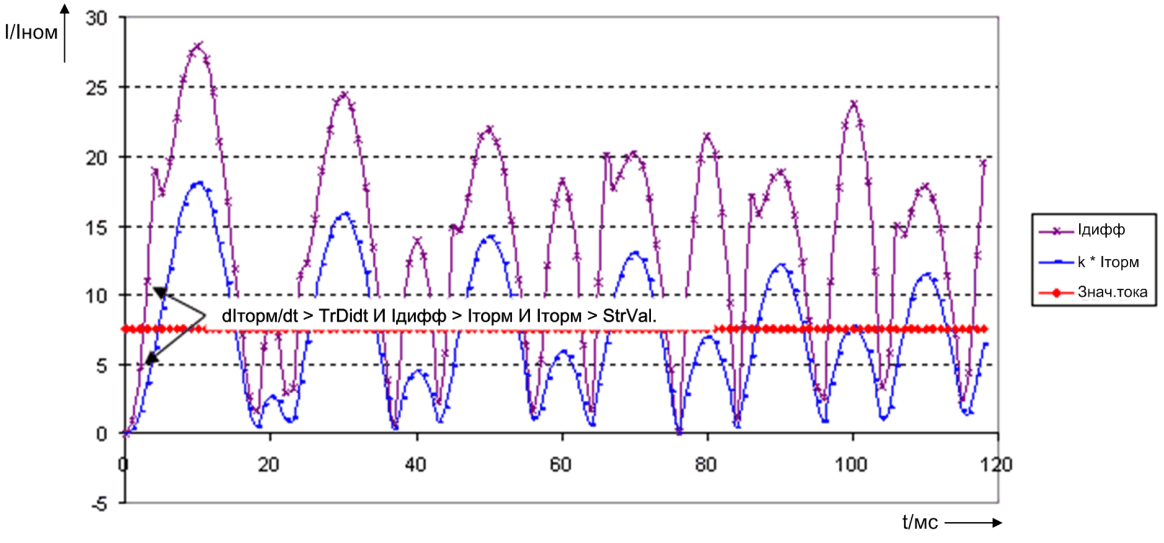
При выполнении всех описанных выше условий мгновенно выдается сигнал на отключение. В случае, если 1-е условие выполнено, а второе – нет, функция блокируется на 300 мс.



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

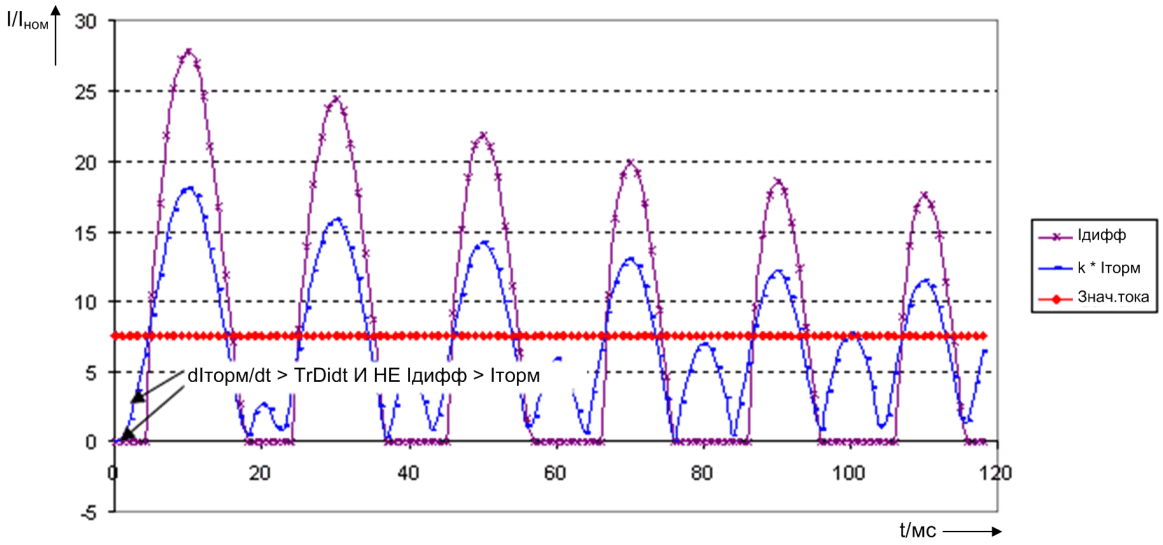
Рисунок 6-25 Характеристика срабатывания I-дифф быстр.

На следующих 2 рисунках приведены кривые токов при внутреннем и внешнем КЗ. При внутреннем КЗ (*Рисунок 6-26*) дифференциальный ток возрастает быстрее тормозного тока. Сигнал на отключение выдается после измерения нескольких мгновенных значений. При внешнем КЗ дифференциальный ток появляется только после того, как ТТ войдут в режим насыщения. Однако информация о токах является достоверной на протяжении нескольких миллисекунд после возникновения повреждения. В соответствии с *Рисунок 6-27* тормозной ток больше дифференциального тока, но поскольку 2-е условие не выполняется, защитная функция блокируется.



[dwinnfel-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-26 Кривые токов при внутреннем КЗ, сопровождающимся насыщением ТТ (k= 0,65).



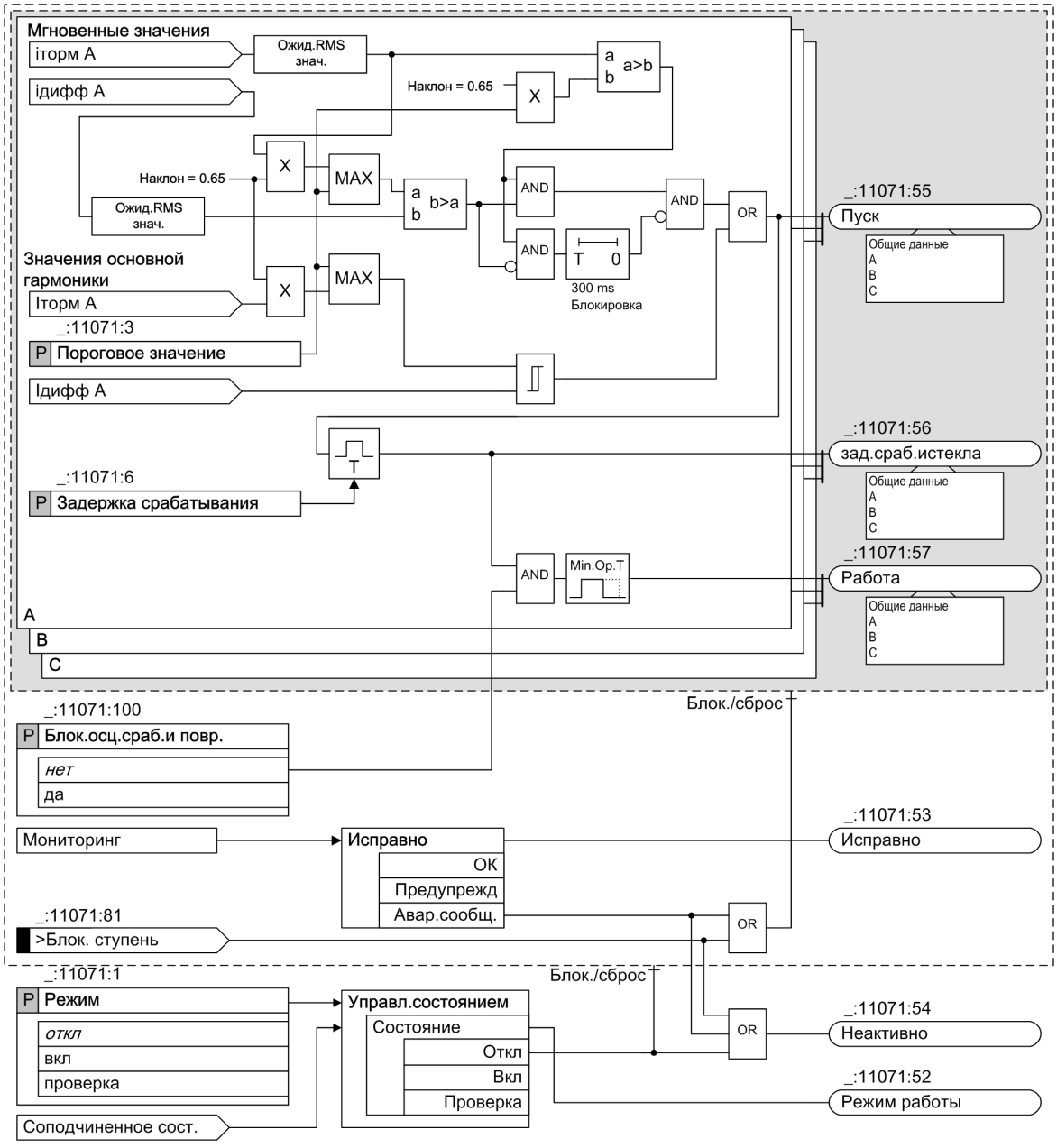
[dwextfel-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-27 Кривые токов при внешнем КЗ, сопровождающимся насыщением ТТ (k= 0,65).

Составляющие промышленной частоты

Данный метод использует временную задержку и применяется параллельно с методом измерения мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для ступени I-Дифф. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ и величины тормозного тока $I_{торм}$ (максимального из всех измеренных токов в точках измерения) в соответствии с характеристикой срабатывания *Рисунок 6-25*.

На *Рисунок 6-28* показана общая логическая схема защиты.

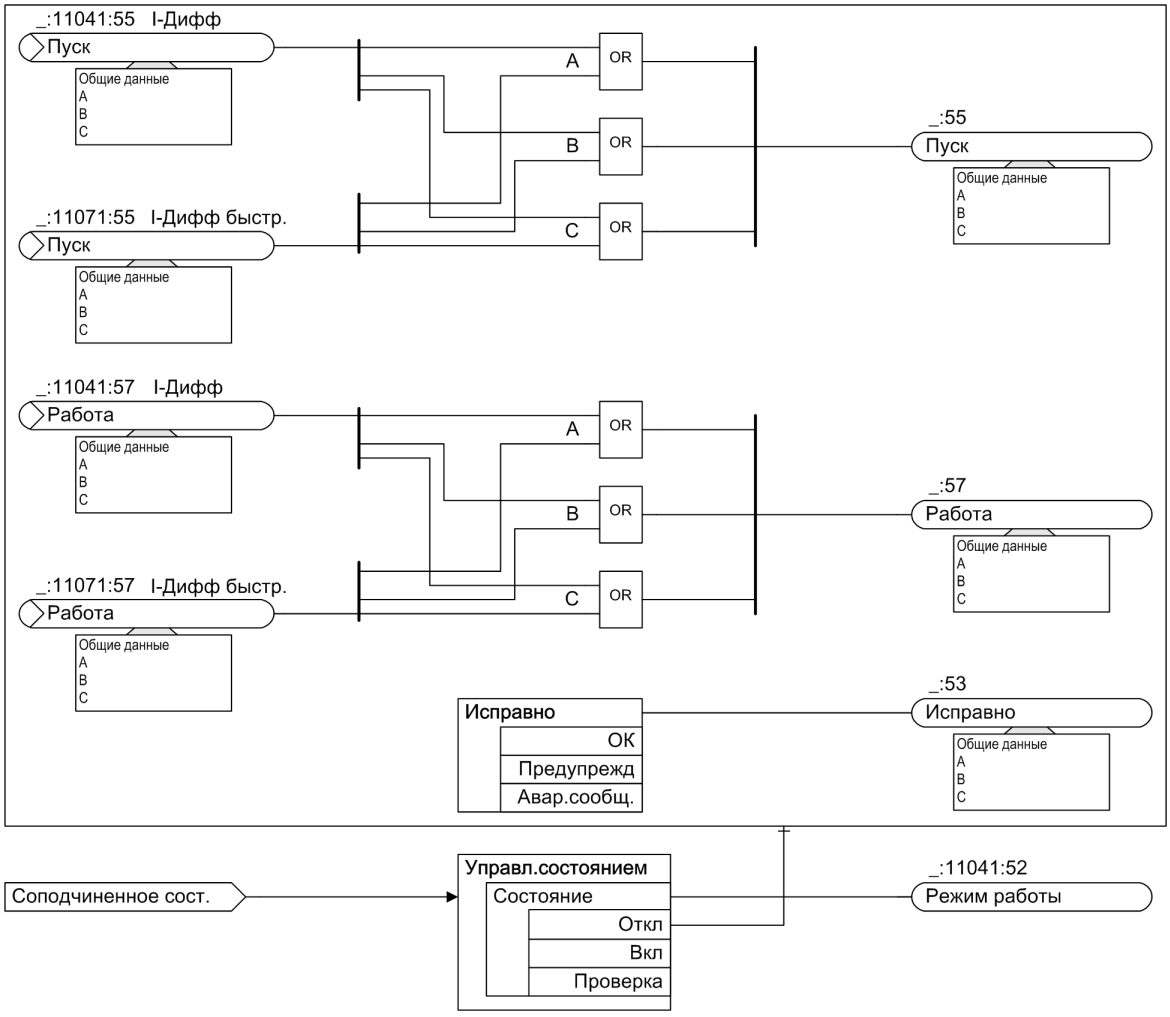


[loidfast-151012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-28 Логическая схема работы функции дифференциальной защиты I-Дифф быстр.

6.2.3.8 Логика срабатывания дифференциальной защиты

В соответствии с *Рисунок 6-7* общий сигнал отключения формируется при срабатывании подфункций: I-дифф и I-дифф быстр. Соответствующая логика показана на *Рисунок 6-29*.



[logesamt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-29 Общая логика срабатывания

6.2.3.9 Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий

Возникновение повреждения регистрируется при каждом запуске защиты. При этом создается протокол регистрации повреждений и начинается запись аварийного события. Процесс сохранения записи аварийного события настраивается соответствующей уставкой (см. *3.4.3 Описание функции*). Т. к. сигналы пуска и срабатывания дифференциальной защиты появляются одновременно, то регистрация может осуществляться как по пуску, так и по срабатыванию. Чтобы разрешить осциллографирование даже при внешних КЗ, при которых рабочая точка находится выше характеристики, осциллографирование активируется при блокировке защиты при внешних КЗ или при увеличении характеристики вследствие обнаружения апериодической составляющей. Это позволяет проанализировать режим работы ТТ при внешних повреждениях.

6.2.4 Указания по применению и вводу уставок

Далее представлено описание различных способов применения дифференциальной защиты. В тексте содержатся инструкции по вводу уставок параметров, необходимых для работы в данных ситуациях.

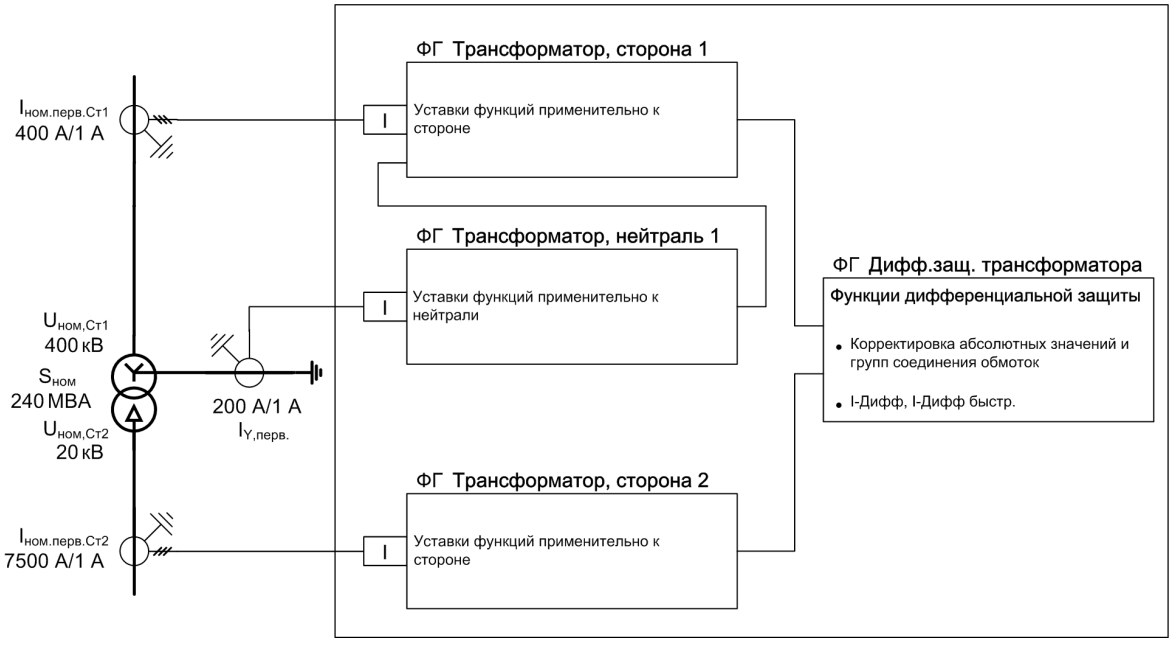
Защита двухобмоточного трансформатора

В данном примере рассматривается защита трансформатора с векторной группой обмоток YNd5 и глухим заземлением нейтрали. Если разные версии выдают разные настройки (векторная группа, земля), ссылка на них задается для соответствующих настраиваемых параметров. На *Рисунок 6-30*

показана базовая структура с типичными параметрами энергосистемы. Данная функция может применяться в устройствах 7UT82, 7UT85, 7UT86 и 7UT87.

ПРИМЕЧАНИЕ

Схема подключения ТТ должна соответствовать *Рисунок A-16*, приведенному в Приложении.

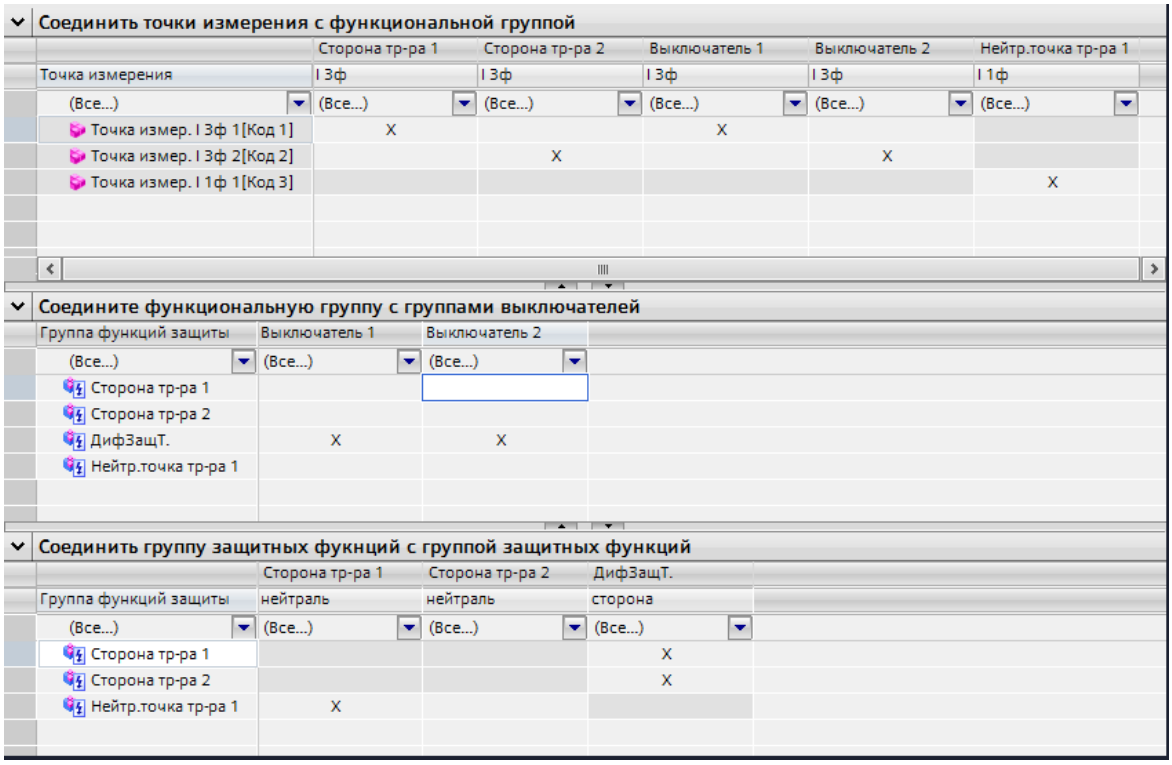


[dwschzwk-140813-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-30 Пример подключения

В данном примере используется устройство 7UT85. К 3-фазным точкам измерения сторон 1 и 2 подключаются по два измерительных входа. Точки измерения, в свою очередь, подключаются к соответствующим функциональным группам.

На *Рисунок 6-31* показан снимок соответствующего экрана DIGSI 5.



[sctrdfmp1-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-31 Внутренние связи в DIGSI 5.

Функциональная группа Сторона тр-ра

В функциональной группе **Сторона тр-ра** задайте следующие уставки:

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:91:103) Ном. полная мощн.`** = ***`240 MBA`***

  При использовании данного параметра для соответствующей стороны задается **`Ном. полная мощн.`**. Для двухобмоточного трансформатора номинальная мощность одинакова для обеих сторон.

Параметр: `Номин.напряж.`

- Уставка по умолчанию **`(_:91:102) Номин.напряж.`** = ***`400 кВ`***

  При использовании данного параметра для соответствующей стороны задается **`Номин.напряж.`**. Для стороны 1 необходимо задать 400 кВ. В данном примере для стороны 2 необходимо задать 20 кВ.

Если используется трансформатор с РПН, но дифференциальная защита не должна учитывать положение РПН, установите среднее напряжение, как показано на **`Номин.напряж.`**. Для расчета используется следующее уравнение:

$$U_{баз} = 2\frac{U_{макс} \cdot U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}}$$

[fonensei-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$U_{баз}$	Задаваемое напряжение
$U_{макс}$	Напряжение в верхнем положении РПН
$U_{мин}$	Напряжение в нижнем положении РПН

В качестве дополнительной информации отображается вычисленный номинальный ток стороны. Для данного примера ток составляет 346 А (240 МВА/(√3 · 400 кВ) = 346,4 А).

Параметр: `Нейтраль`

- Уставка по умолчанию **`(_:91:149) Нейтраль`** = ***`заземленная`***

Данный параметр важен для учета тока нулевой последовательности. В рассматриваемом примере трансформатор имеет глухое заземление на стороне 1. По этой причине задайте уставку ***`заземленная`***. Для стороны 2 (сторона треугольника) задайте ***`изолированная`***. Если реактор в нейтрали размещен в пределах зоны дифференциальной защиты трансформатора на стороне треугольника, задайте уставку ***`заземленная`***. В случае, когда обмотка, соединенная в звезду, не заземлена, для данной стороны задается уставка ***`изолированная`***.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если нейтраль обмотки, соединенной в звезду, изолирована для целей измерения и к ней подключен ограничитель перенапряжения, то для предотвращения излишней работы дифференциальной защиты рекомендуется задавать уставку ***`заземленная`***. Это объясняется тем, что при срабатывании ОПН происходит заземление нейтрали.

Параметр: `Тип соединения обмотки`

- Уставка по умолчанию **`(_:91:104) Тип соединения обмотки`** = ***`Y (звезда)`***

При помощи данного параметра определяется схема соединения обмотки. Сторона 1 соединена в звезду. По этой причине задайте уставку ***`Y (звезда)`***. Сторона 2 соединена в треугольник, поэтому необходимо выставить уставку ***`D (треугольник)`***. Если обмотка соединена по схеме зигзаг, выставляется уставка ***`Z (зигзаг)`***.

Параметр: `Номер векг.группы`

- Уставка по умолчанию **`(_:91:100) Номер векг.группы`** = ***`0`***

При помощи данного параметра, который обозначается цифрой, учитывается изменение угла сдвига фаз.

Изменение фазного угла	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Номер векг.группы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

В данном примере рассматривается трансформатор с группой соединения YNd5. Следовательно, для стороны 1 выставляется уставка Номер векг.группы 0, для стороны 2 – уставка Номер векг.группы 5.

На странице с уставками функциональной группы отображается следующая дополнительная информация:

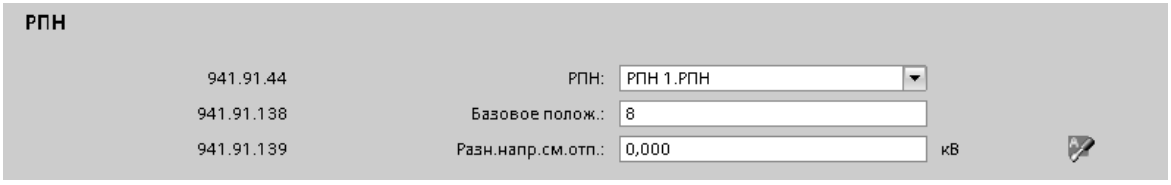
- Номер стороны.
- Информация об используемых точках измерения.
- Коэффициент амплитудной коррекции 3-фазной точки измерения (для соответствующей стороны).
- Коэффициент амплитудной коррекции точки измерения в нейтрали (для соответствующей стороны).

Для параметра Номер вект.группы может быть задана любая (от 0 до 11) из возможных уставок. Так, например, для трансформаторов Yy, Dd и Dz возможны векторные группы с четными номерами, а для трансформаторов Yd, Yz и Dy – с нечетными номерами.

Параметр: РПН

- Уставка по умолчанию **(_:91:44) РПН** = ***Функциональный блок не выбран***

При этой уставке РПН размещается на стороне трансформатора. Другие параметры становятся видимыми после выбора РПН. Можно применить отдельный РПН или РПН, встроенный в регулятор напряжения.



[sctssdi2-260913-01, 2, ru_RU]

Рисунок 6-32 Параметры в DIGSI 5

Параметр: Базовое полож.

- Уставка по умолчанию **(_:91:138) Базовое полож.** = ***8***

Параметр **Базовое полож.** определяет ступень, напряжение на которой совпадает с номинальным напряжением стороны трансформатора.

Параметр: Разн.напряж.смежн.отп.

- Уставка по умолчанию **(_:91:139) Разн.напряж.смежн.отп.** = ***0,000***

Параметр **Разн.напряж.смежн.отп.** задает разность напряжений ступени в режиме холостого хода.

Функциональная группа ДифЗащТ.

В функциональной группе **ДифЗащТ.** для функции 87 ДЗТ устанавливаются следующие параметры:

Переключатель отпаек

На странице данных **Общие данные** в DIGSI 5 пользователь определяет, какие настройки дифференциальной защиты должны использоваться в текущей позиции РПН. Задайте уставки и распределение на стороне трансформатора.

Параметр: Использовать положение РПН

- Уставка по умолчанию **Использовать положение РПН** = ***Да***

Уставка ***Да*** служит для привязки функции дифференциальной защиты к текущей позиции РПН.

Учет тока нулевой последовательности

Способ учета тока нулевой последовательности определяется на странице уставок **Общие** в DIGSI 5. В функциональной группе **Сторона 1 трансформатора** нейтраль определена как заземленная. Тем самым, способ учета тока нулевой последовательности передается в функции защиты. Способ учета тока нулевой последовательности задается с помощью следующего параметра.

Параметр: измер.ток НП стор.1

- Уставка по умолчанию **(_:2311:100) измер.ток НП стор.1** = ***нет***

При уставке ***да*** выполняется коррекция тока нулевой последовательности. При использовании уставки ***нет*** осуществляется компенсация тока нулевой последовательности. В случае применения коррекции тока нулевой последовательности достигается большая чувствительность к 1-фазным замыканиям на

землю. Уставка ***да*** задается в том случае, когда в схеме дифференциальной защиты необходимо учитывать ТТ, установленный в нейтрали трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для установки в нейтрали трансформатора необходимо использовать соответствующий ТТ (не должен входить в режим насыщения на протяжении 30 мс).

Более подробная информация по этому вопросу содержится в разделе *6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*, пункт **Учет тока нулевой последовательности**.

Параметр: `Пороговое значение` (параметры настройки характеристики срабатывания)

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:3) Пороговое значение`** = ***`0,2 I/Iном.об.`***

При помощи данного параметра задается уставка пуска по дифференциальному току. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между концами защищаемого объекта. **`Пороговое значение`** использует в качестве опорного номинальный ток защищаемого объекта. Для защиты трансформаторов допускается задавать малую уставку срабатывания, т. к. постоянно присутствующий дифференциальный ток небаланса обусловлен протеканием относительно небольшого тока намагничивания. Уставка по умолчанию, составляющая ***`0.2 I/Iном.об.`***, в большинстве случаев обеспечивает требуемую чувствительность защиты, а также позволяет осуществить отстройку от возможного тока небаланса.

Для защиты реакторов, генераторов и электродвигателей можно задать более низкую уставку срабатывания при условии, что в плечах дифференциальной защиты установлены однотипные ТТ (имеющие одинаковые передаточные характеристики).

В случае, когда номинальные токи ТТ значительно отличаются от номинальных токов сторон защищаемого объекта или при использовании большого количества точек измерений возможно появление больших токов небаланса. Если к защищаемому объекту подключена нагрузка с большими постоянными времени (трансформаторы, двигатели), возможно искажение вторичных токов ТТ с замкнутыми сердечниками (типа p), например, вследствие наличия остаточной намагниченности, даже при работе в диапазоне номинального тока. В таких случаях Siemens рекомендует использовать уставку 0.3 I/Iном.об.

Если положение РПН не может или не должно учитываться при работе дифференциальной защиты, задайте уставку пуска, незначительно превышающее значение по умолчанию. Для расчета используется следующее уравнение.

$Уставка_{новое}$ = Уставка + $k_{управл}$ I/Iном.об.

$$k_{Управл} = \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}} = \frac{(100\,\% + Управл_{макс}) - (100\,\% + Управл_{мин})}{(100\,\% + Управл_{макс}) + (100\,\% + Управл_{мин})}$$

[fokorwr2-180912-01.tif, 1, ru_RU]

$k_{Управл}$ Величина коррекции для РПН

Пример: Переключатель отпаек $Управл_{макс}$ = +7,5%, $Управл_{мин}$ = –15%.

$$k_{Управл} = \frac{(100\,\% + 7.5\,\%) - (100\,\% - 15\,\%)}{(100\,\% + 7.5\,\%) + (100\,\% - 15\,\%)} = 0.1169$$

[fokorwr3-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Уставка $_{новая}$ = 0,20 I/Iном.об + 0,1169 I/Iном.об ≈***`0,32 I/Iном.об`***

Параметр: `Наклон 1`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:100) Наклон 1`** = ***`0,3`***

ПРИМЕЧАНИЕ

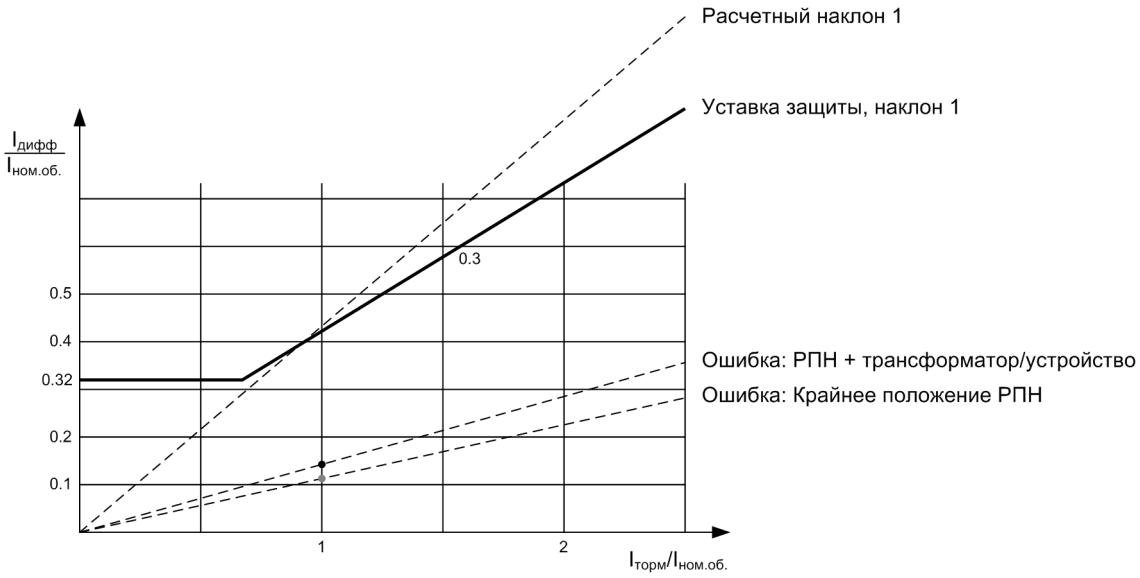
Способ торможения отличается от используемого в устройствах SIPROTEC 4 (7UT6x, 7UM62). По этой причине следует выбирать большее значение наклона (см. также *6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*).

Если положение РПН не может или не должно приниматься во внимание при работе дифференциальной защиты, проверьте степень увеличения.

Наклон 1 Новый = **Наклон 1** + 1,2 · $k_{Управл}$

Для данного примера **Наклон 1** = 0,3 · 1,2 · 0,1169 = 0,44

Однако следует задать наклон не менее ***0,3***. Допустимость применения уставки по умолчанию поясняется на *Рисунок 6-33*.



[dwstgsfs-261012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-33 Выбор уставки Наклон 1 характеристики срабатывания дифференциальной защиты трансформатора с РПН.

Параметр: Пересеч.1 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:101) Пересеч.1 Iторм** = ***0,67 I/Iном.об.***

В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения. Если даже при протекании малых токов возможны большие погрешности ТТ, рекомендуется задавать данную уставку равной половине номинального тока.

Если положение РПН не может или не должно приниматься во внимание при работе дифференциальной защиты, используйте следующую формулу для расчета значения для **Пересеч.1 Iторм**.

$$\text{Пересеч.1 Iторм}_{\text{новое}} = \frac{\text{Пороговое значение}_{\text{новое}}}{\text{Наклон 1}_{\text{новое}}}$$

[foswlwr1-180912-01.tif, 2, ru_RU]

$$\text{Пересеч.1 Iторм}_{\text{новое}} = \frac{0{,}32\ \text{I/Iном.об.}}{0{,}44} = 0{,}73\ \text{I/Iном.об.}$$

[foswlwr2-180912-01.tif, 2, ru_RU]

В приведенном примере с РПН значение по умолчанию для **Пересеч.1 IторможНовый** = 0,67 I/Iном.об является выполнимым. При 0,67 I/Iном.об < 0,73 I/Iном.об результатом будет увеличенное торможение.

Параметр: Пересеч.2 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:103) Пересеч.2 Iторм** = ***2,5 I/Iном.об.***

ПРИМЕЧАНИЕ

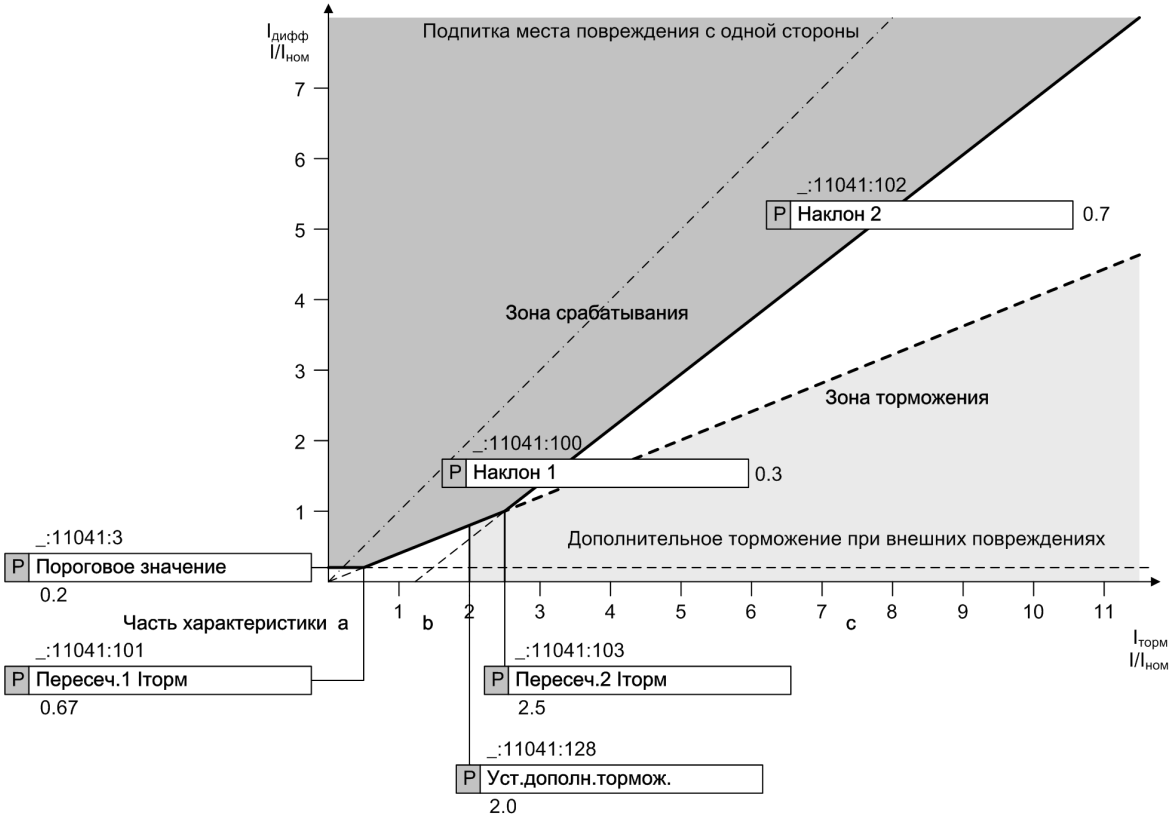
Если при больших сквозных токах возможны погрешности ТТ, задайте для параметра **Наклон 2** более высокое значение.

Параметр **Пересеч.2 Iторм** определяет значение тормозного тока, с которого начинается **Наклон 2**. Уставку по умолчанию ***2.5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Параметр: Наклон 2

- Уставка по умолчанию **(_:11041:102) Наклон 2** = ***0,7***

При помощи параметра **Наклон 2** задается наклон второго наклонного участка характеристики срабатывания, он предназначен для того, чтобы предотвратить излишнюю работу защиты в случае возникновения больших погрешностей ТТ (например, вследствие насыщения) при внешнем повреждении, сопровождающемся большими токами. В большинстве случаев достаточным будет значение уставки большее или равное удвоенному значению уставки параметра **Наклон 1**. В качестве уставки по умолчанию было выбрано значение ***0,7***.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-34 Характеристика срабатывания с уставками по умолчанию.

Параметр: Обнаруж. пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:106) Обнаруж. пуска** = ***нет***

Если защищаемый трансформатор питает электродвигатели, Siemens рекомендует использовать функцию определения включения. Обнаружение пуска предотвращает излишнее срабатывание из-за

воздействия тока пуска двигателей. Siemens рекомендует сделать это для защиты силовых компенсирующих реакторов. В данном случае задайте уставку по умолчанию **Обнаруж. пуска** = ***да***.

Параметр: Уст.обнар.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:107) Уст.обнар.пуска** = ***0,1 I/Iном.об.***

При снижении тормозного тока ниже данной уставки происходит увеличение тормозной характеристики (при условии, что функция определения включения введена в работу). В данном случае применения Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию ***0,1 I/Iном,об.***.

Параметр: Коэфф.загрубл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:11041:108) Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***1,0***

При применении функции определения включения данную уставку по умолчанию можно изменить. В большинстве случаев возможно использование уставки 2,0. Поэтому рекомендуется задавать уставку параметра **Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***2,0***.

Параметр: Макс.доп. вр.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:109) Макс.доп. вр.пуска** = ***5,0 с***

Данная уставка должна быть больше, чем максимально допустимое время пуска подключенных двигателей. Указанное время пуска приводится в технических данных двигателей (например, как допустимое время **заблокированный ротор**). Для обеспечения приоритета работы защиты электродвигателя (контроль времени пуска) и предотвращения ложного срабатывания дифференциальной защиты уставка должна выбираться несколько большей допустимого времени пуска (с коэффициентом 1,2).

Параметр: Обнаружение апериодической составляющей

- Уставка по умолчанию **(_:11041:110) Коэф.загрубл.хар-ки DC** = ***2,0***

Функция обнаружения апериодической составляющей постоянно введена в работу. Наличие апериодической составляющей даже при протекании малых токов может вызывать погрешности работы ТТ (например, угловую погрешность). Для отстройки от таких режимов уставки параметров **Пороговое значение** и **Наклон 1** автоматически увеличиваются в соответствии с заданным коэффициентом. Уставка по умолчанию, равная 2.0, в большинстве случаев является вполне приемлемой.

Параметр: Обнаруж. броска тока намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:115) По 2 гарм.** = ***да***

Функция обнаружения броска тока намагничивания должна быть введена в работу для дифференциальной защиты трансформатора.

Параметр: Содерж. 2 гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:116) Содерж. 2 гарм.** = ***15 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, равное ***15 %***. В исключительных случаях может быть несколько уменьшено значение уставки по 2-й гармонике. Однако не рекомендуется задавать значение данной уставки ниже 10 %. Это объясняется тем, что при внутреннем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ, в кривых тока также присутствует составляющая 2-й гармоники. Поэтому использование слишком малой уставки может привести к блокировке защиты в таких случаях.

Параметр: Вр.перекр.блок.2гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:117) Вр.перекр.блок.2гарм.** = ***0 с***

Так как бросок тока намагничивания проявляется в трех фазах по-разному, то возможен такой случай, когда значение пуска в какой-либо фазе не будет превышено, в то время как дифференциальный ток данной фазы будет больше значения пуска. В этом случае следует использовать взаимную блоки-

ровку. Перекрестная блокировка вводится в работу в том случае, если время, задаваемое рассматриваемой уставкой, отличается от 0. При выявлении случаев ложного срабатывания защиты данную уставку следует уточнить и ввести при проведении техобслуживания оборудования. При выявлении случаев ложного срабатывания защиты данную уставку следует уточнить и ввести при проведении техобслуживания оборудования. Время действия перекрестной блокировки не следует задавать слишком большим. Не задавайте слишком большое время. В большинстве случаев уставка должна находиться в диапазоне от 3 до 5 периодов промышленной частоты.

Параметр: По форме тока

- Уставка по умолчанию **(_:11041:118) По форме тока** = ***да***

В соответствии с перечнем применения, для обнаружения броска тока намагничивания используется вспомогательный метод на основе анализа формы волны тока. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. При необходимости применения только метода анализа содержания составляющей 2-й гармоники анализ формы волны тока возможно вывести из работы путем задания уставки **По форме тока** = ***нет***.

Параметр: Блок.3гарм. (блокировка при перевозбуждении)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:121) Блок.3гарм.** = ***нет***

Блокировка по 3-й гармонике применяется в особых случаях, например, если защищаемый трансформатор питает таких потребителей, как доменные печи. Составляющие 3-й гармоники могут появляться и в трансформаторах, питающих обычную нагрузку, однако они не выходят за пределы обмотки, соединенной в треугольник. Поэтому рекомендуется использовать блокировку при перевозбуждении по 5-й гармонике.

Параметр: Содерж.3гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:122) Содерж.3гарм.** = ***30 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, равное ***30 %***. См. также пояснения к выбору уставки блокировки по 5-й гармонике.

Параметр: Вр.перекр.блок.3гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:123) Вр.перекр.блок.3гарм.** = ***0 с***

См. пояснения к выбору уставки по времени перекрестной блокировки функции обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Блок.5гарм.

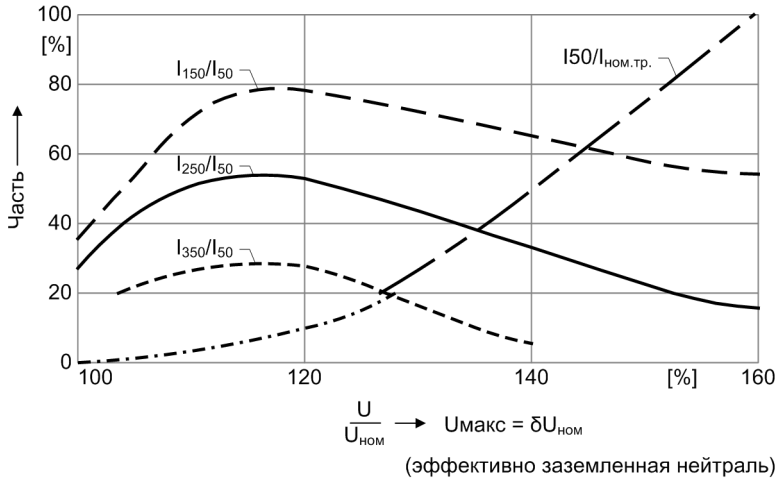
- Уставка по умолчанию **(_:11041:124) Блок.5гарм.** = ***нет***

В случае когда возможно превышение рабочего напряжения трансформатора (что может привести к ложному срабатыванию дифференциальной защиты), необходимо изменить уставку по умолчанию (см. пояснение далее) и ввести в работу блокировку по пятой гармонике **Блок.5гарм.** = ***да***.

Параметр: Содерж.5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:125) Содерж.5гарм.** = ***30 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, составляющее 30%. Данное значение выбрано исходя из результатов анализа графика, представленного на *Рисунок 6-35*. На указанном графике по оси X откладывается значение напряжения (в процентах от номинальной величины), по оси Y – процентное содержание гармонических составляющих в токе. Рассмотрение кривой $I_{50}/I_{ном.тр.}$ приводит к выводу о том, что при перенапряжении возможно появление достаточного для срабатывания защиты дифференциального тока. Если предположить, что максимально возможное перенапряжение будет составлять 140 % [U/Uном], то из рассмотрения кривой I_{250}/I_{50} видно, что 5-я гармоника по-прежнему достигает амплитуды примерно 35 %. Таким образом, значение уставки по умолчанию, составляющее ***30 %***, будет достаточным.



[dwanhaub-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-35 Гармонический состав тока при перевозбуждении.

Параметр: Вр.перекр.блок.5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:126) Вр.перекр.блок.5гарм.** = ***0 с***

В большинстве случаев возможно использовать уставку по умолчанию. При выявлении некорректной работы защиты данную уставку следует изменить. Необходимое время перекрестной блокировки возможно определить на основе данных гармонического анализа токов, записанных в аварийной осциллограмме.

Параметр: Огр.Iдифф3и5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:127) Огр.Iдифф3и5гарм.** = ***1,5 I/Iном.об.***

Внутренне повреждение сопровождается появлением большого дифференциального тока. Блокировка дифференциальной защиты от функции обнаружения перевозбуждения запрещается при превышении дифференциальным током рассматриваемой уставки. В случае внутреннего повреждения в токе содержатся преимущественно составляющие нечетных гармоник. В соответствии с *Рисунок 6-35* при перевозбуждении может возникнуть дифференциальный ток величиной меньше номинального тока. С другой стороны, искаженные токи при внутреннем повреждении имеют значение большее, чем номинальный ток. Поэтому уставку по умолчанию ***1,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Обнаружение внешних повреждений

На *Рисунок 6-34* представлена зона **дополнительного торможения при внешних повреждениях**. Зона задается параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**. При внешнем повреждении рабочая точка может выйти за пределы зоны дополнительного торможения и войти в зону срабатывания защиты. При помощи описанных далее параметров возможно задать временную блокировку защиты в таких случаях.

Параметр: Уст.дополн.тормож.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:128) Уст.дополн.тормож.** = ***2,0***

Уставка **Уст.дополн.тормож.** позволяет вам задавать значение пуска функции дополнительного торможения. Рекомендуется использовать значение уставки, равное 2. Зона дополнительного торможения ограничена параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.

Параметр: Время дополн.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:129) Время дополн.торм.** = ***0,3 с***

Уставка задается исходя из времени срабатывания защит смежных присоединений. Также необходимо учитывать время отключения выключателя. Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$t_{доп.\ торм.} \geq t_{сраб.защ.смеж.присоед.} + t_{откл,выключатель}$

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Однако ее следует задавать в соответствии с конкретными условиями применения. Задание уставки 0 выводит из работы функцию обнаружения внешних повреждений.

Параметр: `Вр.перекр.блк.доп.торм.`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:130) Вр.перекр.блк.доп.торм.`** = ***`0,3 с`***

Насыщение ТТ может вызвать появление дифференциального тока в неповрежденных фазах, обусловленное применением функций коррекции векторных групп или компенсации токов нулевой последовательности. Поэтому Siemens рекомендует вводить функцию перекрестной блокировки путем задания соответствующей выдержки времени. Данная выдержка времени должна равняться времени действия дополнительного торможения.

I-дифф быстр. ступени защиты

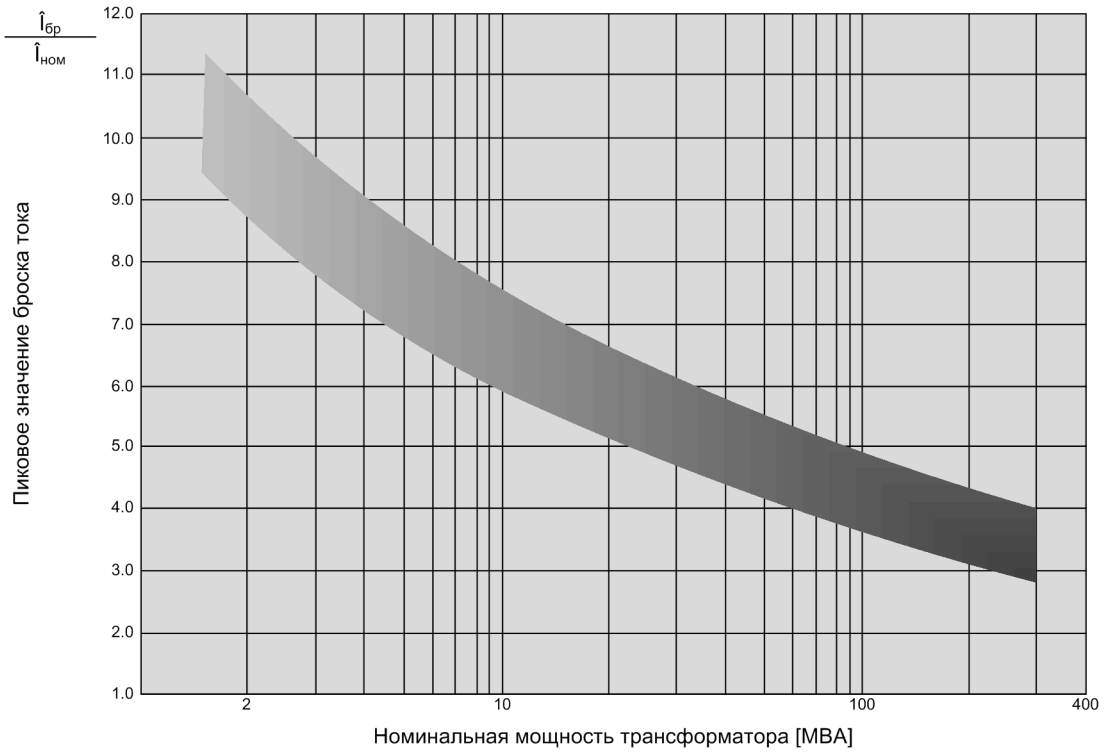
Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*). Следовательно, данная ступень должна быть постоянно введена в работу.

Параметр: `Пороговое значение`

- Уставка по умолчанию **`(_:11071:3) Пороговое значение`** = ***`7,5 I/Iном.об.`***

`Пороговое значение` Должен превышать ожидаемый бросок тока намагничивания. Бросок тока намагничивания зависит от конструкции, материала сердечника и полного сопротивления трансформатора. Существуют типовые значения, зависящие от мощности. Используйте указанный ниже график для оценки (*Рисунок 6-36*).

Бросок тока намагничивания трансформаторов мощностью <10 МВА может превышать уставку по умолчанию, составляющую ***`7.5 I/Iном.об.`***.



[Dw-Nennleistung-Transf-060214, 1, ru_RU]

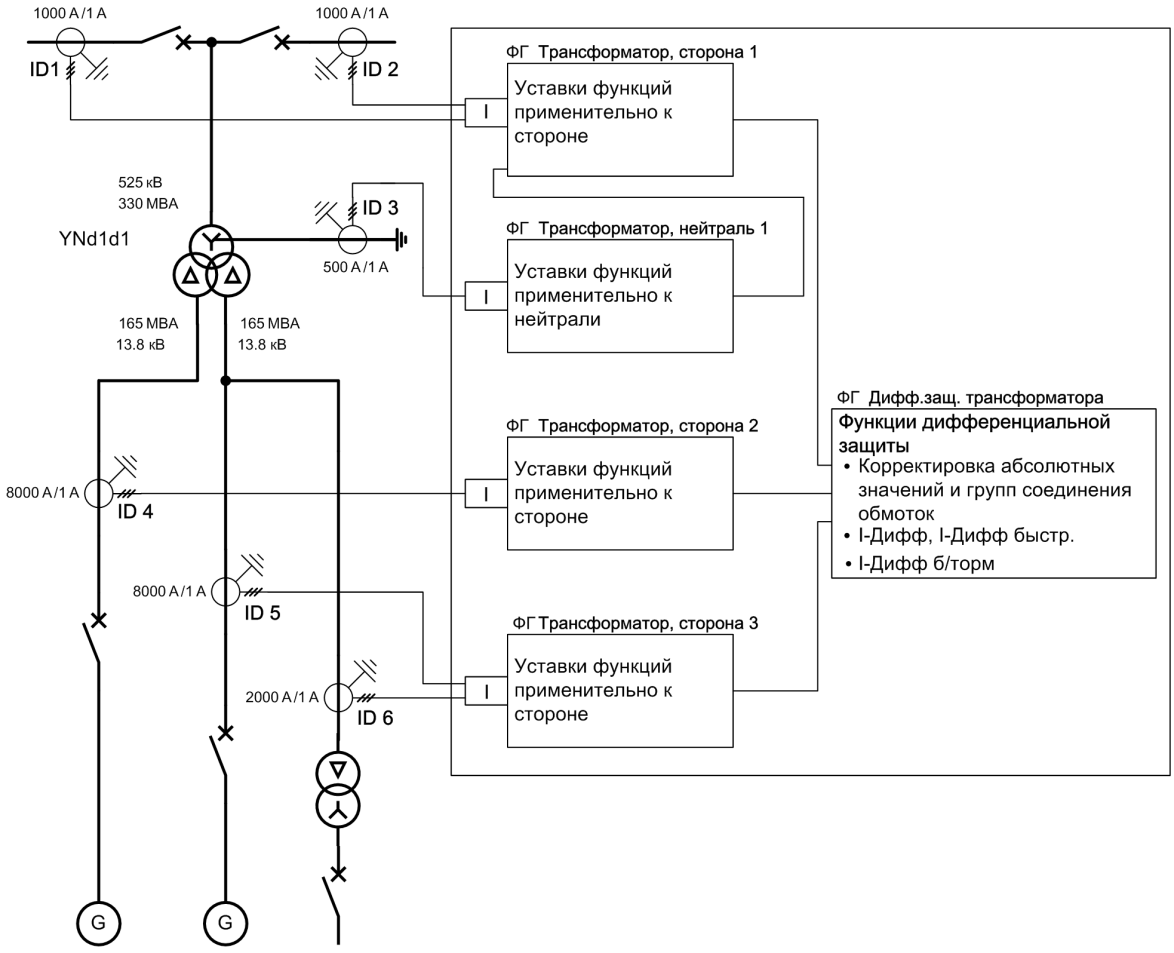
Рисунок 6-36 Броски тока намагничивания трансформатора, стандартный данные

Пример:

При мощности 100 MBA значение около 4,5 I/Iном,об. вычисляется из *Рисунок 6-36*. В данном случае уменьшите уставку по умолчанию с 7,5 I/Iном,об. до определенного значения.

Защита трехобмоточного трансформатора с несколькими точками измерения

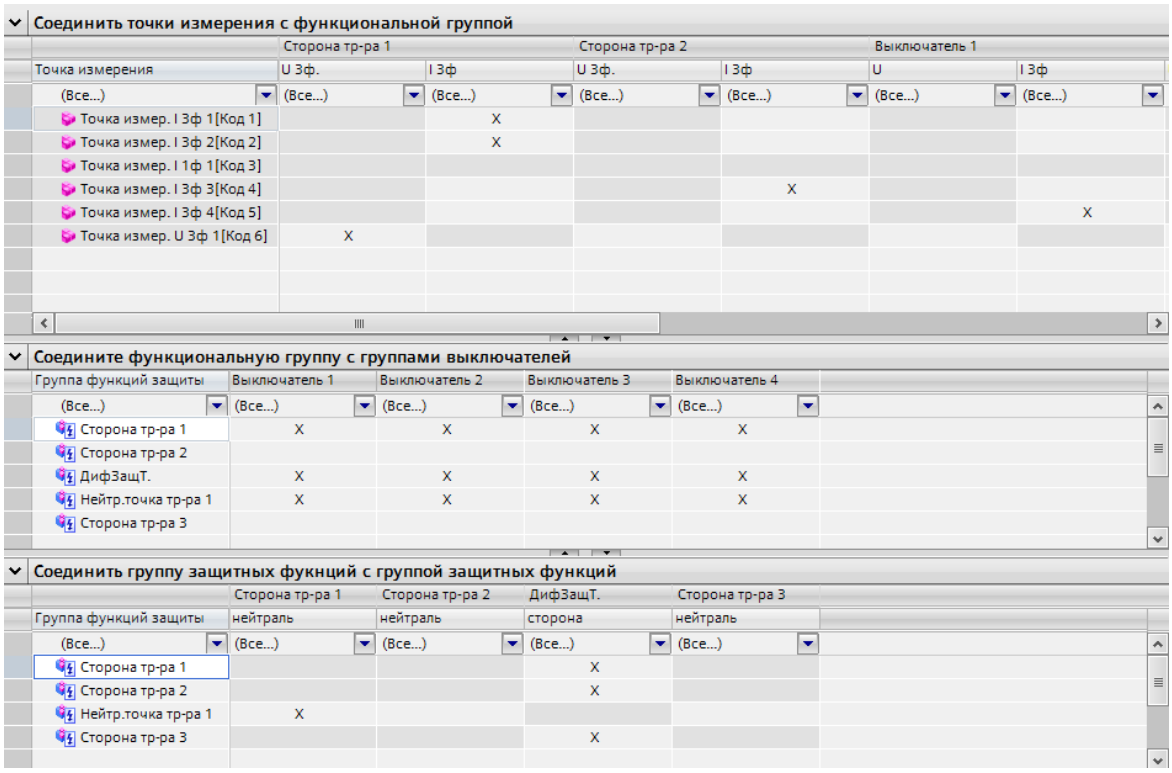
В данном примере основной упор делается на конфигурацию. Выполнена защита трехобмоточного трансформатора YNd1d1, который стороной высшего напряжения подключен по полуторной схеме. Генератор обеспечивает питание на стороне треугольника, а также питание собственных нужд. На стороне высшего напряжения нейтраль глухо заземлена. Как видно из *Рисунок 6-37* необходимо использовать пять 3-фазных точек измерения и одну 1-фазную точку измерения. К 1-фазной точке измерения подключается 1-фазная максимальная токовая защита, выполняющая функции резервной защиты от замыканий на землю. Для реализации функции дифференциальной защиты от замыканий на землю ток нейтрали необходимо подключить к функциональной группе **Сторона 1 трансформатора**. Точки измерения имеют обозначения от ID1 до ID6. Необходимо использовать три функциональные группы **Сторона тр-ра**, **Нейтр.точка тр-ра** и **ДифЗащТ.**. Такая защита оборудования может быть реализована в устройствах 7UT86 и 7UT87.



[dwandrwkTdiff-110117-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-37 Защита трехобмоточного трансформатора с несколькими точками измерения.

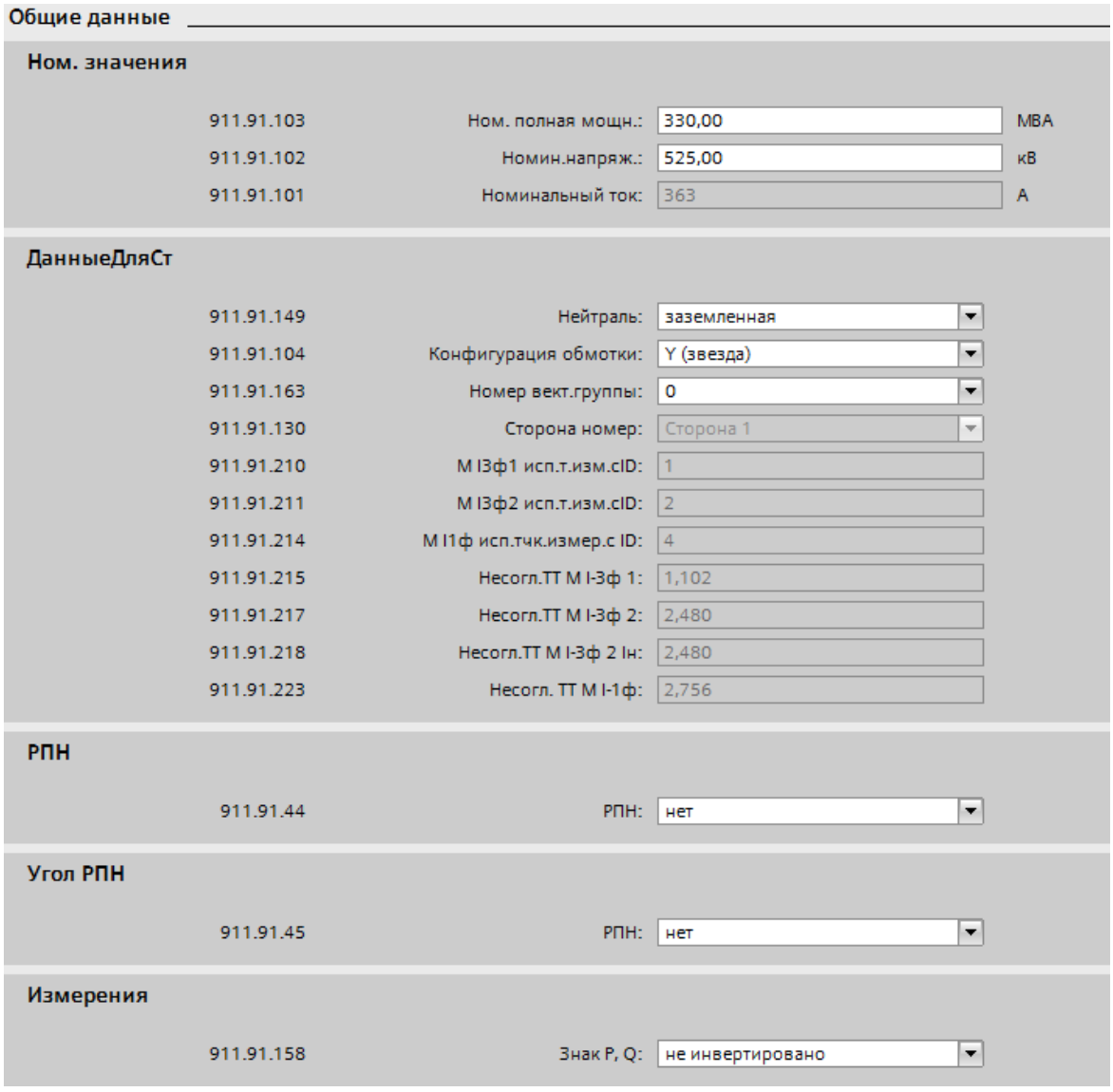
На *Рисунок 6-38* показана привязка точек измерения к функциональным группам и взаимные связи функциональных групп в DIGSI 5. Т. к. в схеме участвуют 5 выключателей, то используются 5 функциональных групп **Выключатель**.



[sctrdffg-220214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-38 Привязка точек измерения и функциональных групп (принцип)

Уставки параметров для функциональной группы **Сторона тр-ра** устанавливаются аналогично тому, как выставлялись уставки в примере реализации защиты двухобмоточного трансформатора. Предварительно необходимо ввести данные ТТ для соответствующих точек измерения. На следующем рисунке показаны уставки функциональной группы **Сторона 1** трансформатора (сторона высшего напряжения).



[ScTrDfGa-220214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-39 Уставки функциональной группы "Сторона 1 трансформатора".

Помимо основных параметров также отображается дополнительная информация (окрашена серым).
Отображаются следующие значения:

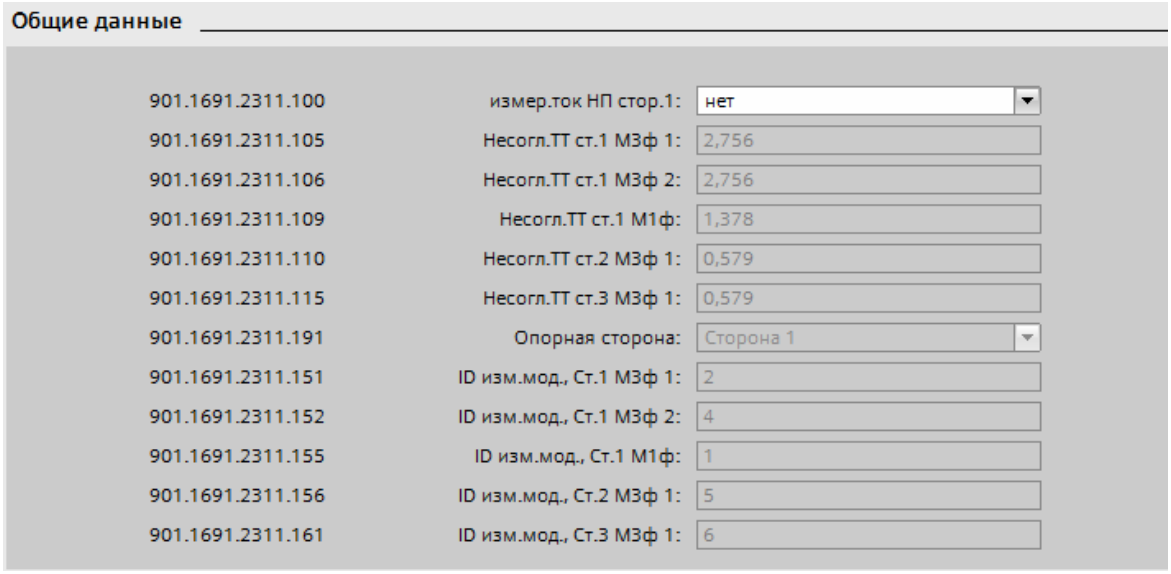
- ID-номера привязанных точек измерения.
- ID назначенных точек измерения
- Коэффициенты амплитудной коррекции соответствующей стороны.

ПРИМЕЧАНИЕ

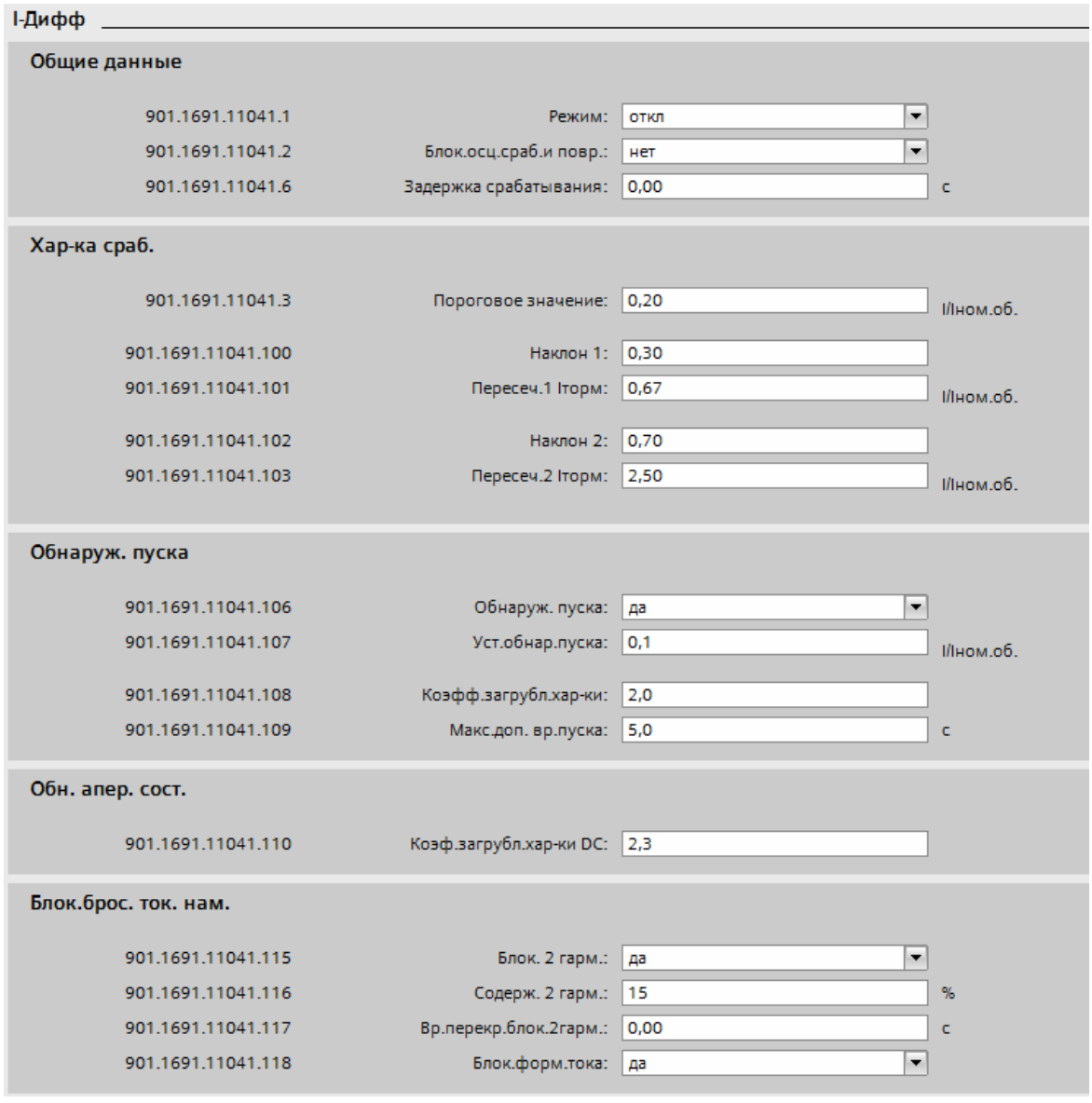
Необходимо обратить внимание на то, что коэффициенты амплитудной коррекции приводятся для соответствующей стороны.

В данном примере номинальный ток стороны высшего напряжения составляет 363 A. ТТ имеют коэффициент трансформации 1000 A/1 A. Следовательно, коэффициент амплитудной коррекции будет иметь значение 1000 A/363 A = 2,76. Для ТТ в нейтрали данный коэффициент имеет значение 500 A/363 A = 1,38.

Аналогично двухобмоточному трансформатору, можно использовать идентичные параметры, заданные для функциональной группы **ДифЗащТ.**. На *Рисунок 6-40* показаны соответствующие данные для ступени I-дифф.

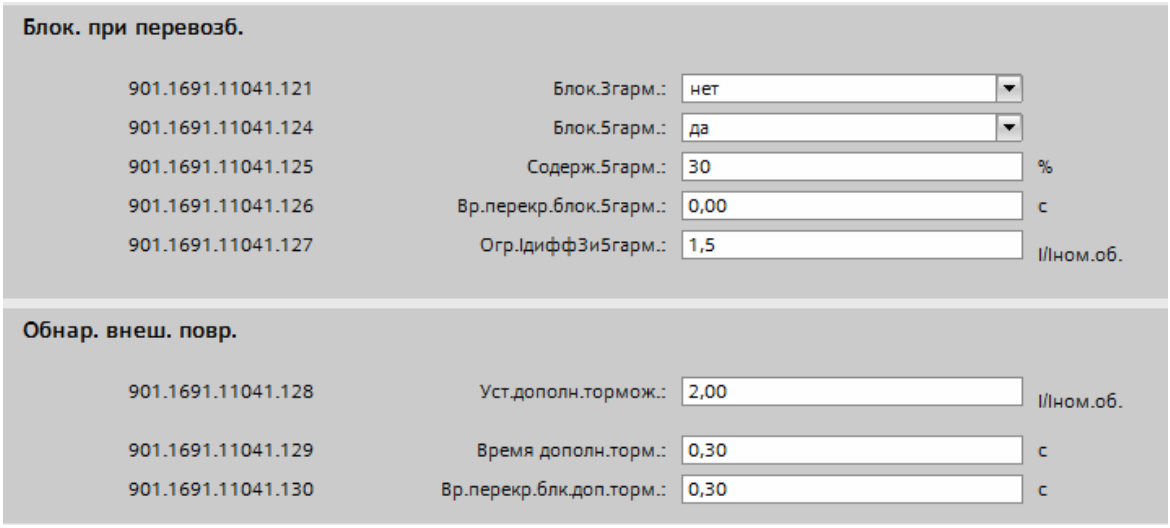


[sctrdfe1-200214-01, 1, ru_RU]



[sctrdife-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-40 Уставки функциональной группы ДифЗащТ. (1)



[sctrdiff-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-41 Уставки функциональной группы ДифЗащТ. (2)

Способ учета тока нулевой последовательности определяется на странице уставок **Общие данные**. Нейтральная точка трансформатора заземляется на стороне трансформатора (*Рисунок 6-39*). Тем самым, способ учета тока нулевой последовательности передается в функции защиты. Способ учета тока нулевой последовательности задается с помощью следующего параметра.

Параметр: `измер.ток НП стор.1`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:100) измер.ток НП стор.1`** = ***`нет`***

При уставке ***`да`*** выполняется коррекция тока нулевой последовательности. При использовании уставки ***`нет`*** осуществляется компенсация тока нулевой последовательности. В случае применения коррекции тока нулевой последовательности достигается большая чувствительность к 1-фазным замыканиям на землю. Уставка ***`да`*** задается в том случае, когда в схеме дифференциальной защиты необходимо учитывать ТТ, установленный в нейтрали трансформатора. Предварительно необходимо ввести данные ТТ для соответствующих точек измерения.

Дополнительная информация об учете тока нулевой последовательности приведена в *6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*.

В качестве дополнительной информации на странице **Общие данные** приводятся коэффициенты амплитудной коррекции токов, используемые дифференциальной защитой. Под токами понимаются номинальные преобразованные токи к базовой стороне.

ПРИМЕЧАНИЕ

Базисной является сторона с наибольшей номинальной полной мощностью. Если несколько сторон имеют одинаковую мощность, то в качестве базисной принимается сторона с наибольшим номинальным током.

Т. к. сторона 1 является стороной с наибольшей номинальной мощностью, то коэффициенты амплитудной коррекции будут такими же, как и для функциональной группы **Сторона тр-ра**. Для стороны 2 коэффициенты амплитудной коррекции будут следующие: $I_{баз}$ = (330 МВА/(13,8 кВ · √3)) = 13 806 А; 8000 А/13 806 А = 0.58. Т. к. к стороне 3 подключены 2 точки измерения с различными номинальными первичными токами ТТ, для данной стороны вычисляются 2 коэффициента амплитудной коррекции. Для ТТ с номинальным током 2000 А данный коэффициент имеет значение 2000 А/13 806 А = 0.14.

Защита автотрансформатора с компенсационной обмоткой

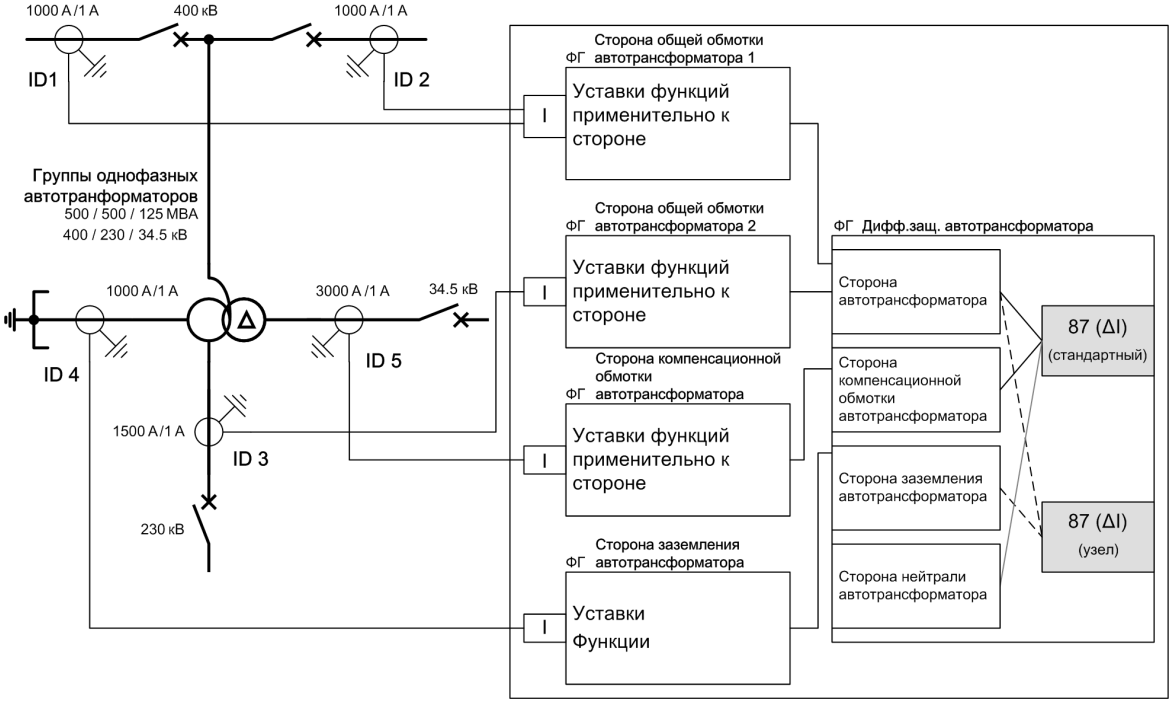
В данном примере особое внимание уделяется как конфигурированию, так и особенностям выполнения защиты. Компенсационная обмотка, подключенная на стороне высшего напряжения по полу-

торной схеме применяется для защиты группы трансформаторов. На рис. *Рисунок 6-42* показано подключение устройства защиты и внутреннее соединение функциональных групп. К защите подключаются четыре точки измерения 3-фазного тока. В нейтрали автотрансформатора также установлен 3-фазный ТТ (ID4). В качестве дополнительной защиты возможно выполнить дифференциальную защиту, работающую с автотрансформатором непосредственно как с узлом сети. Данная защита обеспечивает высокую чувствительность к к. з. вблизи нейтральной точки, которые в силу конструктивных особенностей выполнения трехфазной группы однофазных автотрансформаторов являются исключительно 1-фазными замыканиями на землю. Далее приводятся указания по вводу уставок.

ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнительная (узловая) дифференциальная защита общей обмотки не обеспечивает защиту компенсационной обмотки!

Традиционная дифференциальная защита обеспечивает защиту всех обмоток автотрансформатора, включая и компенсационную обмотку. Данная защита обрабатывает информацию о токах, поступающую от точек измерения ID1, ID2, ID3 и ID5. Рассматриваемая дифференциальная защита аналогична функции дифференциальной защиты обычного трансформатора. Указания по вводу уставок приведены ниже. Данная защита оборудования может быть реализована в устройствах 7UT86 и 7UT87.



[dwansptr-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-42 Подключение группы автотрансформаторов с компенсационной обмоткой и несколькими точками измерения

Из *Рисунок 6-42* видно, что для реализации защиты используются 4 функциональные группы, соответствующие сторонам. К данным функциональным группам привязываются соответствующие точки измерений и задаются необходимые уставки. Функции дифференциальной защиты реализуются в функциональной группе **ДифЗащАТ**. В данном случае параллельно работают две функции дифференциальной защиты. На *Рисунок 6-42* также показаны соединения функциональной группы с различными интерфейсами функциональной группы **ДифЗащАТ**. Интерфейс автотрансформатор/нейтраль используется в тех случаях, когда в нейтрали установлен 1-фазный ТТ. В таких случаях ТТ следует подключать к функциональной группе **Нейтр.тчк АТ**.

6.2.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:186	Общие данные:Режим защиты		• Трансформатор • Токовый узел	Трансфор-матор
_:2311:100	Общие данные:измер.ток НП стор.1		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:измер.ток НП стор.2		• нет • да	нет
_:2311:102	Общие данные:измер.ток НП стор.3		• нет • да	нет
_:2311:103	Общие данные:измер.ток НП стор.4		• нет • да	нет
_:2311:104	Общие данные:измер.ток НП стор.5		• нет • да	нет
_:2311:181	Общие данные:измер.ток НП общ.обм.		• нет • с ТТ 1ф • с ТТ 3ф	нет
_:2311:182	Общие данные:измер.ток НП обм.НН		• нет • да	нет
_:2311:191	Общие данные:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:2311:151	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:152	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:153	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:154	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:155	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М1ф		0 до 100	0
_:2311:156	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:157	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:158	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:159	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:160	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М1ф		0 до 100	0
_:2311:161	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:162	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 2		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:163	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:164	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:165	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М1ф		0 до 100	0
_:2311:166	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:167	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:168	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:169	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:170	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М1ф		0 до 100	0
_:2311:171	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:172	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:173	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:174	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:175	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М1ф		0 до 100	0
_:2311:185	Общие данные:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0
Общие данные				
_:11041:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11041:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11041:6	I-Дифф:Задержка сраба-тывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Хар-ка сраб.				
_:11041:3	I-Дифф:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:11041:100	I-Дифф:Наклон 1		0.00 до 0.80	0.30
_:11041:101	I-Дифф:Пересеч.1 Iторм		0.00 I/Iном.об. до 5.00 I/Iном.об.	0.67 I/Iном.об.
_:11041:102	I-Дифф:Наклон 2		0.25 до 0.95	0.70
_:11041:103	I-Дифф:Пересеч.2 Iторм		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.50 I/Iном.об.
Обнаруж. пуска				
_:11041:106	I-Дифф:Обнаруж. пуска		• нет • да	нет
_:11041:107	I-Дифф:Уст.обнар.пуска		0.1 I/Iном.об. до 2.0 I/Iном.об.	0.1 I/Iном.об.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11041:108	I-Дифф:Коэфф.загрубл.хар-ки		1.0 до 5.0	1.0
_:11041:109	I-Дифф:Макс.доп. вр.пуска		0.1 с до 180.0 с	5.0 с
Обн. апер. сост.				
_:11041:110	I-Дифф:Коэф.загрубл.хар-ки DC		1.0 до 5.0	2.3
Блок.брос. ток. нам.				
_:11041:115	I-Дифф:По 2 гарм.		• нет • да	да
_:11041:116	I-Дифф:Содерж. 2 гарм.		10 % до 45 %	15 %
_:11041:117	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 2гарм.		0.00 с до 200.00 с;∞	0.00 с
_:11041:118	I-Дифф:По форме тока		• нет • да	да
Блок. при перевозб.				
_:11041:121	I-Дифф:Блок.3гарм.		• нет • да	нет
_:11041:122	I-Дифф:Содерж.3гарм.		10 % до 80 %	30 %
_:11041:123	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 3гарм.		0.00 с до 200.00 с;∞	0.00 с
_:11041:124	I-Дифф:Блок.5гарм.		• нет • да	нет
_:11041:125	I-Дифф:Содерж.5гарм.		10 % до 80 %	30 %
_:11041:126	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 5гарм.		0.00 с до 200.00 с;∞	0.00 с
_:11041:127	I-Дифф:Огр.I диффЗи5гарм.		0.5 I/Iном.об. до 20.0 I/Iном.об.	1.5 I/Iном.об.
Обнар. внеш. повр.				
_:11041:128	I-Дифф:Уст.дополн.тормож.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.00 I/Iном.об.
_:11041:129	I-Дифф:Время дополн.торм.		0.00 с до 5.00 с;∞	0.30 с
_:11041:130	I-Дифф:Вр.перекр.блк.доп. торм.		0.00 с до 2.00 с;∞	0.30 с
I-Дифф быстр.				
_:11071:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11071:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	7.5 I/Iном.об.
_:11071:6	I-Дифф быстр.:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:11071:100	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

6.2.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Idифф	Звезда	O
_:2311:301	Общие данные:Iторм	Звезда	O
_:2311:311	Общие данные:Idифф ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:312	Общие данные:Idифф ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:313	Общие данные:Idифф ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:314	Общие данные:Iторм ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:315	Общие данные:Iторм ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:316	Общие данные:Iторм ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:317	Общие данные:Адапт.настр.неакт.	SPS	O
I-Дифф			
_:11041:81	I-Дифф:>Блок. ступень	SPS	I
_:11041:54	I-Дифф:Неактивно	SPS	O
_:11041:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:11041:53	I-Дифф:Исправно	ENS	O
_:11041:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:11041:56	I-Дифф:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11041:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:11041:301	I-Дифф:Наклон 1	MV	O
_:11041:302	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (Пуск)	SPS	O
_:11041:303	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (DC)	SPS	O
_:11041:304	I-Дифф:Блок.бр.ток.намагн.	SPS	O
_:11041:305	I-Дифф:Блок.по 2 гарм.	ACT	O
_:11041:306	I-Дифф:Перекр.блок.по 2 гарм.	SPS	O
_:11041:307	I-Дифф:Блок.ан.формы тока	SPS	O
_:11041:308	I-Дифф:Блок.по 3 гарм.	ACT	O
_:11041:309	I-Дифф:Перекр.блок.по 3 гарм.	SPS	O
_:11041:310	I-Дифф:Блок.по 5 гарм.	ACT	O
_:11041:311	I-Дифф:Перекр.блок.по 5 гарм.	SPS	O
_:11041:312	I-Дифф:Блок.обнар.внешн.КЗ	ACT	O
_:11041:313	I-Дифф:Перекр.блок.внешн.КЗ	SPS	O
_:11041:316	I-Дифф:CWA обн.внут.пов.	SPS	O
I-Дифф быстр.			
_:11071:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:11071:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	SPS	O
_:11071:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:11071:53	I-Дифф быстр.:Исправно	ENS	O
_:11071:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:11071:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O
_:11071:56	I-Дифф быстр.:зад.сраб.истекла	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.3 Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов

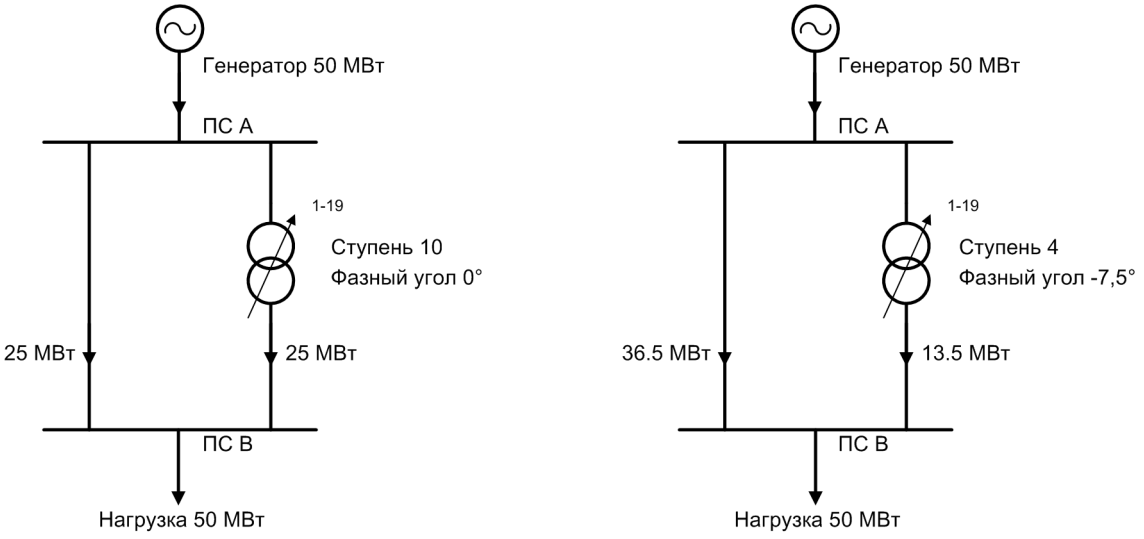
6.3.1 Обзор функций

Функция **Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов** (ФРТ) дополняет существующую функцию дифференциальной защиты трансформаторов (ANSI 87T). Описание структуры функции приводится в главе *6.2.2 Структура функции* .

Фазорегулирующие трансформаторы используются для регулирования перетоков реактивной и активной мощности в сложных сетях передачи электроэнергии. Задача состоит в том, чтобы достигнуть стабильности напряжения, равномерного распределения нагрузки в параллельных линиях электропередачи, и предотвратить возникновение уравнительного тока в сетях передачи электроэнергии.

Основная задача фазорегулирующего трансформатора заключается в эффективном сдвиге фазы между входным и выходным напряжением на линии электропередачи. Данная функция регулирует величину тока, которая может быть передана через одну линию.

Чтобы применить заданное повышение напряжения для изменения перетока активной мощности, фазорегулирующие трансформаторы встраиваются в схему энергосистемы последовательно. Данная ситуация возникает, например, если требуется увеличение пропускной способности в связи с установкой дополнительной линии. Селективное управление углом между током и напряжением в линии позволяет использовать обе линии до их расчетных предельных нагрузок.



[dw_PST_DIFF_01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-43 Распределение мощности между 2 линиями при использовании разных значений фазы-угла

Регулировка потока мощности или направления потока электроэнергии в точке соединения двух энергосистем является еще одним типовым применением.

Для параметризации дифференциальной защиты трансформатора при использовании фазорегулирующих трансформаторов добавьте соответствующий функциональный блок из библиотеки DIGSI 5 в функциональную группу **ДифЗащТ.**.



[sc_PST_DIFF_08, 1, ru_RU]

Адаптация к различным типам фазорегулирующих трансформаторов осуществляется с помощью 3 функциональных блоков:

ФРТ с одним сердечником	Фазорегулирующий трансформатор с одним сердечником Данные трансформаторы содержат все необходимые обмотки на сердечнике трехфазного трансформатора. При регулировке угла абсолютное значение напряжения не изменяется в линейной зависимости. Для компенсации изменений абсолютного значения напряжения, зачастую, требуется использовать дополнительный регулятор напряжения (трансформатор продольного регулирования).
Специализированный трансформатор	Трансформаторы специального назначения Трансформаторы специального назначения — трансформаторы с фиксированным подключением обмоток. В результате будет номер векторной группы, выраженный не целым числом (например, SG 0,25 = 7,5°). Эти трансформаторы можно использовать, например, в качестве инверторных трансформаторов. При объединении выпрямленных токов от нескольких обмоток со смещенным сдвигом фаз снижается пульсация постоянного тока.
ФРТ с двумя сердечниками	Фазорегулирующий трансформатор с двумя сердечниками Данные трансформаторы подключают напряжение со сдвигом фазы через регулируемый трансформатор напряжения. Следовательно, РПН не несет ток нагрузки и может использоваться для более высоких уровней мощности. Абсолютное значение коэффициента передачи по напряжению не изменяется в зависимости от угла.

Дифференциальная защита трансформатора автоматически учитывает результирующее изменение абсолютного значения и изменение угла. Следовательно, изменения не нужно учитывать в уставках характеристики пуска для дифференциальной защиты.

Устройство Advanced Retard Switch позволяет переключаться между отрицательным и положительным сдвигом фаз при отсутствии нагрузки и также при полной нагрузке. В данном случае блокировка ступени I-ДИФФ дифференциальной защиты может настраиваться.

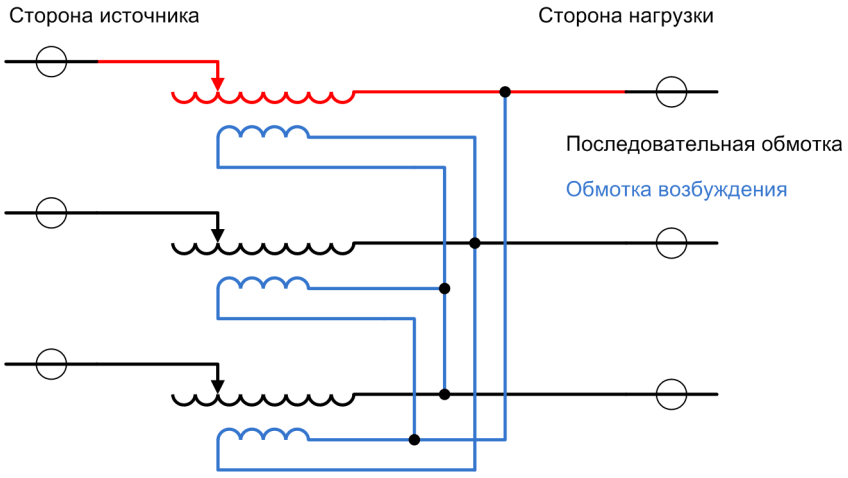
6.3.2 Фазорегулирующий трансформатор с одним сердечником

Фазорегулирующий трансформатор с одним сердечником состоит из 3-фазной последовательной обмотки и 3-фазной обмотки возбуждения. Обмотка возбуждения подключается по схеме треугольника и индуцирует напряжение ΔU в последовательной обмотке. Обмотка возбуждения устанавливается на тот же сердечник трансформатора.

Можно использовать один или несколько РПН для изменения сдвига фаз и выходного напряжения трансформатора.

Для дифференциальной защиты данного трансформатора требуется информация о положении РПН, информация о напряжении холостого хода и угол соответствующей ступени. На следующей схеме

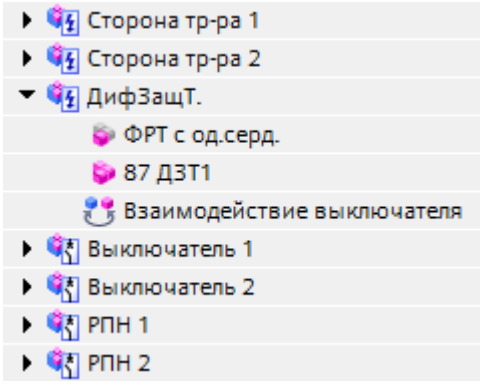
показано соответствующее подключение ассиметричного трансформатора с одним сердечником, ФРТ с одним сердечником.



[dw_PST_DIFF_02, 1, ru_RU]

Рисунок 6-44 Схема ассиметричного трансформатора с одним сердечником, ФРТ с одним сердечником

Для настройки дифференциальной защиты фазорегулирующего трансформатора добавьте функциональный блок **ФРТ с од.серд.** в функциональную группу **ДифЗащТ.**.

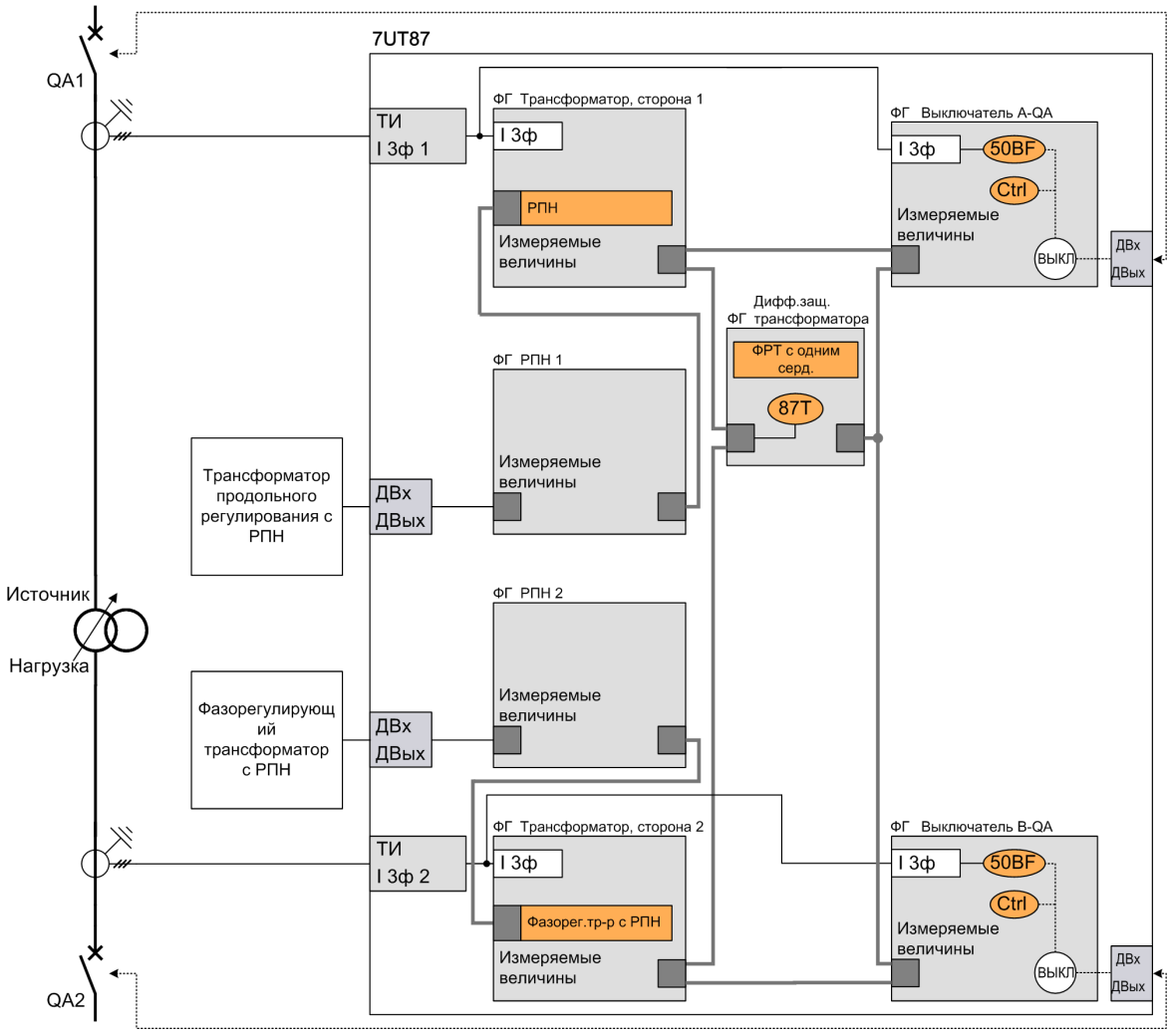


[sc_PST_DIFF_07, 1, ru_RU]

После добавления функционального блока **ФРТ с од.серд.** дополнительные параметры отображаются в функциональной группе **Сторона тр-ра** и в функциональной группе **ДифЗащТ.**.

РПН для регулирования сдвига по фазе и продольного регулирования назначаются на стороне трансформатора. РПН фазорегулирующего трансформатора определяет напряжение и угол для каждого положения РПН.

При использовании асимметричного фазорегулирующего трансформатора изменение фазного угла также влияет на напряжение. Таким образом, второй РПН может быть необходим для компенсации измененного абсолютного значения напряжения. Данный дополнительный РПН собирает информацию, необходимую для коррекции напряжения трансформатора продольного регулирования.



[dw_PST_DIFF_03, 1, ru_RU]

Рисунок 6-45 Логика функционального блока ФРТ с одним сердечником

На следующих рисунках показаны уставки для настройки РПН для стороны трансформатора 1 и 2. Дополнительные параметры РПН см. в главе *7.6.1 Описание функции*.

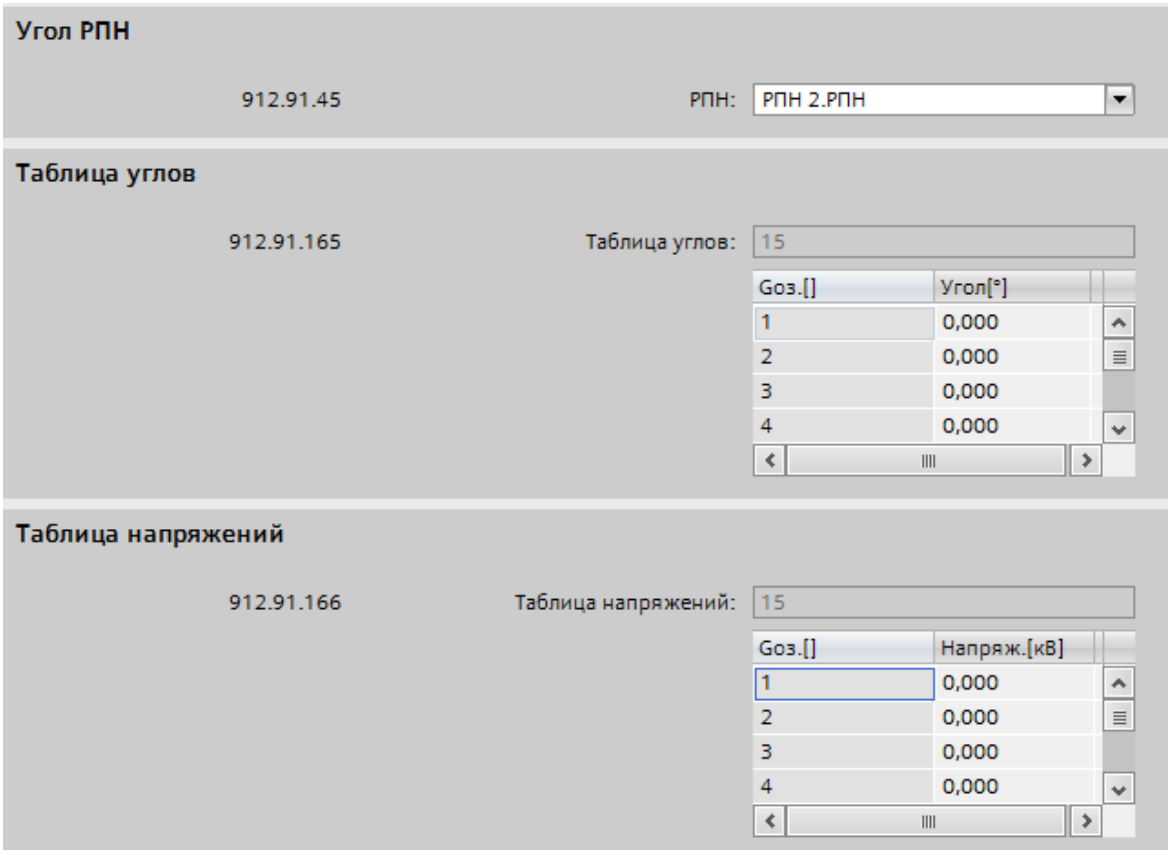
Трансформатор, сторона 1:

РПН

911.91.44	РПН:	РПН 1.РПН	
911.91.138	Базовое полож.:	8	
911.91.139	Разн.напряж.смежн.отп.:	0,000	кВ

[sc_PST_Diff_20_b, 1, ru_RU]

Трансформатор, сторона 2:



[sc_PST_Diff_20_a, 1, ru_RU]

Используйте табличные значения для настройки дифференциальной защиты для управления трансформатором. Таким образом предотвращаются дополнительные дифференциальные токи, возникающие в разных положениях РПН.

Настройте время фильтрации для дискретных входов РПН. Время программной фильтрации позволяет избежать ситуаций, когда переходные состояния в двоичном представлении положения РПН приводят к неверной коррекции дифференциальной защиты при переходе с одной ступени на следующую. При установке времени фильтрации следует учесть время выполнения переключения отпаек РПН. Если для контроля переключений используется подвижный контакт РПН, можно задать низкое значение времени фильтрации.

При повреждении или потере данных РПН (например, при недопустимой комбинации значений положения РПН) ступень I-ДИФФ дифференциальной защиты блокируется. Быстрая ступень I-ДИФФ остается активной.

Если фазорегулирующий трансформатор оснащен РПН для продольного регулирования дополнительно к регулированию сдвига по фазе или поперечному регулированию, то в дифференциальной защите можно учитывать оба РПН.

Advanced Retard Switch

Переключатель запаздывания (переключатель AR) переключает без нагрузки направление сдвига фаз без прерывания рабочего тока нагрузки.

Выберите параметр **Использовать ARS** в функциональном блоке **ФРТ с од.серд.**, чтобы задать реакцию дифференциальной защиты при переключении ARS.

Чтобы предотвратить излишнее срабатывание дифференциальной защиты трансформатора, настройте ее блокировку. Блокировку следует выбрать в зависимости от времени, необходимого ARS для достижения нового положения. Блокировка применяется только к ступени I-ДИФФ. Ступень I-ДИФФ быстр. не блокируется.

6.3.3 Указания по применению и вводу уставок ФРТ с одним сердечником

Далее описываются уставки для применения дифференциальной защиты фазорегулирующих трансформаторов специального назначения. Общая информация об уставках для дифференциальной защиты трансформаторов находится в главе *6.2.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Функциональная группа Сторона тр-ра

После добавления функционального блока **ФРТ с одним сердечником** на экран выводятся дополнительные параметры для настройки РПН.

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что на стороне трансформатора можно параметрировать только один РПН.

Параметры РПН трансформатора продольного регулирования

В функциональной группе **Сторона тр-ра** для задания параметров **РПН** введите следующие уставки для **РПН трансформатора продольного регулирования**.

Параметр: РПН

- Уставка по умолчанию **(_:91:45) РПН** = ***нет***

Параметр **РПН** позволяет назначить РПН на сторону трансформатора. Данный РПН используется для обнаружения продольного регулирования. Если РПН назначен, другие параметры также выводятся на экран. Можно применить отдельный РПН или РПН, встроенный в регулятор напряжения.

Параметр: Базовое полож.

- Уставка по умолчанию **(_:91:138) Базовое полож.** = *8*

Параметр **Базовое полож.** позволяет задать положение РПН для продольного регулирования, при котором трансформатор работает при номинальном напряжении.

Параметр: Разн.напряж.смежн.отп.

- Уставка по умолчанию **(_:91:139) Разн.напряж.смежн.отп.** = *0.000 кВ*

Параметр **Разн.напряж.смежн.отп.** обеспечивает задание разности напряжений ступени в условиях разомкнутой цепи.

Параметры РПН фазорегулирующего трансформатора

В функциональной группе **Сторона тр-ра** для задания параметров **РПН** введите следующие уставки для **РПН фазорегулирующего трансформатора**.

Параметр: РПН

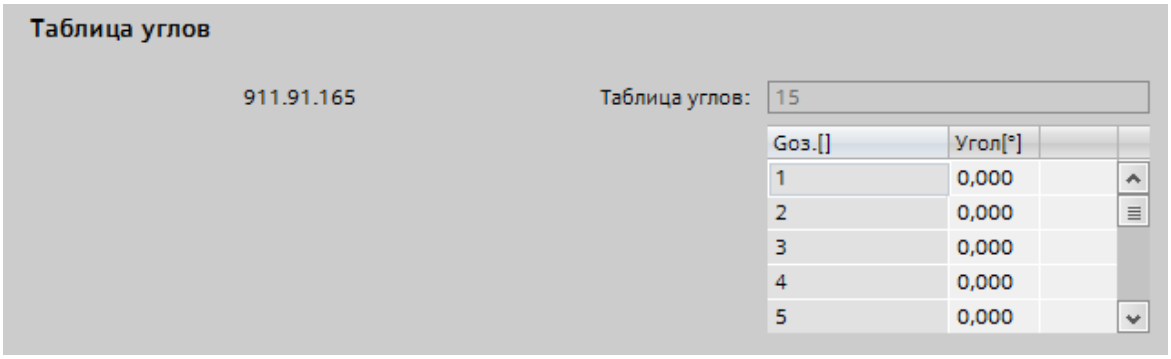
- Уставка по умолчанию **(_:91:45) РПН** = ***нет***

Параметр **РПН** позволяет назначить РПН на сторону трансформатора. Данный РПН используется для обнаружения регулирования сдвига по фазе.

ПРИМЕЧАНИЕ

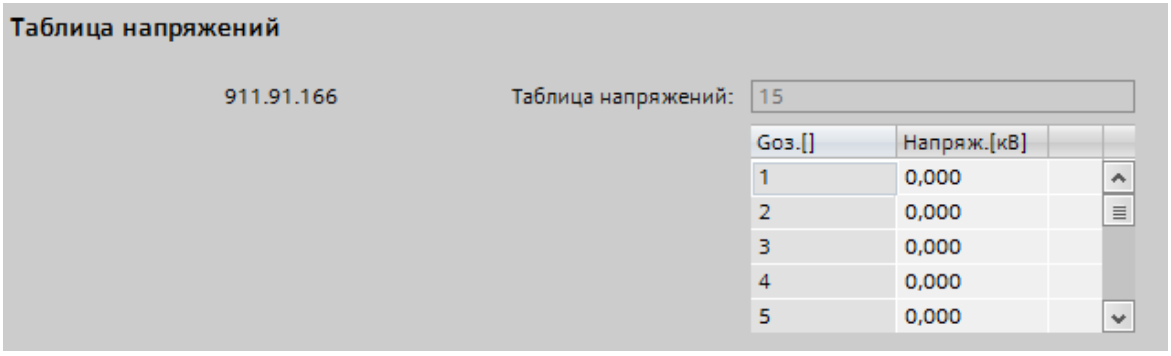
Сконфигурируйте данный РПН при использовании фазорегулирующего трансформатора с одним сердечником.

Параметр: Таблица углов



[sc_PST_DIFF_01, 1, ru_RU]

Параметр: Таблица напряжений



[sc_PST_DIFF_02, 1, ru_RU]

Функциональная группа Дифференциальная защита трансформатора (ДифЗащТ.)

В функциональной группе **ДифЗащТ.** в функциональном блоке **ФРТ с од. серд.** введите следующие параметры.

Параметр: Использовать ARS

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***заземленная***

Параметр **Использовать ARS** позволяет определить, будет ли дифференциальная защита учитывать ARS запаздывания. При использовании уставки ***Блок. функцию*** на экран выводится параметр **(_:102) Время блокировки ARS**.

Параметр: Время блокировки ARS

- Уставка по умолчанию **(_:102) Время блокировки ARS** = ***12.00 с***

Параметр **Время блокировки ARS** позволяет задать длительность блокировки ступени I-ДИФФ дифференциальной защиты во время ARS запаздывания. Данная функция блокировки необходима для предотвращения излишнего срабатывания дифференциальной защиты. Чтобы ARS мог безопасно достигнуть нового положения, выберите достаточное время блокировки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если нейтральная точка трансформатора назначена стороне заземления с заданным пользователем номером векторной группы, Siemens не рекомендует использовать измеренное значение однофазного тока в нейтральной точке при расчете дифференциальной защиты.

Пример:

Пример трансформатора: ФРТ с одним сердечником 90°

Информация, предоставленная производителем:

Тип:	Трехстержневой сердечник с компенсационной обмоткой. Доступ к компенсационной обмотке снаружи невозможен.
Мощность	200 МВА
Номинальное напряжение:	110 кВ/110 кВ ±10° (± 13 ступеней)
Периодичность:	50 Гц
Угол фазы:	Состояние разомкнутой цепи: ±10° (положение 1 = -10°, положение 14 = 0°, положение 27 = +10°) Полная нагрузка: положение 1 = -13°, положение 14 = 2,4°, положение 27 = +7°)

Ступень	Фазный угол разомкнутой цепи [°]	Выходное напряжение разомкнутой цепи [кВ]
1	-10,00°	111,70 кВ
2	-9,24°	111,45 кВ
3	-8,49°	111,22 кВ
4	-7,72°	111,01 кВ
5	-6,96°	110,82 кВ
6	-6,19°	110,65 кВ
7	-5,42°	110,49 кВ
8	-4,65°	110,36 кВ
9	-3,88°	110,25 кВ
10	-3,11°	110,16 кВ
11	-2,33°	110,09 кВ
12	-1,55°	110,04 кВ
13	-0,78°	110,01 кВ
14	**0,00°**	**110,00 кВ**
15	0,78°	110,01 кВ
16	1,55°	110,04 кВ
17	2,33°	110,09 кВ
18	3,11°	110,16 кВ
19	3,88°	110,25 кВ
20	4,65°	110,36 кВ
21	5,42°	110,49 кВ
22	6,19°	110,65 кВ
23	6,96°	110,82 кВ
24	7,72°	111,01 кВ
25	8,49°	111,22 кВ
26	9,24°	111,45 кВ
27	10,00°	111,70 кВ

Конфигурирование функционального блока:

- Задайте параметры для трансформатора с двумя сторонами (например, с помощью шаблона применения: двухобмоточный трансформатор, основной) двухобмоточный трансформатор, базовая функциональность)
- Задайте параметры для РПН
- Задайте параметры для функционального блока **ФРТ с од.серд.** в текущей функциональной группе **ДифЗащТ.**

Уставки РПН:

- Задайте необходимое контроля длительности переключения отпаек РПН.

  Уставка для самого верхнего положения РПН не требуется, если РПН действует как РПН трансформатора поперечного регулирования. В данном случае РПН не учитывается.
- В разделе ранжирования информации в диалоговом окне свойств можно задать дополнительные уставки для положений РПН. Для задания уставок следуйте инструкциям изготовителя.

  Они включают:
  - Смещение отображения отпаек: 0
  - Количество положений РПН: 27
  - Тип кодирования ответвлений: Дискретный
  - Сигнал работы привода РПН: Активизировать обнаружение сигнала работы привода РПН, если этот сигнал доступен.
  - Время программной фильтрации: Задайте время программной фильтрации в зависимости от времени выполнения процесса переключения отпаек РПН, на протяжении которого РПН переключается из одной ступени в соседнюю.
- Ранжируйте положение РПН на соответствующие дискретные входы.

Уставки для сторон трансформатора:

- Задайте номинальные параметры стороны трансформатора 1 в соответствии с документацией изготовителя:
  - Номинальная полная мощность: 200 MBA
  - Номинальное напряжение: 110 кВ
  - Номер векторной группы: 0
- Задайте номинальные параметры стороны трансформатора 2 в соответствии с документацией изготовителя:
  - Номинальная полная мощность: 200 MBA
  - Номинальное напряжение: 110 кВ
- Задайте параметры РПН как для РПН поперечного регулирования. После этого на экран выводятся таблицы уставок положений, углов и напряжений.
- Задайте углы и напряжения отдельных ступеней РПН в соответствии с таблицей в документации изготовителя.

Уставки для дифференциальной защиты трансформатора:

- Задайте функциональный блок ФРТ с од.серд..
  - Использовать ARS: Нет

  Для фазорегулирующих трансформаторов с одним сердечником данную уставку можно выбирать часто, поскольку переключение может выполняться без прерывания при 0°.

6.3.4 Уставки

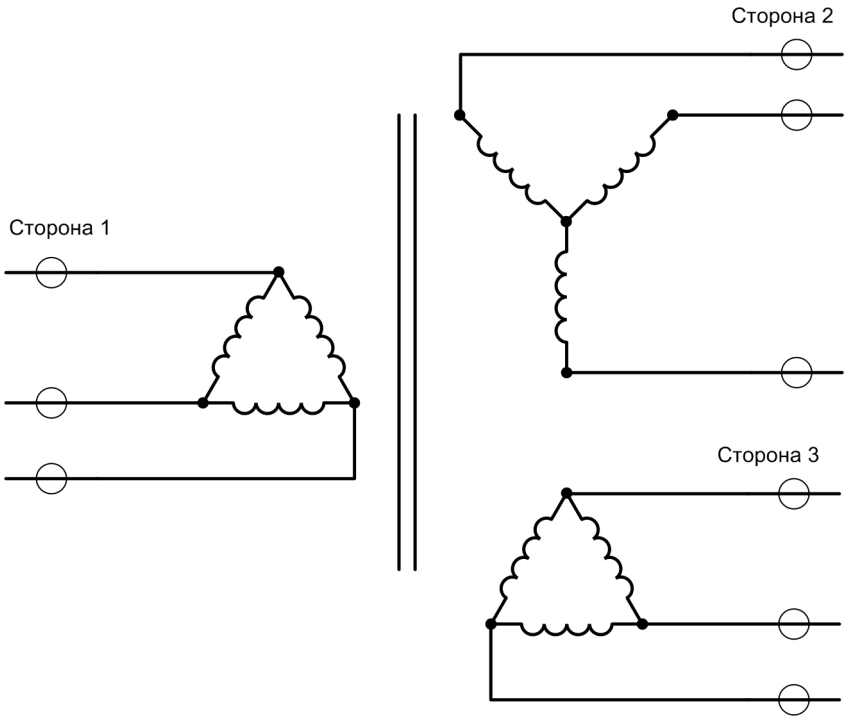
Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РПН				
_:91:138	Общие данные:Базовое полож.		-128 до 127	8
_:91:139	Общие данные:Разн.напряж.с межн.отп.		0.000 кВ до 800.000 кВ	0.000 кВ
_:91:44	Общие данные:РПН		Варианты уставок зависят от конфигурации	
_:91:45	Общие данные:РПН		Варианты уставок зависят от конфигурации	
ФРТ с од.серд.				
_:101	ФРТ с од.серд.:Использовать ARS		• нет • Блок. функцию	нет
_:102	ФРТ с од.серд.:Время блокировки ARS		0.00 с до 60.00 с	12.00 с

6.3.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:90	ФРТ с од.серд.:>ARS	DPS	I

6.3.6 Фазорегулирующие трансформаторы специального назначения

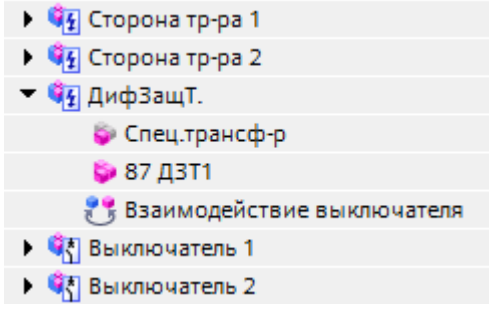
Данным термином обозначаются трансформаторы промышленного типа. Их обмотки соединены таким образом, что возможен сдвиг фаз, отличный от 30°, например ±7,5°. Трансформаторы специального назначения могут использоваться, например, для питания электродвигателей, преобразователей частоты и выпрямителей. При объединении выпрямленных токов от нескольких обмоток с переключенным сдвигом фаз снижается пульсация постоянного тока.



[dw_PST_DIFF_04, 1, ru_RU]

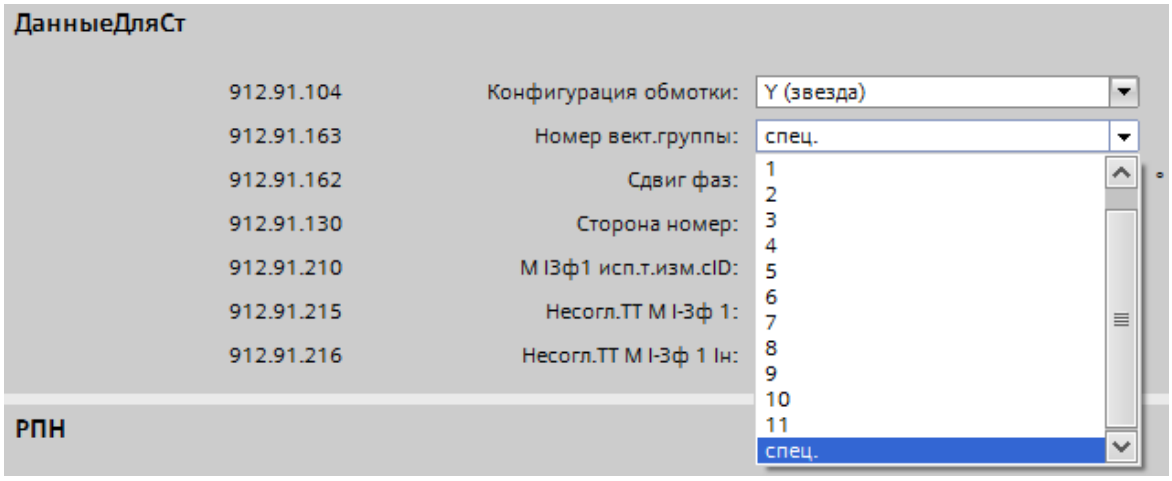
Рисунок 6-46 Базовая схема трансформатора специального назначения

Для настройки дифференциальной защиты трансформатора специального назначения добавьте функциональный блок **Спец.трансф-р** в функциональную группу **ДифЗащТ.**.



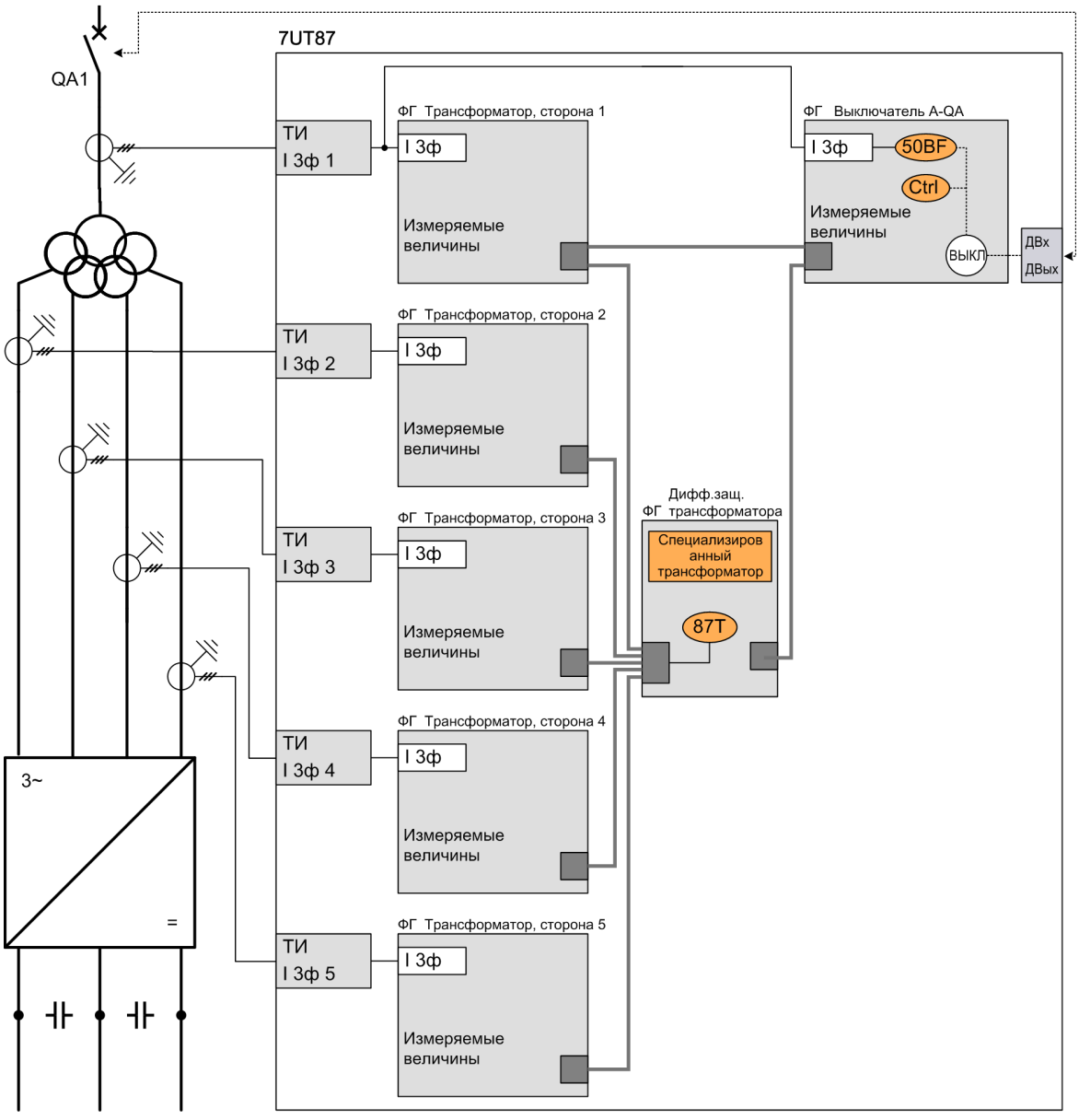
[sc_PST_DIFF_03, 1, ru_RU]

После добавления функционального блока **Спец.трансф-р** в функциональной группе **ДифЗащТ.** диапазон уставок параметра **(_:91:163) Номер вект.группы** дополняется параметром ***спец.*** в назначенной функциональной группе **Сторона тр-ра**. Если выбрана данная уставка, на экран выводится дополнительный параметр **(_:91:162) Сдвиг фаз**. Данный параметр можно задать в диапазоне значений от -180,000° до +180,000°. Функциональный блок **Спец.трансф-р** не имеет собственных уставок.



[sc_PST_DIFF_04, 1, ru_RU]

Для коррекционной регулировки дифференциальной защиты трансформатора можно комбинировать трансформаторы специального назначения и трансформаторы продольного регулирования.



[dw_PST_DIFF_05, 1, ru_RU]

Рисунок 6-47 Логика функционального блока трансформаторов специального назначения

6.3.7 Указания по применению и вводу уставок трансформаторов специального назначения

Далее описываются уставки для применения дифференциальной защиты фазорегулирующих трансформаторов специального назначения. Общая информация об уставках для дифференциальной защиты трансформаторов находится в главе *6.2.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: (_:91:163) Номер вект.группы

- Уставка по умолчанию **Номер вект.группы** = *0*

Параметр **Номер вект.группы** позволяет задать номер векторной группы на стороне трансформатора. Для использования трансформаторов специального назначения выберите уставку ***спец.***. Если выбрана данная уставка, на экран выводится параметр **(_:91:162) Сдвиг фаз**.

Параметр: (_:91:162) Сдвиг фаз

- Уставка по умолчанию **Сдвиг фаз** = *0*

Параметр **Сдвиг фаз** позволяет задать сдвиг фаз на стороне трансформатора.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если нейтральная точка трансформатора установлена на стороне заземления с заданным пользователем номером векторной группы, Siemens не рекомендует использовать измеренное значение однофазного тока в нейтральной точке при расчете дифференциальной защиты.

6.3.8 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	Y (звезда)
_:91:163	Общие данные:Номер векг.группы		• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10 • 11 • спец.	0
_:91:162	Общие данные: Сдвиг фаз		-180.000 ° до 180.000 °	0.000 °

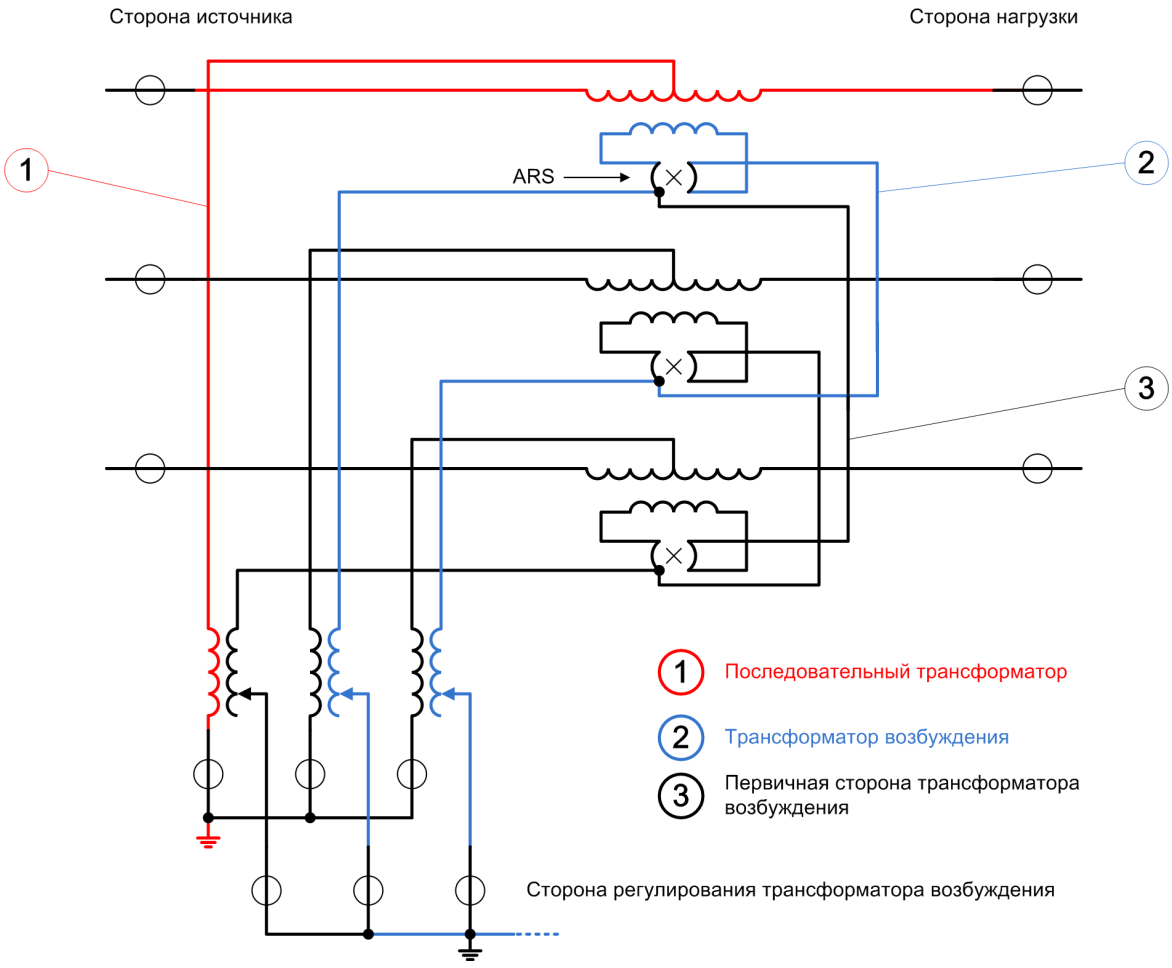
6.3.9 Фазорегулирующий трансформатор с двумя сердечниками

Фазорегулирующий трансформатор с двумя сердечниками (ФРТ с двумя сердечниками) состоит из 3-фазного последовательного трансформатора и 3-фазного шунтирующего трансформатора. Напряжение, генерируемое трансформатором возбуждения, можно задать как последовательное напряжение ΔU и подключить к обмотке, соединенной в треугольник, последовательного трансформатора. Последовательный трансформатор и шунтирующий трансформатор могут быть установлены в одном баке или в отдельных баках.

В качестве дифференциальной защиты таких трансформаторов применяется система защиты с 2 функциями дифференциальной защиты (см. стандарт IEC 62032 / IEEE C57.135):

- Первичная дифференциальная защита (ANSI 87P)
- Вторичная дифференциальная защита (ANSI 87S)

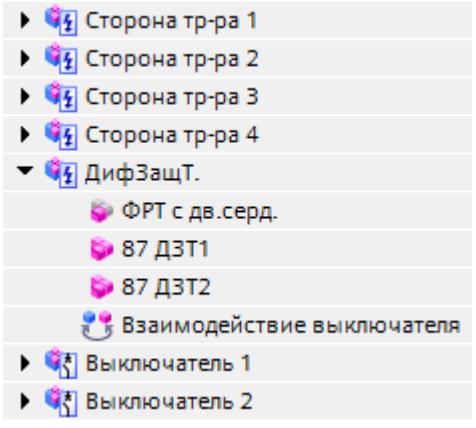
Для данной системы защиты необходимо подключить 4 точки измерения тока. Соедините эти точки с 4 сторонами трансформатора.



[dw_PST_DIFF_06, 1, ru_RU]

Рисунок 6-48 Симметричная схема трансформатора с двумя сердечниками, ФРТ с двумя сердечниками

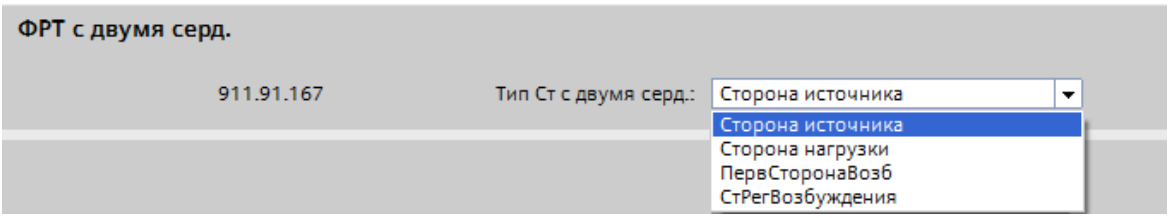
Для настройки дифференциальной защиты фазорегулирующего трансформатора добавьте функциональный блок **ФРТ с дв.серд.** в функциональную группу **ДифЗащТ.**.



[sc_PST_DIFF_12, 1, ru_RU]

После добавления функционального блока **ФРТ с дв.серд.** для сторон трансформатора выводятся дополнительные параметры. С помощью параметра **(_:91:167) Тип Ст с двумя серд.** можно указать тип стороны.

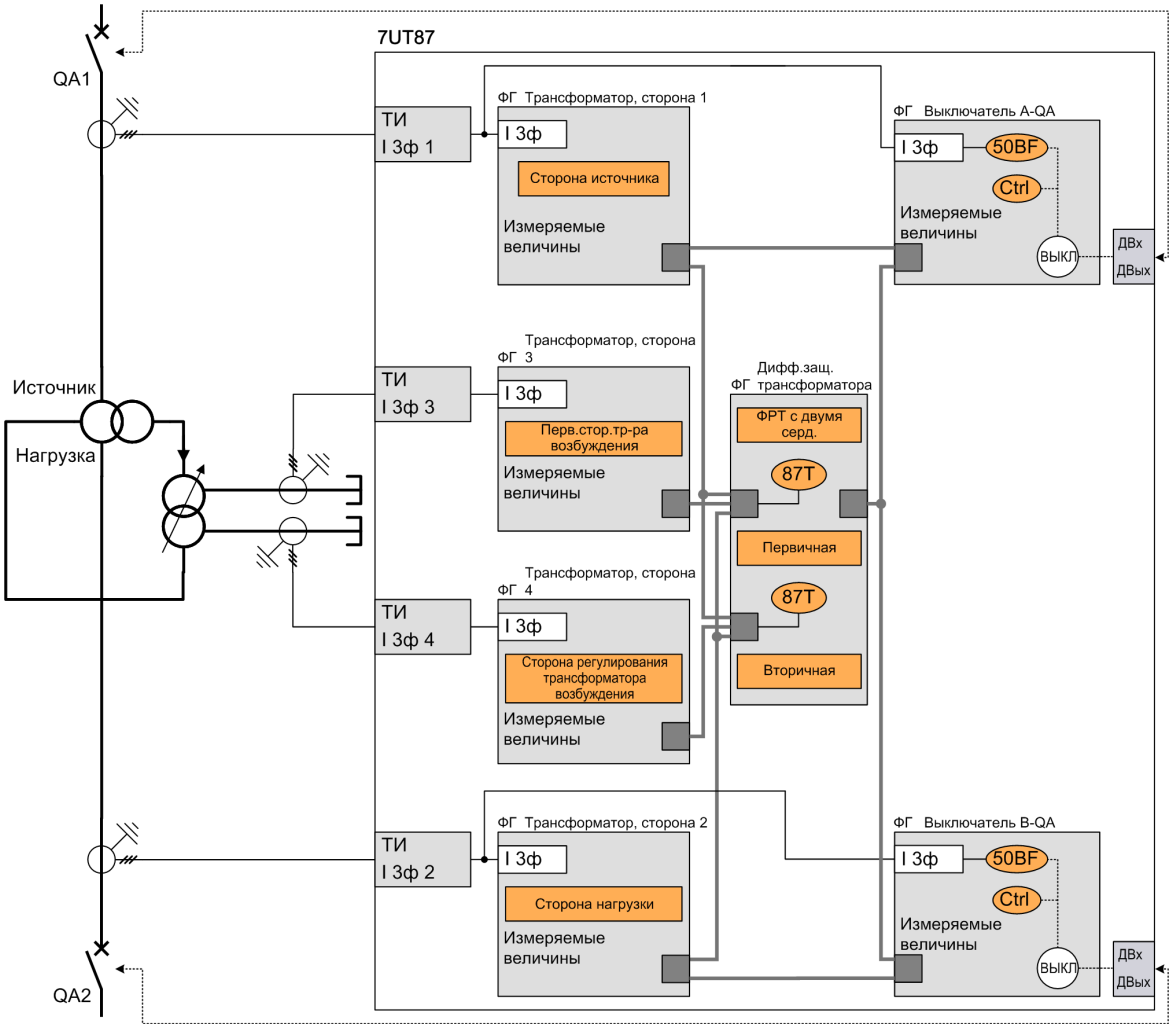
Все 4 стороны фазорегулирующего трансформатора должны относиться к разным типам. Это проверяется при настройке сторон трансформатора.



[sc_PST_DIFF_11, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

При применении фазорегулирующих трансформаторов ФРТ с двумя сердечниками параметрирование РПН не требуется. Таким образом, установите для параметра **РПН** значение ***Нет***.



[dw_PST_DIFF_07, 1, ru_RU]

Рисунок 6-49 Логика функционального блока ФРТ с двумя сердечниками

Advanced Retard Switch

Переключатель запаздывания (переключатель AR) переключает без нагрузки направление сдвига фаз без прерывания рабочего тока нагрузки.

Выберите параметр **Использовать ARS** в функциональном блоке **ФРТ с дв.серд.**, чтобы задать реакцию дифференциальной защиты при переключении ARS.

Чтобы предотвратить излишнее срабатывание дифференциальной защиты трансформатора, настройте ее блокировку. Блокировку следует выбрать в зависимости от времени, необходимого ARS для достижения нового положения. Блокировка применяется только к ступени I-ДИФФ. Ступень I-ДИФФ быстр. не блокируется.

Дополнительно к блокировке функций дифференциальной защиты может потребоваться переключение номера векторной группы (0 и 6). Это необходимо при выборе положения переключателя в треугольнике соответствующей обмотки, поскольку направление электрического тока в точках измерения обмотки возбуждения (на стороне регулировки) инвертируется.

6.3.10 Указания по применению и вводу уставок трансформаторов ФРТ с двумя сердечниками

Далее описываются уставки для применения дифференциальной защиты фазорегулирующих трансформаторов с двумя сердечниками. Общая информация об уставках для дифференциальной защиты трансформаторов находится в главе *6.2.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Для адаптивной настройки дифференциальной защиты ФРТ с двумя сердечниками и трансформаторы продольного регулирования комбинировать нельзя.

Функциональная группа Сторона тр-ра

После добавления функционального блока **ФРТ с дв.серд.** на экран выводятся дополнительные параметры для настройки РПН.

В функциональной группе **Сторона тр-ра** задайте следующие уставки:

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

Параметр: **Тип Ст с двумя серд.**

- Уставка по умолчанию **(_:91:167) Тип Ст с двумя серд.** = ***Сторона источника***

Параметр **Тип Ст с двумя серд.** позволяет задать следующие типы стороны: ***Сторона источника***, ***Сторона нагрузки***, ***ПервСтороналВозб*** и ***СтРегВозбуждения***.

Для использования фазорегулирующих трансформаторов с двумя сердечниками с функциями защиты **87T первичная** и **87T вторичная** потребуются все 4 стороны.

Для схемы защиты данные о положении РПН не требуются.

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставка нейтральной точки заземления не доступна, поскольку в данной схеме защиты ее менять не нужно (см. стандарт IEC 62032 / IEEE C57.135). Значения, используемые в устройстве, соответствуют типу стороны.

Уставки параметров **номинальная полная мощность** и **номинальное напряжение** на стороне возбуждения не влияют на дифференциальную защиту. Для обеспечения правильного функционирования их получают в устройстве из данных, полученных с других сторон. Данные уставки могут быть необходимы для дополнительных функций, но такие функции должны быть связаны только с соответствующей стороной.

Параметр: **(_:91:163) Номер векст.группы**

- Уставка по умолчанию **Номер векст.группы** = *0*

Параметр **Номер векст.группы** отображается и требуется только для регулирующей стороны трансформатора возбуждения. Данная уставка применима к прямому направлению переключателя при

настройке параметра Использовать ARS = ***БлкФунк и перекл.ВГ***. Если выбрана другая уставка, параметр применим к обоим положениям переключателя.

Функциональная группа ДифЗащТ.

Фазорегулирующий трансформатор ФРТ с двумя сердечниками может быть полностью защищен только с помощью двух функций дифференциальной защиты. Для этого необходимо дважды добавить функцию 87T в функциональную группу **ДифЗащТ.**.

В функциональной группе **ДифЗащТ.** задайте следующие уставки:

Параметр: `РежРабДиф.Защ`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:188) РежРабДиф.Защ`** = ***`87T защита перв.`***

Параметр **`РежРабДиф.Защ`** позволяет назначить режим работы дифференциальной защиты.

Значение параметра	Описание
`87T защита перв.`	В режиме первичной защиты данная функция защиты использует в качестве основной сторону источника, сторону нагрузки и первичную сторону трансформатора возбуждения. Сторона регулирования трансформатора возбуждения игнорируется.
`87T защита втор.`	В режиме вторичной защиты данная функция защиты использует, в основном, сторону источника, сторону нагрузки и сторону регулирования трансформатора возбуждения. Первичная сторона трансформатора возбуждения игнорируется.

Параметр: `Отн.послед.модулей`

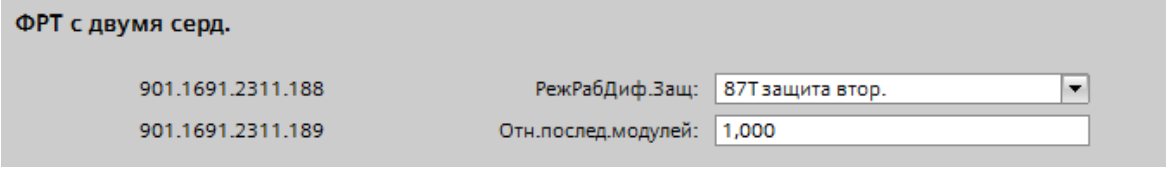
- Уставка по умолчанию **`(_:2311:189) Отн.послед.модулей`** = ***`1,000`***

Параметр **`Отн.послед.модулей`** позволяет задать отношение витков для последовательного трансформатора:

$$K = \frac{n_{ист.} + n_{нагр.}}{n_{дифф}}$$

[fo_PST_DIFF_01, 1, ru_RU]

Данное отношение также можно найти в данных напряжения холостого хода обмотки.



[sc_PST_DIFF_13, 1, ru_RU]

ФРТ с дв.серд.

В функциональной группе **ДифЗащТ.** в функциональном блоке **ФРТ с дв.серд.** введите следующие параметры.

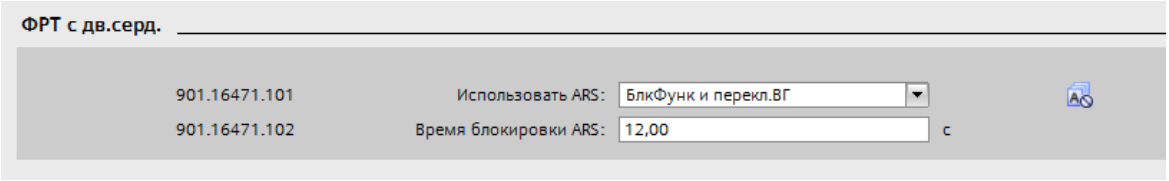
Параметр: `Использовать ARS`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Использовать ARS`** = ***`нет`***

Параметр **`Использовать ARS`** позволяет определить, будет ли дифференциальная защита учитывать переключение ARS.

Значение параметра	Описание
`нет`	ARS не учитывается

Значение параметра	Описание
Блок. функцию	При переключении ARS дифференциальная защита ступени I-ДИФФ блокируется.
БлкФунк и перекл.ВГ	При переключении ARS дифференциальная защита ступени I-ДИФФ блокируется и векторная группа регулирующей стороны трансформатора возбуждения переключается во внутреннем режиме.



[sc_PST_DIFF_10, 1, ru_RU]

При установке переключателя в треугольнике обмотки, соединенной в треугольник, направление электрического тока в точках измерения обмотки возбуждения (на стороне регулирования) инвертируется. Следовательно, также необходимо переключить номер векторной группы (0 или 6).

При активации обмотки возбуждения через переключатель (на стороне регулирования) в большинстве случаев ток, протекающий через точку измерения на этой стороне, не изменяется. Это зависит от места установки трансформатора. В данном случае можно задать для параметра **Использовать ARS** значение ***нет***. Если кратковременный дифференциальный ток все еще присутствует на этапе переключения, выберите параметр ***Блок. функцию***, чтобы предотвратить нежелательное срабатывание функции **87T вторичная**.

Если установлен параметр ***Блок. функцию*** или ***БлкФунк и перекл.ВГ***, параметр **(_:102) Время блокировки ARS** выводится на экран. Данный параметр позволяет задать время блокировки ступени I-ДИФФ дифференциальной защиты трансформатора **87T вторичная**. На протяжении времени блокировки ступень переключается в состояние ***не активно***. Если ARS не достиг допустимого положения по истечению заданного времени, ступень I-ДИФФ переключается в состояние **Аварийный сигнал**. В данной ситуации необходимо заранжировать входные сигналы от ARS.

Поскольку защита должна быть заблокирована немедленно, время фильтрации для ARS недоступно. Время блокировки не активируется.

Дифференциальная защита трансформатора **87T первичная** не изменяется данным параметром.

Для обеспечения правильного обнаружения состояния ARS дискретными входами **>Переключатель** предоставляется соединение в виде двухпозиционного сообщения. Это позволяет обнаружить и предоставить данные о промежуточных и неисправных положениях. Если доступен только один дискретный вход, выполните преобразование в CFC с помощью блока **Build_DSP**. Положение DSP **замкнуто** свидетельствует о прямом направлении. Положение DSP **разомкнуто** свидетельствует об обратном направлении.

Параметр: (_:102) Время блокировки ARS

- Уставка по умолчанию **Время блокировки ARS** = ***12,00 с***

Параметр **Время блокировки ARS** позволяет задать длительность блокировки ступени I-ДИФФ дифференциальной защиты во время переключения ARS. Данное время необходимо для предотвращения излишнего срабатывания дифференциальной защиты. Чтобы ARS мог безопасно достигнуть нового положения, выберите достаточное время блокировки. Как правило, данное время составляет 12 с.

Пример:

Пример трансформатора: ФРТ с двумя сердечниками	
Информация, предоставленная производителем:	
Номинальное напряжение/номинальная мощность:	410 кВ/1200 МВА
Частота:	50 Гц
Количество ступеней:	±32 ступени

Номинальное напряжение частей обмотки на стороне источника/нагрузки последовательного трансформатора:	2x 41,1 кВ
Номинальное напряжение вторичной обмотки последовательного трансформатора:	105,8 кВ
Выход трансформатора возбуждения:	410 МВА
Номинальное напряжение первичной обмотки возбуждения:	410 кВ
Номинальное напряжение обмотки управления:	105,8 кВ

ARS переключает прямое и обратное направление обмотки, соединенной в треугольник (вторичные обмотки последовательного трансформатора). Следовательно, необходимо переключить векторную группу на стороне регулирования трансформатора возбуждения между номерами векторной группы 0 и 6.

Конфигурирование функционального блока:

- Задайте параметры для трансформатора с четырьмя сторонами (например, возьмите за основу шаблон применения для трехобмоточного трансформатора и расширьте его).
- Задайте параметры для функционального блока **ФРТ с дв.серд.** в текущей функциональной группе **ДифЗащТ.**.
- Задайте параметры для вторичной функции дифференциальной защиты в функциональной группе **ДифЗащТ.**.

  Для схемы защиты получение данных о положении РПН не требуется.

Уставки для сторон трансформатора:

- Трансформатор, сторона 1:
  - Тип стороны с двумя сердечниками: Сторона источника
  - Номинальная полная мощность: 1200 МВА
  - Номинальное напряжение: 410 кВ
- Трансформатор, сторона 2:
  - Тип стороны с двумя сердечниками: Сторона нагрузки
  - Номинальная полная мощность: 1200 МВА
  - Номинальное напряжение: 410 кВ
- Трансформатор, сторона 3:
  - Тип стороны с двумя сердечниками: Первичная сторона трансформатора возбуждения
  - Номинальная полная мощность: 410 МВА (влияет только на выбор опорной стороны дифференциальной защиты)
  - Номинальное напряжение: 410 кВ (влияет только на выбор опорной стороны дифференциальной защиты)
- Трансформатор, сторона 4:
  - Тип стороны с двумя сердечниками: Сторона регулирования трансформатора возбуждения
  - Номинальная полная мощность: 410 МВА (не влияет на дифференциальную защиту)
  - Номинальное напряжение: 105,8 кВ (не влияет на дифференциальную защиту)
  - Номер векторной группы: 0 (информация о номере векторной группы для прямого направления)

Уставки для дифференциальной защиты трансформатора:

- Функциональный блок ФРТ с двумя сердечниками:
  - Параметр **(_:101) Использовать ARS** = ***БлкФунк и перекл.ВГ***
  - Параметр **(_:102) Время блокировки ARS** = ***12 с***

  Если ARS переключается в соответствующее положение, ступень I-ДИФФ дифференциальной защиты будет заблокирована на протяжении заданного времени. Если ARS не достиг допустимого положения по истечению заданного времени, функция переключается в состояние **Аварийный сигнал**.
- Дифференциальная защита трансформатора 1:
  - Режим работы дифф.: Первичная защита (87T)
- Дифференциальная защита трансформатора 2:
  - Режим работы дифф.: Вторичная защита (87T)
  - Коэффициент последовательного трансформатора: 0,777 (2x 41,1 кВ/105,8 кВ)
- Ранжирование информации
  - Ранжирование двоичных входных сигналов **>Переключатель**.

    Поскольку защита должна быть заблокирована немедленно, время фильтрации для ARS недоступно. Время блокировки не активируется.

6.3.11 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДанныеДляСт				
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	Y (звезда)
_:91:163	Общие данные:Номер вект.группы		• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10 • 11 • спец.	0
_:91:162	Общие данные: Сдвиг фаз		-180.000 ° до 180.000 °	0.000 °
ФРТ с двумя серд.				
_:91:167	Общие данные:Тип Ст с двумя серд.		• Сторона источника • Сторона нагрузки • ПервСторонаВозб • СтРегВозбуждения	Сторона источника
_:101	ФРТ с дв.серд.:Использовать ARS		• нет • Блок. функцию • БлкФунк и перекл.ВГ	нет
_:102	ФРТ с дв.серд.:Время блокировки ARS		0.00 с до 60.00 с	12.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:188	Общие данные:РежРабДиф.Защ		• 87T защита перв. • 87T защита втор.	87T защита перв.
_:2311:189	Общие данные:Отн.послед.модулей		0.001 до 100.000	1.000

6.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю

6.4.1 Обзор функций

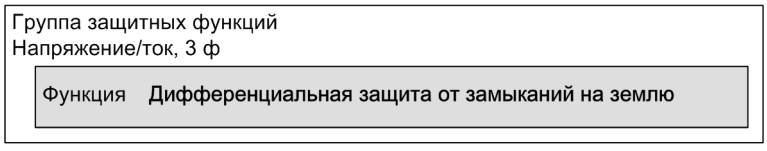
Дифференциальная защита от замыканий на землю (ANSI 87N):

- Реагирует на замыкания на землю в трансформаторах, шунтирующих реакторах, заземляющих реакторах, вращающихся электрических машинах с заземленной нейтралью.
- Обладает высокой чувствительностью к замыканиям на землю вблизи нейтрали.
- Является дополнительной основной защитой совместно с продольной дифференциальной защитой.
- Защищает заземляющие трансформаторы в зоне защиты. Необходимо использовать ТТ, установленный между нейтралью и заземляющим проводником. Защищаемая зона ограничивается фазными ТТ и ТТ, установленным в нейтрали.
- При использовании на автотрансформаторах адаптируется к стороне с наибольшим током, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае внешних замыканий на землю.

6.4.2 Структура функции

Функция **Дифференциальная защита от замыканий на землю** используется в функциональной группе **Сторона трансформатора** или **Автотрансформатор**. Данная функция также может использоваться для компенсационной обмотки автотрансформатора или в функции **Стандартные UI**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время разработки.

Функция **Дифференциальная защита от замыканий на землю** является одноступенчатой.

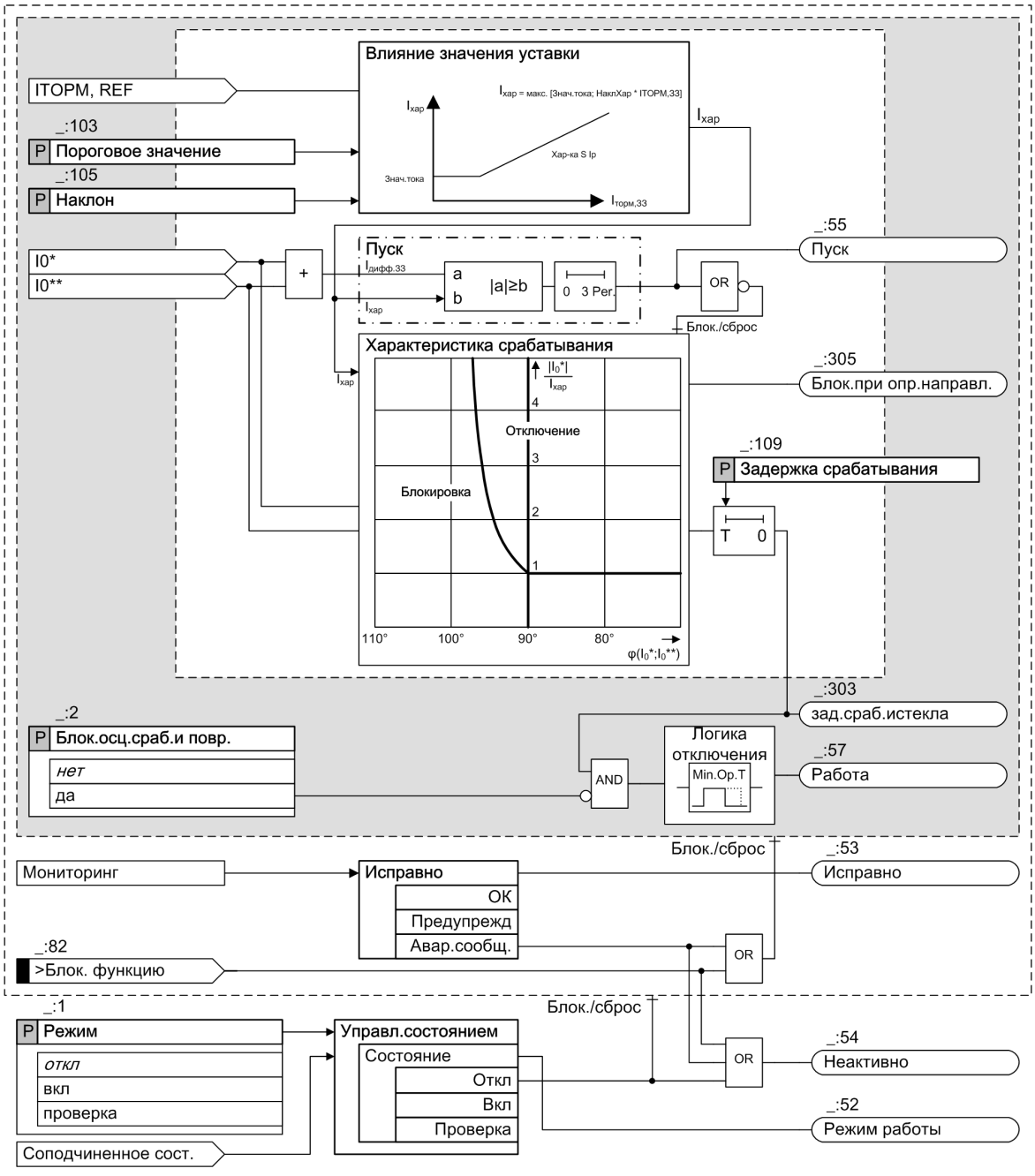


[dwstrupt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-50 Структура/реализация функции

6.4.3 Описание функции

Логика работы функции



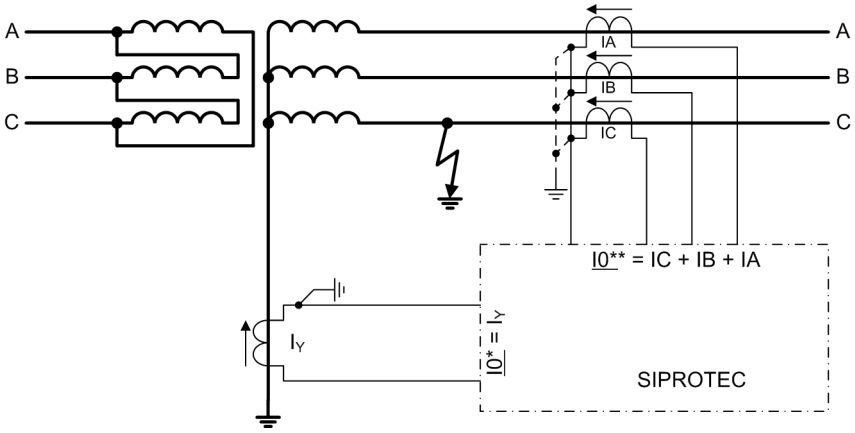
[loreffkt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-51 Логическая схема работы дифференциальной защиты от замыканий на землю.

Функция защиты обрабатывает ток нейтрали I_0* ($3I_0$) и расчетный ток нулевой последовательности I_0** ($3I_0$), вычисляемый из фазных токов (см. следующий рисунок). Защищаемая зона ограничивается фазными ТТ, установленными на выводе объекта и ТТ в нейтрали. Значения токов (скорректированные), полученные в результате амплитудной коррекции, обозначаются символом *. Токи приводятся к номинальному току соответствующей стороны защищаемого объекта.

В случае внутреннего замыкания на землю ток нулевой последовательности течет к точке повреждения, расположенной внутри защищаемой зоны. При внешнем замыкании на землю ток, изме-

ренный фазными ТТ, будет иметь обратное направление. Поэтому критерием наличия внутреннего повреждения является направление тока.



[dwgrdpri-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-52 Принцип работы функции.

В соответствии с логической схемой, *Рисунок 6-51*, функция защиты состоит из трех частей:

Изменение уставки срабатывания

Дифференциальный и тормозной токи вычисляются из токов нулевой последовательности. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное (см. *Рисунок 6-52*). Учтите, что ток нулевой последовательности в осциллограмме и в тестовом режиме DIGSI 5 отображается положительным, если он вытекает из полярных концов датчиков тока SIPROTEC.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следующие вычисления относятся к случаю, когда на стороне защищаемого объекта установлена одна трехфазная группа ТТ. При использовании на одной стороне нескольких групп ТТ вычисления тормозного тока следует выполнять с учетом всех ТТ.

$\underline{I}_0^* = k_m \cdot 3\underline{I}_0'$

$\underline{I}_0^{**} = k_m \cdot 3\underline{I}_0'' \rightarrow 3\underline{I}_0'' = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C$

где $k_m = I_{ном.тр.}/I_{ном.ст.}$

$I_{диф.,\,3З} = |\underline{I}_0^* + \underline{I}_0^{**}|$

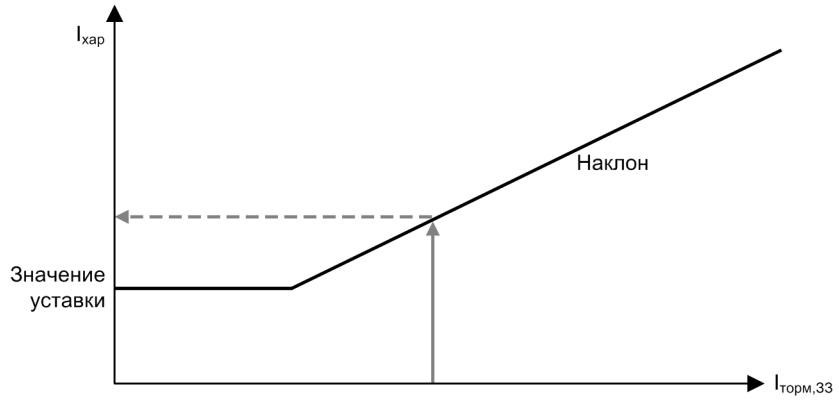
$I_{торм.,\,3З} = |\underline{I}_0^*| + |\underline{I}_A| + |\underline{I}_B| + |\underline{I}_C|$

где:

$3\underline{I}_0'$	Ток нулевой последовательности, измеренный в нейтрали.
$3\underline{I}_0''$	Ток нулевой последовательности, вычисленный из фазных токов.
k_m	Коэффициент для адаптации величины (компенсация)
$I_{ном.тр.}$	Первичный номинальный ток трансформатора.
$I_{ном.ст.}$	Первичный номинальный ток стороны трансформатора.
$I_{дифф.,баз.}$	Дифференциальный ток.
$I_{торм.,\,баз.}$	Тормозной ток

Пусковой ток$_{хар.}$, определяется из тормозной характеристики (*Рисунок 6-53*). Таким образом, выполняется отстройка защиты (торможение) от внешних многофазных замыканий на землю. Т. е. защитная функция становится менее чувствительной.

Если задан параметр **Наклон = 0**, то уставка срабатывания защиты **Пороговое значение** не зависит от величины тормозного тока.

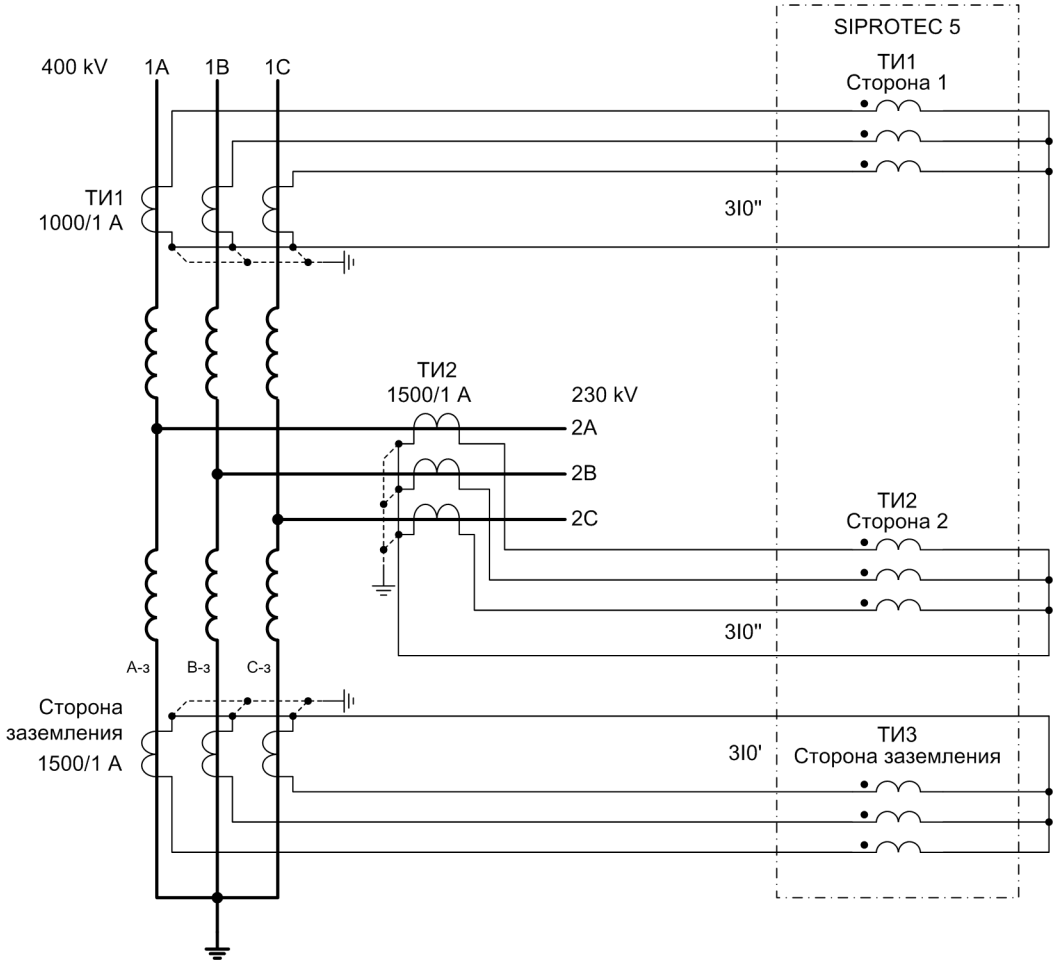


[dwstabke-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-53 Тормозная характеристика защиты

Вывод нейтрали автотрансформатора

Для автотрансформаторов на стороне вывода нейтрали может быть установлена как 1-фазная точка измерения, так и 3-фазная.



[dwautraf-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-54 Подключение ТТ для схемы автотрансформатора

В данном случае ток нейтрали вычисляется как сумма фазных токов вывода нейтрали:

$I_0^* = k_m \cdot 3I_0' \rightarrow 3I_0' = I_{з,A} + I_{з,B} + I_{з,C}$

где $k_m = I_{ном.тр.}/I_{ном.ст.}$

Тормозной ток вычисляется следующим образом: $I_{торм., баз.} = |I_{з,A}| + |I_{з,B}| + |I_{з,C}| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$

ПРИМЕЧАНИЕ

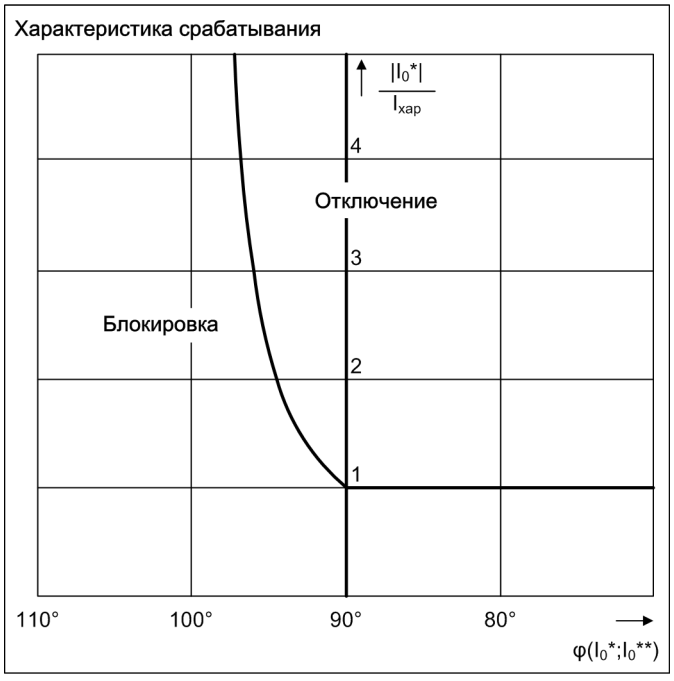
Если к устройству защиты подключены и 1-фазная ТИ и 3-фазная со стороны вывода нейтрали, то дифференциальной защитой от замыканий на землю используется только 1-фазная ТИ. При этом 3-фазный ток стороны заземления не учитывается.

Пуск

Если значение рассчитанного дифференциального тока $I_{дифф.,3З.}$ превышает вычисленный по тормозной характеристике ток срабатывания $I_{хар.}$ (см. *Рисунок 6-51*), происходит пуск защиты и начинается соответствующая внутренняя обработка сигналов. Формируется сообщение о пуске.

Характеристика срабатывания

Характеристика срабатывания, представленная на следующем рисунке, состоит из 2 частей. Правая часть характеристики соответствует **внутреннему замыканию на землю**. В идеальном случае при внутреннем повреждении угол между векторами двух токов ($\angle(\underline{I}_0^*, \underline{I}_0^{**})$) равен 0. Однако насыщение ТТ может вызвать угловую погрешность. Правая часть характеристики соответствует углам ≤ 90°. Ток отключения равен току нейтрали ($\underline{I}_0^*$). Данный ток сравнивается с током срабатывания, изменяющимся в соответствии с тормозной характеристикой.



[dwausken-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-55 Кривая срабатывания, зависящая от фазового угла между I_0^* и I_0^{**} при $|I_0^*| = |I_0^{**}|$ (180° = внешнее повреждение)

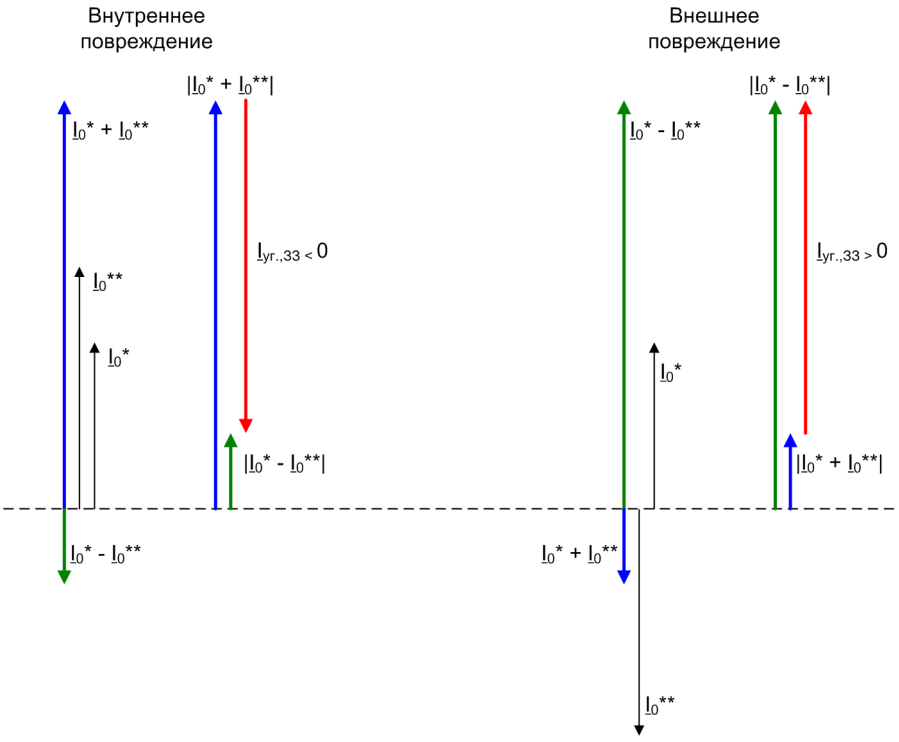
В случае **внешнего замыкания на землю** ток нулевой последовательности, вычисляемый из фазных токов, меняет свое направление на 180°. При этом угол между векторами токов ($\angle(\underline{I}_0^*, \underline{I}_0^{**})$) также будет равен 180°. Такая ситуация соответствует левой части характеристики срабатывания, где значительно увеличивается уставка срабатывания. Отклонения значения угла от 180° может быть вызвано насыщением ТТ при внешних коротких замыканиях.

Ток $I_{угол,\ 33.}$, на основании которого **определяется угол** между векторами токов, рассчитывается следующим образом:

$I_{угол,\ 33.} = |I_0* - I_0**| - |I_0* + I_0**|$

Ток $I_{угол,\ 33.}$ зависит от условий (см. рисунок ниже). При внутреннем повреждении (угол = 0°) данный ток будет отрицательным. Если возникают угловые погрешности в указанном диапазоне, знак остается отрицательным. Величина тока уменьшается.

При внешнем коротком замыкании (180°) ток становится положительным. При меньшем угле (<180°) из-за насыщения трансформатора угол остается положительным. Величина уменьшается.



[dwwinken-011112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-56 Определение угла между векторами токов при внутреннем и внешнем повреждениях.

Для срабатывания защиты ток нейтрали I_0* должен превысить ток $I_{33.откл.}$. Левая часть характеристики срабатывания описывается следующим уравнением:

$I_{33.откл.} = I_{хар.} + k \cdot I_{угол,33}$

где:

$I_{хар.}$	Значение пуска, определенное по тормозной характеристике.
к	Коэффициент (имеет фиксированное значение 4,05657; данное значение соответствует граничному углу при $\|I_0*\| = \|I_0**\|$ точно равному 100°; срабатывание защиты блокируется при углах больше данного).

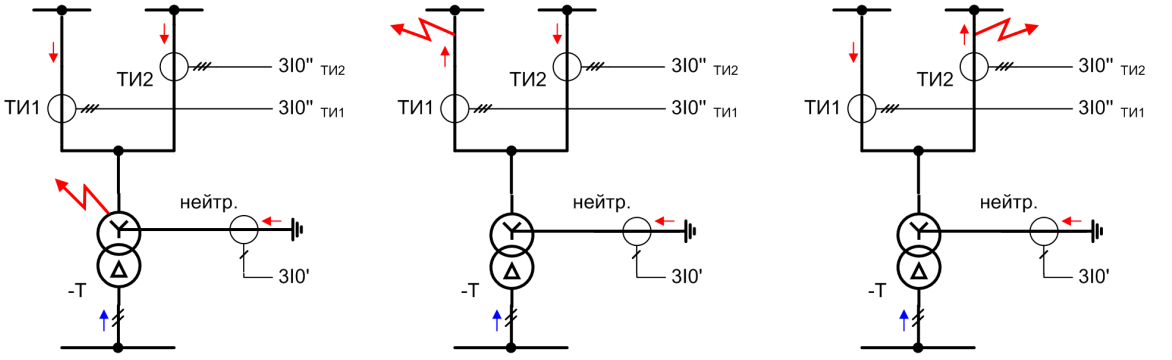
Работа с несколькими точками измерения на одной стороне

Если на одной стороне объекта имеется несколько точек измерения (как в случае использования полуторной схемы), то определение угла выполняется отдельно для каждой точки измерения. Решение о срабатывании защиты принимается исходя из максимального тока $I_{угол,33}$.

ПРИМЕЧАНИЕ

При внешнем повреждении ток $I_{угол,\ 33}$ всегда > 0.

На следующем рисунке показано распределение токов при различных видах повреждения. Необходимо помнить, что тормозной ток ($I_{торм., 3З.}$) всегда определяется суммой всех токов (фазных токов точек измерения и тока нейтрали). Для пуска важным является дифференциальный ток $I_{дифф, 3З}$. Дифференциальный ток равен геометрической сумме всех адаптированных токов. Здесь имеются в виду токи нулевой последовательности точек измерения на стороне нагрузки и ток нейтрали.



[dwfehler-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-57 Работа функции при различных видах повреждений

6.4.4 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

При настройке уставки срабатывания (Пороговое значение) должны соблюдаться следующие условия:

Уставка ≥ макс {*0,05 I/Iном.ст.* ; *0,05* * $I_{перв.ТТ макс.}$ / $I_{ном.ст.}$}

Уставка ≤ мин{*2,00 I/Iном.ст.* ; *100,00* * $I_{перв.ТТ макс.}$ / $I_{ном.ст.}$}

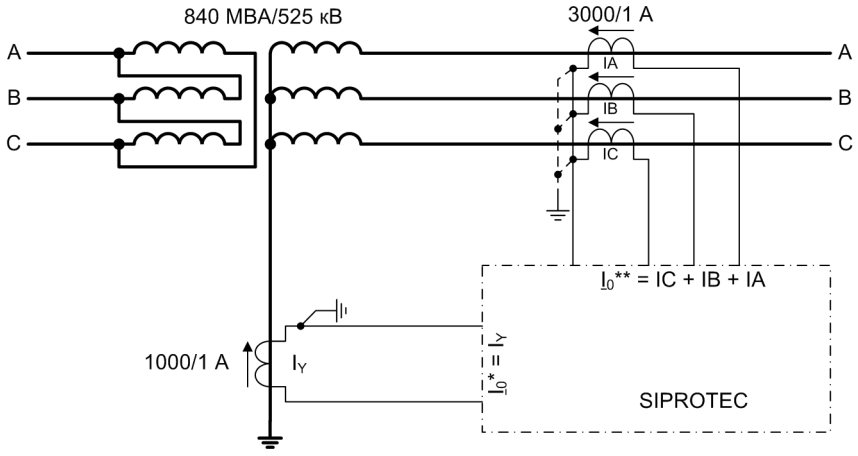
Величина ***0,05 I/Iном.ст.*** — минимально возможная уставка, ***2,00 I/Iном.ст.*** — максимально возможная уставка. $I_{перв,.ТТ макс.}$ — наибольший номинальный ток первичной обмотки ТТ из подключенных к защищаемой стороне объекта и $I_{ном.ст.}$ — номинальный ток защищаемой стороны объекта. ***100,00 I/Iном.ст.*** – верхний предел измерения.

В случае появления неопределенности на грани пуска защиты (т. н. дребезг сигнала пуска), минимально возможная уставка увеличивается. Если же после выполнения амплитудной коррекции величина тока выходит за пределы измерения, то максимально возможное значение уставки снижается.

Коррекция граничных значений уставки выполняется автоматически. Задание уставки за пределами указанного диапазона запрещается программно.

Ниже приводятся примеры задания уставок дифференциальной защиты от замыканий на землю для наиболее часто встречающихся конфигураций оборудования.

Защита обмотки, соединенной в звезду с глухозаземленной нейтралью



[dwanster-170712-01.tif, 1, ru_RU]

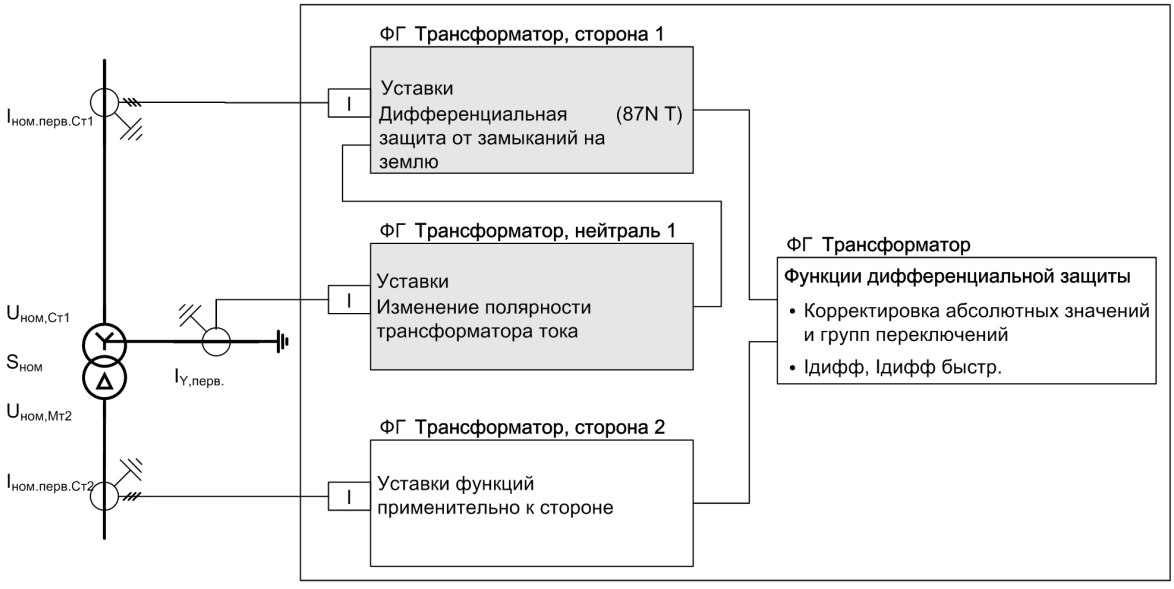
Рисунок 6-58 Защита обмотки, соединенной в звезду.

Данная схема защиты является стандартной. В ней участвуют фазные токи одной стороны и ток нейтрали. Функция защиты размещается в функциональной группе **Сторона тр-ра**.

На следующем рисунке представлена структура функции. Дифференциальная защита от замыканий на землю получает информацию о токах от ТТ, подключенных к функциональной группе **Сторона тр-ра**. Ток нейтрали заводится в функциональную группу **Сторона тр-ра** через функциональную группу **Нейтр.точка тр-ра**. Для обеспечения совместимости с устройствами серии SIPROTEC 4 (в части определение направления токов в дифференциальной защите от замыканий на землю), в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** в дополнение к амплитудной коррекции тока нейтрали выполняется инверсия полярности (сдвиг фазы на 180°).

ПРИМЕЧАНИЕ

На аварийной осциллограмме аналоговые сигналы отображаются в соответствии с полярностью подключения. Поэтому ток нейтрали будет сдвинут на 180° в сравнении с током, записанным устройством SIPROTEC 4.



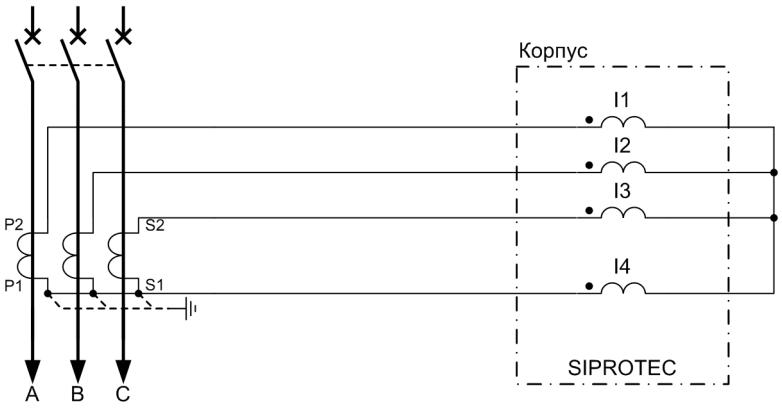
[dw2wtyde-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-59 Структура функциональных групп при реализации дифференциальной защиты от замыканий на землю.

Пояснения к схемам подключения и определению направления тока

Для устройств серии SIPROTEC 5 приняты единые принципы определения направления токов. Это также относится и к дифференциальной защите трансформаторов. Применение данных принципов обусловливает обработку измерений ТТ нейтрали, описанную выше.

Принято, что сумма токов, втекающий в защищаемый объект, равна 0 ($\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C + \underline{I}_N = 0$ или $\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = -\underline{I}_N$). Защищаемый объект может располагаться слева или справа от ТТ. Ниже приведены стандартные схемы подключения.

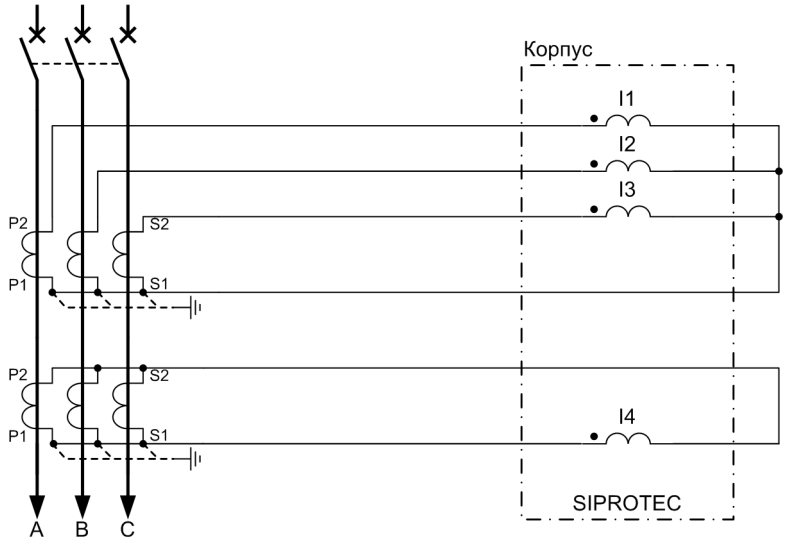


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +Iн

[tileite2-070211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-60 Схема подключения (1) трансформатора тока, соответствующая принципу определения направления тока.

или



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +Iн отд.

[tileite4-260313-01.tif, 1, ru_RU]

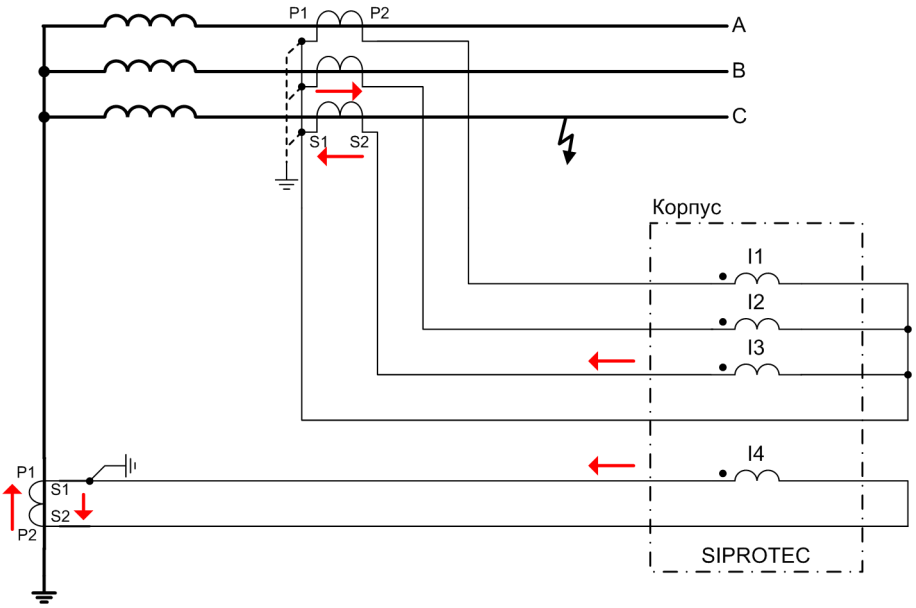
Рисунок 6-61 Схема подключения (2)

На *Рисунок 6-62* представлена схема подключения ТТ для реализации защиты трансформатора. Рассмотрим случай внешнего КЗ на землю. Все вторичные токи вытекают из устройства. Поэтому в соответствии с правилом определения направления токов (положительное для тока, втекающего в защищаемую зону) в устройстве должен появиться дифференциальный ток ($I_{\text{дифф., баз.}} = |\underline{I}_Y + \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C| =$

| -$\underline{I}_4$ - $\underline{I}_3$|). Для предотвращения этого в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** выполняется инверсия тока нейтрали. При этом: $I_{дифф., баз.}$ = |$\underline{I}_4$ – $\underline{I}_3$| = 0.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если ток нейтрали включается в функцию защиты (коррекция остаточного тока), это вращение также влияет на дифференциальную защиту.



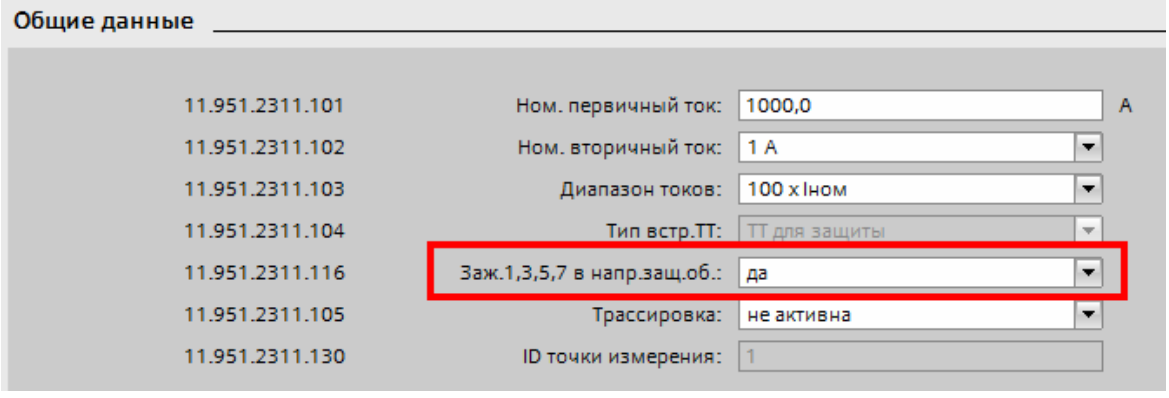
Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = Iн

[dwstwnas-281112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-62 Подключение трансформаторов тока для реализации защиты стороны трансформатора

Для 1-фазной точки измерения в соответствии с правилом определения направления токов задаются следующие уставки:



[scedsall-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-63 Уставки в DIGSI 5

Точки на *Рисунок 6-62* отображают полярность входных ТТ устройства защиты. В то же время клеммы токовых входов, имеющие нечетные номера, являются клеммами, из которых ток вытекает. Т. к. в устройствах SIPROTEC 5 любой входной ТТ может быть привязан к 1-фазной точке измерения, то необходимо задать уставку, определяющую соответствие между током, вытекающим из клемм с нечет-

ными номерами, и направлением первичного тока. В соответствии с *Рисунок 6-62* уставка должна иметь значение ***да***.

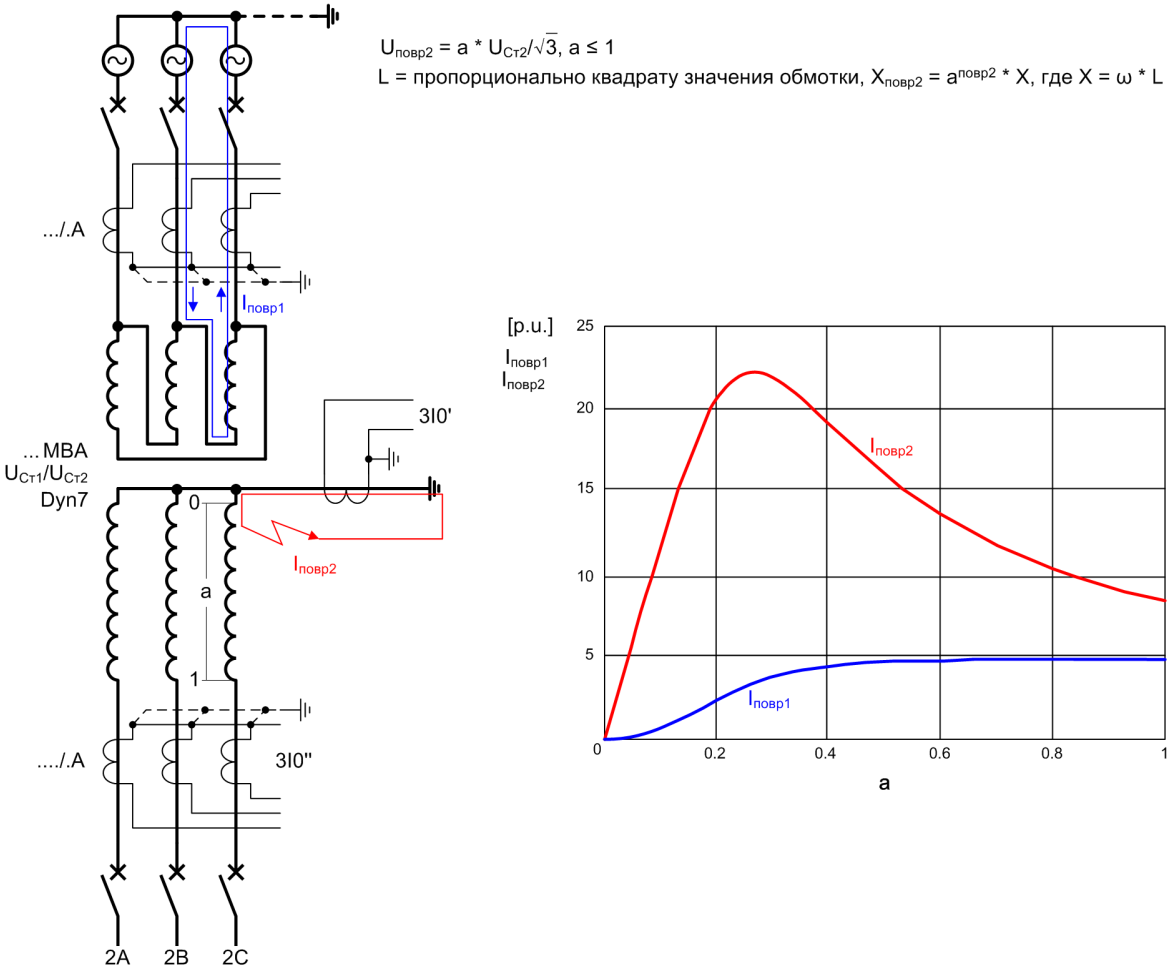
- Уставка по умолчанию **(_:115) Заж.1,3,5,7 в напр.защ.об.** = ***да***

Для расчета уставки срабатывания можно воспользоваться схемой, представленной далее. В данном примере трансформатор получает питание со стороны обмотки, соединенной в треугольник, а на стороне обмотки, соединенной в звезду, происходит 1-фазное замыкание на землю.

ПРИМЕЧАНИЕ

При расчете токов КЗ следует помнить, что индуктивность изменяется пропорционально квадрату количества замкнутых витков и прямо пропорционально напряжению.

В правой части рисунка представлен график зависимости токов КЗ от расстояния до места КЗ. Кривая тока повреждения $I_{повр1}$ показывает, что продольная дифференциальная защита не может иметь достаточной чувствительности к замыканиям вблизи нейтральной точки, т. к. при этом ток КЗ слишком мал. Однако одновременно с этим ток нейтрали $I_{повр2}$ имеет достаточно большое значение. Поэтому уставку Пороговое значение (ток, протекающий через ТТ, установленный в нейтрали) (**Пороговое значение**) нет необходимости задавать слишком чувствительной.



[dwf1pole-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-64 Кривые изменения токов КЗ при 1-фазном замыкании на землю

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,2 I/Iном.ст.***

При задании уставок необходимо соблюдать указанные выше ограничения.

$$\text{Пороговое значение} \geq 0{,}05\ \text{I/Iном.сст} \cdot \frac{I_{\text{перв.ТТмакс}}}{I_{\text{ном.ст.}}}$$

[foschwe1-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Исходя из данных, представленных на *Рисунок 6-58*, нижний предел значения уставки будет следующим:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/Iном.ст.} \cdot \frac{3000\ \text{A}}{924\ \text{A}} = 0.162\ \text{I/Iном.ст.}$$

$$\text{при } I_{\text{объекта,ст.}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3}\ U_{\text{ном}}} = \frac{840\ \text{MVA}}{\sqrt{3}\ 525\ \text{kV}} = 924\ \text{A}$$

[foschwe2-041012-01.tif, 1, ru_RU]

Рекомендуемое значение уставки ***0,2 I/Iном.ст.*** удовлетворяет данному ограничению.

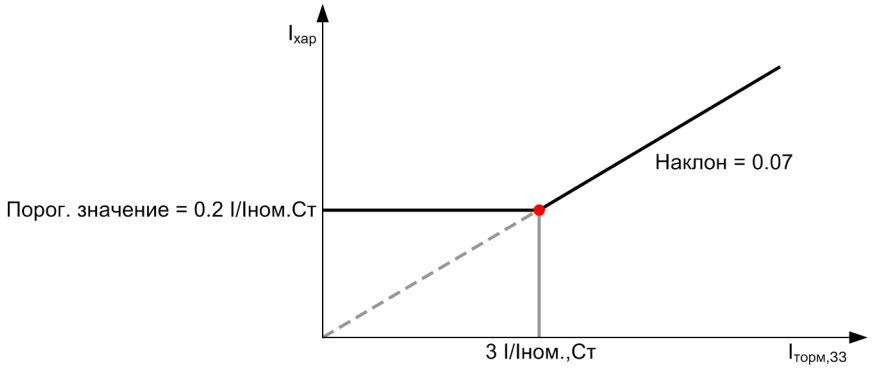
- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,07***

Функцию защиты от внешних многофазных КЗ на землю можно отстроить (загрублением уставки срабатывания) с помощью параметра **Наклон**. Для определения значения уставки не происходит повышения пусковой характеристики до номинального тока. При протекании больших токов должно выполняться торможение. Параметр Наклон соответствует тангенсу угла наклонного участка (см. *Рисунок 6-65*). При расчетах Siemens рекомендует принимать тормозной ток изменения наклона характеристики, таким образом, чтобы при протекании номинального тока по всем фазам загрубления значения срабатывания не происходило. Ниже приведен пример расчета.

$$I_{\text{торм,баз.}} = |I_0^*| + |I_A| + |I_B| + |I_C| = 0 + 3\ \text{I/Iном,ст} = 3\ \text{I/Iном,ст}$$

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0{,}2\ \text{I/Iном,ст}}{3\ \text{I/Iном,ст}} = 0{,}07$$

[fostbref-231012-01.tif, 1, ru_RU]



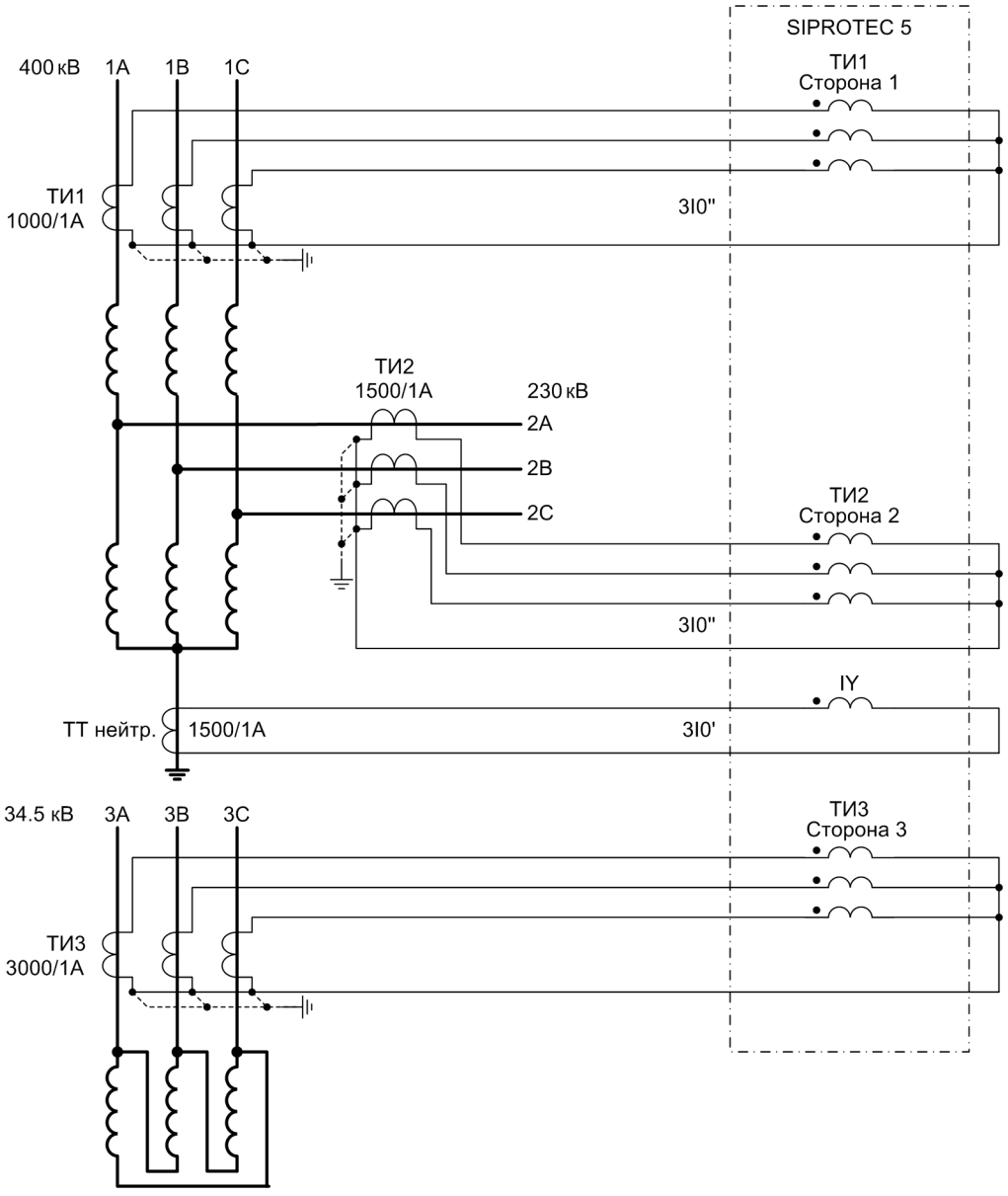
[dwsteiga-221012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-65 Определение наклона тормозной характеристики

Если имеется несколько точек измерения на стороне нагрузки (см. *Рисунок 6-57*), Siemens рекомендует оставлять значение **3 I/Iном,ст.** в расчете точки пересечения для тормозного тока. То есть следует рассматривать режим, когда по одной стороне протекает номинальный ток трансформатора.

В случае если несколько точек измерения имеются на питающей стороне (как в случае использования полуторной схемы), Siemens рекомендует включать в расчет тормозного тока (для вычисления точки пересечения) все фазные токи для того, чтобы избежать слишком сильного торможения. При использовании 2 точек измерения тормозной ток для вычисления точки пересечения будет иметь значение **6 I/Iном.ст.** Наклон становится меньше (**0,2 I/Iном.ст./6 I/Iном.ст. = 0,03**).

Защита автотрансформатора



[dwsptran-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-66 Пример распределения цепей ТТ для защиты автотрансформатора (500 МВА: 400 кВ, 230 кВ; 125 МВА: 34,5 кВ)

В случае автотрансформаторов используйте наибольший из номинальных токов сторон для нормализации. В примере (*Рисунок 6-66*) точка измерения — M2 (сторона 230 кВ). Для данной стороны номинальный ток составляет 500 МВА/(√(3) · 230 кВ) = 1255 А. Первичный номинальный ток ТТ равен 1500 А. Зная это, можно рассчитать минимально допустимое значение пуска.

$$\text{Пороговое значение} \geq 0{,}05\ \text{I/Iном, ст} \cdot \frac{I_{\text{перв. ТТ макс.}}}{I_{\text{ном,ст}}} = 0{,}05\ \text{I/Iном, ст} \cdot \frac{1500\ \text{A}}{1255\ \text{A}} = 0{,}06\ \text{I/Iном, ст}$$

[foscwe01-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Siemens рекомендует использовать уставку **0,2 I/Iном.ст.**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,2 I/Iном.ст.***

Для определения **Наклон** необходимо использовать тормозные токи обеих сторон (400 кВ и 230 кВ). Точка начала наклона соответствует номинальному току. Т. к. сторона 2 (230 кВ) является базисной, то ток стороны 400 кВ необходимо привести к данной стороне. Коэффициент приведения соответствует коэффициенту трансформации 230 кВ/400 кВ. В расчете используется следующий тормозной ток:

$$I_{торм.,баз.} = 3\,I/Iном,ст2 + 3\frac{230\,kV}{400\,kV}\,I/Iном,ст2 = 3\,I/Iном,ст2 + 1.725\,I/Iном,ст2 = 4.73\,I/Iном,ст$$

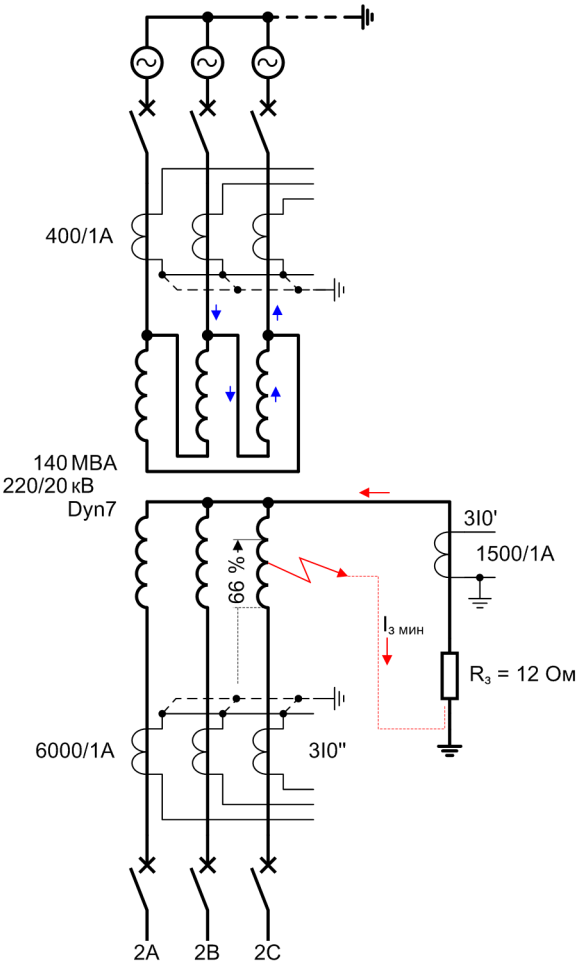
$$Наклон = \frac{Пороговое\ значение}{I_{торм.,баз.}} = \frac{0.2\,I/Iном,ст}{4.73\,I/Iном,ст} \approx 0.042$$

[fostbrst-231012-01.tif, 1, ru_RU]

Siemens рекомендует использовать уставку 0,07.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,07***

Защита обмотки, соединенной в звезду (сторона Y), с резистивным заземлением нейтрали



[dwrefspa-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-67 Защита обмотки, соединенной в звезду, с резистивным заземлением нейтрали

Для обнаружения и замыканий на землю при резистивном заземлении нейтрали необходимо наличие ТТ, установленного в нейтрали защищаемого объекта (см. *Рисунок 6-67*). Уставка срабатывания определяется исходя из данных, приведенных на рисунке. Номинальное значение тока стороны:

140 MBA/(√3 · 20 кВ) = 4042 A

Ниже представлен расчет минимально допустимого значения уставки:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/IIном,ст.} \cdot \frac{6000\ \text{A}}{4042\ \text{A}} = 0.07422\ \text{I/Iном,ст.}$$

$$\text{при } I_{\text{объекта,стор.}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{840\ \text{MVA}}{\sqrt{3} \cdot 525\ \text{kV}} = 924\ \text{A}$$

[foschwe3-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Чтобы функция обладала достаточной чувствительностью, задайте уставку 0,08 I/Iном.ст.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,08 I/Iном.ст.***

Наклон характеристики:

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0.08\ \text{I/Iном,ст}}{3\ \text{I/Iном,ст}} \approx 0.03$$

[fosteig1-170712-01.tif, 1, ru_RU]

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,03***

Наличие сопротивления заземления $R_З$ обуславливает сокращение зоны защиты. Сокращение зоны можно оценить следующим образом. Заземляющее сопротивление намного превышает реактивное сопротивление обмотки, следовательно, максимально возможный ток замыкания на землю определяется следующим образом:

$I_{з\ макс}$ = 20 кВ/(√3 · 12 Ом) = 962 А

Минимальный ток срабатывания:

$II_{з\ мин}$ = номинальный ток стороны * уставка срабатывания = 4042 А · 0,08 = 323 А

Следовательно, защищаемая зона будет следующей:

$$\text{Защищаемая зона} = 1 - \frac{I_{з\ мин.}}{I_{з\ макс.}} = 1 - \frac{323\ \text{A}}{962\ \text{A}} = 0.664$$

[foschwe4-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рассчитанная защищаемая зона составляет около 66,4 %. Для обнаружения замыканий на землю вблизи нейтральной точки рекомендуется применять чувствительную защиту от замыканий на землю, подключаемую к ТТ, установленному в нейтрали. Необходимо координировать время ее срабатывания с защитой линии.

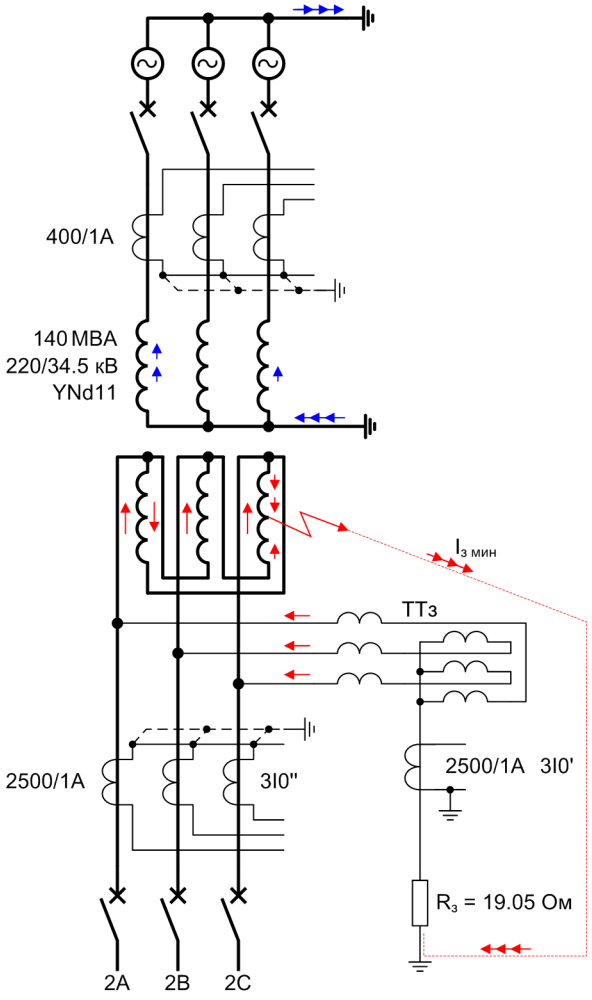
ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо убедится, что при имеющемся сопротивлении заземления зона срабатывания защиты не сокращается слишком сильно, иначе применение дифференциальной защиты от замыканий на землю будет не целесообразно.

Защита обмотки, соединенной в треугольник, с подключенным заземляющим реактором

Для обеспечения возможности протекания токов замыкания на землю на стороне обмотки трансформатора, соединенной в треугольник, устанавливается заземляющий реактор (реактор, соединенный по схеме зигзаг). Также при этом для ограничения тока замыкания на землю может быть установлен заземляющий резистор. В таком случае сопротивление резистора намного превышает реактивное сопротивление реактора и обмотки трансформатора, соединенной в треугольник. На следующем рисунке приведен пример такой конфигурации. Дифференциальная защита от замыканий на землю работает между фазными ТТ на выходе и ТТ, установленным в нейтрали заземляющего реактора.

В данном примере также представлена кривая изменения тока замыкания на землю для случая короткого замыкания на землю обмотки, соединенной в треугольник. Из рассмотрения данной кривой возможно определить место повреждения, соответствующее протеканию наименьшего тока замыкания на землю. Значение данного тока влияет на уставку защиты.



[dwstrpkt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-68 Применение с заземляющим реактором

Номинальное значение тока стороны:

140 MBA/(√3 · 34,4 кВ) = 2 343 A

Нижний предел уставки срабатывания:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/IIном,ст} \cdot \frac{2500\,\text{A}}{2343\,\text{A}} = 0.06\ \text{I/Iном,ст}$$

[foschwe5-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Если замыкание происходит в середине обмотки, то минимальный ток замыкания на землю увеличивается, как показано на *Рисунок 6-68*. При этом напряжение:

$U_{з\ мин} = U_{ном.ст.2}/(2\ \sqrt{3}) = 34,5$ кВ/(2 √3) = 9,96 кВ

Минимальный ток замыкания на землю будет иметь следующее значение:

$I_{з\ мин} = U_{з\ мин}/R_з = 9,96$ кВ/19,05 Ом = 523 A

По отношению к номинальному току стороны:

$I_{з\ мин}/I_{ном.ст.} = 523$ A/2343 A = 0,223

С учетом коэффициента запаса 2 получим значение 0,223/2 = 0,1115. Следовательно, уставка срабатывания будет иметь значение 0,12 I/Iном.ст. (после округления).

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,12 I/Iном.ст.***

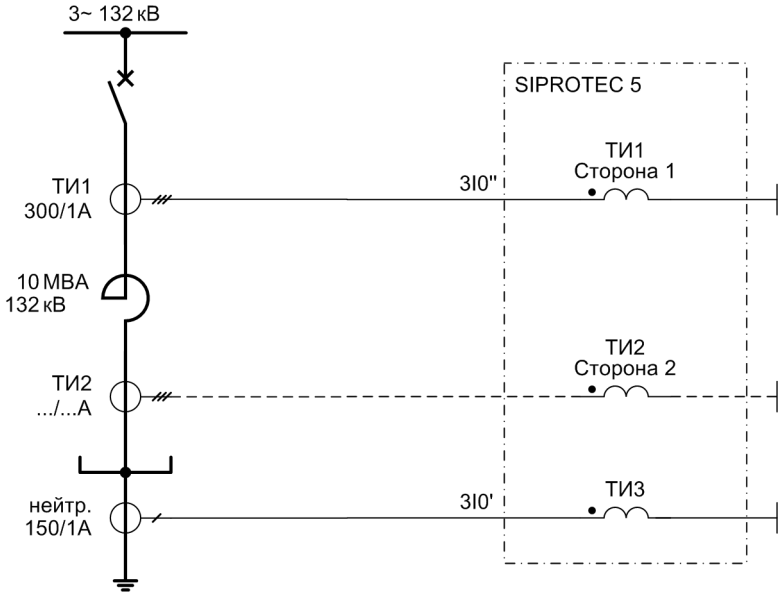
Наклон характеристики:

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0{,}12\ \text{I/Iном,ст}}{3\ \text{I/Iном,ст}} \approx 0.04$$

[fosteig2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,04***

Защита шунтирующего реактора



[dwanquer-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-69 Применение с заземляющим реактором

Номинальное значение тока стороны:

10 MBA/(√3 · 132 кВ) = 43,7 A

Нижний предел уставки срабатывания:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/Iном,ст} \cdot \frac{300\,\text{A}}{43.7\,\text{A}} = 0.343\ \text{I/Iном,ст}$$

[foschwe6-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Следовательно, уставка срабатывания будет иметь значение 0,35 I/Iном.ст. (после округления).

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,35 I/Iном.ст.***

Учитывая, что для шунтирующего реактора не может возникнуть внешнее повреждение, приводящее к излишнему срабатыванию, Siemens рекомендует использовать минимальный наклон тормозной характеристики (0,05).

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,05***

6.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
87N REF #				
_:1	87N REF #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	87N REF #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:103	87N REF #:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:105	87N REF #:Наклон		0.00 до 0.95	0.07
_:109	87N REF #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:191	87N REF #:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:151	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 1		0 до 100	0
_:152	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 2		0 до 100	0
_:153	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 3		0 до 100	0
_:154	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 4		0 до 100	0
_:156	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 1		0 до 100	0
_:157	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 2		0 до 100	0
_:158	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 3		0 до 100	0
_:159	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 4		0 до 100	0
_:161	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 1		0 до 100	0
_:162	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 2		0 до 100	0
_:163	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 3		0 до 100	0
_:164	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 4		0 до 100	0
_:166	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 МЗф 1		0 до 100	0
_:167	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 МЗф 2		0 до 100	0
_:168	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 МЗф 3		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:169	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 4		0 до 100	0
_:171	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 1		0 до 100	0
_:172	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 2		0 до 100	0
_:173	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 3		0 до 100	0
_:174	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 4		0 до 100	0
_:185	87N REF #:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0

6.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
87N REF #			
_:82	87N REF #:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	87N REF #:Неактивно	SPS	O
_:52	87N REF #:Режим работы	ENS	O
_:53	87N REF #:Исправно	ENS	O
_:55	87N REF #:Пуск	ACD	O
_:57	87N REF #:Работа	ACT	O
_:303	87N REF #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:305	87N REF #:Блок.при опр.направл.	SPS	O
_:306	87N REF #:IREF, сраб.	MV	O
_:307	87N REF #:Iуг.,REF	MV	O
_:311	87N REF #:I REF, отключение	MV	O
_:312	87N REF #:I уг., сраб.REF	MV	O
_:301	87N REF #:Iдифф	MV	O
_:302	87N REF #:Iторм	MV	O

6.5 Дифференциальная защита электродвигателя

6.5.1 Обзор функций

Дифференциальная защита двигателя (ANSI 87M):

- Обнаруживает замыкания на землю и многофазные короткие замыкания в двигателях
- Обнаруживает замыкания на землю на двигателях, работающих от сети с заземленной нейтралью
- Сохраняет устойчивость в ходе процессов запуска при насыщении трансформатора тока благодаря использованию методов автоматического распознавания насыщения
- Надежно срабатывает при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами, благодаря наличию дополнительной быстродействующей ступени (дифференциальной отсечки).

6.5.2 Структура функции

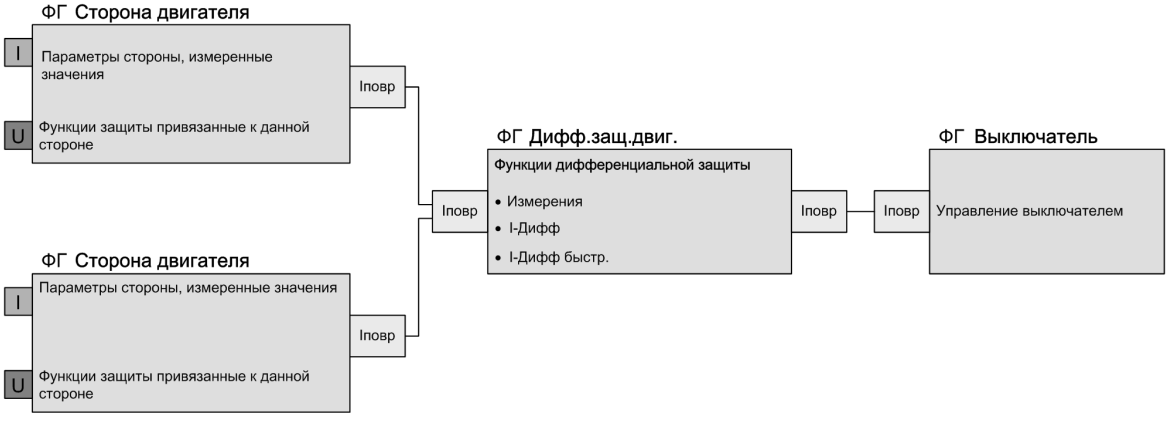
Функция **Дифференциальной защиты двигателя** используется в защитной функциональной группе **Дифф. двигатель**. Функция зависит от приложения в соответствующем шаблоне приложения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время разработки.

Функция **Дифференциальная защита двигателя** состоит из двух ступеней: Iдифф и Iдифф быстр. Данные ступени могут быть заблокированы, а также их можно независимо ввести или вывести из работы.

В функциональной группе **Сторона двигателя**:

- Выставляются уставки защиты соответствующей стороны двигателя.
- Выполняются необходимые вычисления для соответствующей стороны двигателя.
- Вся информация (установки, измеренные токи) передается в функциональную группу **двигателя**.

Защитные функции, относящиеся к стороне двигателя (например, защита от перегрузки, защита от превышения тока), могут работать в функциональной группе **Сторона двигателя**.



[dweimbfk-190712-01.tif, 1, ru_RU]

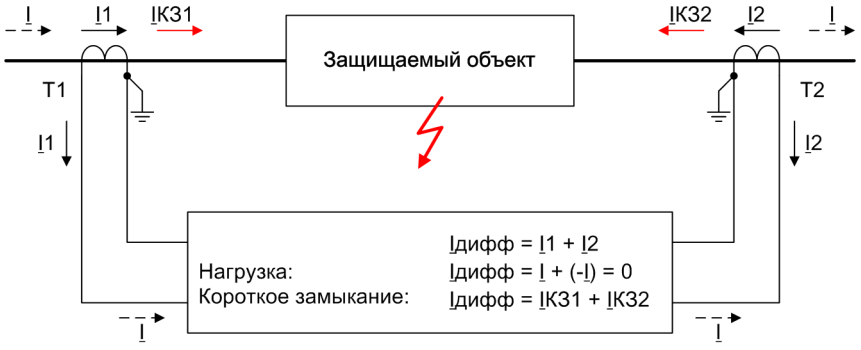
Рисунок 6-70 Структура/реализация функции

6.5.3 Описание функции

Принцип работы дифференциальной защиты

Дифференциальная защита основана на принципе сравнения токов (первый закон Кирхгофа). При сравнении токов используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток (пунктирная линия на *Рисунок 6-71*). Этот ток втекает с

одной стороны рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в пределах защищаемого объекта. Вычисление разности токов зависит от их направления. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное. Дифференциальный ток вычисляется путем векторного сложения.



[dwprin2s-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-71 Принцип действия дифференциальной защиты на примере двухстороннего защищаемого объекта

Для корректной работы требуется указать дополнительные параметры. Назначение этих дополнительных параметров описана в главе *Функция дифференциальной защиты (I-Дифф), Страница 496*.

Торможение защиты

Протекание значительных сквозных токов через защищаемый объект в случае внешнего повреждения при различной степени насыщения ТТ **T1** и **T2** (*Рисунок 6-71*) вызывает появление дифференциального тока $I_{дифф}$. Если значение данного тока превысит значение соответствующей установки срабатывания, то, несмотря на отсутствие внутреннего повреждения, защита выдаст команду на отключение. Для предотвращения излишнего срабатывания защиты в таких случаях применяется торможение по току ($I_{торм}$), чем и обусловлена применяемая форма пусковой характеристики $I_{дифф} = f(I_{торм})$.

В качестве тормозного тока выбирается наибольший ток из доступных точек измерения.

При использовании 2 точек измерения справедливо следующее:

Дифференциальный ток (ток отключения):

$I_{дифф} = (\underline{I}_1 + \underline{I}_2)$

Тормозной ток:

$I_{торм} = Макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|)$

При использовании более 2 точек измерения тормозной ток определяется с учетом всех измеренных токов. Применение данного способа вычисления тормозного тока обеспечивает правильную работу защиты в случае внутреннего повреждения при использовании более 2 точек измерения и с различными условиями подпитки места повреждения.

$I_{торм} = макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2| ; ... |\underline{I}_n|)$

Для пояснения принципа торможения дифференциальной защиты необходимо рассмотреть 3 ключевых режима ее работы с идеализированным токораспределением:

- Большой сквозной ток КЗ в случае отсутствия повреждения или при внешнем повреждении:

  $\underline{I}_1$ втекает в защищаемую зону, $\underline{I}_2$ вытекает из защищаемой зоны, следовательно, в соответствии с принятыми допущениями $\underline{I}_2 = -\underline{I}_1$;

  То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 - \underline{I}_1| = 0$

  $I_{торм} = Макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$

  Дифференциальный ток отсутствует ($I_{дифф} = 0$); тормозной ток ($I_{торм}$) равен сквозному току.

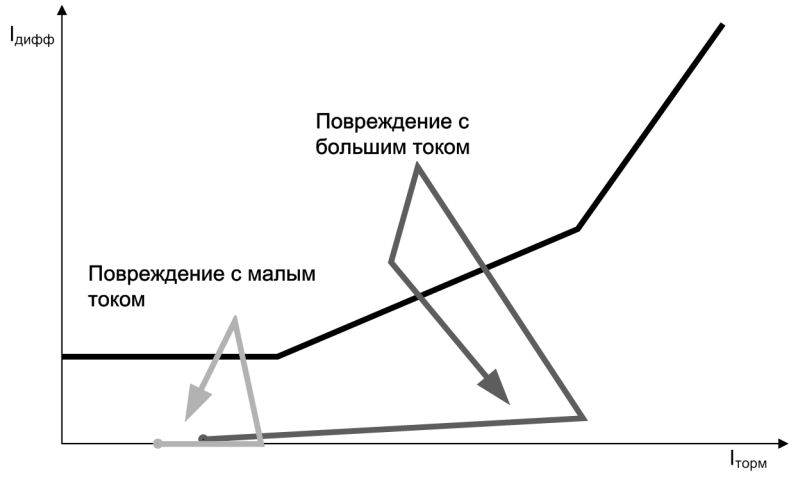
- Внутреннее повреждение, подпитываемое с двух сторон одинаковыми токами:
  Тогда $\underline{I}_2 = \underline{I}_1$; То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$;
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2; = |\underline{I}_1| + |\underline{I}_1| = 2 \cdot |\underline{I}_1|$
  $I_{торм}$ = Макс ($|\underline{I}_1|$; $|\underline{I}_2|$) = $|\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) вдвое больше тока КЗ и тормозного тока ($I_{торм}$).
- Внутреннее повреждение, подпитываемое только с одной стороны:
  Тогда $\underline{I}_2 = 0$
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + 0| = |\underline{I}_1|$
  $I_{торм}$ = макс ($|\underline{I}_1|$; $|\underline{I}_2|$) = $|\underline{I}_1|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) и тормозной ток ($I_{торм}$) равны и соответствуют току КЗ.

Дополнительная стабилизация при внешних коротких замыканиях

При внешнем коротком замыкании, сопровождающимся протеканием больших сквозных токов, возможно насыщение ТТ. Насыщение ТТ может в большей или меньшей степени влиять на измерения тока в точках измерения, что приводит к возникновению дифференциального тока. Точка, соответствующая данному дифференциальному току, может попадать в область срабатывания тормозной характеристики защиты, что в свою очередь (при отсутствии специальных мер) может привести к излишнему отключению защищаемого объекта. Возможны 2 основных варианта развития событий (см. *Рисунок 6-72*):

- Внешнее повреждение, сопровождающееся большим током КЗ.
  Сначала ток, протекающий с двух сторон защищаемого объекта, приводит к появлению большого тормозного тока. Затем ТТ входит в режим насыщения, что приводит к появлению дифференциального тока $I_{дифф}$, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты. Одновременно с этим тормозной ток $I_{торм}$ снижается. После того как ТТ выходят из режима насыщения дифференциальный ток снижается и выходит из области срабатывания рабочей характеристики.
- Внешнее повреждение, сопровождающееся малым током.
  ТТ могут входить в режим насыщения также и при протекании малых сквозных токов с длительно затухающей апериодической составляющей (включение трансформаторов, двигателей). Данный режим характеризуется изменением фазового угла тока. В таком случае также возможно появление дифференциального тока, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты.

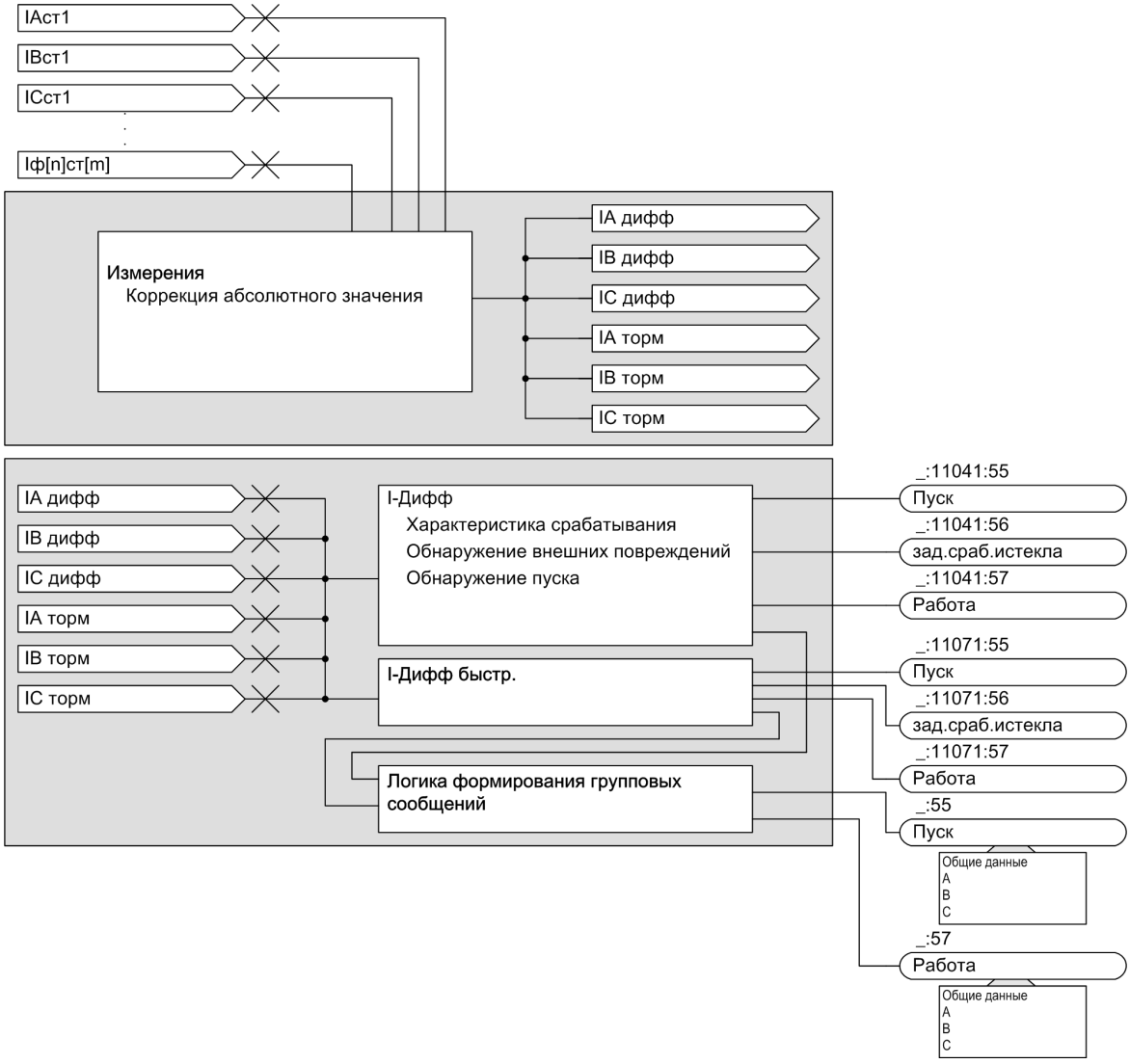
Специальные алгоритмы определения насыщения ТТ позволяют обнаружить описанные выше режимы работы и временно заблокировать работу дифференциальной защиты.



[dwislauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-72 Траектория движения рабочей точки при внешнем повреждении и временном насыщении ТТ с одной из сторон защищаемого объекта

Логика функции



[lomesmgr-190713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-73 Логическая блок-схема функции Дифференциальная защита двигателя

Ниже подробно описываются отдельные функциональные блоки дифференциальной защиты.

Обработка измеренных величин

Коррекция абсолютного значения

Т. к. первичный номинальный ток ТТ не всегда удается подобрать точно в соответствии с номинальным током защищаемого объекта, функцией дифференциальной защиты выполняется приведение измеренных величин к номинальным параметрам защищаемого объекта. Данное преобразование осуществляется на каждом интервале дискретизации (т. е. для мгновенных значений). Функция дифференциальной защиты обрабатывает 20 выборок измеренных значений за период промышленной частоты. Дополнительно используются серии дискретизированных значений. Высокая точность измерений достигается во всем диапазоне допустимых частот от 10 до 80 Гц.

Ступень I-Дифф быстр. работает без частотного отслеживания, что позволяет ей быстро срабатывать при низких частотах.

Коррекция абсолютного значения осуществляется в соответствии со следующей формулой:

$$i^{*}_{фх} = k\, i_{фх}$$

$$\text{где } k = \frac{I_{ТТ\,ном.перв,Ст.х}}{I_{ном.\,об.Ст.х}} = \frac{I_{ТТ\,ном.\,перв,Ст.х}}{\frac{S_{ном.\,баз.}}{U_{ном.Ст.х}\sqrt{3}}}$$

[fobetr07-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$i_{ф.х}{}^{*}$	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
$i_{ф.х}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
к	Коэффициент коррекции для точки измерений
$I_{ном.перв,Ст.х}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока в точке измерений
$S_{ном,баз}$	Базисная мощность (максимальная номинальная полная мощность защищаемого объекта)
$U_{ном,Ст.х}$	Номинальное напряжение соответствующей стороны (точки измерений) защищаемого объекта

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обмоток двигателя, обмотка с самой высокой мощности используется в качестве опорной обмотки. Если несколько обмоток имеют одинаковую мощность, то за базисную принимается обмотка с наибольшим номинальным током. Абсолютное значение, измеренное установленным в нейтрали трансформатором тока, также корректируется в соответствии с приведенной выше формулой. При этом абсолютное значение приводится к обмотке, имеющей наибольшую мощность.

Функция дифференциальной защиты (I-Дифф)

Дифференциальный ток для каждой фазы вычисляется из измеряемых токов на основе мгновенных значений (см. раздел Обработка измеренных величин). За **положительное принимается направление тока к защищаемому объекту**. Составляющая основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{дифф}$) вычисляется посредством фильтра Фурье (интервал фильтрации = 1 период (20 мгновенных значений)).

В качестве тормозного используется ток, полученный от той точки измерений, где он имеет наибольшее действующее значение. В случае если ток в точке измерения, используемый в качестве тормозного тока, исчезнет вследствие насыщения ТТ, то в процессе выполнения вычислений автоматически осуществится переключение на другую точку измерения с наибольшим измеряемым током.

ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита не работает с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. В противном случае могут возникать ложные дифференциальные токи, вызываемые слишком быстрым насыщением трансформаторов.

$$i_{дифф,\,фх} = \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,\,ТТИ} \rightarrow I_{дифф,\,фх} = FIR\left(i_{дифф,\,фх}\right)$$

$$I_{фх,\,ТТИ} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} i^{*2}_{фх,\,ТТИ}\,(k)}$$

$$I_{торм,\,фх} = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}}\, I_{фх,\,ТТИ}$$

[fogrds16-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения
n	Количество выборок за период (n = 20)
FIR	Фильтр Фурье
МАКС.	Определение максимального значения

Тормозная характеристика

На *Рисунок 6-74* приведена тормозная характеристика дифференциальной защиты. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **Пороговое значение**) и учитывает наличие постоянного тока небаланса (дифференциального тока), появляющегося, например, из-за токов намагничивания.

Участок характеристики **b** (параметры **Пересеч.1 Iторм** и **Наклон 1**) учитывает погрешности ТТ, возникающие в нормальном режиме работы.

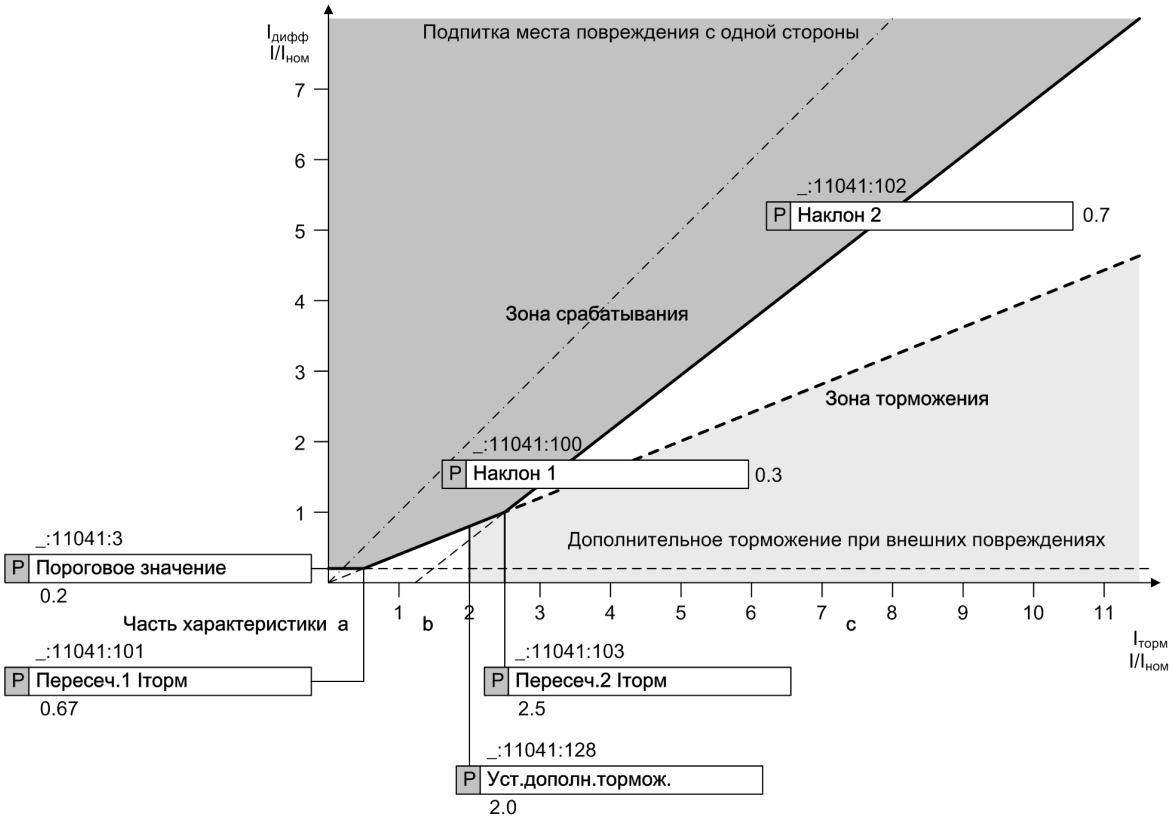
Данные погрешности могут быть вызваны:

- Погрешностями ТТ и трансформаторов устройства
- Адаптационными отклонениями

Участок характеристики **c** (параметром **Пересеч.2 Iторм** и **Наклон 2**) обеспечивает отстройку дифференциальной защиты от внешних КЗ, сопровождающихся большими токами, вызывающими насыщение ТТ. В данной части характеристики возможно насыщение ТТ, вызванное протеканием больших сквозных токов при внешнем повреждении, что может привести к появлению большого дифференциального тока.

Для предотвращения работы защиты при внешних повреждениях, сопровождающихся насыщением ТТ, применяется **дополнительное торможение при внешних повреждениях**. Если рабочая точка сначала располагается в зоне дополнительного торможения, а затем пересекает тормозную характеристику, то срабатывание дифференциальной защиты блокируется на заданное время.

Зона дополнительного торможения задается параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-74 Тормозная характеристика дифференциальной защиты.

Возврат защиты происходит в том случае, если рабочая точка находится ниже смещенной с учетом коэффициента возврата, равного 0,7 тормозной характеристики.

Обнаружение внешних повреждений

Надежный алгоритм обнаружения внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, основан на анализе изменения положения рабочей точки по тормозной характеристике. Излишнее срабатывание дифференциальной защиты может быть вызвано пусковыми токами двигателя. Основные функции детектора внешних повреждений:

- **Блокировка защиты при однозначном определении наличия внешнего повреждения, сопровождающегося большими токами**

  Непосредственно после момента возникновения повреждения осуществляется пофазный контроль дифференциального и тормозного токов (положение рабочей точки на тормозной характеристике). Для обеспечения надежного обнаружения режима насыщения в случае малых интервалов времени, на протяжении которых ТТ находится в ненасыщенном состоянии, применяется метод анализа отношений конечных разностей мгновенных значений.

  Если оценка тормозного тока превысит значение параметра **`Уст.дополн.тормож.`** и ожидаемые значения дифференциальных токов всех фаз будут одновременно находиться в зоне дополнительного торможения (параметр **`Наклон 1`**) (*Рисунок 6-74*) то детектор активируется и выдается сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ*. При этом дифференциальная защита блокируется.

  При устранении внешнего повреждения дополнительное торможение выводится из работы. Дополнительное торможение (0,7) снимается, если действующее значение тормозного тока станет меньше **`Уст.дополн.тормож.`** (*Рисунок 6-74*). При этом сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* так же снимается.

  Если в случае насыщения ТТ дифференциальный ток выйдет за пределы **`Наклон 1`** (т. е. появится ток, достаточный для пуска защиты), то блокировка будет продлена на ограниченное время (параметр: **`Время дополн.торм.`**).

  При появлении сигнала *Блок.обнар.внешн.КЗ* возможно выполнить блокировку защиты для остальных фаз при помощи параметра **`Вр.перекр.блк.доп.торм.`**. Использование данной перекрестной блокировки необходимо в случае, когда насыщение ТТ может вызвать появление дифференциального тока в других фазах, обусловленного применением функции коррекции векторной группы.

- **Снятие блокировки при переходе внешнего повреждения во внутреннее повреждение**

  Внутреннее повреждение может возникнуть как следствие внешнего повреждения. Возникновение такого внутреннего повреждения должно быть обнаружено, а блокировка дифференциальной защиты снята. Наиболее тяжелым случаем является повреждение, сопровождающееся насыщением ТТ. Функция обнаружения насыщения ТТ анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. В случае работы ТТ в режиме насыщения указанные мгновенные значения не превышают соответствующую уставку на протяжении интервала времени, когда ТТ находятся в ненасыщенном состоянии. Если же данная уставка превышается постоянно, и защита находится в состоянии пуска, то принимается решение о наличии внутреннего повреждения. При использовании перекрестной блокировки дифференциальные токи других фаз контролируются аналогичным образом.

  Блокировка защиты снимается и сообщение *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* сбрасывается.

Обнаружение апериодической составляющей

Внешние повреждения, сопровождающиеся малыми сквозными токами с большой апериодической составляющей, также могут вызвать попадание рабочей точки в область срабатывания. В таких случаях рабочая точка не попадает в область дополнительного торможения.

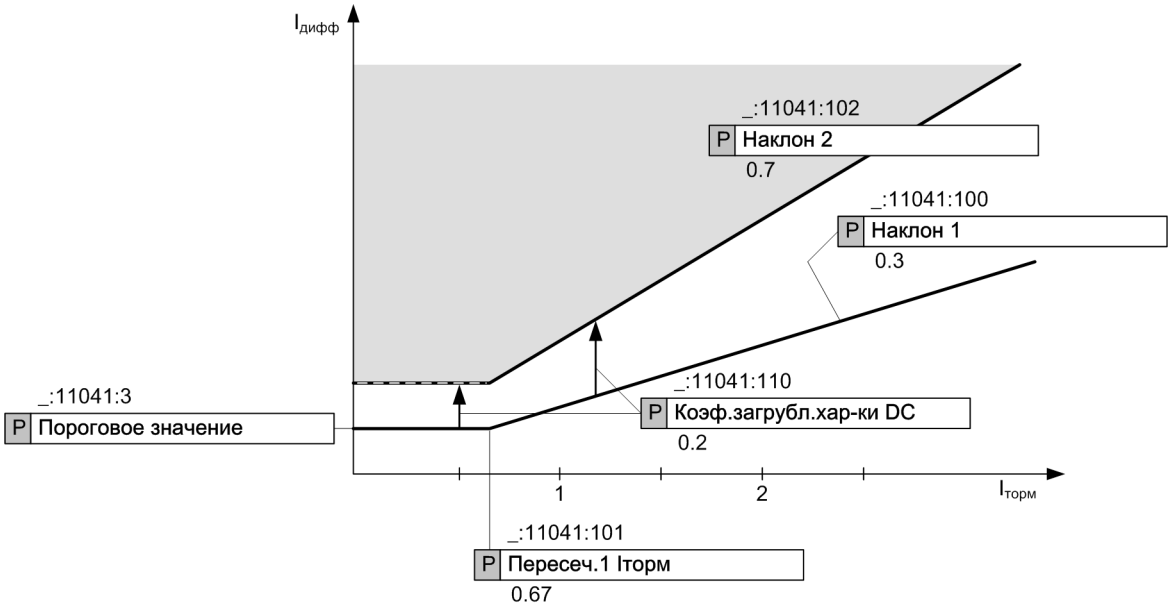
Для предотвращения излишних срабатываний защиты выполняется следующее:

- Контролируется скачок тормозного тока $I_{торм.ф.x}$.
- При обнаружении скачка тормозного тока рассчитывается апериодическая составляющая с задержкой времени в 1 период от измеренного мгновенного значения тормозного тока (наибольшего из токов, измеренных во всех точках измерения) $i_{торм.ф.x} = i_{ф.x,Mm}$. Результатом вычислений является ток $I_{торм.DC,ф.x}$. Данный ток сравнивается с тормозным током $I_{торм.ф.x}$,и контролируется его превышение внутренней уставки.

- Дифференциальный ток всех 3 фаз $I_{дифф.ф.x}$ должен быть ниже характеристики возврата (тормозная характеристика с коэффициентом 0,7).
- Если первые три вычисленных точки дают положительный результат, то тормозная характеристика поднимается на коэффициент **Коэфф.загрубл.хар-ки** (по умолчанию имеет значение ***2,3***). При этом увеличиваются только уставка срабатывания и наклон 1 (см. *Рисунок 6-75*). Выдается сигнал *Загрубл.хар-ки (DC)*. Если произведение коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки** и установки **Наклон 1** превышает **0,85**, то уставка параметра **Наклон 1** будет ограничена значением 0,85.
- В качестве дополнительного критерия контролируется наличие сигнала *Пуск* (внутреннее повреждение) или сигнала действия дополнительного торможения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* (внешнее повреждение, сопровождающееся большим сквозным током). При наличии одного из двух указанных сигналов пусковая характеристика не поднимается. Появление сигнала пуска защиты после того, как пусковая характеристика уже была поднята, не приводит к ее обратному смещению вниз. Пуск защиты при обнаружении апериодической составляющей происходит только в том случае, если рабочая точка выходит за пределы поднятой пусковой характеристики.

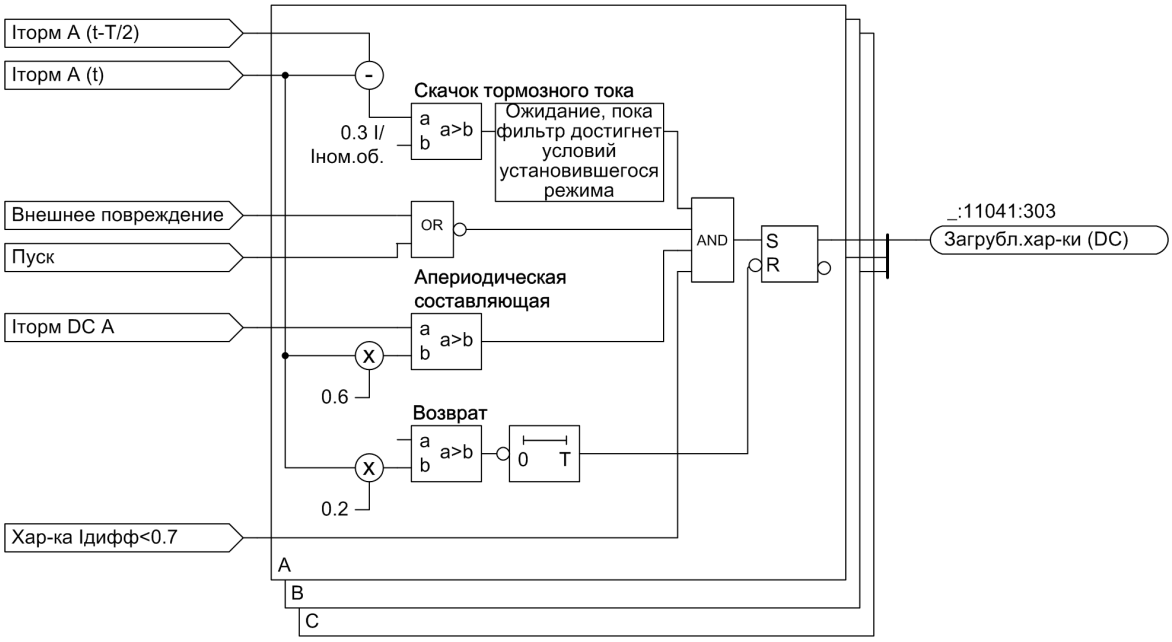
Если значение апериодической составляющей $I_{торм.DCф.x}$ становится ниже внутренней уставки возврата, то начинается отсчет выдержки времени на возврат, определяемой следующим образом:

Предполагается, что процессы размагничивания и намагничивания трансформатора длятся примерно одинаковое время. Намагниченность максимальна в момент времени, когда достигается внутренняя уставка на возврат. Время измеряется от начала распознавания апериодической составляющей до тех пор, пока не будет достигнута внутренняя уставка возврата. К этому времени добавляется 5 периодов, и из этого возникает задержка возврата. После этого тормозная характеристика сбрасывается до исходного значения. *Рисунок 6-76* отображает вид общей логики.



[dwdcerkn-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-75 Повышение тормозной характеристики при обнаружении апериодической составляющей.



[lodcerkn-170712-01.tif, 1, ru_RU]

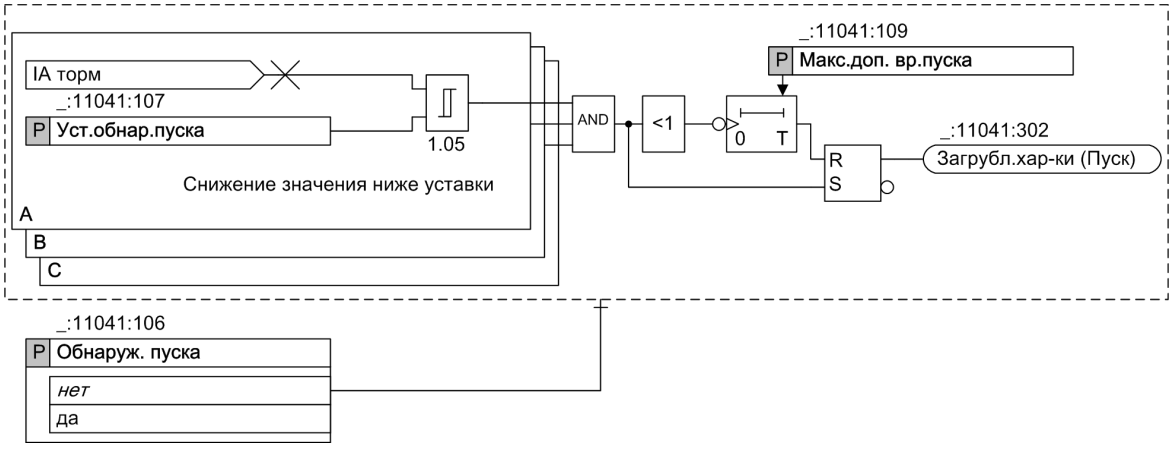
Рисунок 6-76 Логическая схема работы функции обнаружения апериодической составляющей.

Распознавание включения

Для дифференциальной защиты двигателей целесообразно увеличивать уставку срабатывания при их включении. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях для дифференциальной защиты является сквозным. Появление дифференциального тока возможно в случае, если ТТ при включении имеют различную остаточную намагниченность, и, следовательно, работают на различных участках характеристики намагничивания. Указанные дифференциальные токи имеют небольшое значение, однако при достаточно малой уставке срабатывания защиты он может привести к ее ложному действию.

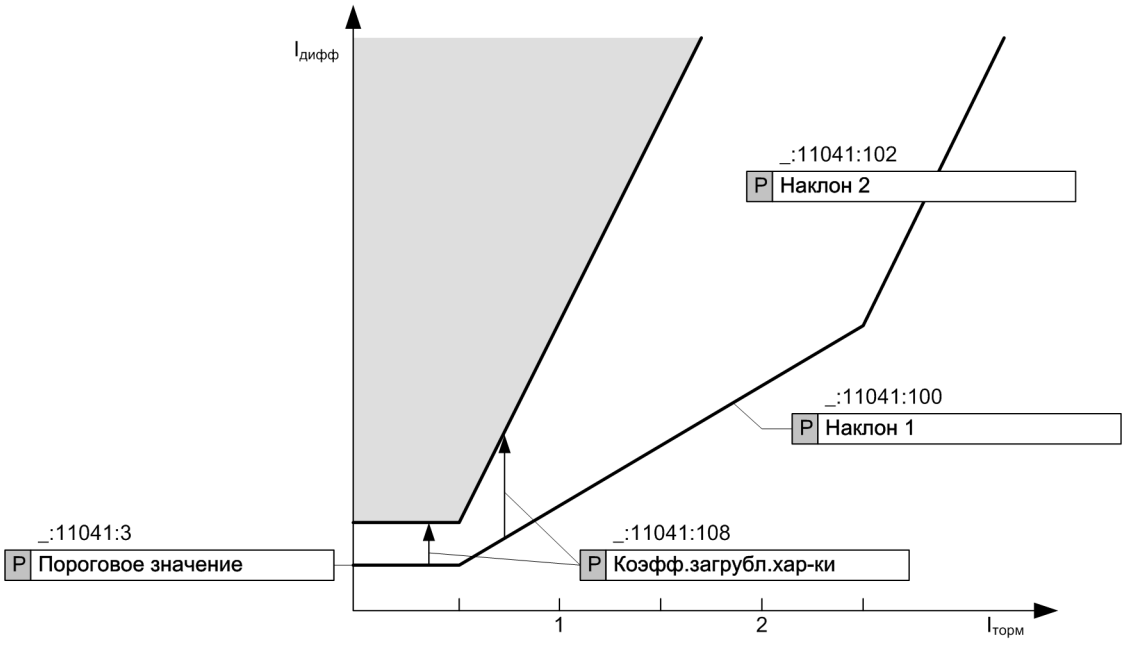
Для предотвращения ложного действия защиты при постановке оборудования под напряжение возможно использовать функцию увеличения уставки срабатывания при включении. Уставка срабатывания увеличивается как только тормозной ток во всех фазах станет меньше задаваемой уставки **Уст.обнар.пуска**. При этом установки срабатывания **Пороговое значение** и **Наклон 1** увеличиваются с учетом коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки**. Однако максимально возможное значение параметра **Наклон 1** ограничено до 0,85.

Если тормозной ток превышает уставку параметра **Уст.обнар.пуска**, начинается отсчет выдержки времени на возврат функции определения включения, задаваемой параметром **Макс.доп. вр.пуска**. После истечения этого времени кривая характеристики, которая была поднята для всех фаз, сбрасывается в исходное состояние. На *Рисунок 6-77* показана логическая схема распознавания пуска и *Рисунок 6-78* повышенная характеристическая кривая.



[loanlauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-77 Логическая схема работы функции определения включения



[dwanlken-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-78 Поднятие тормозной характеристики при работе функции определения включения

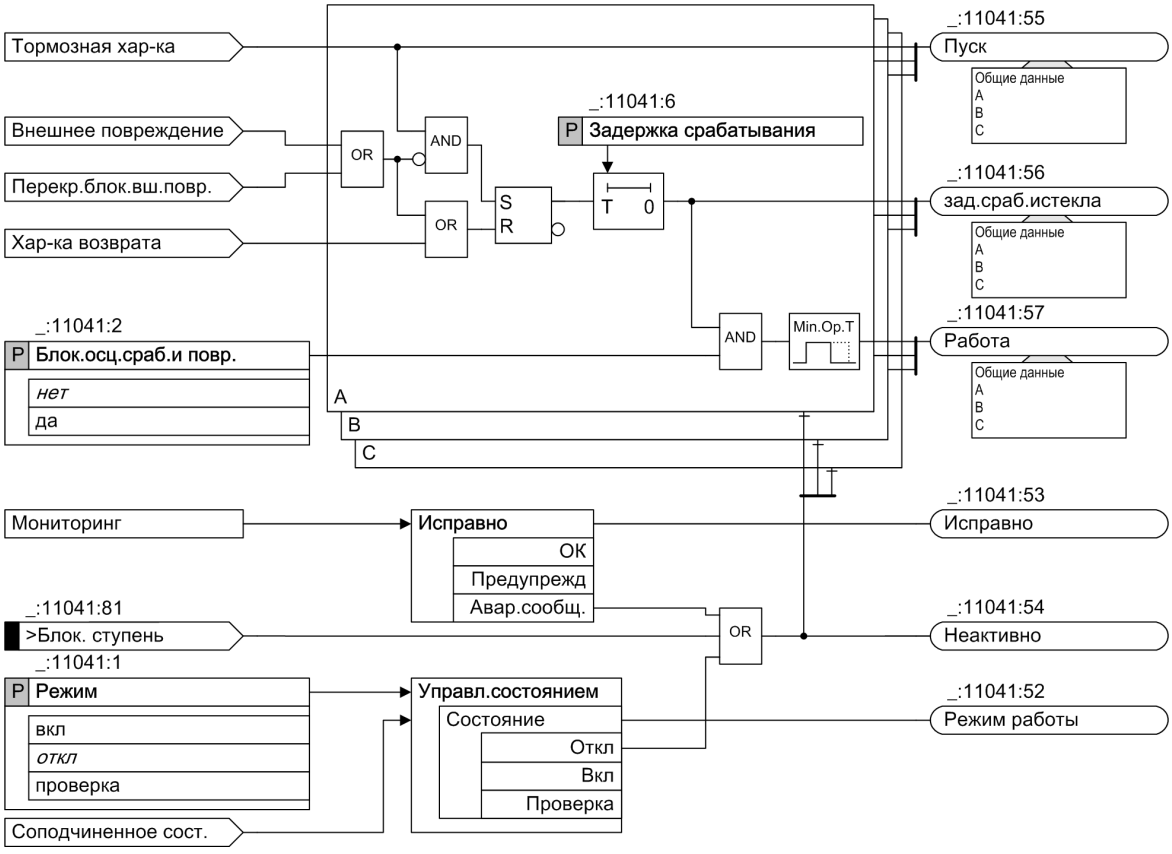
Логика функции дифференциальной защиты (I-Дифф)

На *Рисунок 6-79* показана логическая схема отключения. Если рабочая точка находится выше тормозной характеристики (см. *Рисунок 6-74*), то происходит пуск защиты. Выдача сигнала отключения может быть заблокирована другими функциями.

Блокирование выдачи сигнала отключения возможно в следующих случаях:

- Обнаружение внешних повреждений, которые при насыщении ТТ могут распознаваться как внутренние повреждения.

Дополнительно, в случае блокировки при обнаружении *внешнего повреждения*, вводится в действие механизм **перекрестной блокировки**.



[loausmid-190713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-79 Логика срабатывания дифференциальной защиты (I-Дифф)

Функция дифференциальной защиты I-Дифф быстр.

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-Дифф доступна функция I-Дифф быстр.. Основная задача данной функции состоит в быстром отключении внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты контролирует насыщение ТТ и отстроена от внешних повреждений.

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

- Измерение на основе алгоритма Фурье
- Измерение мгновенных значений

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка подсчитанных значений разности тока - $i_{дифф}(t)$ и тока торможения $i_{торм.}(t)$. Абсолютное значение токов корректируется с учетом группы соединения обмоток объекта (i*). За положительное принимается направление тока к узлу. В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения.

$$i_{дифф,\,фх}(t) = \left| \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

$$i_{торм,\,фх}(t) = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}} \left| i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

[fomome27-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения

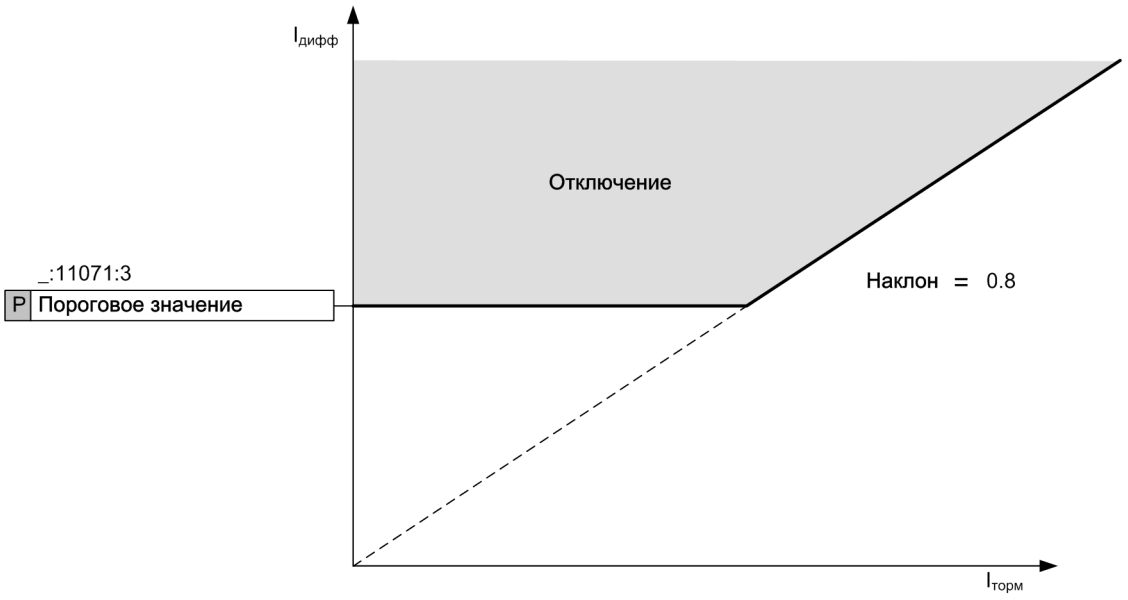
Для отстройки от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, анализируется величина тормозного тока.

На *Рисунок 6-80* представлена тормозная характеристика. Уставка параметра **Пороговое значение** выбирается таким образом, чтобы она была больше максимально возможного сквозного тока. Наклон характеристики имеет фиксированное значение 0,8.

В алгоритме рассматриваются следующие условия:

- Условие 1: Непрерывно контролируется скорость изменения тормозного тока $di_{торм}(t)/dt$ и сравнивается с внутренней уставкой
- Условие 2: После этого определяется соотношение между дифференциальным и тормозным токами (характеристика **Наклон** в *Рисунок 6-80*): $i_{дифф}(t) > 0{,}8 \cdot i_{торм.}(t)$
- Условие 3: Определяется превышение дифференциальным током уставки **Пороговое значение**

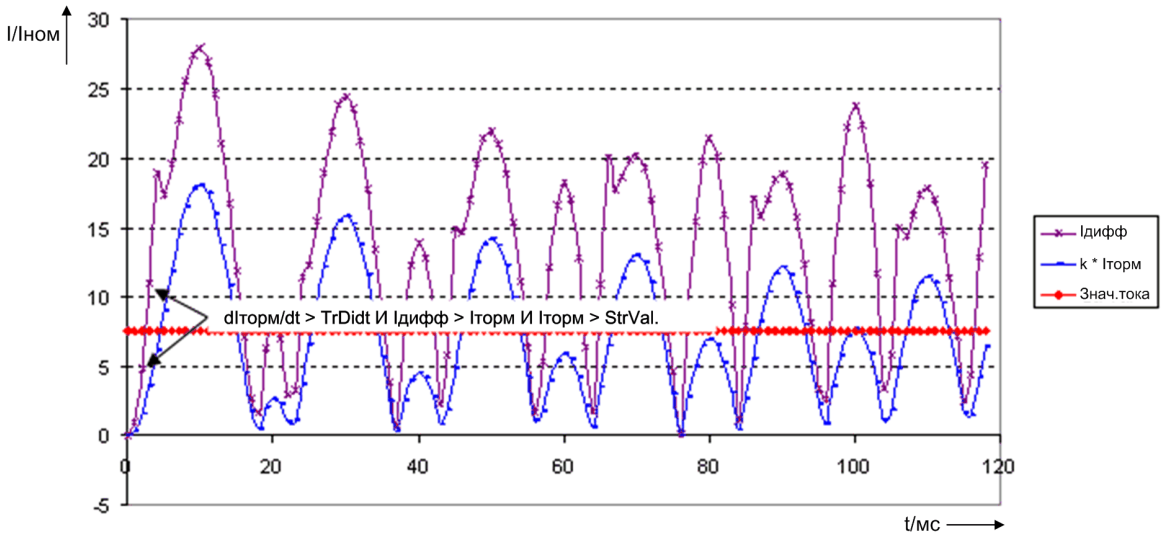
При выполнении всех описанных выше условий мгновенно выдается сигнал на отключение. В случае если 1-е условие выполнено, а второе – нет, функция блокируется на 300 мс.



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

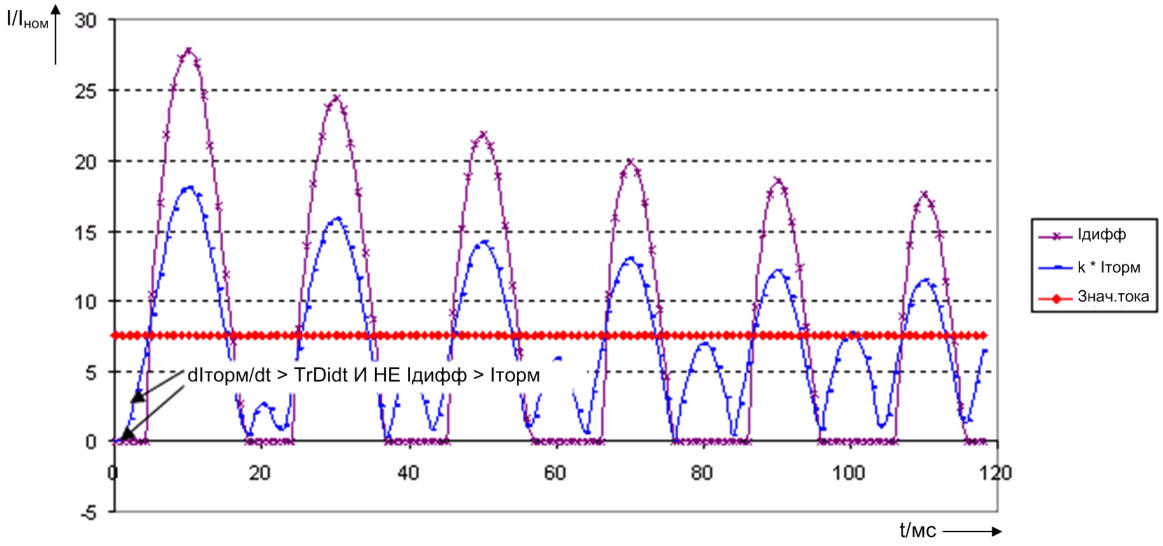
Рисунок 6-80 Тормозная характеристика I-Дифф быстр.

На следующих 2 рисунках приведены кривые токов для случаев внешнего и внутреннего повреждений. При внутреннем повреждении (*Рисунок 6-81*) дифференциальный ток возрастает быстрее тормозного тока. Сигнал на отключение выдается после измерения нескольких мгновенных значений. При внешнем повреждении дифференциальный ток появляется только после того, как ТТ войдут в режим насыщения. Однако информация о токах является достоверной на протяжении нескольких первых миллисекунд после возникновения повреждения. В соответствии с *Рисунок 6-83* тормозной ток больше дифференциального тока, но поскольку 2-е условие не выполняется, защитная функция блокируется.



[dwinnfel-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-81 Кривые токов при внутреннем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)



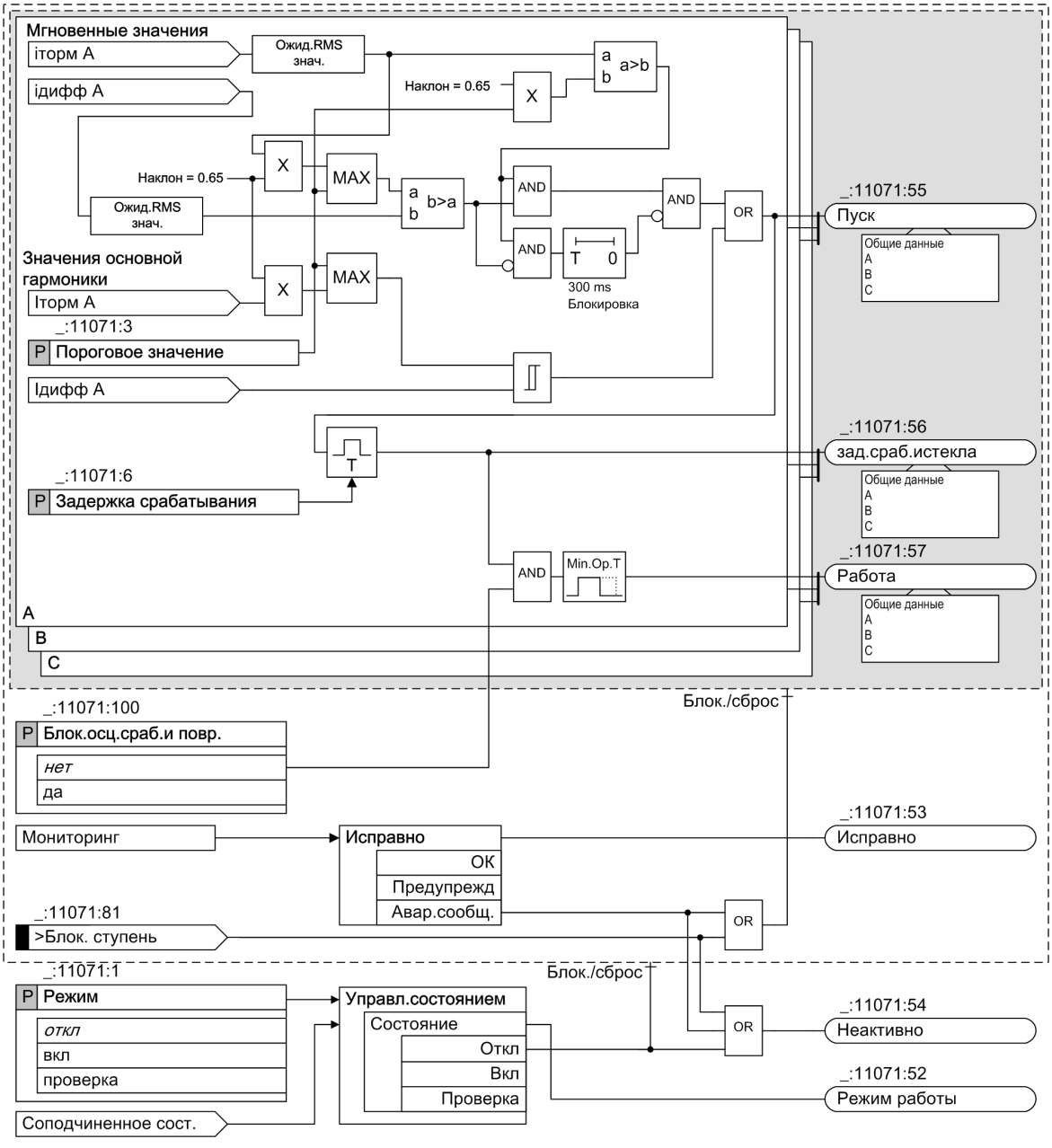
[dwextfel-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-82 Кривые токов при внешнем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)

Измерение на основе алгоритма Фурье

Метод на основе алгоритма Фурье работает с временной задержкой параллельно с методом мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для ступени I-Дифф. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ и величины тормозного тока $I_{торм}$ (максимального из всех измеренных токов в точках измерения) в соответствии с тормозной характеристикой *Рисунок 6-80*.

На *Рисунок 6-83* показана общая логическая схема защиты.

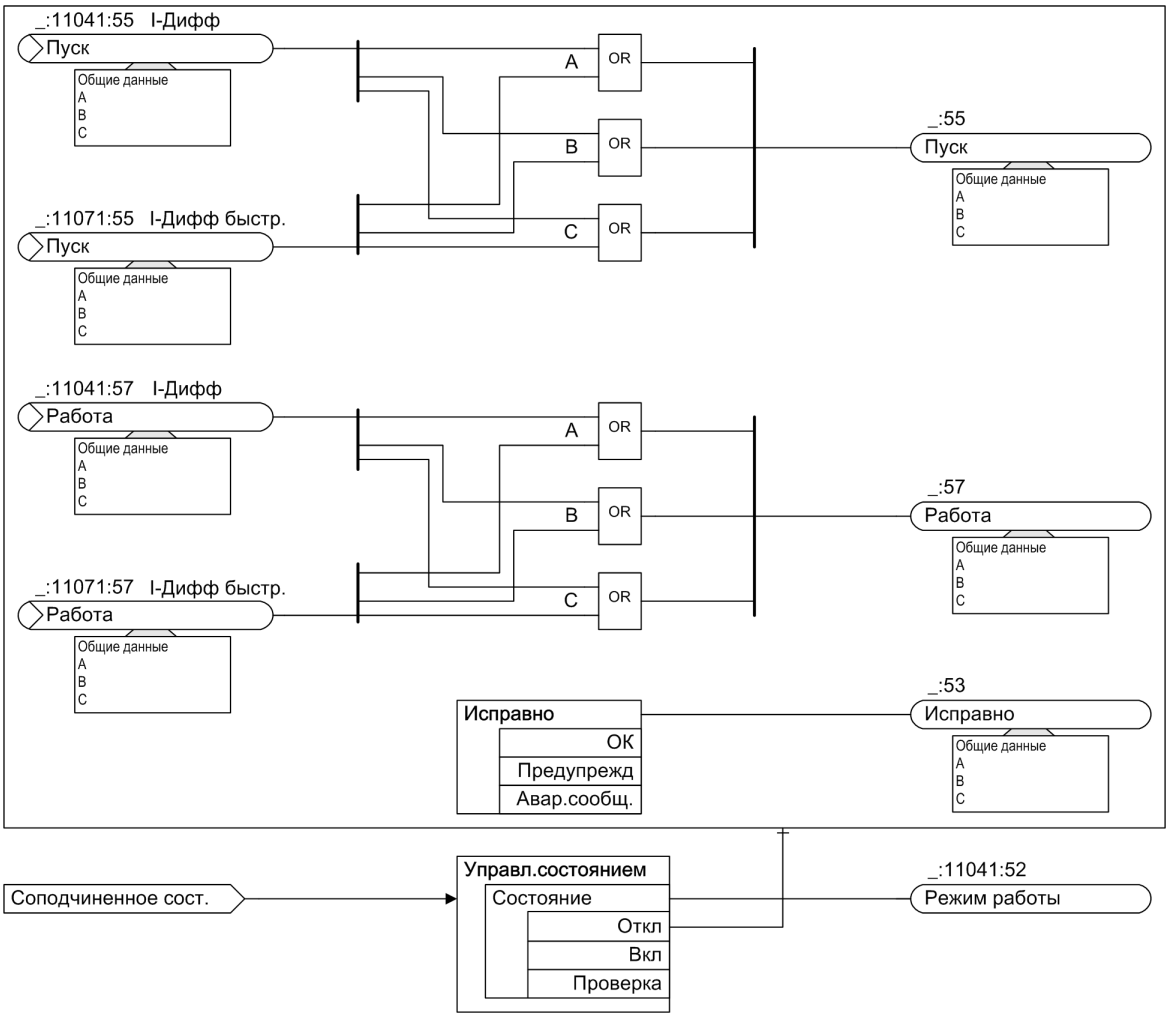


[loidfast-151012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-83 Логическая схема работы функции дифференциальной защиты I-Дифф быстр.

Логика срабатывания дифференциальной защиты

Общий сигнал на отключение формируется из подфункций I-Дифф и I-Дифф быстр. (см. *Рисунок 6-84*).



[logesamt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-84 Общая логика срабатывания

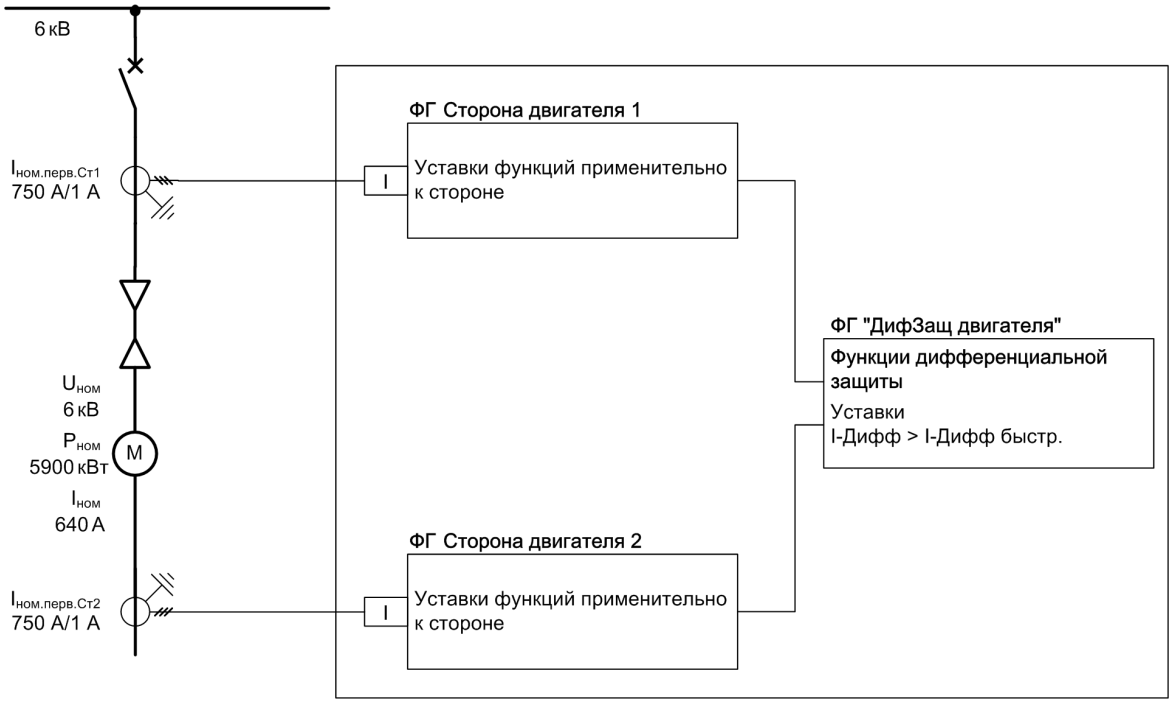
Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий

Возникновение повреждения регистрируется при каждом запуске защиты. При этом создается протокол регистрации повреждений и начинается запись аварийного события. Процесс сохранения записи аварийного события настраивается соответствующей уставкой (см. *3.4.3 Описание функции*). Поскольку сигналы пуска и срабатывания для дифференциальной защиты возникают одновременно, поэтому регистрация может осуществляться как по пуску, так и по срабатыванию. Для обеспечения осциллографирования в случае возникновения внешних повреждений, при которых рабочая точка находится выше пусковой характеристики, осциллограф запускается при появлении сигнала блокировки при внешних повреждениях или при появлении сигнала загрубления тормозной характеристики в случае срабатывания функции обнаружения апериодической составляющей. Это позволяет проанализировать режим работы ТТ при внешних повреждениях.

6.5.4 Указания по применению и вводу уставок

Рассмотрим типовую схему релейной защиты двигателя. На *Рисунок 6-85* представлены типовые защиты двигателя. Компания Siemens рекомендует применять дифференциальную защиту для двигателей мощностью от 1 МВт до 2 МВт. Защита предназначена минимизировать ущерб в случае корот-

кого замыкания. Схема предполагает наличие трансформатора тока в нейтрали. Дифференциальная защита двигателя может быть реализована в устройствах 7UT82, 7UT85, 7UT86 и 7UT87.

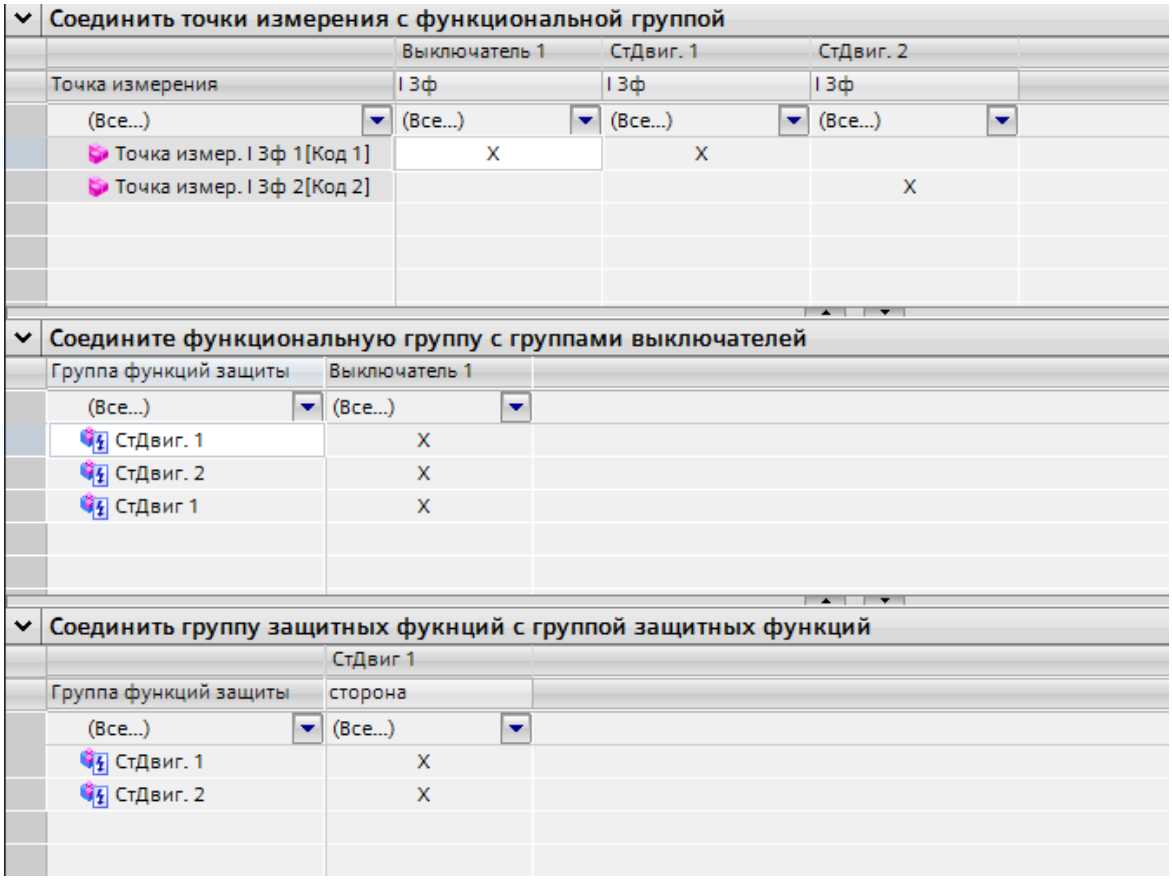


[dwschmot-140813-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-85 Пример подключения

В данном примере используется устройство 7UT85. 3 измерительных входа подключены к 3-фазным точкам измерения на стороне 1 и стороне 2. Точки измерения должны быть связаны с соответствующими функциональными группами.

На иллюстрации *Рисунок 6-86* показан снимок соответствующего экрана DIGSI 5.



[scmesveb-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-86 Внутренние связи в DIGSI 5

Функциональная группа СтДвиг.

В функциональной группе **СтДвиг.** введите следующие уставки:

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:14671:103) Ном. полная мощн.`** = ***`6,65 МВА`***
  Установите **`Ном. полная мощн.`** для двигателя. Для всех сторон двигателя следует указывать одинаковые уставки номинальной мощности.

Параметр: `Ном. напряж. двигателя`

- Уставка по умолчанию **`(_:14671:102) Ном. напряж. двигателя`** = ***`6 кВ`***
  Установите **`Ном. напряж. двигателя`** для двигателя. В примере это 6 кВ.

ДифЗащДв Функциональная группа

В функциональной группе **ДифЗащДв** для функции I-Дифф устанавливаются следующие параметры:

Параметр: `Пороговое значение` (параметры настройки тормозной характеристики)

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:3) Пороговое значение`** = ***`0,2 I/Iном.об.`***

При помощи данного параметра задается уставка срабатывания по дифференциальному току. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между концами защищаемого объекта. Уставка срабатывания задается в относительных единицах (приводится к номинальному току защищаемого объекта). Уставка по умолчанию, составляющая ***0,2 I/Iном.об.***, в большинстве случаев обеспечивает требуемую чувствительность защиты, а также позволяет осуществить отстройку от возможного тока небаланса.

Параметр: `Пересеч.1 Iторм`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:101) Пересеч.1 Iторм`** = ***0,67 I/Iном.об.***

В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения. Если даже при протекании малых токов возможны большие погрешности ТТ, рекомендуется задавать данную уставку равной половине номинального тока.

Параметр: `Наклон 1`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:100) Наклон 1`** = ***0,3***

При помощи параметра **`Наклон 1`** задается наклон тормозной характеристики, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае возникновения погрешностей ТТ (статических и динамических) при внешнем повреждении, сопровождающимся малыми токами. В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, равное ***0,3***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Способ торможения отличается от используемого в устройствах SIPROTEC 4 (7UT6x, 7UM62). По этой причине следует выбирать большее значение наклона (см. также *6.5.3 Описание функции*).

Параметр: `Пересеч.2 Iторм`

- Уставку по умолчанию **`(_:11041:103) Пересеч.2 Iторм`** = ***2,5 I/Iном.об.***

ПРИМЕЧАНИЕ

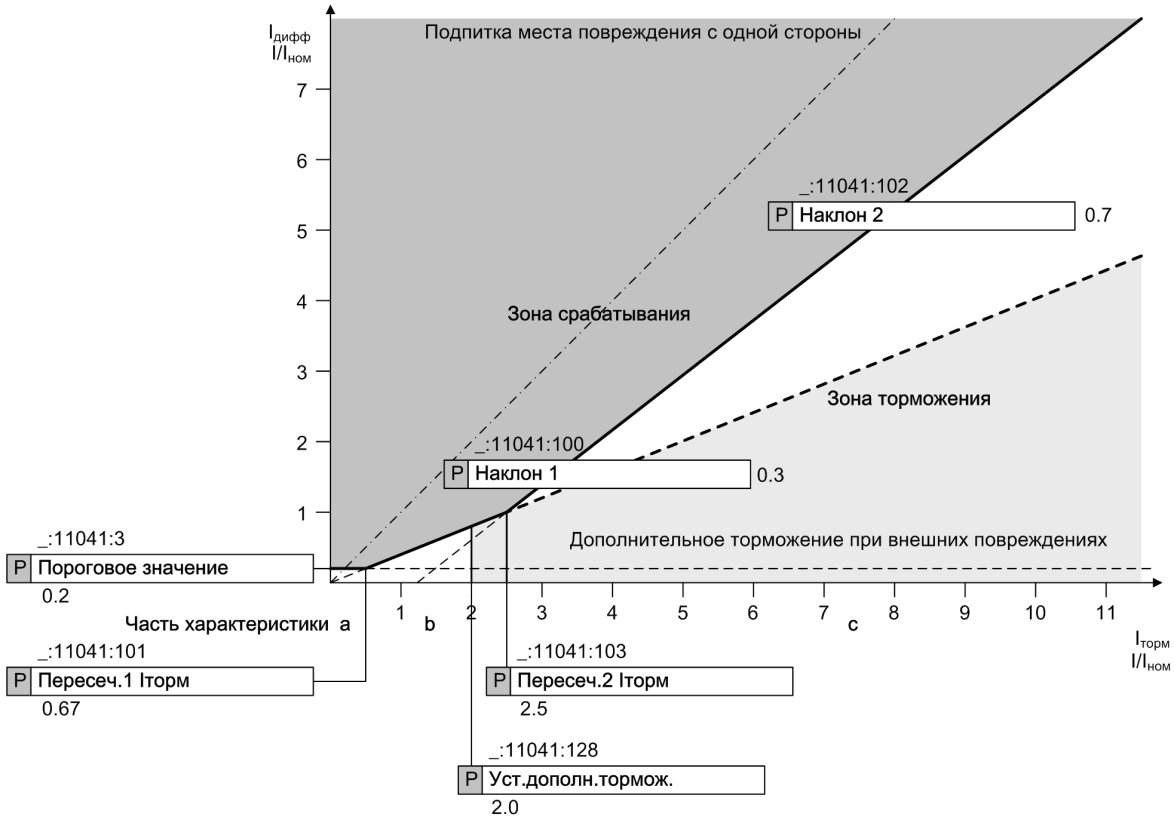
Второй наклонный участок учитывает возможные погрешности ТТ, возникающие при больших сквозных токах, следовательно уставка параметра **`Наклон 2`** должна иметь большое значение.

Параметр **`Пересеч.2 Iторм`** определяет значение тормозного тока, с которого начинается **`Наклон 2`**. Уставку по умолчанию ***2,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Параметр: `Наклон 2`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:102) Наклон 2`** = ***0,7***

При помощи параметра **`Наклон 2`** задается наклон второго наклонного участка тормозной характеристики, он предназначен для того, чтобы предотвратить излишнюю работу защиты в случае возникновения больших погрешностей ТТ (например, вследствие насыщения) при внешнем повреждении, сопровождающемся большими токами. В большинстве случаев достаточным будет значение большее или равное удвоенному значению уставки параметра **`Наклон 1`**. В качестве уставки по умолчанию было выбрано значение ***0,7***.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-87 Пусковая характеристика с уставками по умолчанию

Параметр: Обнаруж. пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:106) Обнаруж. пуска** = ***да***

Во избежание излишних срабатываний из-за пускового тока двигателя Siemens рекомендует включать функцию обнаружения всплесков тока для устройств защиты двигателей. Также данную функцию рекомендуется использовать при выполнении дифференциальной защиты реакторов. Для ввода в работу функции необходимо выставить уставку **Обнаруж. пуска** = ***да***.

Параметр: Уст.обнар.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:107) Уст.обнар.пуска** = ***0,1 I/Iном.об.***

При снижении тормозного тока ниже данной уставки происходит загрубление тормозной характеристики (при условии, что функция определения включения введена в работу). Рекомендуется применять уставку по умолчанию ***0,1 I/Iном.об.***.

Параметр: Коэфф.загрубл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:11041:108) Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***2,0***

Уставка определяет коэффициент, Рост до величины 2.0 доказал свою применимость во многих сферах.

Параметр: Макс.доп. вр.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:109) Макс.доп. вр.пуска** = ***5,0 с***

Данная уставка должна быть больше, чем максимально допустимое время пуска двигателя. Выставьте уставку в соответствии со справочными данными **двигателя**. Для предотвращения ложного срабатывания дифференциальной защиты уставка должна выбираться несколько большей допустимого

времени пуска (с коэффициентом 1,2). Для двигателя в примере в соответствие со справочными данными время пуска равно 6,5 сек. С учетом коэффициента запаса величина установки должна быть 1,2 * 6,5 с = 7,8 с Компания Siemens рекомендует использовать уставку, равную 10 с.

Параметр: Коэф.загрубл.хар-ки DC (обнаружение апериодической составляющей)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:110) Коэф.загрубл.хар-ки DC** = ***2,0***

Функция обнаружения апериодической составляющей постоянно введена в работу. Наличие апериодической составляющей даже при протекании малых токов может вызывать погрешности работы ТТ (например, угловую погрешность). Для отстройки от таких режимов уставки параметров **Пороговое значение** и **Наклон 1** автоматически увеличиваются в соответствии с заданным коэффициентом. Уставка по умолчанию, равная 2,0, в большинстве случаев является вполне приемлемой.

Обнаружение внешних повреждений

На *Рисунок 6-87* представлена зона **дополнительного торможения при внешних повреждениях**. Зона дополнительного торможения настраивается при помощи параметров **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**. При внешнем повреждении рабочая точка может выйти за пределы зоны дополнительного торможения и войти в зону срабатывания защиты. При помощи описанных ниже параметров возможно задать временную блокировку защиты в таких случаях.

Параметр: Уст.дополн.тормож.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:128) Уст.дополн.тормож.** = ***2,0***

Уставка **Уст.дополн.тормож.** позволяет вам задавать значение тормозного тока, превышение которого будет детектироваться как внешнее повреждение. В соответствии с выбранным методом измерений рекомендуется использовать значение уставки, равное 2. Зона дополнительного торможения ограничена параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.

Параметр: Время дополн.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:129) Время дополн.торм.** = ***0,3 с***

Уставка задается исходя из времени действия защит смежных присоединений. Также необходимо учитывать время отключения выключателя. Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$T_{доп.\ торм.} \geq t_{сраб.защ.смеж.присоед.} + t_{откл}$

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Однако ее следует задавать в соответствии с конкретными условиями применения. Задание уставки 0 выводит из работы функцию обнаружения внешних повреждений.

Параметр: Вр.перекр.блк.доп.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:130) Вр.перекр.блк.доп.торм.** = ***0,3 с***

Дополнительное торможение действует независимо в каждой из фаз. Однако эта функция может быть расширена для блокировки всех фаз. Поэтому Siemens рекомендует вводить функцию перекрестной блокировки путем задания соответствующей выдержки времени. Данная выдержка времени должна равняться времени действия дополнительного торможения.

Ступень защиты I-Дифф быстр.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *6.5.3 Описание функции*). Следовательно, данная ступень должна быть постоянно введена в работу.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11041:3) Пороговое значение** = ***6 I/Iном.об.***

Siemens рекомендует устанавливать величину уставки, превышающую или равную пусковому току. Например, если пусковой ток двигателя равен 5,6 $I/I_{ном,двиг}$. Задайте уставку 6 $I/I_{ном,об.}$

6.5.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:186	Общие данные:Режим защиты		• Трансформатор • Токовый узел	Трансфор-матор
_:2311:100	Общие данные:измер.ток НП стор.1		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:измер.ток НП стор.2		• нет • да	нет
_:2311:102	Общие данные:измер.ток НП стор.3		• нет • да	нет
_:2311:181	Общие данные:измер.ток НП общ.обм.		• нет • с ТТ 1ф • с ТТ 3ф	нет
_:2311:182	Общие данные:измер.ток НП обм.НН		• нет • да	нет
_:2311:105	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:106	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:107	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:108	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:109	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:110	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:111	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:112	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:113	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:114	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:115	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:116	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:117	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:118	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:119	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М1ф		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:183	Общие данные:Несогл.ТТ М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:130	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:131	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:132	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:133	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:134	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:176	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:135	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:136	Общие данные:Несогл.ТТ ст2 МТ3ф 3н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:137	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:177	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:138	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:139	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:140	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:141	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:178	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:184	Общие данные:Несогл.ТТ М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:191	Общие данные:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3	не назначено
_:2311:151	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:152	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:153	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:154	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:155	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М1ф		0 до 100	0
_:2311:156	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 1		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:157	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:158	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:159	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:160	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М1ф		0 до 100	0
_:2311:161	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:162	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:163	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:164	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:165	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М1ф		0 до 100	0
_:2311:185	Общие данные:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0
Общие данные				
_:11041:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11041:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11041:6	I-Дифф:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Хар-ка сраб.				
_:11041:3	I-Дифф:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:11041:100	I-Дифф:Наклон 1		0.00 до 0.80	0.30
_:11041:101	I-Дифф:Пересеч.1 Iторм		0.00 I/Iном.об. до 5.00 I/Iном.об.	0.67 I/Iном.об.
_:11041:102	I-Дифф:Наклон 2		0.25 до 0.95	0.70
_:11041:103	I-Дифф:Пересеч.2 Iторм		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.50 I/Iном.об.
Обнаруж. пуска				
_:11041:106	I-Дифф:Обнаруж. пуска		• нет • да	да
_:11041:107	I-Дифф:Уст.обнар.пуска		0.1 I/Iном.об. до 2.0 I/Iном.об.	0.1 I/Iном.об.
_:11041:108	I-Дифф:Коэфф.загрубл.хар-ки		1.0 до 5.0	1.0
_:11041:109	I-Дифф:Макс.доп. вр.пуска		0.1 с до 180.0 с	5.0 с
Обн. апер. сост.				
_:11041:110	I-Дифф:Коэф.загрубл.хар-ки DC		1.0 до 5.0	2.3

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обнар. внеш. повр.				
_:11041:128	I-Дифф:Уст.дополн.тормож.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.00 I/Iном.об.
_:11041:129	I-Дифф:Время дополн.торм.		0.00 с до 5.00 с;∞	0.30 с
_:11041:130	I-Дифф:Вр.перекр.блк.доп.торм.		0.00 с до 2.00 с;∞	0.30 с
I-Дифф быстр.				
_:11071:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11071:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	7.5 I/Iном.об.
_:11071:6	I-Дифф быстр.:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:11071:100	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

6.5.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Iдифф	Звезда	O
_:2311:301	Общие данные:Iторм	Звезда	O
_:2311:311	Общие данные:Iдифф ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:312	Общие данные:Iдифф ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:313	Общие данные:Iдифф ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:314	Общие данные:Iторм ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:315	Общие данные:Iторм ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:316	Общие данные:Iторм ф.C при сраб.	MV	O
I-Дифф			
_:11041:81	I-Дифф:>Блок. ступень	SPS	I
_:11041:54	I-Дифф:Неактивно	SPS	O
_:11041:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:11041:53	I-Дифф:Исправно	ENS	O
_:11041:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:11041:56	I-Дифф:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11041:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:11041:301	I-Дифф:Наклон 1	MV	O
_:11041:302	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (Пуск)	SPS	O
_:11041:303	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (DC)	SPS	O
_:11041:312	I-Дифф:Блок.обнар.внешн.КЗ	ACT	O
_:11041:313	I-Дифф:Перекр.блок.внешн.КЗ	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
I-Дифф быстр.			
_:11071:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:11071:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	SPS	O
_:11071:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:11071:53	I-Дифф быстр.:Исправно	ENS	O
_:11071:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:11071:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O
_:11071:56	I-Дифф быстр.:зад.сраб.истекла	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.6 Дифференциальная защита линии

6.6.1 Обзор функций

Дифференциальная защита линии (ANSI 87L):

- Селективная защита от коротких замыканий для воздушных и кабельных линий, сборных шин с односторонним или многосторонним питанием в радиальных, кольцевых сетях или сетях сложной конфигурации.
- Обеспечивает отключение без выдержки времени от 2 до 6 концов линии.
- Работает исключительно пофазно

6.6.2 Описание функции

Дифференциальная защита линии предназначена для защиты объектов, имеющих до 6 концов. Принцип действия защиты основан на сравнении токов. Для реализации этого принципа на каждом из концов защищаемого объекта должно быть установлено одно устройство. Устройства обмениваются информацией об измеренных параметрах тока по каналу связи и сравнивают полученные значения токов с измеренными в месте своей установки. При повреждении внутри защищаемой зоны защита действует на отключение своего выключателя.

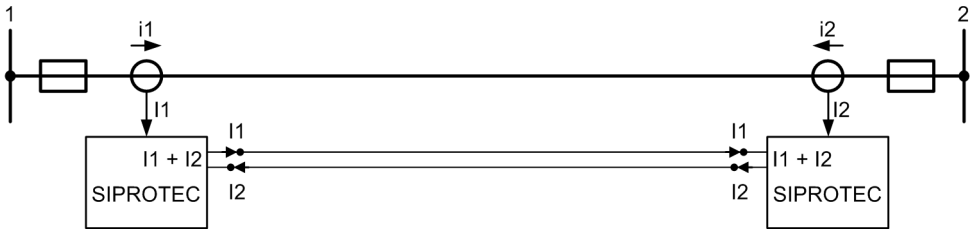
Дифференциальная защита линии может применяться не только для защиты обычных линий электропередачи, но также и для защиты блоков линия-трансформатор. Зона, защищаемая дифференциальной защитой, ограничивается трансформаторами тока, к которым подключены полукомплекты защиты со всех сторон линии. Применение функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора и коррекционных методов измерения предотвращает срабатывание дифференциальной защиты при бросках тока намагничивания.

Передача измеренного значения

Если весь защищаемый элемент находится в пределах одной установки (как в случае с генераторами, трансформаторами, шинами), то измеряемые параметры могут быть обработаны мгновенно. Однако ситуация меняется для линий, где защищаемый элемент имеет длину в несколько километров и тянется от одной ПС к другой. Для обеспечения возможности обработки измеряемых параметров на каждом из концов линии измеренных на всех остальных концах линии значений, они должны передаваться в подходящем формате. При этом на каждом из концов защищаемого объекта могут быть проверены условия срабатывания защиты, а соответствующие выключатели, в случае необходимости, могут быть отключены.

Измеренные значения передаются по каналам связи в виде цифровых телеграмм. Для этой цели каждое устройство имеет по крайней мере один интерфейс обмена данными защиты.

На *Рисунок 6-88* представлена реализация описанного ранее принципа для двухконцевой линии. Каждое из устройств измеряет ток в месте своей установки и осуществляет передачу информации о его величине и фазе на противоположный конец линии. Таким образом, измеренные токи могут быть сложены и обработаны в каждом устройстве защиты.



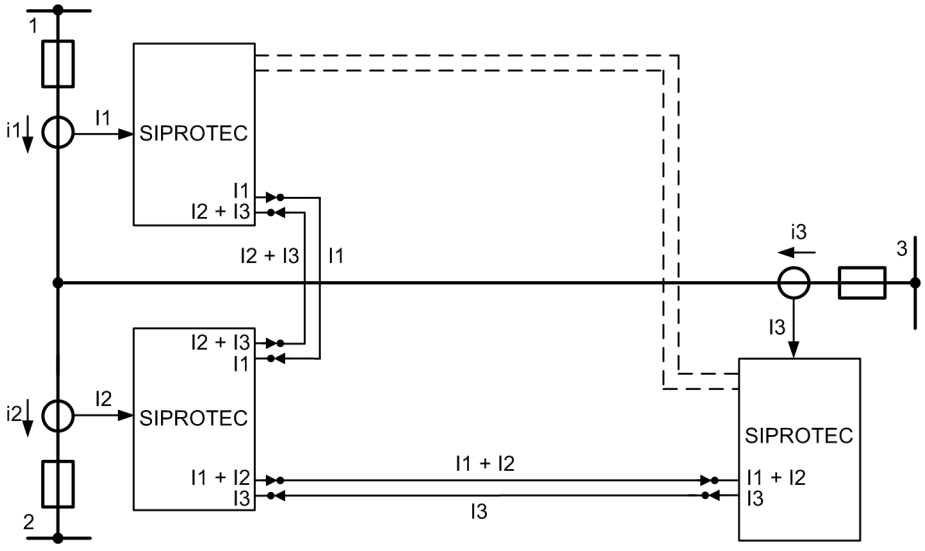
[dwdiff2e-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-88 Дифференциальная защита двухконцевой линии

Если имеется более двух концов, то строится цепь обмена данными, и каждое из устройств получает информацию о сумме токов, втекающих в защищаемый объект. На *Рисунок 6-89* представлена реализация указанного принципа для трехконцевой линии. Основной принцип работы функции дифференциальной защиты линии в данном случае основывается на частичном суммировании токов. При этом каждое устройство измеряет соответствующий ток своего конца защищаемого объекта. Устройство 1 измеряет ток i1 и передает данные о векторе тока I1 устройству 2. Это устройство добавляет к току I1 вектор тока I2, исходя из измеренного тока i2 своего конца и отправляет данную частичную сумму устройству 3. Промежуточная сумма времени I1 + I2 в конце концов достигает устройства 3, которое добавляет соответствующий компонент I3. В обратном направлении цепь обмена данными начинается с устройства 3, проходит через устройство 2, и заканчивается устройством 1. Таким образом, информация об общей сумме трех токов, измеренных во всех точках измерения, доступна всем трем устройствам.

Если концы защищаемого объекта 1 и 2 находятся недалеко друг от друга (на расстоянии порядка 500 м), то токи I1 и I2 могут измеряться одним устройством защиты, имеющим соответствующее количество токовых входов (8I). Таким образом, топология, показанная в *Рисунок 6-89*, также может быть защищена всего с помощью двух физических устройств.

Последовательность устройств в цепи передачи данных не обязательно должна соответствовать индексации, указанной на *Рисунок 6-89*. Назначение индексов проводится при параметрировании топологии.



[dwdiff3e-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-89 Дифференциальная защита трехконцевой линии

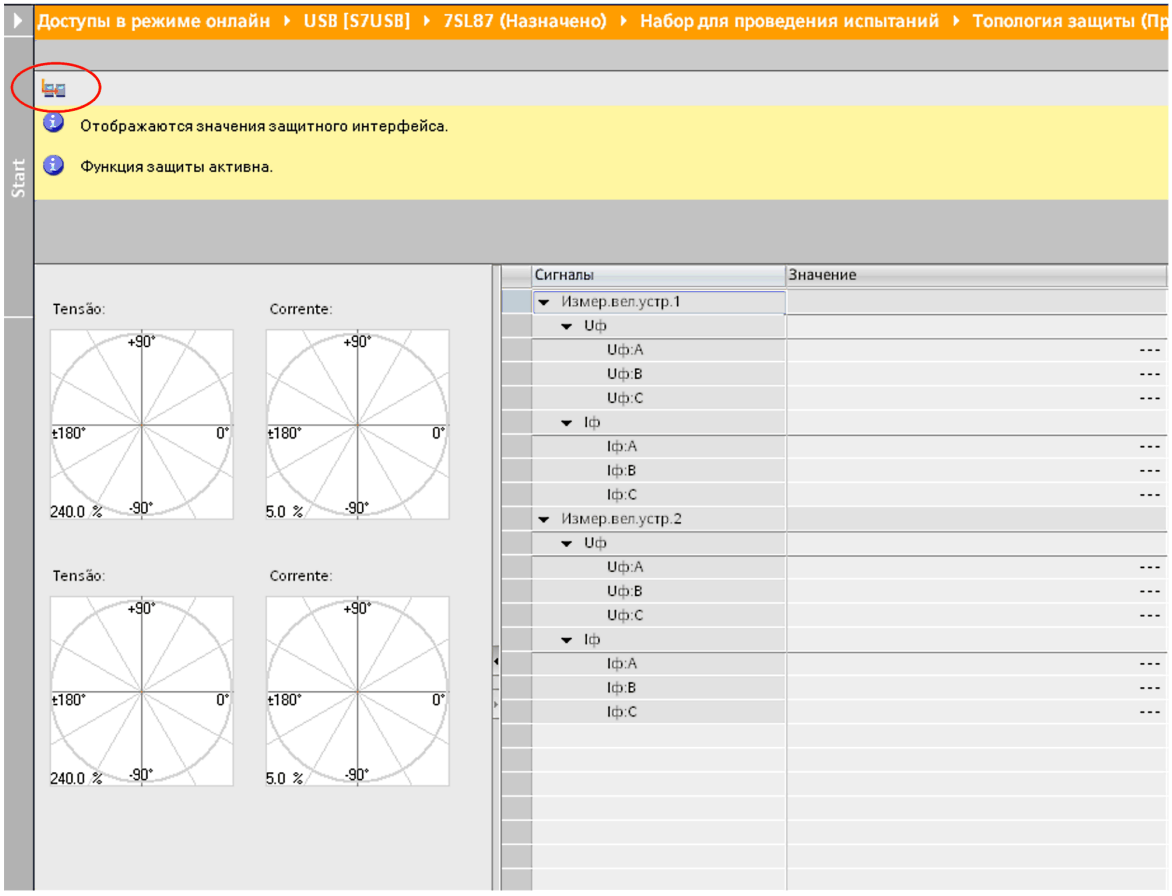
Цепь обмена данными также может быть замкнута в кольцо, как это показано пунктирными линиями на *Рисунок 6-89*. Таким образом осуществляется резервирование канала передачи данных: даже если один канал связи нарушится, система дифференциальной защиты в целом будет полностью функциональна. Устройства определяют неисправность канала передачи данных и автоматически переключаются на другой канал связи. Также при использовании кольцевой схемы возможно отключить один конец линии, например, для проверки, и вывести местное устройство защиты из работы. При этом оставшиеся устройства смогут продолжать работу без ошибок.

Групповые измеренные значения

определенные измеренные значения, синхронизированные во времени в устройствах защиты, которые передаются по каналу связи и доступны дл любого устройства защиты. Групповые измеренные значения можно посмотреть при помощи DIGSI 5.

В устройстве измеренные значения тока и напряжения отображаются по величине и фазе в виде процентов. 100 % соответствуют номинальному току или номинальному напряжению в линии (см. следующий рисунок). Данные измеренные значения записываются устройствами, участвующими в группе, с интервалом в 2 секунды, и отправляются другим устройствам защиты. При этом измеренные различными устройствами значения тока и напряжения синхронизируются друг с другом.

Групповые измеренные значения можно просмотреть на следующем экране ПО DIGSI:



[scconstp-061210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-90 Групповые измеренные значения с фазами

Синхронизация измеренных значений

Устройства защиты осуществляют измерения токов в местах их установки асинхронно. Это означает, что каждое устройство измеряет, переводит в цифровой формат и предварительно обрабатывает соответствующие токи, подводимые от ТТ, в соответствии с импульсами своего собственного процессора. Однако, если требуется сравнить токи двух или более концов линии, то все данные токи необходимо обрабатывать в одном и том же временном базисе. Все соединенные между собой устройства в каждой телеграмме, передаваемой по каналу связи, обмениваются информацией о своем времени. Устройство защиты с индексом 1 функционирует как **Ведущее по времени**, определяя таким образом временной базис. Другие устройства производят расчет задержки по времени, обусловленной временами, необходимыми для передачи и обработки информации, относительно **Ведущего по времени** устройства.

Для обеспечения достаточной точности синхронизации все измеренные значения тока маркируются **меткой времени** перед осуществлением передачи от одного устройства к другому в виде цифровых телеграмм. Данная метка времени показывает, в какой момент времени передаваемые данные о токе были получены. Благодаря этому, устройство на приемном конце может выполнить оптимизированную синхронизацию сравниваемых значений токов, основываясь на полученной метке времени и обработке своего собственного времени, т. е. данное устройство может сравнить токи, которые были измерены в один и тот же момент времени (с точностью <5 мкс).

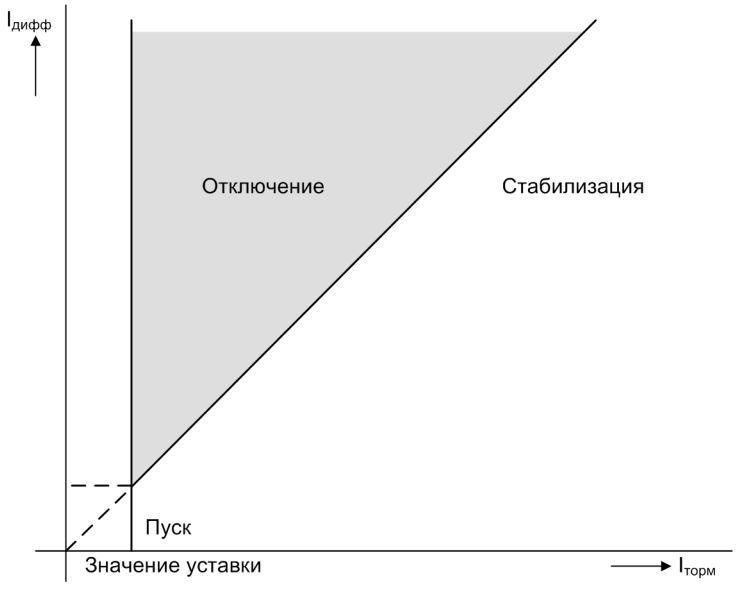
Времена, необходимые для передачи данных, постоянно контролируются устройствами с использованием меток времени и учитываются на приемном конце. Частота измеряемых величин, которая имеет решающее значение при сравнении комплексных векторов, также постоянно измеряется и, при необходимости, корректируется для обеспечения синхронности сравнения векторов. Если устройство подключено к трансформаторам напряжения, и имеется, по крайней мере, одно напряжение доста-

точного уровня, то частота вычисляется по данному напряжению. В противном случае, для определения частоты используются измеряемые токи. Устройства обмениваются информацией об измеренных значениях частоты по каналу связи. При таких условиях все устройства работают с действительными на данный момент времени частотами.

Коррекционная самостабилизация

Принцип действия дифференциальной защиты основан на том, что сумма всех токов, втекающих в защищаемый объект, равна нулю в нормальном режиме работы. Данное условие справедливо только для первичной сети и только в том случае, если шунтированные компоненты тока, возникающие из емкости линий или токов намагничивания трансформаторов и шунтирующих реакторов, пренебрежимо малы. И наоборот, вторичные токи, подводимые к устройствам от ТТ, содержат погрешности измерения, обусловленные ошибками измерения ТТ и входных цепей самих устройств. Ошибки в измерениях также могут вызывать случайные искажения измеряемого параметра.

Воздействие указанных ранее факторов приводит к тому, что даже в нормальном режиме работы сумма токов, обрабатываемых устройством защиты, не будет равняться нулю. Дифференциальная защита стабилизирована от влияния этих факторов. Дифференциальная защита стабилизирована от влияния этих факторов. Для отстройки от влияния данных факторов и обеспечения максимально возможной чувствительности в дифференциальной защите применяется специальный метод **коррекционной самостабилизации**.

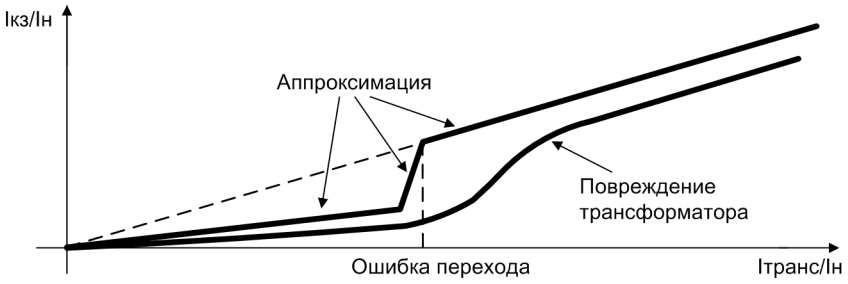


[dwanspre-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-91 Кривая срабатывания дифференциальной защиты

Погрешности трансформаторов тока

Для учета погрешностей трансформаторов тока каждое устройство защиты рассчитывает величину автоторможения $I_{погр}$. Указанная величина рассчитывается путем оценки возможных погрешностей трансформатора тока на основании его номинальных данных и величины измеряемых токов.



[dwctfail-310111-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-92 Аппроксимация погрешностей измерительных трансформаторов тока

Данные трансформаторов тока вводятся отдельно в каждое устройство защиты. Поскольку каждое устройство передает информацию о рассчитанной возможной погрешности другим устройствам, то каждое из устройств может сформировать сумму возможных погрешностей; и использовать ее для торможения.

Другие ошибки измерения

Другие погрешности измерения, которые могут возникать в самом устройстве и могут быть обусловлены точностью работы аппаратного обеспечения, точностью вычислений, отклонениями во времени, а также **качеством** измеряемых параметров, которая определяется наличием гармоник и отклонениями частоты, также вычисляются в устройстве и автоматически увеличивают его величину локальной самостабилизации. Также при это учитываются допустимые отклонения времен передачи и обработки данных.

Отклонения во времени вызваны остаточными погрешностями после синхронизации измеряемых параметров и обработки данных и другими аналогичными погрешностями. При использовании GPS-синхронизации данные влияющие факторы исключаются и не приводят к увеличению величины автоторможения.

Если влияющий параметр не может быть определен – например, частота, при отсутствии достаточных для ее вычисления измеряемых параметров - устройство определит значение данного параметра равным номинальному. В примере с частотой это означает следующее: Если частоту не удается определить из-за отсутствия необходимых измеряемых параметров, устройством используется номинальная частота. Но, поскольку фактическое значение частоты может отличаться от номинального в пределах допустимого диапазона (± 20% от номинальной частоты), то автоматически будет увеличено автоторможение. Как только значение частоты будет определено (макс. 100 мс после появления подходящего измеряемого параметра), величина автоторможения будет соответственно уменьшена. Практически такая ситуация возникает при работе в режиме, когда измеряемые параметры в зоне защиты отсутствуют до появления КЗ, например, если линия с ТН, установленным на линии, включается на КЗ. Поскольку частота в данный момент времени еще неизвестна, то до момента определения фактической частоты величина автоторможения будет большой. При этом команда на отключение может выдаваться с некоторой задержкой по времени, но только в случае, если ток КЗ близок по значению к уставке пуска (т.е. в случае КЗ с очень низким значением тока).

Мониторинг дифференциального тока

Процесс коррекционной самостабилизации основан на том факте, что ошибки дифференциального тока, которые вызываются влиянием помех, могут компенсироваться дополнительными ограничениями. Таким образом, процесс обеспечивает наивысшую возможную чувствительность для дифференциальной защиты.

Дополнительный динамический мониторинг дифференциального тока важен, поскольку существуют мешающие эффекты, которые не могут быть обнаружены устройством. Они включают устойчивые и медленно формирующиеся дисбалансы во время переключения при обмене данными через интерфейс защиты по сетям передачи данных. Без внешней GPS-синхронизации времени функции мониторинга времени переключения не удается зарегистрировать дисбалансы во время переключения. Поэтому получаемые измеренные значения не могут быть точно синхронизированы, и высокие сквозные токи могут быть причиной отключения.

В процессе работы (работы нагрузки) характеристики дифференциального и тормозного тока должны отслеживаться на предмет наличия этого эффекта, к тому же необходимо контролировать, приближается ли дифференциальный ток вопреки тормозящему фактору к характеристической прямой отключения непредусмотренным образом и без опознаваемых скачков во время переключения. Когда срабатывает функция мониторинга, выдается сообщение: *Ав.сигн.: Id.сл.высок*. Кроме того, осциллографирование инициируется во всех устройствах дифференциальной защиты.

Во время ввода в эксплуатацию убедитесь, что дифференциальный ток на кривой срабатывания определяется в первую очередь емкостным (зарядным) током и ошибкой трансформатора (тестовый комплект DIGSI 5). Если функция мониторинга дифференциального тока уже включена во время ввода в эксплуатацию, сначала проверьте, были ли соблюдены рекомендации по настройке для ступени **Iдифф**. Если ступень **Iдифф** установлена правильно, срабатывание указывает на устойчивую асимметрию во время переключения сигнала. Применение надлежащих мер для исключения причин дисбаланса входит в обязанности оператора сети.

Ступени дифференциальной защиты

Дифференциальная защита имеет две ступени.

- Ступень **Iдифф** работает с очень высокой точностью измерения. С ее помощью может быть достигнута максимальная чувствительность.
- Быстродействующая ступень **Iдифф быстр** работает параллельно ступени **Iдифф**. Быстрый алгоритм работы данной ступени позволяет практически мгновенно выдавать команду на отключение выключателя при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами КЗ.

Трансформатор в защищаемой зоне

Опционально в защищаемую зону дифференциальной защиты может входить трансформатор. При этом на каждом конце защищаемой зоны (для каждого устройства защиты в соответствии с топологией схемы дифференциальной защиты) необходимо дополнительно ввести некоторые параметры защищаемого трансформатора, такие как номинальная полная мощность, первичные номинальные напряжения его сторон, соответствующая группа соединения обмоток, тип заземления нейтрали. Для реализации работы алгоритма дифференциальной защиты с трансформатором в защищаемой зоне необходимо из библиотеки функциональных блоков загрузить функциональных блок **Трансформатор в зоне защиты** или выбрать соответствующий шаблон.

Определение броска тока намагничивания

Если в зону защиты входит трансформатор, то возможно появление больших токов намагничивания, которые втекают в защищаемую зону с одной стороны, но не вытекают из нее с другой. Бросок тока намагничивания может быть в несколько раз больше номинального тока и характеризуется значительным содержанием второй гармоники (удвоенной номинальной частоты), которая практически отсутствует в токе КЗ.

Функция дифференциальной защиты имеет алгоритм определения броска тока намагничивания. При возникновении броска тока намагничивания, факт наличия которого корректно устанавливается при включенной функции его определения, алгоритм адаптивной стабилизации (торможения) автоматически увеличивает уставку срабатывания защиты, тем самым предотвращая ложные отключения. Когда функция определения броска тока намагничивания в устройстве активирована, броски тока намагничивания могут быть корректно обнаружены. Помимо этого ложные срабатывания дифференциальной защиты при появлении броска тока намагничивания могут предотвращаться путем блокировки соответствующих фаз или всех трех фаз при использовании функции перекрестной блокировки.

компенсация зарядного тока

Из-за наличия емкостных связей проводников линии с землей по линиям электропередачи постоянно протекают зарядные токи, которые необходимо учитывать при выборе уставок срабатывания дифференциальной защиты. Емкостные токи кабельных линий могут достигать особенно больших значений. Для компенсации влияния емкостных токов применяется специальная функция, обеспечивающая наибольшую чувствительность дифференциальной защиты. Для использования данной функции необходимо загрузить функциональный блок **Компенсация зарядных токов** из библиотеки блоков.

Аварийный режим

Устройства защиты линии переходят в аварийный режим работы, если из-за нарушения канала связи они не могут выполнять функции основной защиты. Устройства дифференциальной защиты также могут переходить в аварийный режим работы при наличии некорректных измеренных величин.

Дистанционное отключение

Функция **Дифференциальной защиты линии** передает генерируемое на месте сообщение об операциях с выключателем в функции дифференциальной защиты линии удаленных утройств. Затем удаленные устройства также генерируют сообщение об операциях с выключателем.

6.6.3 Структура функции Реализация функции

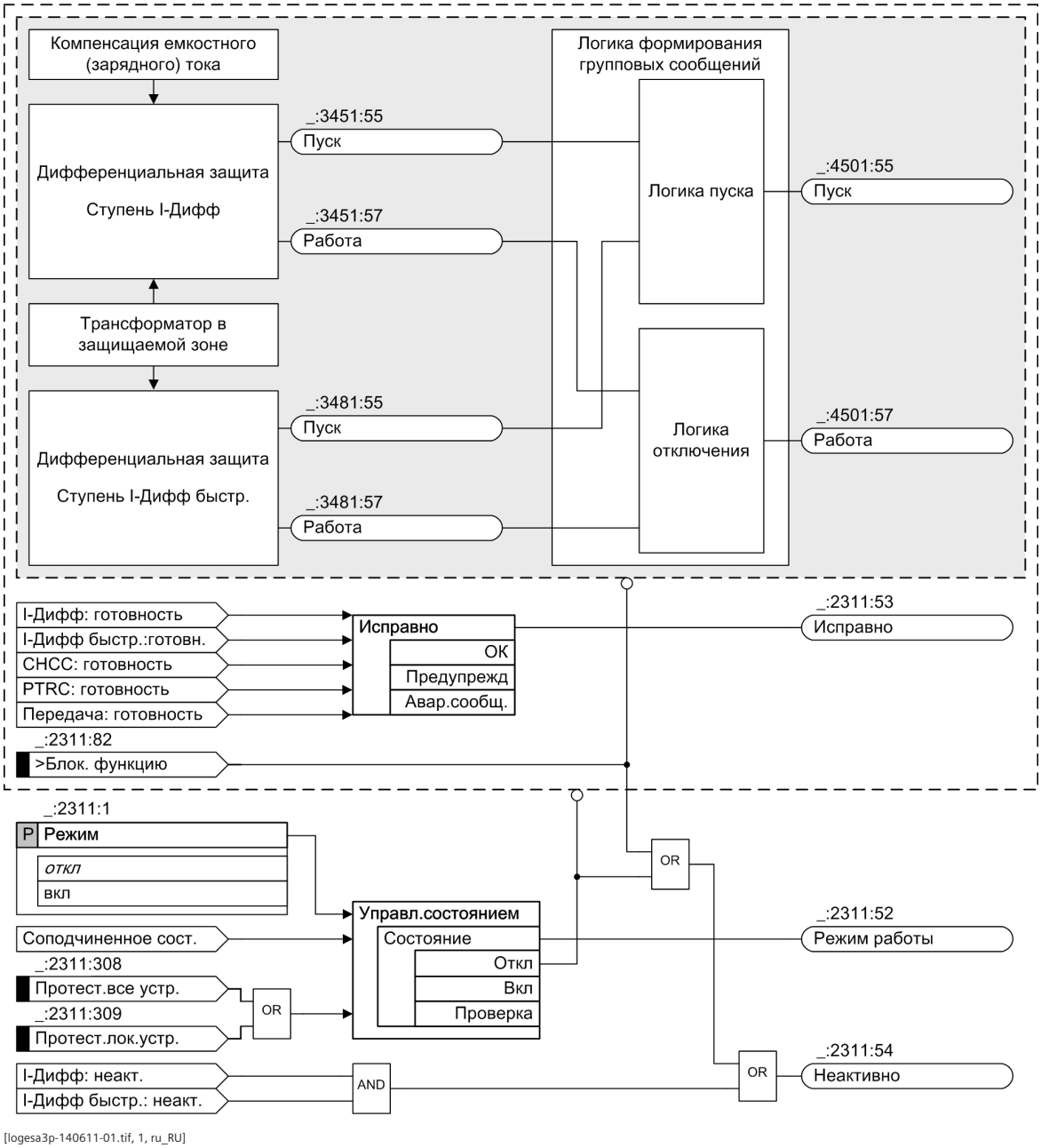
Реализация функции



[dwdifstr-310512-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-93 Структура/реализация функции

Общая логика работы



[logesa3p-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-94 Общая логика работы функций дифференциальной защиты с действием на трехфазное отключение

Направление срабатывания

Функция дифференциальной защиты линии состоит из нескольких подфункций, которые далее будут называться ступенями или функциональными блоками. Различают стандартные и опциональные (дополнительные) функциональные блоки.

Стандартными для функции дифференциальной защиты являются два функциональных блока (ступени) **Iдифф** и **Iдифф быстр**. Обе ступени работают параллельно и в зависимости от тяжести повреждения совместно обеспечивают высокую чувствительность и быстродействие защиты. Выходными сигналами ступеней являются сигналы их пуска и отключения, которые направляются в логические блоки пуска и отключения. После обработки сигналов данными блоками выдаются соответствующие сигналы дифференциальной защиты.

Функциональный блок компенсации зарядных токов **Ic-компенс.** является опциональным блоком, и работает совместно с чувствительной ступенью дифференциальной защиты **Iдифф**. При этом достигается наибольшая чувствительность защиты даже при протекании больших зарядных токов.

Опциональный функциональный блок **Трансформатор** применяется, если в защищаемую зону входит трансформатор. Использование данного функционального блока обеспечивает правильный учет различий в амплитудах и фазовых сдвигах измеряемых на разных концах защищаемого объекта величин.

6.6.4 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения правильной работы дифференциальной защиты линии на всех концах линии воспользуйтесь следующими подсказками:

- Номинальные значения линии (параметр **(_:9001:101) Номинальный ток** и **(_:9001:102) Номин.напряж.**) должны иметь идентичные параметры на обоих концах линии.
- Если трансформатор установлен в линии, для обоих параметров следует выбрать такие значения, чтобы номинальная полная мощность была одинаковой на обоих концах линии (параметр **(_:9001:103) Ном. полная мощн.**).
- Номинальная полная мощность вычисляется автоматически и выводится на экран в разделе общих данных линии в функциональной группе **Линия** (параметр **_:9001:103**) и в функции **дифференциальной защиты линии** в блоке **Трансформатор** (параметр **Ном. полная мощн.**).

Параметр: Мин.доп.ток

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Мин.доп.ток** = ***0,00 A***

Параметром задается минимальный ток на локальном конце для разрешения отключения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для отстройки дифференциальной защиты линии от погрешностей измерения ТТ необходимо во вкладке Данные системы ввести соответствующие характеристики ТТ. Указанные данные будут использоваться только функцией дифференциальной защиты линии.

Параметр: Контроль Iдифф

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:2311:104) Контроль Iдифф** = ***да:блок.дифф.защ.***

Когда используется параметр **Контроль Iдифф**, можно определить, работает ли функция дифференциальной защиты линии с мониторингом дифференциального тока или без такого мониторинга.

Значение параметра	Описание
нет	Дифференциальный ток не отслеживается.
да:только отчеты	Дифференциальный ток отслеживается. Если дифференциальный ток превышает порог мониторинга, и броски тока отсутствуют, выводится сообщение *Ав.сигн.: Iд.сл.высок*.
да:блок.дифф.защ.	Дифференциальный ток отслеживается. Если дифференциальный ток превышает порог мониторинга, и броски тока отсутствуют, дифференциальная защита блокируется и выводится сообщение *Ав.сигн.: Iд.сл.высок*.

6.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:1	Общие данные:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2311:102	Общие данные:Мин.доп.ток	1 A при 100 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 100 Iном	0.000 A до 175.000 A	0.000 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 50 Iном	0.000 A до 175.000 A	0.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.000 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	0.000 A
_:2311:104	Общие данные:Контроль Iдифф		• нет • да:только отчеты • да:блок.дифф.защ.	да:блок.дифф.защ.

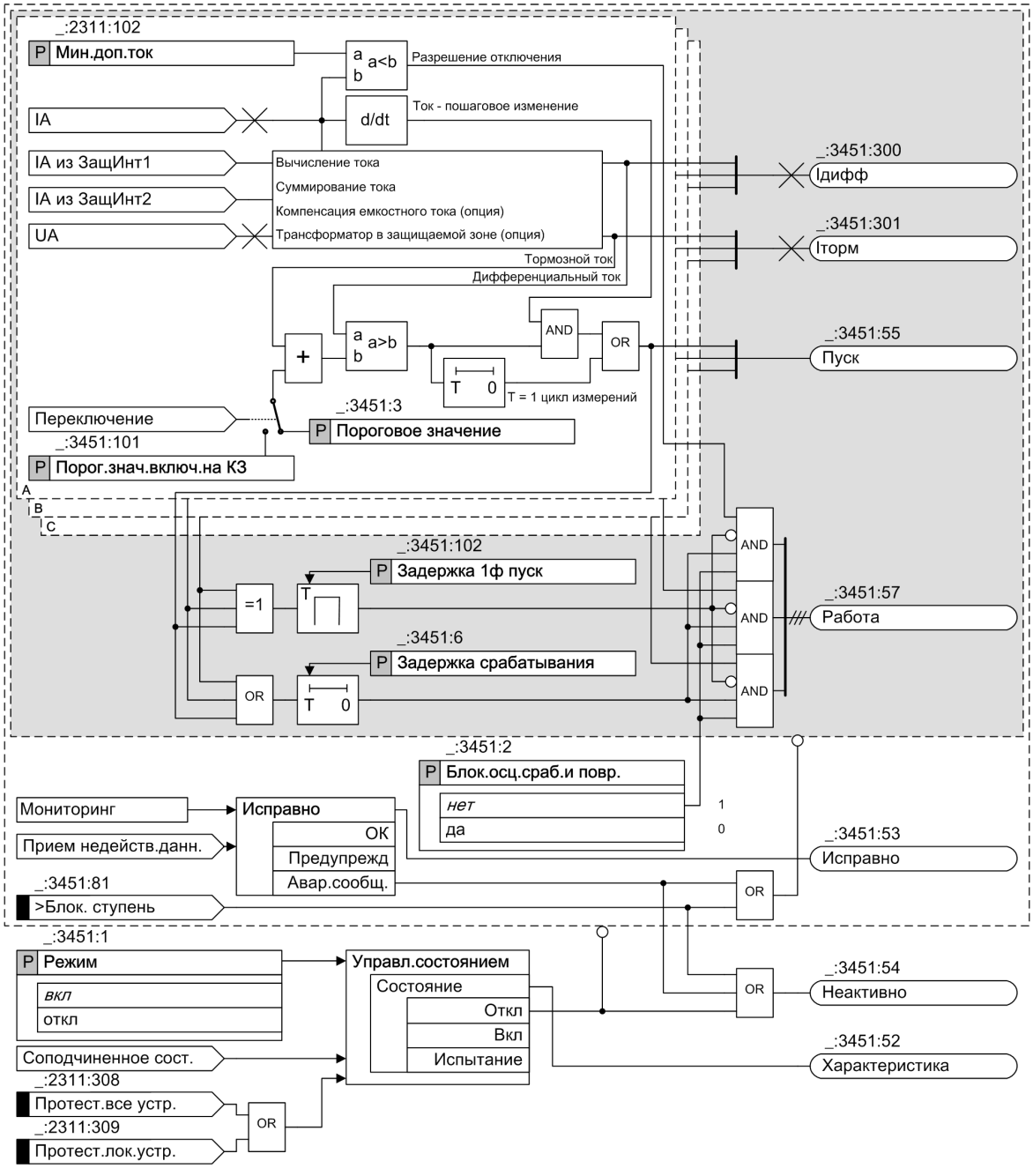
6.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	Неактивно SPS	I
_:2311:507	Общие данные:>Ф-ц.отк.от сист.акт.	Неактивно SPS	I
_:2311:508	Общие данные:>Ф-ц.отк.сист.неакт.	Неактивно SPS	I
_:2311:503	Общие данные:>Тест.лок.устр.вкл	Неактивно SPS	I
_:2311:504	Общие данные:>Тест.лок.устр.выкл	Неактивно SPS	I
_:2311:501	Общие данные:>Тест.всех устр.вкл	Неактивно SPS	I
_:2311:502	Общие данные:>Тест.всех устр.выкл	Неактивно SPS	I
_:2311:319	Общие данные:Откл. ф-ции от сист.	SPC	C
_:2311:309	Общие данные:Протест.лок.устр.	SPC	C
_:2311:308	Общие данные:Протест.все устр.	SPC	C
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:315	Общие данные:Ф-ция отключ.от сист.	Неактивно SPS	O
_:2311:313	Общие данные:Вых.из сист.с пом.ДВх	Неактивно SPS	O
_:2311:314	Общие данные:Вых.из сист.с пом.ДВх	Неактивно SPS	O
_:2311:300	Общие данные:Исп.лок.устр.активно	Неактивно SPS	O
_:2311:306	Общие данные:ДВх: Тест.лок.устр.	Неактивно SPS	O
_:2311:307	Общие данные:Управл:Тест.лок.устр.	Неактивно SPS	O
_:2311:301	Общие данные:Исп.всех устр.акт.	Неактивно SPS	O
_:2311:304	Общие данные:ДВх:Тест.все устр.	Неактивно SPS	O
_:2311:305	Общие данные:Управл.:Тест.все устр.	Неактивно SPS	O
_:2311:302	Общие данные:Испыт.удал.устр.	Неактивно SPS	O
_:2311:316	Общие данные:Ав.сигн.: Iд.сл.высок	Неактивно SPS	O

6.6.7 Ступень Iдифф

6.6.7.1 Описание

Логика работы ступени



[lo3idiff-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-95 Логика работы ступени Iдифф

Режим работы

Ступень **Iдифф** является чувствительной ступенью дифференциальной защиты. Принцип действия ступени основан на вычислении векторов токов. Достаточно точная информация о данных векторах тока, необходимая для дальнейших расчетов, доступна по истечении одного периода с момента

времени возникновения повреждения. Параллельно работающая ступень защиты **Iдифф быстр** предназначена для быстрого отключения повреждений, сопровождающихся большими токами КЗ.

Измеряемые величины обрабатываются отдельно для каждой фазы. Каждое устройство вычисляет дифференциальный ток на основании суммы векторов токов, которые вычисляются на каждом из концов защищаемого объекта и передаются на другие концы. Данное значение соответствует току повреждения, который **измеряет** система дифференциальной защиты, в идеальном случае это ток короткого замыкания. В нормальном режиме работы, однако, дифференциальный ток не равен нулю, при этом в первом приближении его можно считать равным зарядному току линии. Если функция компенсации емкостного тока активна, тогда обеспечивается наибольшая чувствительность, и значение срабатывания может быть задано значительно меньшим.

Тормозной ток противодействует дифференциальному току. Данный ток представляет собой сумму максимальных погрешностей измерений на концах защищаемого объекта и вычисляется на основании фактически измеренных величин и заданных параметров системы. При этом максимально возможное значение погрешности измерения трансформатора тока в пределах номинального диапазона или в диапазоне токов КЗ умножается на значение тока, протекающего через соответствующий конец защищаемого объекта. Данные величины рассчитываются для каждого из концов защищаемого элемента и совместно с информацией о зафиксированных внутренних повреждениях передаются устройствам защиты, установленным на других концах. Таким образом, тормозной ток является максимально возможным током, обусловленным погрешностями измерений системы дифференциальной защиты.

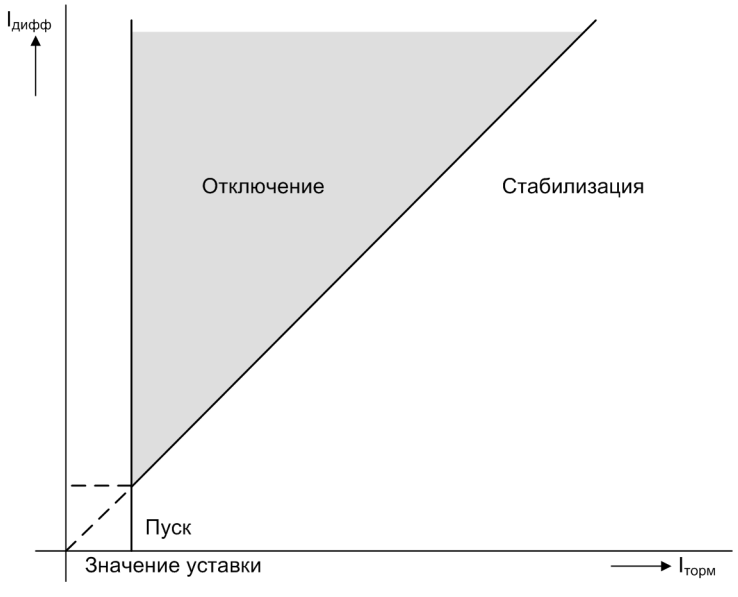
Такие опциональные функции как **компенсация емкостного тока** (повышенная чувствительность) и **трансформатор в защищаемой зоне** автоматически учитываются при расчете дифференциального тока и тока торможения.

Пуск ступени Характеристика срабатывания данной ступени (см.

Рисунок 6-96) строится на основе тормозной характеристики и описывается уравнением $I_{дифф} = I_{торм}$ (линия под углом 45°). Характеристика срабатывания обрезается ниже значения уставки параметра **Пороговое значение**. Это соответствует уравнению

$I_{торм}$ = **Пороговое значение** + Σ (погрешностей ТТ и других погрешностей измерения).

Если значение рассчитанного дифференциального тока превышает уставку срабатывания и максимально возможную погрешность измерения, то повреждение внутреннее (затемненная область на *Рисунок 6-96*).



[dwanspre-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-96 Характеристика срабатывания ступени Iдифф

Если дополнительный критерий должен удовлетворять условиям отключения минимального тока на локальном конце при возникновении внутренней ошибки, тогда значение этого тока может быть определено в **Мин.доп.ток**.

Пуск при включении

При включении под напряжение длинных, ненагруженных кабелей, воздушных линий и резонансно-заземленных линий возможно возникновение высокочастотных компенсационных процессов. Они значительно погашаются цифровыми фильтрами дифференциальной защиты. Для надежного предотвращения одностороннего пуска защиты при подключении таких линий и кабелей, задается величина уставки **Порог.знач.включ.на КЗ**. Указанное значение пуска активируется, когда устройство защиты на своем конце будет переключено на линию без напряжения. После этого все устройства переключаются на данное значение пуска на время работы функции обнаружения включения. Кроме того, для включения трансформаторов и шунтирующих реакторов, устройство имеет функцию обнаружения броска тока намагничивания, который может блокировать соответствующую фазу дифференциальной защиты.

Работа защиты в аварийном режиме

Защита переходит из режима работы **Исправно** в режим ***Авария*** в том случае, если быстродействующие функции контроля измеренных величин (обнаружение обрыва провода, быстрое суммирование токов, аналого-цифровой преобразователь) выдают сигнал ошибки или при получении некорректных данных по каналу связи. При этом контроль корректности данных, передающихся по каналу связи, и контроль достоверности измеренных токов выполняется непрерывно. При обнаружении каких-либо ошибок сигнал **Исправно** меняется на ***Авария***, параметр **Неактивно** приобретает значение ***Да***.

Измеряемые значения ступени Iдифф

Для уточнения неисправностей ступенью Iдифф предоставляются следующие измеряемые величины:

Измеряемая величина	Описание
(_:3451:300) Iдифф	Дифференциальный ток.
(_:3451:301) Iторм	Тормозной ток (общее ограничение)
(_:3451:307) Iлок.	Значение локального вектора тока
(_:3451:308) Iлок.т	Локальный тормозной ток
(_:3451:309) Iл.т.ТТ	Частичный компонент локального тормозного тока, который указывает на неисправность трансформатора.
(_:3451:310) Iл.т.иск.	Подкомпонент локального тормозного тока, который указывает на ошибку, вызванную искажением сигнала. Любое отклонение формы сигнала от синусоидальной интерпретируется как искажение сигнала. Отклонение между реальной формой сигнала и синусоидой преобразуется в процент стабилизации.
(_:3451:311) Iт.синх.	Подкомпоненты общего ограничения, которые обусловлены ошибками во время синхронизации времени вектора тока.

Измеренные величины доступны в осциллографировании. Вы можете выгрузить все осциллограммы из устройства для последующего анализа с помощью специальных программных продуктов, например, SIGRA. На дисплее устройства отображаются только *Iдифф* и *Iторм*. Чтобы найти измеренные величины перейдите в **Главное меню → Измерения → Линия x → Функциональные измеряемые величины → Дифференциальная защита линии**.

Подробную информацию о выборе и удалении осциллограмм смотрите в руководстве по эксплуатации.

6.6.7.2 Указания по применению и вводу уставок ступени Iдифф

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:3451:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли отключение в процессе обнаружения броска тока намагничивания. Если системой обнаружения броска тока намагничивания блокируется отключение ступени **Iдифф**, генерируется сообщение *Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.*.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3451:3) Пороговое значение** = ***0,300 A***

При помощи данного параметра задается уставка срабатывания по дифференциальному току. Решающее значение имеет суммарный ток, входящий в защищаемую зону во время КЗ, он является суммарным током повреждения независимо от того, как он распределяется между концами защищаемого объекта.

Параметр: Порог.знач.включ.на КЗ

- Рекомендуемая уставка **(_:3451:101) Порог.знач.включ.на КЗ** = ***0,300 A***

Значение уставки, в три-четыре раза превышающее значение емкостного тока линии, обычно обеспечивает устойчивость защиты при включении.

Параметр: Задержка 1ф пуск

- Рекомендуемая уставка **(_:3451:102) Задержка 1ф пуск** = ***0,04 c***

Если дифференциальная защита используется в сети с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью, то ее необходимо отстроить от переходных процессов, сопровождающих возникновение простого замыкания на землю. В протяженной резонансно-заземленной сети данная выдержка времени должна быть более продолжительной.



ПРИМЕЧАНИЕ

Данный параметр необходимо использовать только для сетей с **изолированной/резонансно-заземленной** нейтралью!

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:3451:6) Задержка срабатывания** = ***0,00 c***

В некоторых случаях может возникнуть необходимость введения выдержки времени срабатывания дифференциальной защиты ошиновки, задаваемой при помощи данного параметра, например, при использовании обратной блокировки. Отсчет выдержки времени начинается с момента обнаружения внутреннего повреждения.

6.6.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
I-Дифф				
_:3451:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл	вкл
_:3451:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3451:27	I-Дифф:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3451:3	I-Дифф:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 100 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 50 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 50 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 16 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
_:3451:101	I-Дифф:Порог.знач.включ.на КЗ	1 A при 100 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 100 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 50 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 50 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 16 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
_:3451:102	I-Дифф:Задержка 1ф пуск		0.00 с до 0.50 с	0.04 с
_:3451:6	I-Дифф:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

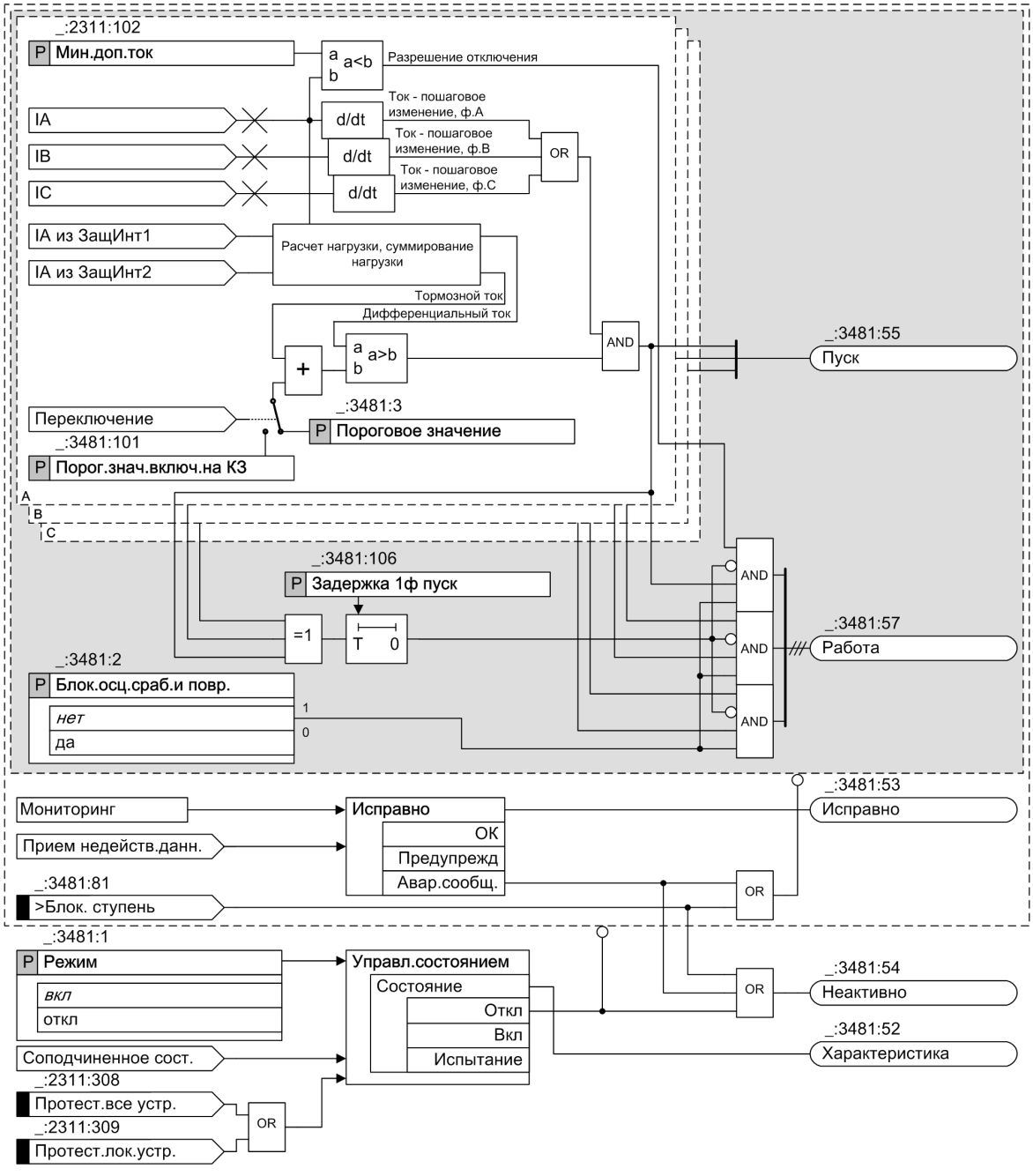
6.6.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
I-Дифф			
_:3451:81	I-Дифф:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:3451:54	I-Дифф:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:3451:302	I-Дифф:Удал.ступ.выведена	Неактивно SPS	O
_:3451:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:3451:53	I-Дифф:Исправно	ENS	O
_:3451:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:3451:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:3451:60	I-Дифф:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:3451:300	I-Дифф:Iдифф	Звезда	O
_:3451:301	I-Дифф:Iторм	Звезда	O
_:3451:307	I-Дифф:Iлок.	Звезда	O
_:3451:308	I-Дифф:Iлок.т	Звезда	O
_:3451:309	I-Дифф:Iл.т.ТТ	Звезда	O
_:3451:310	I-Дифф:Iл.т.иск.	Звезда	O
_:3451:311	I-Дифф:Iт.синх.	Звезда	O

6.6.8 Ступень Iдифф быстр

6.6.8.1 Описание

Логика работы ступени



[lo3idifs-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-97 Логика работы ступени Iдифф быстр

Режим работы

Ступень дифференциальной защиты **Iдифф быстр** предназначена для быстрого отключения повреждения, сопровождающегося большими токами КЗ. Данная ступень работает параллельно ступени **Iдифф**. Измеряемые величины обрабатываются ступенью отдельно для каждой фазы. Быстрое отключение при больших токах КЗ достигается использованием процедуры на основе фильтрации мгно-

венных значений. Т. к. данный алгоритм не отстроен от возможных погрешностей в измеряемых сигналах (например, из-за насыщения ТТ), которые могут возникнуть при внешних КЗ, то решение о месте повреждения (внешнее или внутреннее) принимается до того момента, когда может наступить насыщение ТТ. При этом предполагается, что ТТ не входят в режим насыщения, по крайней мере, на протяжении одного интервала интегрирования (5 мс) после возникновения повреждения.

Если значение тока, протекающего на другом конце защищаемого объекта, где установлено устройство защиты, не превышает установленный предел (< 2,5 уставки пуска дифференциальной защиты), то принимается решение о том, что повреждение произошло вне защищаемой зоны, и ступень **Iдифф быстр** блокируется. При насыщении одного или нескольких ТТ, ограничивающих защищаемую зону, данная ступень также блокируется, и, таким образом, не реагирует на дифференциальный ток, вызванный насыщением ТТ. Значение пуска для ступени **Iдифф быстр** обычно задается выше номинального тока. Поэтому на ее работу не оказывают влияния зарядные токи и токи намагничивания трансформатора (установившиеся и при переходных процессах).

Ступень **Iдифф быстр** работает аналогично ступени **Iдифф**. Каждое устройство вычисляет дифференциальный ток на основании суммы отфильтрованных мгновенных значений токов, которые были измерены на каждом из концов защищаемого объекта и переданы устройствам защиты, расположенным на других концах. Данное значение соответствует току повреждения, который измеряет система дифференциальной защиты, в идеальном случае это ток короткого замыкания. В нормальном режиме работы, однако, дифференциальный ток не равен нулю, при этом в первом приближении его можно считать равным зарядному току линии.

Тормозной ток противодействует дифференциальному току. Данный ток представляет собой сумму максимальных погрешностей измерений на концах защищаемого объекта, и вычисляется на основании фактических измеренных величин и заданных параметров системы. При этом максимально возможное значение погрешности измерения трансформатора тока в пределах номинального диапазона или в диапазоне токов КЗ умножается на значение тока, протекающего через соответствующий конец защищаемого объекта. Данные величины рассчитываются для каждого из концов защищаемого элемента и совместно с информацией о зафиксированных внутренних повреждениях передаются устройствам защиты, установленным на других концах. Таким образом, тормозной ток является максимально возможным током, обусловленным погрешностями измерений системы дифференциальной защиты.

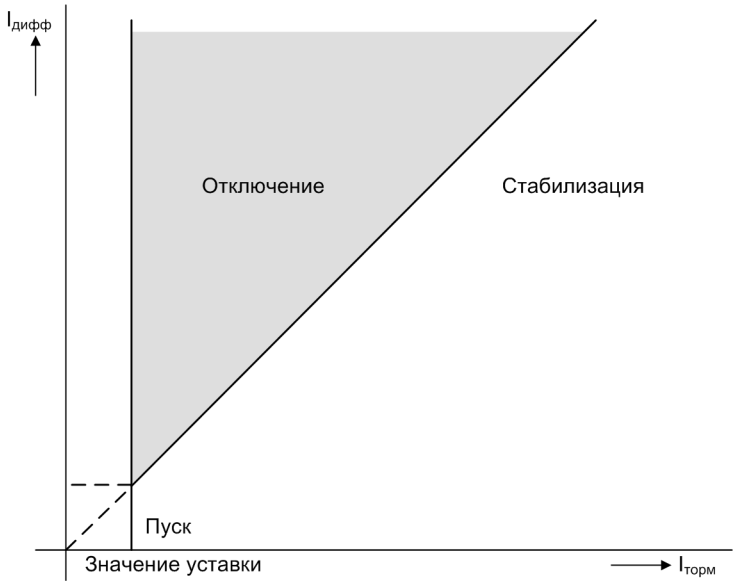
При использовании опции "трансформатор в защищаемой зоне" рассчитанные значения тормозного и дифференциального токов автоматически корректируются соответствующим образом. Применение функции компенсации емкостных токов не оказывает влияния на работу быстродействующей ступени **Iдифф быстр**.

Пуск ступени

Уставка срабатывания быстродействующей ступени задается в виде действующего значения тока. Характеристика срабатывания данной ступени (см. *Рисунок 6-98*) строится на основе тормозной характеристики аналогично характеристике срабатывания ступени **Iдифф**, описываемой уравнением $I_{дифф} = I_{торм}$ (линия под углом 45°), и обрезается ниже значения уставки параметра **Пороговое значение**. Это соответствует уравнению

$I_{торм}$ = **Пороговое значение** + Σ (погрешностей ТТ и других погрешностей измерения).

Если значение рассчитанного дифференциального тока превышает уставку срабатывания и максимально возможную погрешность измерения, то повреждение внутреннее (затемненная область на *Рисунок 6-98*).



[dwanspre-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-98 Характеристика срабатывания ступени Idiff быстр

Пуск ступени при включении

При включении линии значение срабатывания ступени **Idiff быстр** автоматически удваивается на время около 1,5 сек. Таким образом предотвращается ложное срабатывание ступени (например, после автоматического повторного включения), которое может быть вызвано уравнительными токами, которые фактически отсутствуют в первичной цепи в силу остаточной намагниченности во вторичных цепях ТТ.

Работа защиты в аварийном режиме

Защита переходит из режима работы **Исправно** в режим ***Авария*** в том случае, если быстродействующие функции контроля измеренных величин (обнаружение обрыва провода, быстрое суммирование токов, аналого-цифровой преобразователь) выдают сигнал ошибки или при получении некорректных данных по каналу связи. При этом контроль корректности данных, передающихся по каналу связи, и контроль достоверности измеренных токов выполняется непрерывно. При обнаружении каких-либо ошибок сигнал **Исправно** меняется на ***Авария***, параметр **Неактивно** приобретает значение ***Да***.

6.6.8.2 Указания по применению и вводу уставок быстродействующей ступени Idiff быстр

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:3481:3) Пороговое значение** = ***1,000 A***

Данный параметр определяет уставку пуска быстродействующей ступени Idiff быстр.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для стабилизации дифференциальной защиты линии от погрешностей ТТ необходимо учесть соответствующие параметры точек измерения тока в системных данных. Указанные данные будут использоваться только функцией дифференциальной защиты линии.

Т. к. данная ступень срабатывает очень быстро, то необходимо обеспечить ее отстройку от емкостных токов (для линий) и от токов намагничивания (для трансформаторов или реакторов) в установившемся режиме и при включении. Указанное справедливо и в случае применения функции компенсации зарядных токов, т. к. она не оказывает влияния на работу ступени **Idiff быстр**. Поэтому

значение пуска должно выбираться большим, чем максимально возможный нагрузочный ток (макс. от 1.2·$I_{ном}$ до 2·$I_{ном}$).

Для сетей с резонансно-заземленной нейтралью значение уставки срабатывания не должно быть меньше, чем некомпенсированный ток замыкания на землю. Указанный ток является полным током замыкания на землю без учета дугогасящего реактора. Т. к. дугогасящий реактор рассчитан на практически полную компенсацию емкостного тока замыкания на землю, то за основу можно взять его номинальный ток. Для трансформаторов значение уставки выбирается как $I_{ном.тр}/U_{з.тр}$.

Окончательное значение уставки срабатывания необходимо уточнить в процессе пуско-наладки.

Параметр: `Порог.знач.включ.на КЗ`

- Рекомендуемое задаваемое значение **`(_:3481:101) Порог.знач.включ.на КЗ`** = ***`1,000 A`***

Если для питания устройства защиты используются встроенные в трансформатор ТТ (в случае, когда трансформатор входит в защищаемую зону), то во время автоматического повторного включения при внешнем повреждении через ТТ могут проходить значительные потоки рассеяния. Эти потоки рассеяния могут искажать форму кривой вторичного тока и вызывать излишнее срабатывание ступени **Iдифф быстр**. Поэтому при использовании ТТ, встроенных в трансформатор, уставка срабатывания при включении должна быть от 2 до 3 раз больше порогового значения срабатывания ступени. При выборе уставки срабатывания при включении равной пороговому значению срабатывания ступени логика работы при включении будет неэффективной.

Параметр: `Задержка 1ф пуск`

- Рекомендуемое задаваемое значение **`(_:3481:106) Задержка 1ф пуск`** = ***`0,04 c`***

Если дифференциальная защита используется в сети с изолированной нейтралью или заземлением через дугогасящий реактор, то ее необходимо отстроить от переходных процессов, сопровождающих возникновение простого замыкания на землю. Для этой цели вводится выдержбатывания защиты. В протяженной резонансно-заземленной сети данная выдержка времени должна быть более продолжительной.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данный параметр необходимо использовать только для сетей с **изолированной/резонансно-заземленной** нейтралью!

6.6.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`I-Дифф быстр.`				
_:3481:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл	вкл
_:3481:2	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3481:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3481:101	I-Дифф быстр.:Порог.знач.включ.на КЗ	1 A при 100 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
_:3481:106	I-Дифф быстр.:Задержка 1ф пуск		0.00 с до 0.50 с	0.04 с

6.6.8.4 Список сообщений

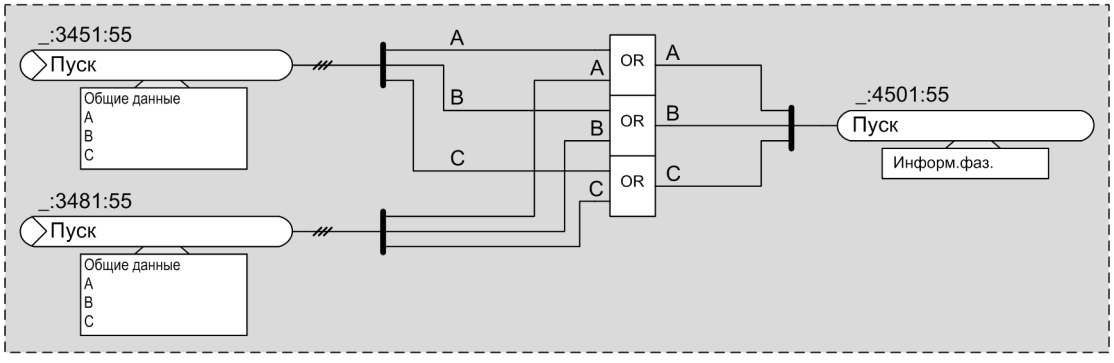
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
I-Дифф быстр.			
_:3481:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:3481:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:3481:302	I-Дифф быстр.:Удал.ступ.выведена	Неактивно SPS	O
_:3481:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:3481:53	I-Дифф быстр.:Исправно	ENS	O
_:3481:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:3481:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O

6.6.9 Пуск и отключение

6.6.9.1 Логика пуска защиты

Логика

В логике пуска защиты сигналы пуска ступеней объединяются для отдельных фаз и выдаются как соподчиненные сообщения о пуске дифференциальной защиты.



[loanregu-150211-01.tif, 1, ru_RU]

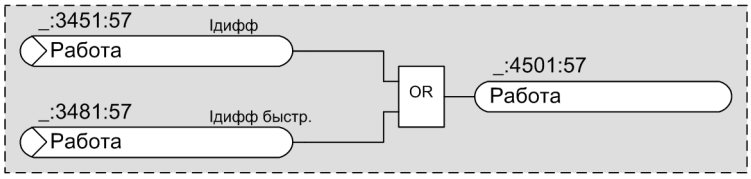
Рисунок 6-99 Логика пуска защиты

6.6.9.2 Логика отключения от защиты

Направление срабатывания

Логика отключения защиты объединяет запросы на отключение от ступеней дифференциальной защиты **Idифф** и **Idифф быстр**по отдельным фазам и генерирует соподчиненные сообщения о срабатывании дифференциальной защиты.

Логика



[loauslo3-100311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-100 Логика отключения от защиты

6.6.9.3 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.6.10 Дистанционное отключение

6.6.10.1 Описание

Сообщения о локальном отключении ступеней **Idифф** и **Idифф быстр** связаны избирательно по фазе и логической операцией ИЛИ.

Функция **Дифференциальной защиты линии** отправляет генерируемое на месте сообщение об операциях с выключателем в функции дифференциальной защиты линии удаленных устройств. Затем удаленные устройства также генерируют сообщение об операциях с выключателем (дистанционное отключение).

Если удаленное устройство принимает сообщение о дистанционном отключении, функцией **Дифференциальной защиты линии** генерируется сообщение об операциях с выключателем (*(_:5551:57) Работа*). Сообщение об операциях с выключателем для дистанционного отключения связано со ступенями **I-дифф** и **I-дифф быстр** логической операцией **ИЛИ** и приводит к выводу группового сообщения *(_:4501:57) Работа*.

Сообщения о дистанционном отключении можно найти в маршрутизации информации DIGSI 5 в разделе **Линия → Дифференциальная защита линии**.

6.6.10.2 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Дист.откл.			
_:5551:54	Дист.откл.:Неактивно	SPS	O
_:5551:52	Дист.откл.:Режим работы	ENS	O
_:5551:53	Дист.откл.:Исправно	ENS	O
_:5551:57	Дист.откл.:Работа	ACT	O

6.6.11 Функциональная проверка дифференциальной защиты линии

Дифференциальная защита линии предлагает 2 вида тестов:

- Проверка дифференциальной защиты на локальном устройстве
- Проверка всей дифференциальной защиты во всех устройствах

Проверка дифференциальной защиты на локальном устройстве

Тест функции локальной дифференциальной защиты может быть включен или выключен с помощью функционального блока DIGSI (в режиме онлайн), на панели управления на объекте или через дискретные входы *>Тест.лок.устр.вкл* и *>Тест.лок.устр.выкл*. Сообщения *Управл:Тест.лок.устр.* или *ДВх: Тест.лок.устр.* будут отображать источник. Если тест устройства был инициирован DIGSI или интерфейсом связи, проверка локального устройства во время дифференциальной защиты линии также запускается.

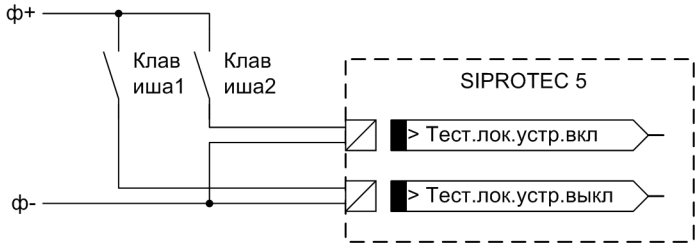
Если тест был активирован, функция местной дифференциальной защиты работает в тестовом режиме. Сообщения *Исп.лок.устр.активно*, а также *Режим работы* (Тест Iдифф.) и *Режим работы* (быстрый тест Iдифф) будут это отображать. Все функции дифференциальной защиты в других устройствах становятся неактивными и сообщают об этом состоянии сообщением *Неактивно* и *Испыт.удал.устр.*. Теперь функция местной дифференциальной защиты интерпретирует каждый местный ток как дифференциальный ток. Тот же метод может быть использован для тестирования порогов срабатывания. Сообщения, генерируемые функциями местной дифференциальной защиты, будут определены как **Тест**. Это предотвращает автоматическое воздействие на выключатель присоединения.

С помощью испытательного блока, активация вышеупомянутых дискретных входов, а также переключение токовых входов устройства защиты, могут оказать влияние на генератор тока.

Активация *Протест.лок.устр.*:

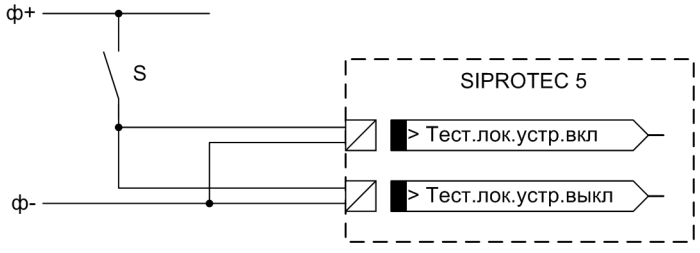
- DIGSI: Онлайн-доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве
- Панель оператора: Главное меню -> Функции устройства -> Линия 1 -> Дифференциальная защита линии

Следующие диаграммы показывают возможные варианты управления дискретными входами. Если используется ключ управления, должно быть обеспечено, чтобы параметр для дискретного входа *>Тест.лок.устр.вкл* был задан в качестве замыкающего контакта и параметр для дискретного входа *>Тест.лок.устр.выкл* был задан как размыкающий контакт.



[loextta1-121210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-101 Подключение внешней кнопки для управления проверкой локального устройства



[loextta2-121210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-102 Подключение внешнего переключателя для управления проверкой локального устройства

ПРИМЕЧАНИЕ

До тестирования дифференциальной защиты местного устройства, вся остальная топология дифференциальной защиты должна быть отключена выходом устройства из системы, если оставшаяся часть топологии защиты должна быть защищена как обычно. Для того чтобы активизировать функциональный выход, питание должно быть выключено на поврежденном присоединении (автоматический выключатель/разъединитель разомкнут).

Проверка всей дифференциальной защиты во всех устройствах

Тест функции общей дифференциальной защиты может быть включен или выключен с помощью функционального блока DIGSI (в режиме онлайн), на панели оператора, или через дискретные входы *>Тест.всех устр.вкл* и *>Тест.всех устр.выкл*. Сообщения *Управл.:Тест.все устр.* или *ДВх:Тест.все устр.* будут отображать источник. Если тест был активирован, функция дифференциальной защиты во всех устройствах работает в тестовом режиме. Сообщения *Исп.всех устр.акт.*, а также *Режим работы* (Тест Iдифф.) и *Режим работы* (быстрый тест Iдифф) будут это отображать. В этом состоянии дифференциальная защита может быть протестирована. Все сообщения, генерируемые дифференциальной защитой, определяются как "Тест". Это предотвращает автоматическое включение местных выключателей. С помощью этого теста может быть проверена реакция дифференциальной защиты с учетом изменения настроек до включения. Внутри DIGSI также может быть проверена текущая рабочая точка характеристики дифференциальной защиты.

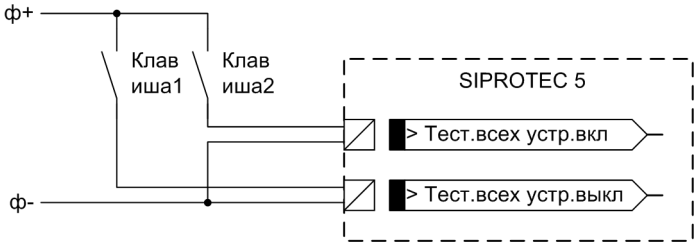
ПРИМЕЧАНИЕ

Тест всех устройств не может быть задан или будет отклонен, если функции местной дифференциальной защиты уже отключены.

Активация *Протест.все устр.*:

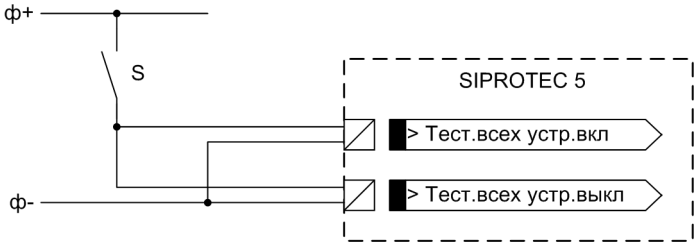
- DIGSI: Онлайн-доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве
- Панель оператора: Главное меню -> Функции устройства -> Линия 1 -> Дифференциальная защита линии

Следующие диаграммы показывают возможные варианты управления дискретными входами. Если используется ключ управления, должно быть обеспечено, чтобы параметр для дискретного входа *>Тест.всех устр.вкл* был задан в качестве замыкающего контакта и параметр для дискретного входа *>Тест.всех устр.выкл* был задан как размыкающий контакт.



[loextta3-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-103 Подключение внешней кнопки для управления проверкой всех устройств



[loextta4-121210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-104 Подключение внешнего переключателя для управления проверкой всех устройств

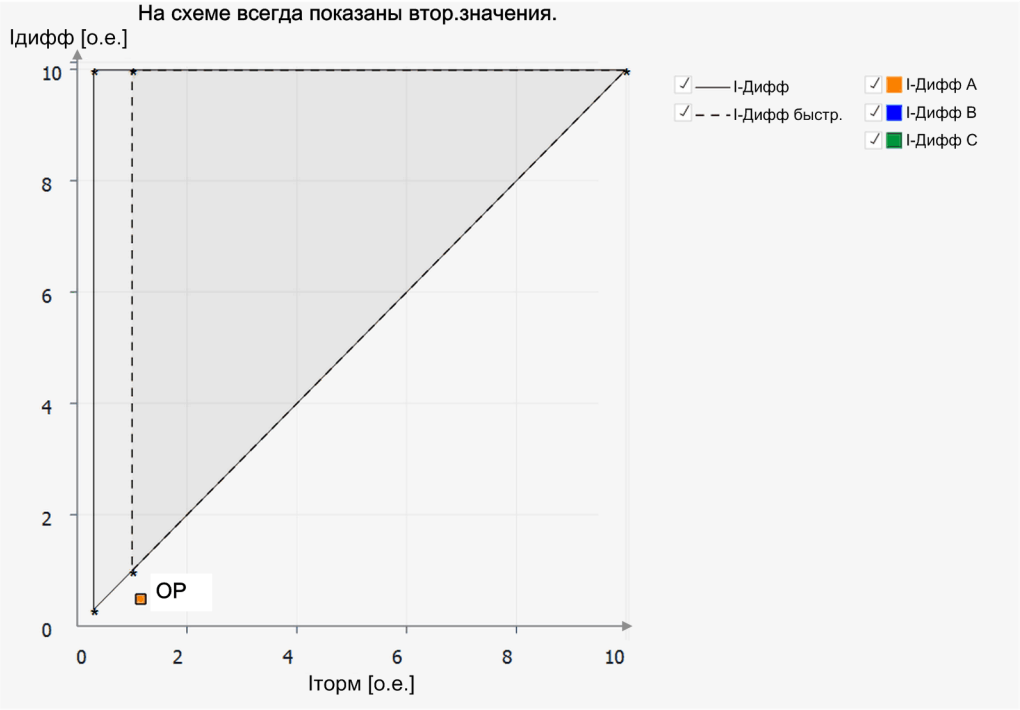
Проверка дифференциального и тормозного тока

Дифференциальный и тормозной ток можно проверить непосредственно на устройстве или с помощью DIGSI 5.

Чтобы найти дифференциальный и тормозной ток на устройстве, перейдите в раздел **Рабочие измеряемые величины** → **Измерения** → **Линия 1** → **Функциональные измеряемые величины** → **Дифференциальная защита**.

При использовании DIGSI 5 для проверки дифференциального и тормозного тока сначала необходимо установить подключение к устройству. Чтобы найти рабочие измеряемые величины дифференциальной защиты линии, перейдите в раздел **Название устройства** → **Измерения** → **Линия 1**. Находясь в рабочей области, рабочие измеряемые величины функции можно найти в разделе **Функциональные измеряемые величины** → **Синхронизация дифференциальной защиты**.

В DIGSI 5 рабочие точки, извлекаемые из дифференциального и тормозного тока, могут быть также проверены на графическом представлении характеристической кривой дифференциальной защиты. Чтобы найти характеристическую кривую дифференциальной защиты в DIGSI 5, перейдите к дереву проекта **Онлайн-устройство** (Название устройства) → **Тестовый комплект** → **Функции защиты** → **Линия 1** → **Дифференциальная защита линии**. Рабочие точки, извлекаемые из дифференциального тока и тормозного тока, графически отображаются на характеристической кривой дифференциальной защиты (см. следующий рисунок).



[dwueidif-191113-01, 1, ru_RU]

Для обеспечения надежной работы дифференциальной защиты линии рабочая точка должна находиться внутри рабочей области и гарантированно ниже линий отключения.

Если функция мониторинга дифференциального тока отключена или рабочая точка лежит в области отключения, выполните следующие действия:

- Проверьте пуск величины для ступени **Iдифф**.
- Проверьте полярность трансформатора тока.

- Убедитесь, что первичной системой генерируется дифференциальный ток. Анализировался ли ток зарядки? Он изображается как постоянный дифференциальный ток.

  Если это не так, дифференциальный ток может генерироваться асинхронными сетями передачи данных. Такая асинхронность может создаваться сопряжением с более крупными сетями передачи данных.

  Другим источником ошибки могут быть дисбалансы во время прохождения сигналов для обмена данными защиты, которые всегда существуют, но не замечаются. Это означает, что время прохождения данных защиты в обратном направлении и время прохождения данных защиты в прямом направлении различаются, в результате чего получаемые измеренные значения невозможно синхронизировать полностью. Поэтому рассчитывается дифференциальный ток, который активизирует функцию срабатывания во время протекания увеличенного тока.

6.6.12 Вывод из работы местного устройства дифференциальной защиты линии

В некоторых случаях появляется необходимость вывода местного устройства дифференциальной защиты из общей топологии системы дифференциальной защиты линии:

- Техобслуживание или расширение системы
- Испытания местного устройства дифференциальной защиты линии

При выводе из работы местного устройства дифференциальной защиты его измерения не учитываются оставшимися в работе другими устройствами системы дифференциальной защиты, что позволяет им полноценно функционировать.

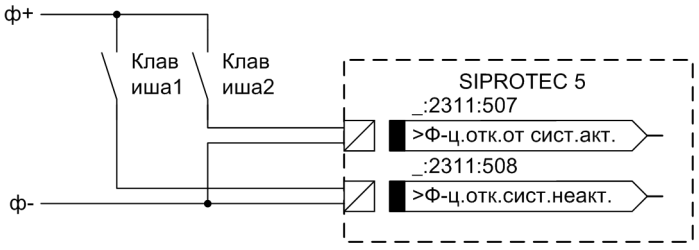
ПРИМЕЧАНИЕ

Перед выводом из работы местного устройства дифференциальной защиты необходимо отключить защищаемый ей конец линии.

В целях проведения испытаний вывод из работы местной дифференциальной защиты возможно выполнить посредством сигнала, передающегося по интерфейсу передачи данных защиты (см. *6.6.11 Функциональная проверка дифференциальной защиты линии*). Это приведет к воздействию на работающий интерфейс данных защиты.

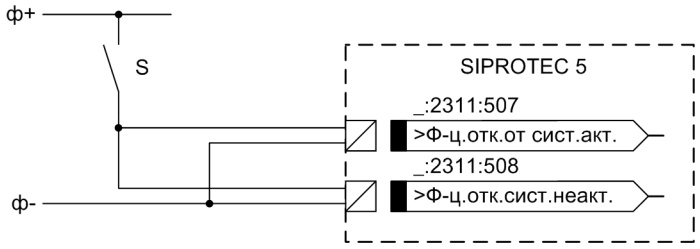
Способы вывода из работы дифференциальной защиты

- Посредством DIGSI или при помощи панели управления устройства
- Через интерфейс передачи данных защиты посредством *Откл. ф-ции от сист.*
- Через дискретные входы: *>Ф-ц.отк.от сист.акт.* или *>Ф-ц.отк.сист.неакт.*



[loexttx3-140311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-105 Схема подключения кнопок управления для вывода из работы местного устройства дифференциальной защиты линии



[loextsx4-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-106 Схема подключения ключа управления для вывода из работы местного устройства дифференциальной защиты линии

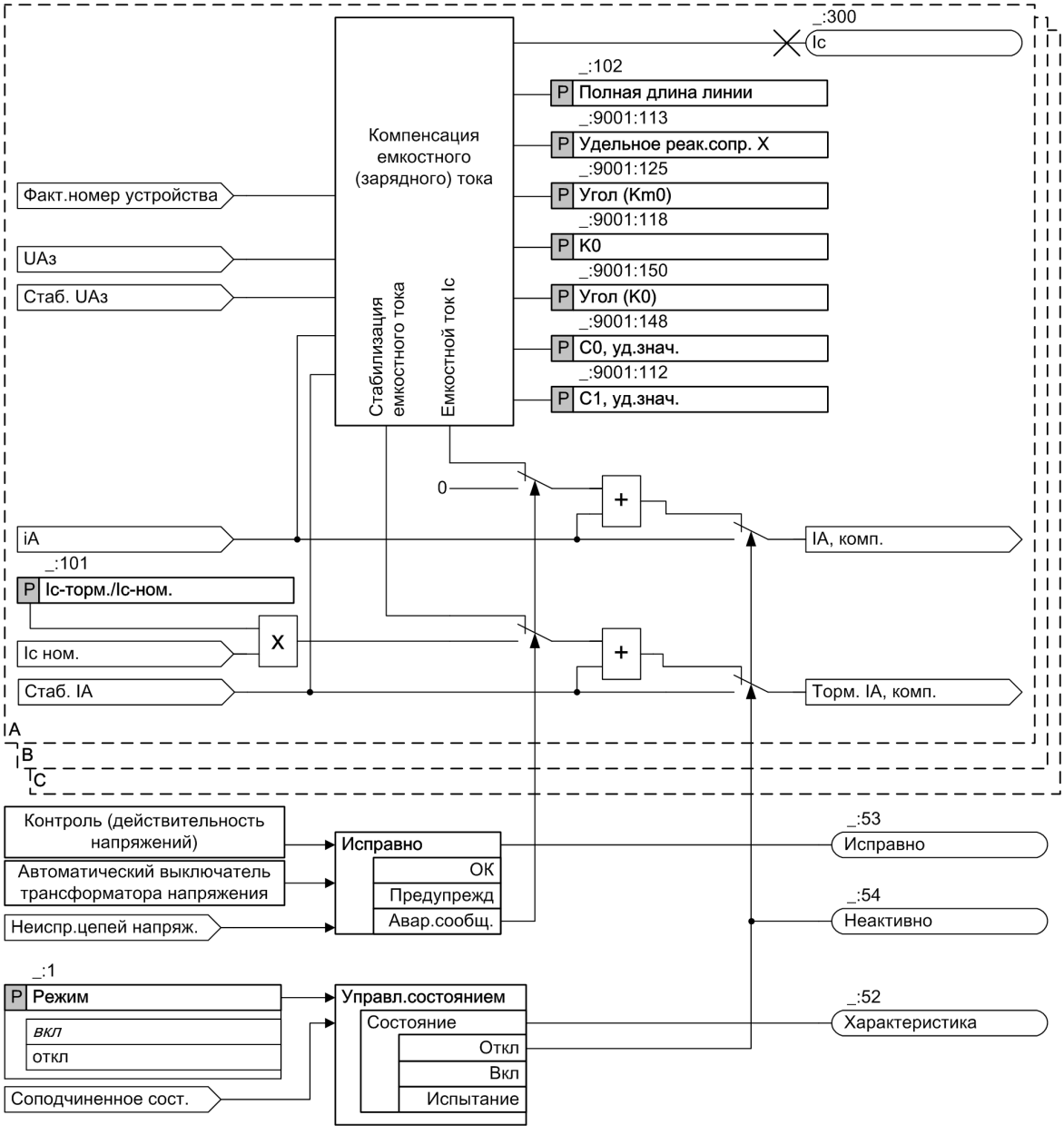
Сообщения

При выводе из работы дифференциальной защиты выдается информация о состоянии функции защиты и о причине ее вывода из работы. *Ф-ция отключ.от сист.*, *Вых.из сист.с пом.ДВх* и *Вых.из сист.с пом.ДВх*. В дополнение к выводу из работы функции дифференциальной защиты устройства SIPROTEC 5 могут осуществить вывод из работы самого устройства. Данная возможность предусмотрена для того, чтобы выводить из работы все защитные функции при случайном отключении устройства (при потере питания).

6.6.13 Компенсация зарядного тока

6.6.13.1 Описание

Логика ступени



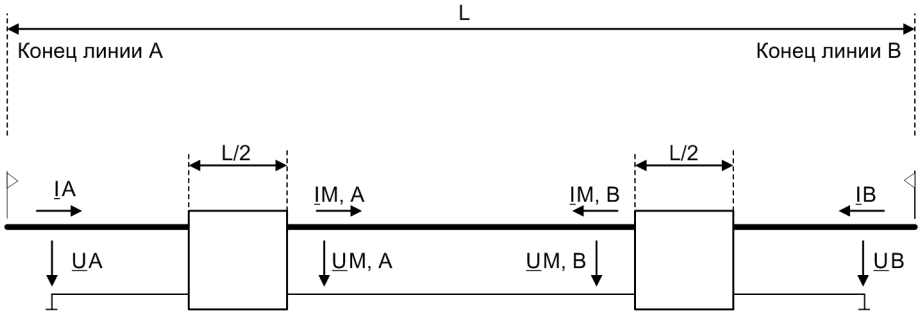
[loladeko-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-107 Компенсация зарядного тока

Режим работы

Компенсация зарядного тока **Ic-комп.** является дополнительной функцией дифференциальной защиты линии. Она повышает чувствительность ступени **Iдифф.** за счет компенсации зарядного тока, вызванного емкостью воздушной линии или кабеля, протекающего в следствие распределенной емкости линии. Из-за наличия емкостей между фазами и землей или друг с другом, зарядные токи протекают даже при правильном функционировании, при котором возникает разница токов на концах диапазона защиты. Емкостные зарядные токи могут достигать значительных величин, особенно в кабелях или длинных линиях. Если к устройству защиты подведены цепи напряжения от трансформа-

тора напряжения присоединения, то тогда емкостные токи могут быть в большей степени скомпенсированы за счет выполнения расчета. Здесь можно использовать компенсацию зарядного тока, которая определяет фактический зарядный ток. Если линия имеет два конца, каждое из устройств осуществляет компенсацию половины зарядного тока. При использовании x-количества устройств, каждое устройство принимает на себя x-ю часть.



[dwladko2-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-108 Компенсация зарядного тока для двухконцевой линии (1-фазная система)

Для правильной работы, стационарные зарядные токи можно рассматривать как почти постоянные, так как они определяются только по напряжению и емкости линии. Без компенсации зарядного тока, поэтому они должны быть приняты во внимание при определении чувствительности дифференциальной защиты. С компенсацией зарядного тока, это не должно быть принято во внимание. С компенсацией зарядного тока, стационарные токи возбуждения рассматриваются до учета реактивностей по поперечным осям. Для переходных бросков тока, устройства имеют отдельную функцию обнаружения броска тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Компенсация зарядного тока требует, чтобы были подключены местные трансформаторы напряжения!
- Если используется компенсация зарядного тока, отслеживайте напряжение с помощью функции **Обнаружение повреждения в цепях измерения напряжения**. Если функция **Обнаружение повреждения в цепях измерения напряжения** отсутствует в функциональной группе **Линия**, добавьте эту функцию в функциональную группу **Линия** из глобальной библиотеки DIGSI 5.
- Если трансформатор или реакторы с компенсацией тока, которые находятся на линейном участке, должны быть защищены, компенсация зарядного тока не должна быть активирована!

6.6.13.2 Указания по применению и вводу уставок

Номинальный ток **Ic-ном** является емкостным (зарядным) током, который ожидается для всей линии и является результатом заданных значений следующих параметров:

- Номинальная частота линии
- Номинальное напряжение линии
- Удельная емкость линии
- Общая длина линии (параметр компенсации емкостного тока)

В целях проверки номинальный зарядный ток отображается в параметрах компенсации зарядного тока.

В следующих случаях зарядный ток не вычисляется:

- Напряжения не подключены.
- Напряжения подключены, но внутренние функции контроля **выключателя ТН** или **обнаружения исчезновения измеряемого напряжения** (монитор сбоя предохранителя) обнаружили исчезновение напряжения.

Если возникает одна из двух ситуаций, компенсация зарядного тока продолжает отвечать за линию, однако она должна вернуться к типовому принципу стабилизации (см. параметр **Ic-торм./Ic-ном.**).

ПРИМЕЧАНИЕ

Учитывайте, что параметр **Iдифф** необходимо увеличить в 2-3 раза относительно параметра $I_{с\ ном}$ до деактивации компенсации зарядного тока (параметр **Режим**), в противном случае может произойти нежелательное отключение.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для компенсации зарядного тока требуется ввести ряд вспомогательных параметров. В частности, номинальная частота, номинальное напряжение линии, удельная емкость линии **C1, уд.знач.**, а также **Полная длина линии**.

Параметр: Ic-торм./Ic-ном.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:101) Ic-торм./Ic-ном.** = ***1,5***

С помощью параметра **Ic-торм./Ic-ном.** выполняются предустановки соотношения тормозной ток/номинальный ток. Этот параметр активируется только во время потери или отсутствия напряжения. Он увеличивает стандартное торможение на один дополнительный компонент (емкостный ток торможения), который получается из номинального емкостного тока.

В случае потери или отсутствия напряжения рекомендуется увеличить емкостный ток стабилизации в 2-3 раза относительно величины номинального емкостного тока. Здесь выбрано среднее значение, равное 2,5. Поскольку рекомендованная уставка параметра Iдифф = 1 * Ic-ном зарядного тока уже рассматривалась, в результате получим уставку по умолчанию **Ic-торм./Ic-ном.** = 1,5 для дополнительной стабилизации.

Поскольку зарядный ток устройства должен рассматриваться только для соответствующей составляющей линии, каждое устройство фактически увеличивает свою стандартную стабилизацию на величину **Ic-торм./Ic-ном.**, разделенную на количество устройств.

Параметр: Полная длина линии

- Уставка по умолчанию **(_:102) Полная длина линии** = ***100,0 км***

Параметр **Полная длина линии** рассматривает всю длину защищаемой линии (от 2 до 6 концов линии). Таким образом можно определить общую длину линии и вытекающее из этого значение емкостного тока.

6.6.13.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Комп. Ic				
_:1	Комп. Ic:Режим		• откл • вкл	вкл
_:101	Комп. Ic:Ic-торм./Ic-ном.		1.0 до 4.0	1.5
_:102	Комп. Ic:Полная длина линии		0.1 км до 1000.0 км	100.0 км

6.6.13.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Комп. Ic			
_:54	Комп. Ic:Неактивно	Неактивно SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:52	Комп. Ic:Режим работы	ENS	O
_:53	Комп. Ic:Исправно	ENS	O
_:300	Комп. Ic:Ic	Звезда	O

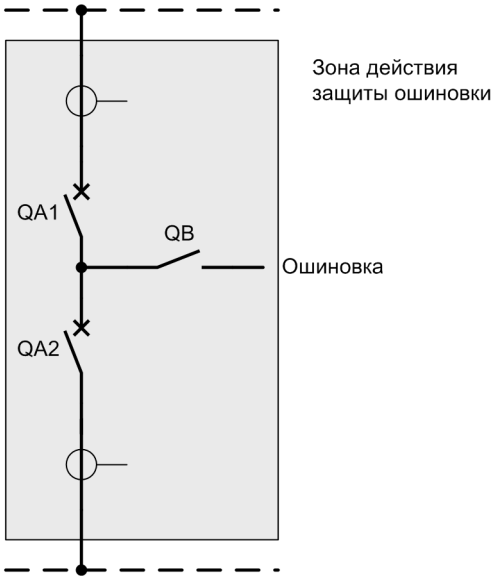
6.7 Дифференциальная защита ошиновки

6.7.1 Обзор функции

Дифференциальная защита ошиновки (ANSI 87STUB):

- Селективная двухступенчатая защита ошиновки линии, которая отделяется от линии путем отключения линейного разъединителя. Применяется для полуторных схем.
- Обнаруживает повреждения на участке между трансформаторами тока и линейным разъединителем QB.
- Пофазно-раздельная защита, реализующая мгновенное трехфазное отключение

Принцип работы дифференциальной защиты ошиновки (ДЗО) основан на сравнении тока. Для реализации данного принципа устройство защиты получает информацию об измеряемых токах от двух ТТ, которые конфигурируются в устройстве как два трехфазных места измерения тока. Защита вводится в работу при получении сигнала отключенного положения линейного разъединителя.

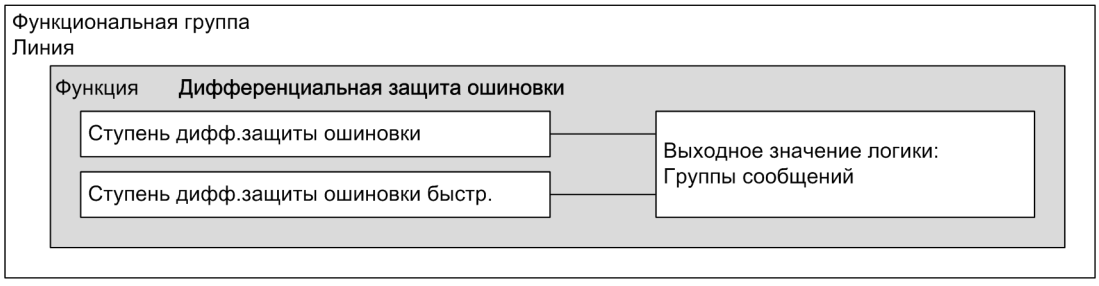


[dwstubap-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-109 Дифференциальная защита ошиновки для полуторной схемы

6.7.2 Структура функции

Реализация функции



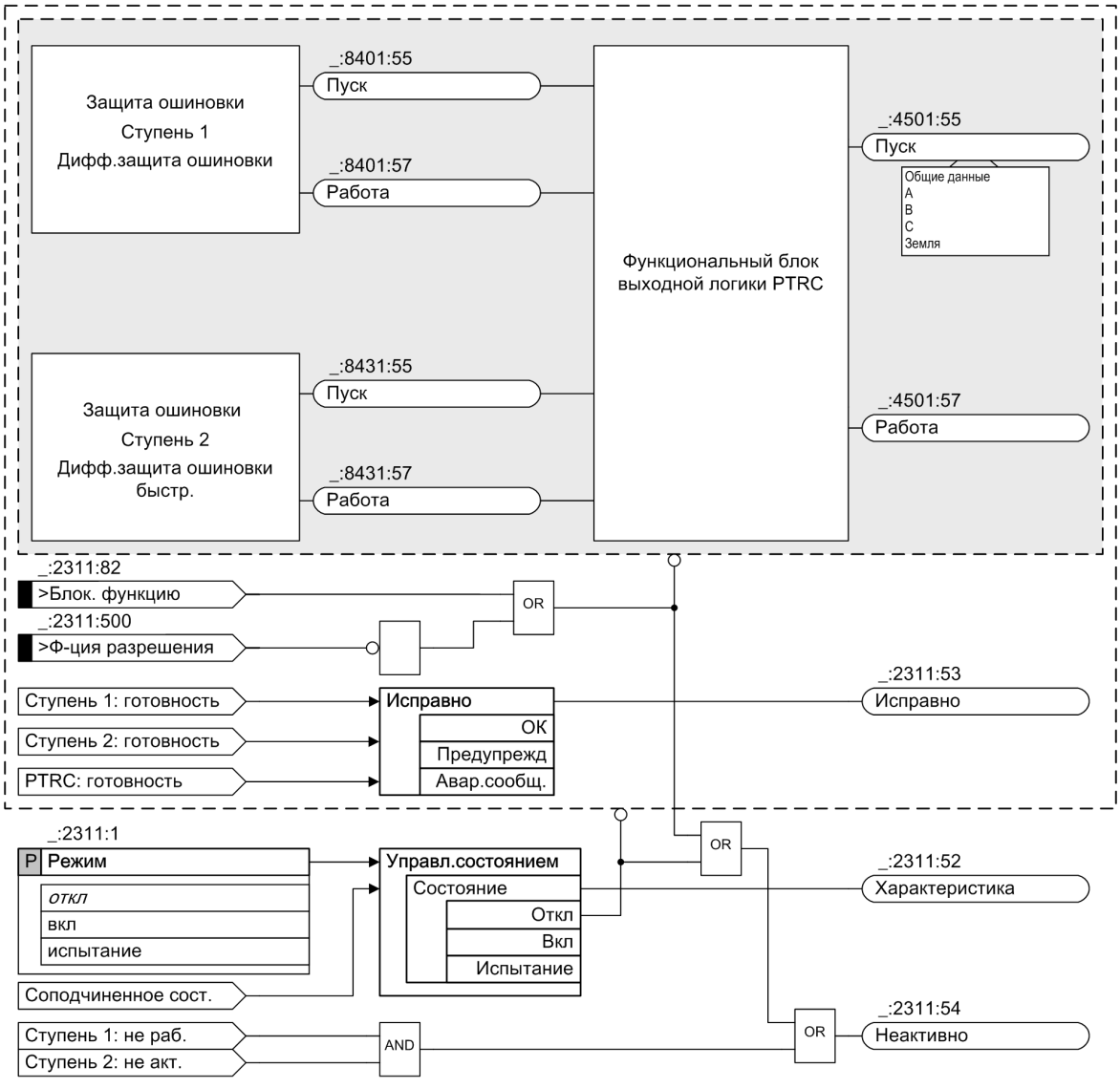
[dwstubeb-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-110 Реализация функции Дифференциальная защита ошиновки

Режим работы

Функция дифференциальной защиты ошиновки имеет две ступени (функциональных блока): **Диф.защ.** и **Быстр.диф.защ.**. Обе ступени будут описаны в качестве функциональных блоков в следующих разделах. Обе ступени работают параллельно и в зависимости от тяжести повреждения совместно обеспечивают высокую чувствительность и быстродействие защиты. Защита вводится в работу при получении дискретного сигнала (*>Ф-ция разрешения*) который активирует защиту ошиновки. Этот двоичный вход сообщает разъединителю присоединения, что положение **разомкнуто**. Выходными сигналами ступеней являются сигналы их пуска и отключения, которые направляются в логические блоки пуска и отключения.

Общая логика работы



[lostubfx-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-111 Общая логика работы функции дифференциальной защиты ошиновки

6.7.3 Описание функции

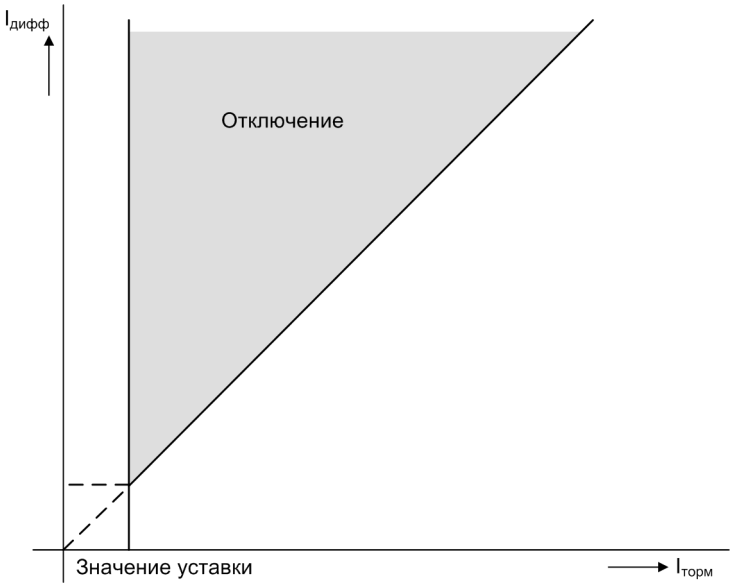
Адаптивная автостабилизация

Принцип действия дифференциальной защиты основан на предварительном условии, что сумма всех токов, втекающих в защищаемый объект, равна нулю при бесперебойной работе. Вторичные токи, измеряемые устройствами защиты, содержат погрешности измерения, обусловленные характеристиками трансформаторов тока и входных цепей самих устройств. Воздействие указанных выше факторов приводит к тому, что даже в нормальном режиме работы сумма токов, обрабатываемых устройством защиты, не будет равняться нулю. Дифференциальная защита стабилизирована от влияния этих факторов. Для отстройки от влияния данных факторов и обеспечения максимально возможной чувствительности в дифференциальной защите применяется специальный метод адаптивного торможения.

Необходимая величина торможения вычисляется исходя из суммы возможных погрешностей измерения:

Iторм = **Пороговое значение** + Σ(погрешностей ТТ и других погрешностей измерения).

Если значение измеренного дифференциального тока превышает уставку срабатывания и максимально возможную погрешность измерения, то повреждение внутреннее (затемненная область на *Рисунок 6-112*). Использование метода адаптивной автостабилизации не требует задания параметров характеристики срабатывания.

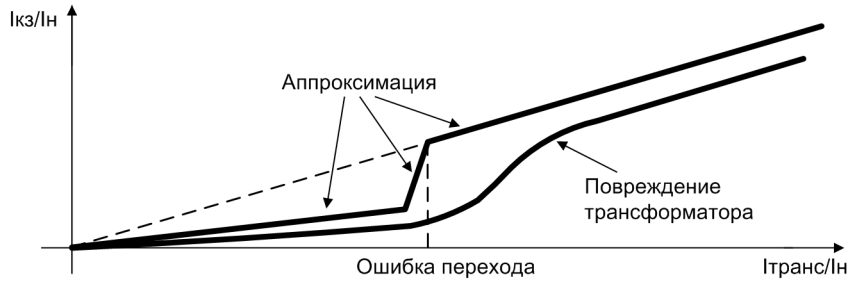


[dwanstub-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-112 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты ошиновки

Погрешности трансформаторов тока

Для учета погрешностей трансформаторов тока каждое устройство защиты рассчитывает величину автоторможения $I_{погр}$ для каждой точки измерения. Указанная величина рассчитывается путем оценки возможных погрешностей трансформатора тока на основании его номинальных данных и величины измеряемых токов.



[dwctfail-310111-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-113 Аппроксимация погрешностей измерительных трансформаторов тока

Параметры, описывающие технические характеристики ТТ, относятся к соответствующим токовым входам устройства защиты.

Другие ошибки измерения

Другие возможные погрешности измерения также вычисляются в устройстве, и локальные переменные автоторможения автоматически увеличиваются.

Данные погрешности измерения могут быть обусловлены:

- Точностью работы аппаратного обеспечения и точностью вычислений самого устройства защиты.
- **"Чистотой"** измеренных величин, которая определяется наличием гармоник и отклонениями частоты.

Ступени дифференциальной защиты ошиновки

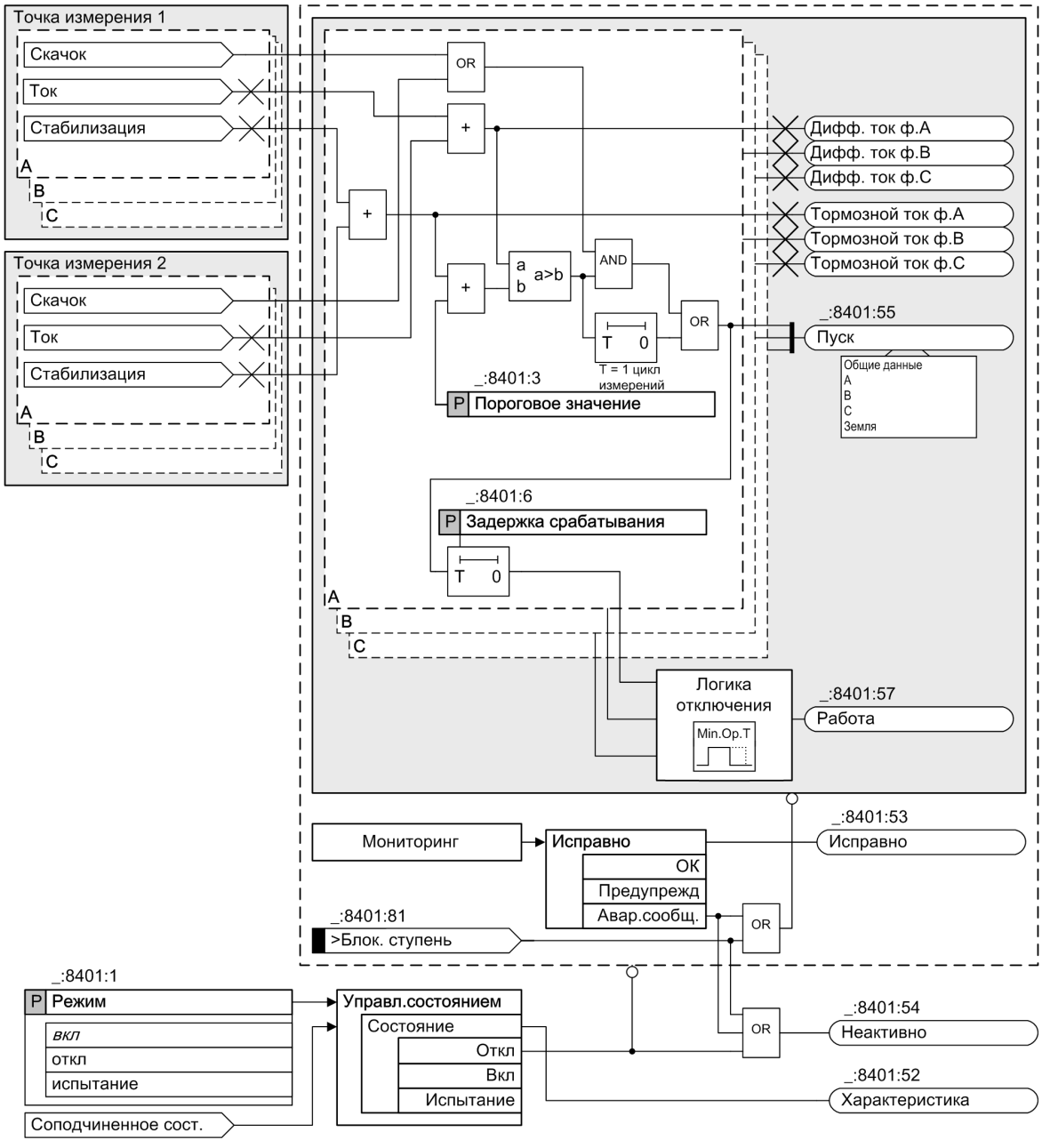
Дифференциальная защита ошиновки имеет две ступени.

- Ступень **Ощдифф** выполняет очень точные вычисления, поэтому она обеспечивает наибольшую чувствительность защиты.
- Быстродействующая ступень **Ощдифф быстр** работает параллельно ступени **Ощдифф**. Быстрый алгоритм работы данной ступени позволяет практически мгновенно выдавать команду на отключение выключателя при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами КЗ.

Обе ступени вводятся в работу при получении дискретного сигнала отключенного положения линейного разъединителя.

6.7.4 Описание ступени Ошдифф

Логическая схема ступени



[lostubi1-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-114 Логическая схема работы ступени Ошдифф

Направление срабатывания

Ошдифф является чувствительной ступенью дифференциальной защиты ошиновки. Принцип действия ступени основан на вычислении векторов токов. Достаточно точная информация о данных векторах тока, необходимая для дальнейших расчетов, доступна по истечении одного периода с момента времени возникновения повреждения. Параллельно работающая ступень защиты **Ошдифф быстр** предназначена для быстрого отключения повреждений, сопровождающихся большими токами КЗ.

Все измеряемые величины обрабатываются отдельно для каждой фазы. Устройство защиты вычисляет дифференциальный ток на основании суммы векторов токов, которые подаются на измерительные токовые входы устройства. Данный дифференциальный ток, измеряемый дифференциальной защитой, в идеальном случае должен присутствовать только при наличии внутреннего повреждения. В идеале это ток короткого замыкания. В нормальном режиме работы, однако, дифференциальный ток не равен нулю, при этом в первом приближении его можно считать равным зарядному току линии.

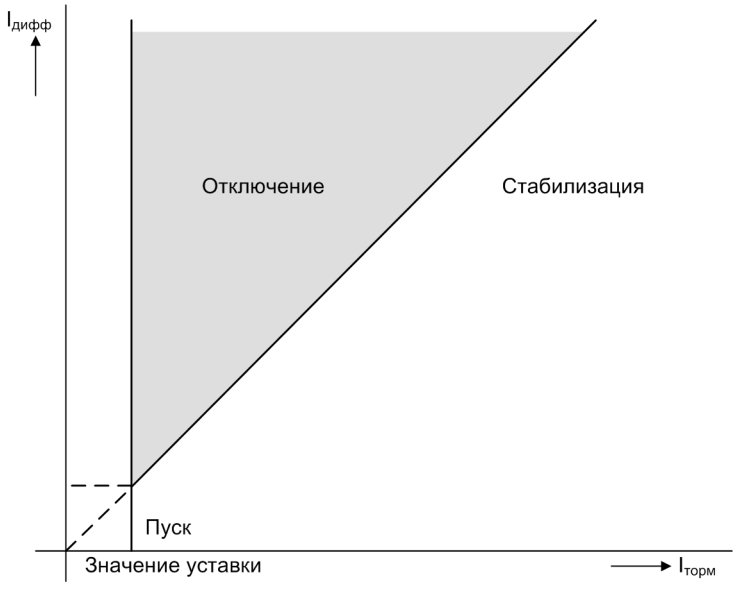
Тормозной ток противодействует дифференциальному току. Данный ток представляет собой сумму максимальных погрешностей измерений на концах защищаемого объекта, и вычисляется на основании фактически измеренных величин и заданных параметров системы. При этом максимально возможное значение погрешности измерения трансформатора тока в пределах номинального диапазона или в диапазоне токов КЗ умножается на значение тока, протекающего через соответствующий конец защищаемого объекта. Пуск ступени

Пуск ступени

Характеристика срабатывания дифференциальной защиты ошиновки (см. *Рисунок 6-115*) строится на основе тормозной характеристики, и описывается уравнением Ошдифф = Iторм (линия под углом 45°). Характеристика срабатывания брезается ниже значения уставки параметра **(_:8401:3) Пороговое значение**. Это соответствует уравнению

Iторм = **Пороговое значение** + Σ(погрешностей ТТ и других погрешностей измерения).

Если значение рассчитанного дифференциального тока превышает уставку срабатывания и максимально возможную погрешность измерения, то повреждение внутреннее (затемненная область на *Рисунок 6-115*).



[dwanspre-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-115 Работа защиты в аварийном режиме

Поведение при аарии

Защита переходит из режима работы *(_:8401:53) Исправно* в режим **Авария** в том случае, если быстродействующие функции контроля работы защиты (обнаружение обрыва провода, быстрое суммирование токов, аналого-цифровой преобразователь) выдают сигнал ошибки. Также непрерывно выполняется контроль достоверности измеренных токов. При обнаружении каких-либо ошибок сигнал *(_:8401:53) Исправно* меняется на **Авария**, параметр *(_:8401:54) Неактивно* приобретает значение **Да**.

6.7.5 Сведения о применении и настройке для Ош-дифф

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка: **(_:8401:3) Пороговое значение** = ***0,300 A***

  С помощью этого параметра производится установка порога срабатывания от дифференциального тока. Важным критерием является суммарный ток, протекающий в зону защиты во время короткого замыкания. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между концами защищаемого объекта.

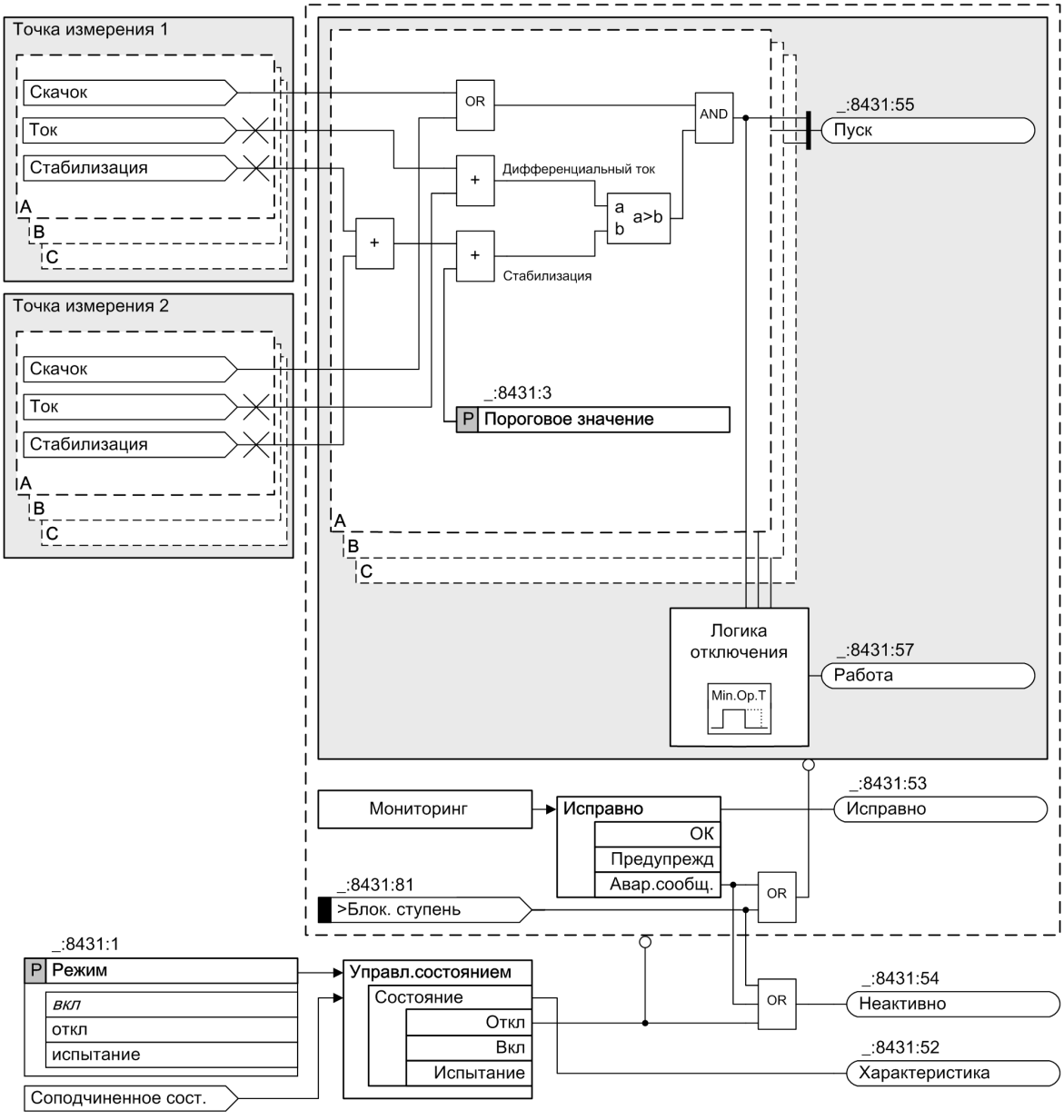
Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка: **(_:8401:6) Задержка срабатывания** = ***0.00 c***

  В некоторых случаях может возникнуть необходимость введения выдержки времени срабатывания дифференциальной защиты ошиновки, задаваемой при помощи данного параметра, например при использовании обратной блокировки. Отсчет выдержки времени начинается с момента обнаружения повреждения внутри защищаемой зоны (*(_:8401:55) Пуск*).

6.7.6 Описание ступени Ошдифф быстр

Логическая схема ступени



[lostubi2-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-116 Логическая схема работы ступени Ошдифф быстр

Направление срабатывания

Ступень дифференциальной защиты ошиновки **Ошдифф быстр** предназначена для быстрого отключения повреждений, сопровождающихся большими токами КЗ. Данная ступень работает параллельно ступени **Ошдифф**. Измеряемые величины обрабатываются ступенью отдельно для каждой фазы. Быстрое отключение при больших токах КЗ достигается использованием процедуры на основе фильтрации мгновенных значений. При выполнении этой процедуры предотвращение искажения сигналов при больших токах от внешних КЗ (например, из-за насыщения трансформатора тока) путем стабилизации, может оказаться невозможным. При этом предполагается, что ТТ не входят в режим насыщения, по крайней мере, на протяжении одного интервала интегрирования (5 мс) после возникновения повреждения.

Если значение тока, протекающего на другом конце защищаемого объекта, где установлено устройство защиты, не превышает установленный предел (< 2,5 уставки пуска дифференциальной защиты), то принимается решение о том, что повреждение произошло вне защищаемой зоны, и ступень **Iдифф быстр** блокируется. При насыщении одного или нескольких ТТ, ограничивающих защищаемую зону, данная ступень также блокируется, и, таким образом, не реагирует на дифференциальный ток небаланса. Таким образом устраняется разница, вызываемая насыщением. Обычно **Iдифф быстр** устанавливается выше номинального тока. Ступень **Ошдифф быстр** работает аналогично чувствительной ступени **Ошдифф**. Каждое устройство вычисляет дифференциальный ток на основании суммы отфильтрованных мгновенных значений токов, которые были измерены на каждом из концов защищаемого объекта. Данный дифференциальный ток, измеряемый дифференциальной защитой, в идеальном случае должен присутствовать только при наличии внутреннего повреждения. В идеале это ток короткого замыкания. В нормальном режиме работы, однако, дифференциальный ток не равен нулю, при этом в первом приближении его можно считать равным зарядному току линии.

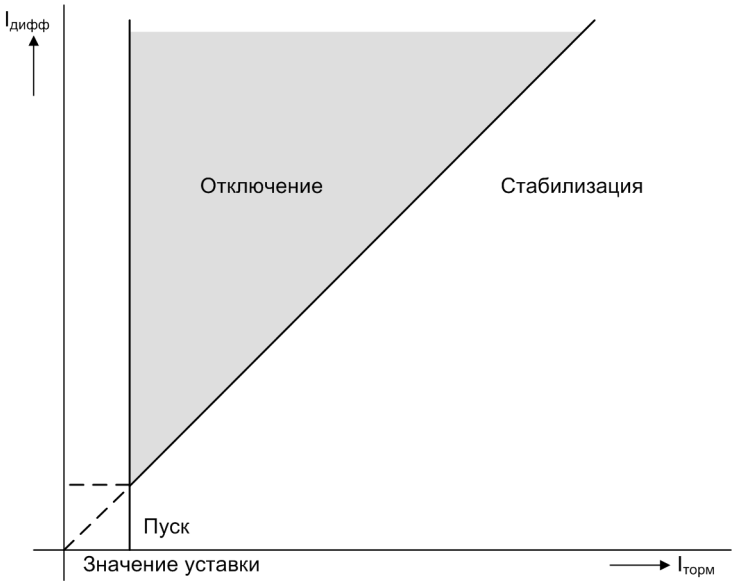
Тормозной ток противодействует дифференциальному току. Данный ток представляет собой сумму максимальных погрешностей измерений на концах защищаемого объекта, и вычисляется на основании фактически измеренных величин и заданных параметров системы. При этом максимально возможное значение погрешности измерения трансформатора тока в пределах номинального диапазона или в диапазоне токов КЗ умножается на значение тока, протекающего через соответствующий конец защищаемого объекта.

Пуск ступени

Характеристика срабатывания данной ступени (см. *Рисунок 6-117*) строится на основе тормозной характеристики аналогично характеристике срабатывания ступени **Ошдифф**, описываемой уравнением Ошдифф = Iторм (линия под углом 45°), и обрезается ниже значения уставки срабатывания. Это соответствует уравнению

Iторм = **Пороговое значение** + Σ(погрешностей ТТ и других погрешностей измерения).

Если значение рассчитанного дифференциального тока превышает уставку срабатывания и максимально возможную погрешность измерения, то повреждение внутреннее (затемненная область на *Рисунок 6-117*).



[dwanspre-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-117 Работа защиты в аварийном режиме

Поведение при аарии

Защита переходит из режима работы *Исправно* в режим **Авария** в том случае, если быстродействующие функции контроля работы защиты (обнаружение обрыва провода, быстрое суммирование токов, аналого-цифровой преобразователь) выдают сигнал ошибки. Также непрерывно выполняется

контроль достоверности измеренных токов. При обнаружении каких-либо ошибок сигнал Готовность меняется на **Авария**, параметр *Неактивно* приобретает значение **Да**.

6.7.7 Задание уставок и примечания по вводу уставок ступени Ошдифф быстр

Параметр: Пороговое значение

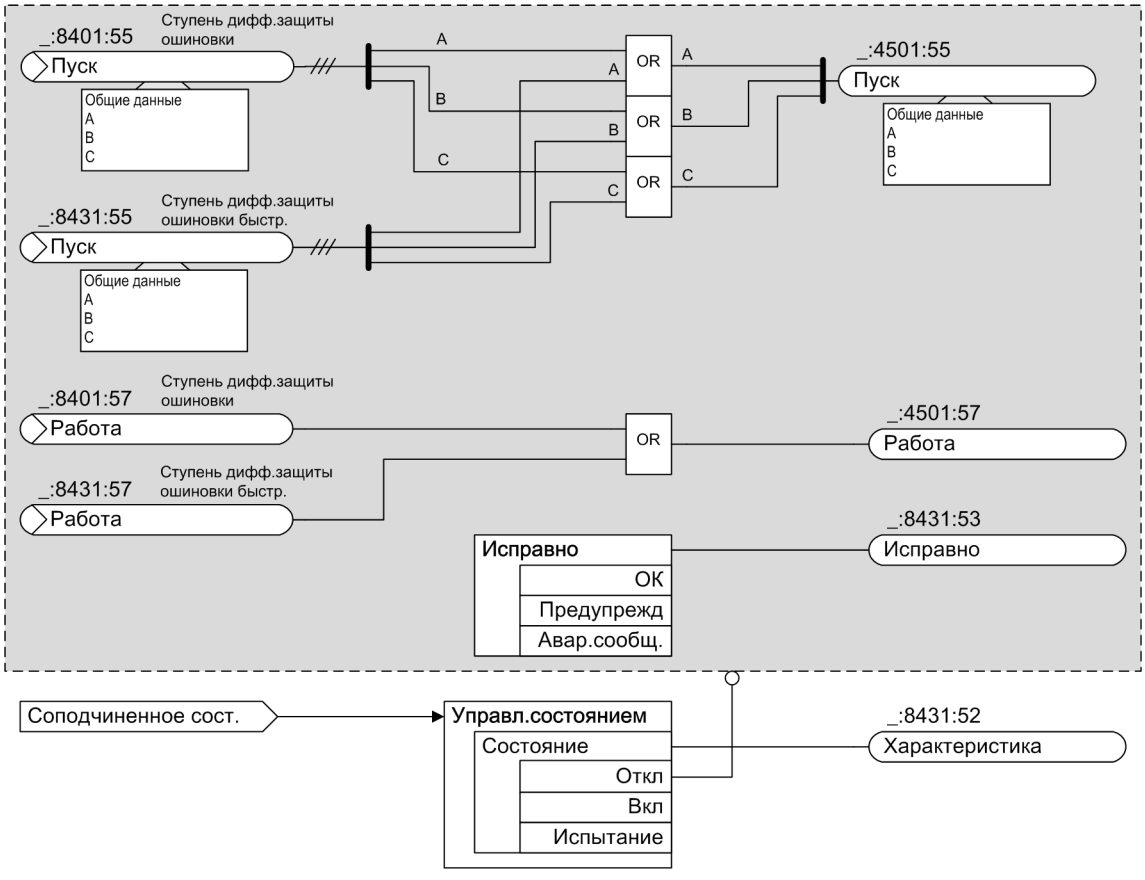
- Рекомендуемая уставка: **(_:8431:3) Пороговое значение** = ***1,000 A***

  При помощи данного параметра задается уставка срабатывания ступени по дифференциальному току.

  Ступень обладает очень быстрой реакцией. Т. к. данная ступень срабатывает очень быстро, то необходимо обеспечить ее отстройку от емкостных токов и от токов намагничивания (для трансформаторов или параллельных реакторов), в том числе и при коммутационных операциях. Поэтому уставка срабатывания должна выбираться большей, чем максимально возможный нагрузочный ток (макс. от $1.2 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$).

6.7.8 Описание выходной логики дифференциальной защиты ошиновки

Выходная логика



[lostubag-150211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-118 Выходная логика

6.7.9 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:1	Общие данные:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
Stub-ДИФФ				
_:8401:1	Stub-ДИФФ:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:8401:2	Stub-ДИФФ:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8401:27	Stub-ДИФФ:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8401:3	Stub-ДИФФ:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 100 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 50 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 50 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.100 A до 20.000 A	0.300 A
		5 A при 16 Iном	0.500 A до 100.000 A	1.500 A
_:8401:6	Stub-ДИФФ:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Stub-ДИФбыстр.				
_:8431:1	Stub-ДИФбыстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:8431:2	Stub-ДИФбыстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8431:3	Stub-ДИФбыстр.:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.800 A до 100.000 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	4.000 A до 500.000 A	5.000 A

6.7.10 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:500	Общие данные:>Ф-ция разрешения	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	SPS	O
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Stub-ДИФФ			
_:8401:81	Stub-ДИФФ:>Блок. ступень	SPS	I
_:8401:54	Stub-ДИФФ:Неактивно	SPS	O
_:8401:52	Stub-ДИФФ:Режим работы	ENS	O
_:8401:53	Stub-ДИФФ:Исправно	ENS	O
_:8401:55	Stub-ДИФФ:Пуск	ACD	O
_:8401:57	Stub-ДИФФ:Работа	ACT	O
_:8401:60	Stub-ДИФФ:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8401:300	Stub-ДИФФ:Idифф	Звезда	O
_:8401:301	Stub-ДИФФ:Iторм	Звезда	O
Stub-ДИФбыстр.			
_:8431:81	Stub-ДИФбыстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:8431:54	Stub-ДИФбыстр.:Неактивно	SPS	O
_:8431:52	Stub-ДИФбыстр.:Режим работы	ENS	O
_:8431:53	Stub-ДИФбыстр.:Исправно	ENS	O
_:8431:55	Stub-ДИФбыстр.:Пуск	ACD	O
_:8431:57	Stub-ДИФбыстр.:Работа	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.8 Чувствительное обнаружение замыкания на землю

6.8.1 Обзор функций

Для обнаружения замыкания на землю доступны 2 функции: направленная, которая используется, если кроме тока 3I0 нулевой последовательности доступно еще и напряжение U0 нулевой последовательности, а также ненаправленная, которая используется, если доступен только ток 3I0 нулевой последовательности.

Функция **Направленная чувствительная защита от** (ANSI 67Ns, 59N) выполняет следующие функции:

- Направленное обнаружение устойчивых повреждений на землю в сети с изолированной или компенсированной нейтралью
- Направленное обнаружение быстро устраняемых переходных повреждений на землю в сети с изолированной или скомпенсированной нейтралью
- Определение поврежденной фазы
- Обнаружение замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в сетях с глухозаземленной нейтралью или в сетях с заземленной через малое сопротивление нейтралью.

Функция **Ненаправленная чувствительная защита от замыканий на землю** (ANSI 50Ns/51Ns) выполняет следующие функции:

- Обнаружение замыканий на землю в сети с изолированной или скомпенсированной нейтралью
- Обнаружение замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в сетях с глухозаземленной нейтралью или в сетях с заземленной через малое сопротивление нейтралью.

6.8.2 Структура функции

Направленное чувствительное обнаружение повреждений на землю

Функция **Направленное чувствительное обнаружение замыканий на землю** может использоваться в функциональных группах защитных функций, в которых доступны величины тока и напряжения нулевой последовательности (3I0 и U0). Функция имеет предустановленную **Ступень U0>** и направленную **Ступень 3I0> с измерениями cos φ или sin φ** и **Ступень от перемежающихся замыканий на землю**.

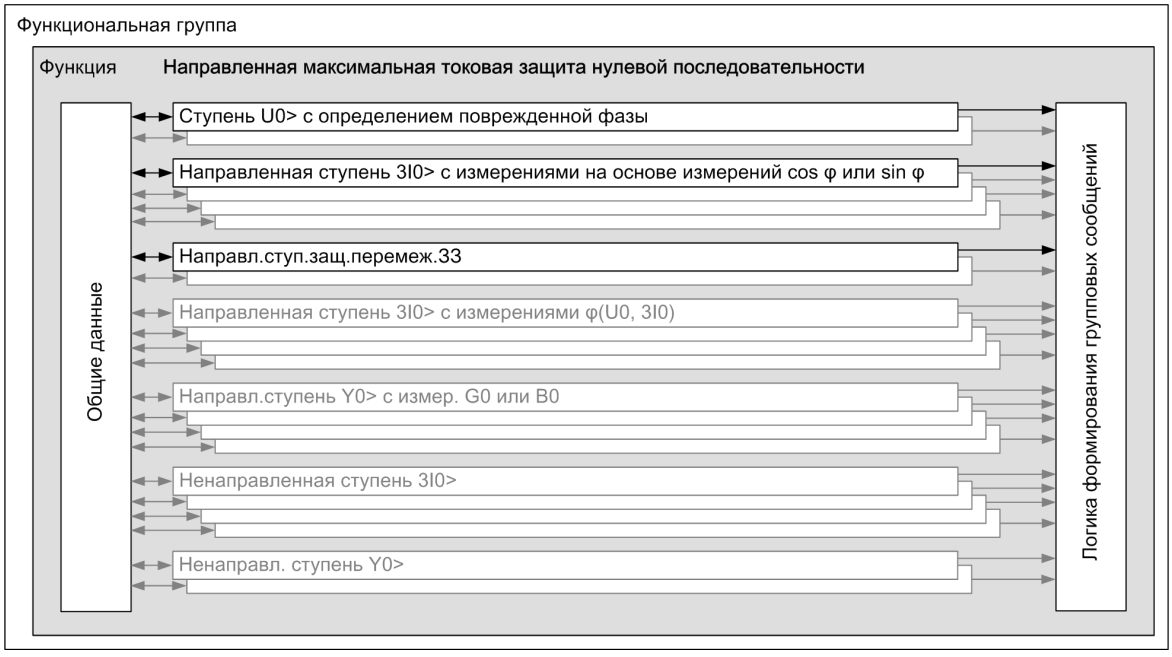
В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 2 **ступени U0>** с определением поврежденной фазы
- 4 направленных **ступени 3I0> с измерениями cos φ или sin φ**
- 2 направленные **ступени от перемежающихся замыканий на землю**
- 4 направленные **ступени 3I0> с измерением φ(U0, 3I0)**
- 4 направленные **ступени Y0> с измерением G0 или B0 (метод полной проводимости)**
- 4 ненаправленных **ступени 3I0>**
- 2 ненаправленных **ступени Y0>**

Логика формирования групповых сообщений образует

на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Сообщение о срабатывании



[DwStrGFP-250113-01, 2, ru_RU]

Рисунок 6-119 Структура/реализация функции направления в группах защитных функций

Чувствительная защита от замыкания на землю

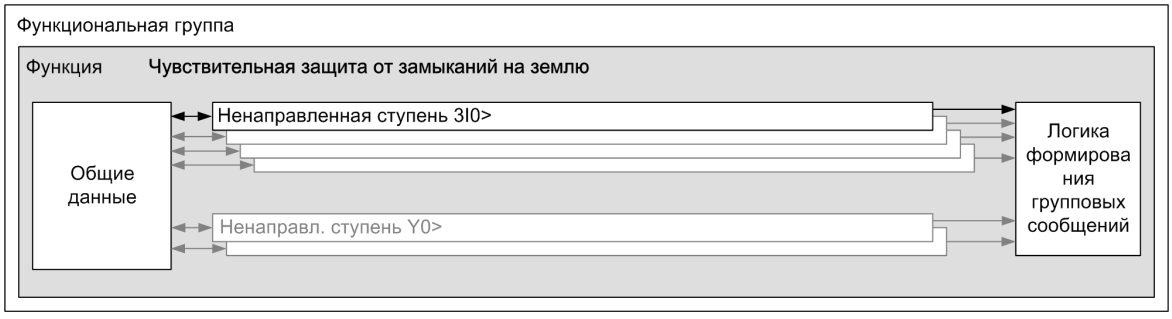
Функцию **Чувствительная защита от замыканий на землю** можно использовать в группах защитных функций, в которых доступны только величины нулевой последовательности (3I0). Функция имеет предустановленную на заводе-изготовителе ненаправленную **ступень 3I0>**.

4 ненаправленных **ступени 3I0>** и 2 ненаправленных **ступени Y0>** могут работать в функции одновременно.

Логика формирования групповых сообщений образует

на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Сообщение о срабатывании



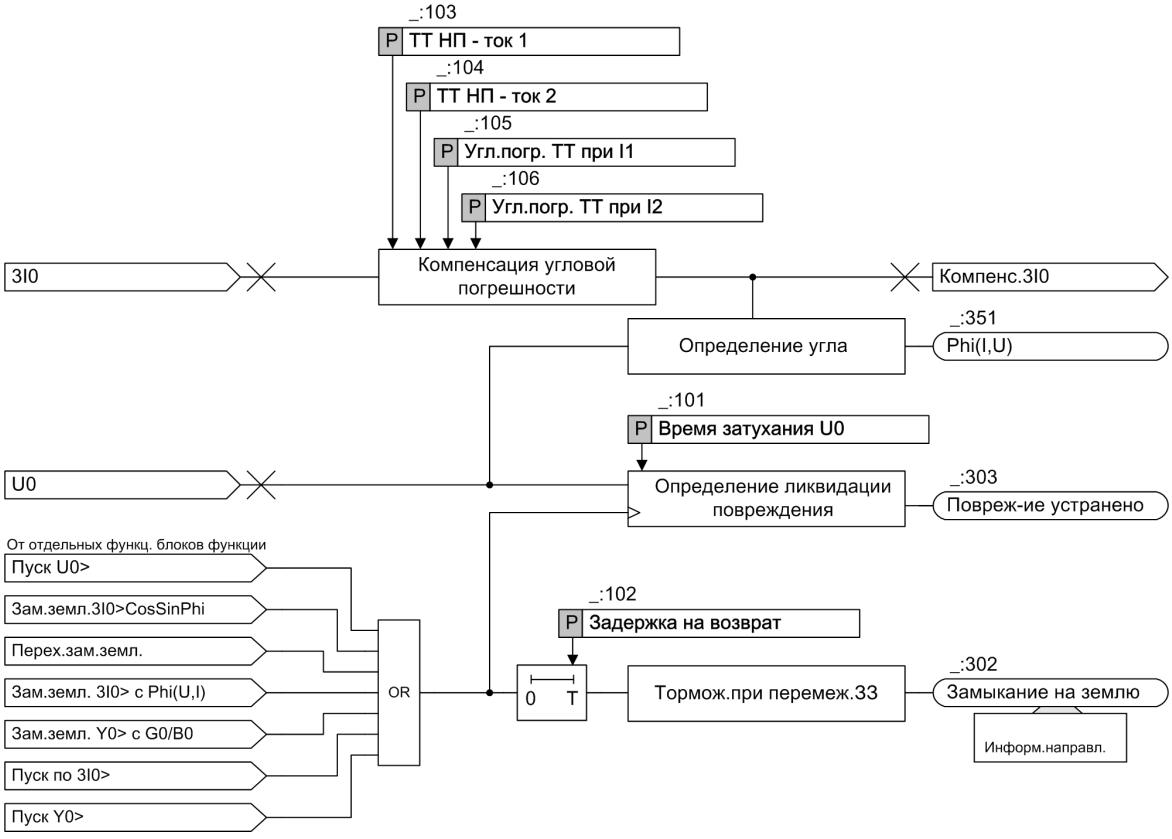
[DwSGFPu4-230113-01, 2, ru_RU]

Рисунок 6-120 Структура/реализация функции ненаправленной функции в группах защитных функций

6.8.3 Общие функции

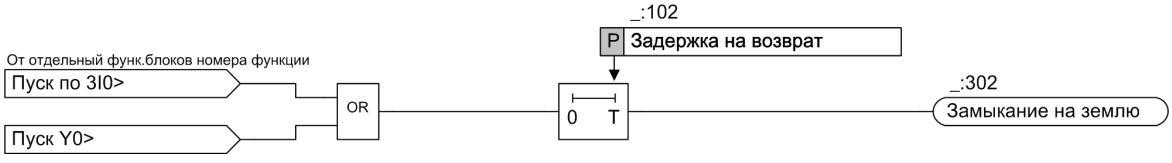
6.8.3.1 Описание

Логика



[LoGFPger-280113-01, 3, ru_RU]

Рисунок 6-121 Логическая схема перекрестной функциональности направленных ступеней чувствительной защиты от замыканий на землю

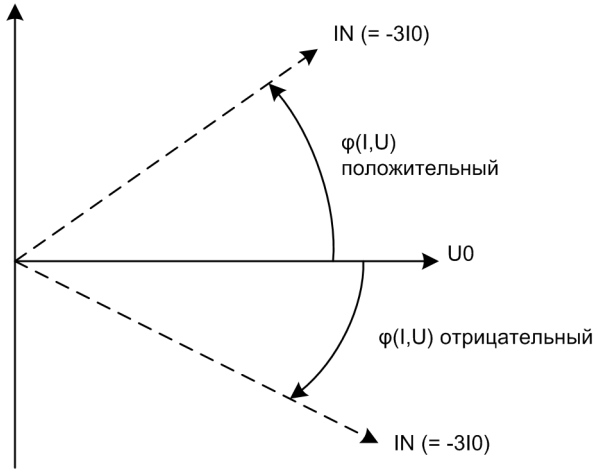


[logfpnon-261012-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-122 Логическая схема перекрестной функциональности направленных ступеней чувствительной защиты от замыканий на землю

Рабочие измеряемые величины φ(U,I)

Функциональный блок рассчитывает угол между IN и U0, а результат вычислений делает доступным как измеренное значение функции *Phi(I, U)*.



[DwPhINU0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-123 Определение угла Phi (I, U)

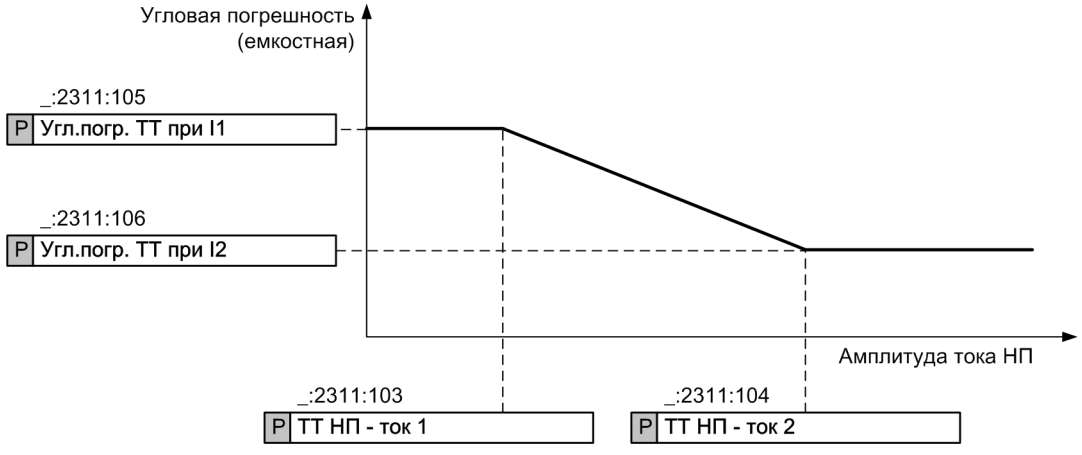
Фиксация ликвидации повреждения

Устранение повреждения определяется по факту уменьшения значения напряжения нулевой последовательности. В зависимости от условий в системе и характера повреждения этот процесс может длиться несколько сотен миллисекунд. Если в течение заданного времени **Время затухания U0** фиксируется непрерывное снижение значения напряжения нулевой последовательности, то считается, что повреждение устранено. Выдается сигнал *Повреж-ие устранено*.

Таким образом, существует возможность сбросить **3I0> cos/sinφ**, непосредственно после устранения повреждения, чтобы избежать излишних по времени действий на выходные реле терминала.

Компенсация угловой погрешности

Высокий коэффициент реактивной мощности в энергосистемах, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Устройство обрабатывает угловую погрешность ТТ НП согласно характеристике, показанной с достаточной точностью на следующем рисунке.



[dwerdwdl-110512-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-124 Коррекция измерений ТТ НП

Сообщение о замыкании на землю, стабилизация при перемежающихся замыканиях на землю

Сообщение *(_:302) Замыкание на землю* указывает на короткое замыкание на землю и управляет журналом замыканий на землю (см. *Журнал сообщений о замыканиях на землю, Страница 564*). Для генерации этого сообщения доступна соответствующая информация используемых ступеней.

Сообщение *Замыкание на землю* содержит информацию о направлении, независимо от ступеней. Таким образом, сообщение подходит для передачи на станцию.

Чтобы избежать большого количества сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю, для одного замыкания на землю регистрируется максимум 30 изменений состояния. Перемежающееся замыкание на землю должно рассматриваться в качестве единого процесса, поэтому выполняется соответствующая стабилизация. Это обеспечивается с помощью параметра **`Задержка на возврат`**, который увеличивает время возврата сообщения *Замыкание на землю*. Если следующий пробой на землю происходит во время задержки на возврат, сообщение не исчезает и журнал остается открытым.

Журнал сообщений о замыканиях на землю

Замыкания за землю могут быть зарегистрированы в предназначенном для этого буфере, журнале сообщений о замыканиях на землю. Если параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`** установлен равным ***да***, все сообщения, направляемые в журнал замыканий на землю, регистрируются в этом журнале.

Критерием для начала записи в журнале замыканий на землю является появление сообщения *Замыкание на землю*. Критерием окончания записи в журнале является исчезновение сообщения *Замыкание на землю*.

Основной раздел о журнале сообщений

Вы можете найти общие замечания касательно журнала замыканий на землю в главе **Сообщения** в *3.1.5.4 Журнал сообщений о замыканиях на землю*.

Регистрируемые измеренные величины

Если следующие величины могут быть рассчитаны, они записываются в журнал (журнал замыканий на землю или журнал повреждений) во время первого пуска или первого сообщения о срабатывании ступени.

- 3I0 (действующее значение)
- Активный компонент 3I0
- Реактивный компонент 3I0
- U0
- φ (IN, U0)

6.8.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Сообщение: Замыкание на землю

Для обозначения замыкания на землю и его направления через протокол, Siemens рекомендует использовать сообщение *(_:302) Замыкание на землю*. Сообщение содержит информацию о направлении, независимо от заданного рабочего направления ступени. И это сообщение также стабилизируется для защиты от большого количества сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю.

Параметр: `Время затухания U0`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:101) Время затухания U0`** = ***`0,10 c`***

С помощью параметра **`Время затухания U0`** задается интервал времени для фиксации устранения повреждения. Если U0 в течение этого времени непрерывно уменьшается, то фиксируется устранение повреждения, и выдается сообщение *Повреж-ие устранено*.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Задержка на возврат** = *1,00 с*

Чтобы предотвратить так называемый "дребезг" сообщения *Замыкание на землю* во время перемежающегося замыкания на землю и, соответственно, частого открытия и закрытия журнала замыканий на землю, отключение сообщения *Замыкание на землю* (и закрытие журнала) может быть отложено с помощью параметра **Задержка на возврат**.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Использование уставки по умолчанию гарантирует отсутствие большого количества сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю для сообщения *Замыкание на землю*. Затем перемежающееся замыкание на землю обрабатывается в качестве замыкания на землю, и может быть выполнена стабилизация сообщения *Замыкание на землю*.

Компенсация угловой погрешности трансформатора тока нулевой последовательности

- Уставка по умолчанию **(_:103) ТТ НП - ток 1** = *0,050 А*
- Уставка по умолчанию **(_:104) ТТ НП - ток 2** = *1,000 А*
- Уставка по умолчанию **(_:105) Угл.погр. ТТ при I1** = *0,0°*
- Уставка по умолчанию **(_:106) Угл.погр. ТТ при I2** = *0,0°*

Высокий коэффициент реактивной мощности в сетях, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Для актуальной подключенной нагрузки вводятся максимальная угловая погрешность **Угл.погр. ТТ при I1** и соответствующий вторичный ток **ТТ НП - ток 1**, а также следующая рабочая точка **Угл.погр. ТТ при I2**/**ТТ НП - ток 2**, начиная с которой угловая погрешность уже существенно не меняется.

В сетях с изолированной или заземленной нейтралью компенсацию угловой погрешности использовать не обязательно.

6.8.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:101	Общие данные:Время затухания U0		0.06 с до 0.20 с	0.10 с
_:102	Общие данные:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
_:103	Общие данные:ТТ НП - ток 1	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.250 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.250 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:104	Общие данные:ТТ НП - ток 2	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:105	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I1		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °
_:106	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I2		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °

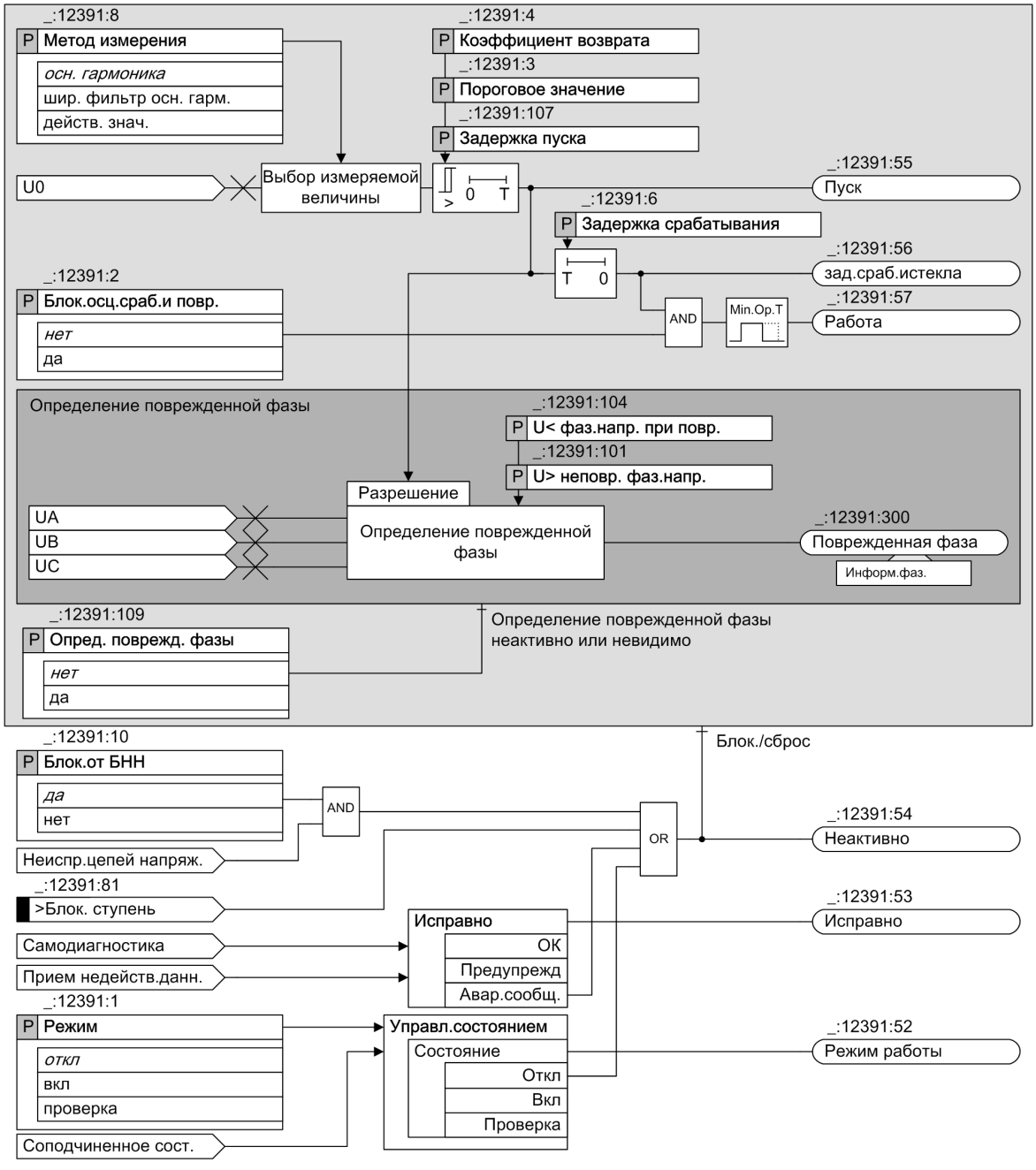
6.8.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:302	Общие данные:Замыкание на землю	ACD	O
_:303	Общие данные:Повреж-ие устранено	SPS	O
_:309	Общие данные:Откр.окно измерений	SPS	O

6.8.4 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности/остаточного напряжения

6.8.4.1 Описание

Логика



[lo_gfps v0, 2, ru_RU]

Рисунок 6-125 Логическая схема работы защиты от повышения напряжения нулевой последовательности

Измеряемая величина, метод измерения

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, вторичные обмотки которого собраны в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой

последовательности U_0. Если трансформатор напряжения нулевой последовательности не доступен, оно вычисляется из фазных напряжений U_A, U_B и U_C.

Параметр **Метод измерения** используется для выбора соответствующего метода измерения в зависимости от применения:

- Измерение основной гармоники (стандартный фильтр):
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.
- Измерение действующего значения (среднеквадратичное значение):
  Метод измерения определяет величину напряжения из дискретизированных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения.
- Измерение основной гармоники на основе 2-циклового фильтра с треугольным окном:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники. Увеличение длины фильтра по сравнению со стандартным фильтром и использование треугольного окна позволяет сильнее подавлять высшие гармоники при неустойчивых повреждениях. 2-х цикловой фильтр увеличивает время пуска по сравнению со стандартным фильтром (смотри *11.7.2 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности*).

Пуск, возврат

Ступень сравнивает **Пороговое значение** с напряжением нулевой последовательности U_0. Параметр **Задержка пуска** позволяет вам задержать пуск ступени по напряжению нулевой последовательности.

Используя параметр **Коэффициент возврата** вы можете определить отношение значения затухания к **Пороговое значение**.

Определение поврежденной фазы

Параметр **Опред. поврежд. фазы** позволяет включить или отключить определение поврежденной фазы. Определение выполняется, когда ступень проводит измерение. Если напряжения 2 фаз превышают пороговое значение **U> неповр. фаз.напр.**, а напряжение третьей фазы падает ниже порогового значения **U< фаз.напр. при повр.**, считается, что последняя фаза повреждена и выдается сигнал.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- От **ФБ ПоврЦепНапр**. Для этого следует использовать параметр **Блок.от БНН**.
- При приеме сигнала *>Открыт* в **ФБ Автомат ТН** , от блок-контакта автоматического выключателя трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы ФБ ПоврЦепНапр блокировал или не блокировал ступень.

6.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение об операциях с выключателем, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной составляющей промышленной частоты или расчетным среднеквадратичным значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Данный метод измерения подавляет гармоники или броски напряжения при переходных процессах. Siemens рекомендует использовать эти уставки в качестве стандартного метода.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).
шир. фильтр осн. гарм.	Для реализации особенно сильного ослабления гармоник и переходных процессов, выберите этот метод измерения. В отличие от стандартного фильтра, длительность окна данного фильтра составляет 2 периода. Помните, что в этом случае время срабатывания ступени незначительно увеличится (см. раздел *11.7.2 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности*).

Параметр: Задержка пуска

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:107) Задержка пуска** = ***0 мс***

Параметр **Задержка пуска** позволяет отложить анализ измеренных параметров (генерировать пуск) в зависимости от наличия напряжения нулевой последовательности. Задержка пуска может потребоваться, если после возникновения КЗ ожидается долгий переходный процесс вследствие большой емкости относительно земли линий электропередач.

Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **Задержка пуска** = ***0 мс***.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***30 В***

Пороговым значением функции является напряжение нулевой последовательности U_0. Устройство вычисляет напряжение нулевой последовательности U_0 либо из измеренной величины напряжения обмотки TH соединенной в разомкнутый треугольник, либо из 3-фазных напряжений.

Заданное значение зависит от режима заземления нейтрали системы:

- Т.к. напряжение нулевой последовательности появляется в изолированных или компенсированных сетях только при замыканиях на землю, то значение уставки не имеет большого значения. Siemens рекомендует задать значение в диапазоне от 20 до 40 В. Более высокая чувствительность (или меньшее пороговое значение) может потребоваться в случае высокого активного сопротивления повреждения.
- Siemens рекомендует задать меньшее значение для заземленных систем. Данная уставка должна быть выше максимального возможного напряжения нулевой последовательности, вызванного несимметричным режимом работы.

ПРИМЕР

Для изолированных сетей

Напряжение нулевой последовательности измеряется с помощью неисправной дельта-обмотки:

- При несимметричном замыкании на землю к устройству подводится напряжение нулевой последовательности, равное 100 В.
- Пороговое значение следует установить таким образом, чтобы ступень срабатывала при 50 % от значения полного напряжения нулевой последовательности.

- Полное напряжение нулевой последовательности составляет 100 В/√3 = 57,7 В.
  Заданное значение: 0,5 · 57,7 В = 28,9 В ≈ 30 В

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0.95***. Для повышения точности измерения коэффициент возврата можно уменьшить до 0,98, например.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** позволяет предотвратить срабатывание функции при появлении напряжения нулевой последовательности в переходном режиме. Настройка зависит от конкретного применения.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** позволяет управлять поведением ступени при обнаружении исчезновения измеряемого напряжения.
Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена внутренняя функция контроля **обнаружения исчезновения измеряемого напряжения**.
- Бинарный входной сигнал *>Открыт* блока функций **Выключатель трансформатора напряжения** подключается к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Опред. поврежд. фазы

- Уставка по умолчанию **(_:109) Опред. поврежд. фазы** = ***нет***

Параметр **Опред. поврежд. фазы** управляет действиями ступени при обнаружении замыкания одной из фаз на землю.

Значение параметра	Описание
нет	Фаза, поврежденная при замыкании на землю, не определяется. Выберите уставку по умолчанию, если вы не хотите использовать ступень для обнаружения замыканий на землю, например при применении в заземленных системах.
да	После пуска по напряжению нулевой последовательности устройство определяет поврежденную при замыкании на землю фазу. Выберите данное значение при использовании в изолированных или компенсированных сетях.

Параметр: U< фаз.напр. при повр.

- Уставка по умолчанию **(_:104) U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***

Установите пороговое значение в параметре **U< фаз.напр. при повр.** для определения поврежденной на землю фазы. Задаваемое значение - это фазное напряжение.

Это значение должно быть меньше минимального значения фазного напряжения в нормальном режиме. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***.

Параметр: U> неповр. фаз.напр.

- Уставка по умолчанию **(_:101) U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***

Установите пороговое значение для двух неповрежденных фаз в параметре **U> неповр. фаз.напр.**. Задаваемое значение - это измеряемый параметр фазного напряжения.

Заданное значение должно быть больше максимального значения фазного напряжения в нормальном режиме, но меньше минимального значения линейного напряжения. Например, при $U_{ном}$ = 100 В следует установить значение 70 В. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***.

Работа в режиме мониторинга

Чтобы ступень выполняла только регистрацию, можно отменить сообщение об операциях с выключателем и регистрацию повреждений через параметр **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.8.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0> #				
_:1	U0> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U0> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	U0> #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:109	U0> #:Опред. поврежд. фазы		• нет • да	нет
_:8	U0> #:Метод измерения		• осн. гармоника • шир. фильтр осн. гарм. • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	U0> #:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:4	U0> #:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:107	U0> #:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	U0> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:101	U0> #:U> неповр. фаз.напр.		0.300 В до 200.000 В	70.000 В
_:104	U0> #:U< фаз.напр. при повр.		0.300 В до 200.000 В	30.000 В

6.8.4.4 Сообщение

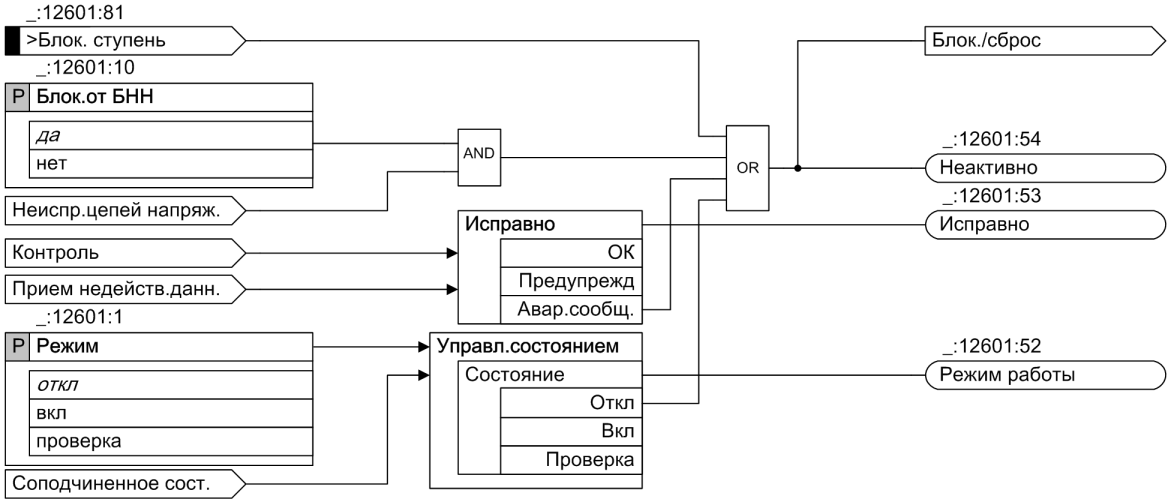
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0> #			
_:81	U0> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	U0> #:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:52	U0> #:Режим работы	ENS	O
_:53	U0> #:Исправно	ENS	O
_:300	U0> #:Поврежденная фаза	ACT	O
_:55	U0> #:Пуск	ACD	O
_:56	U0> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	U0> #:Работа	ACT	O

6.8.5 Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ

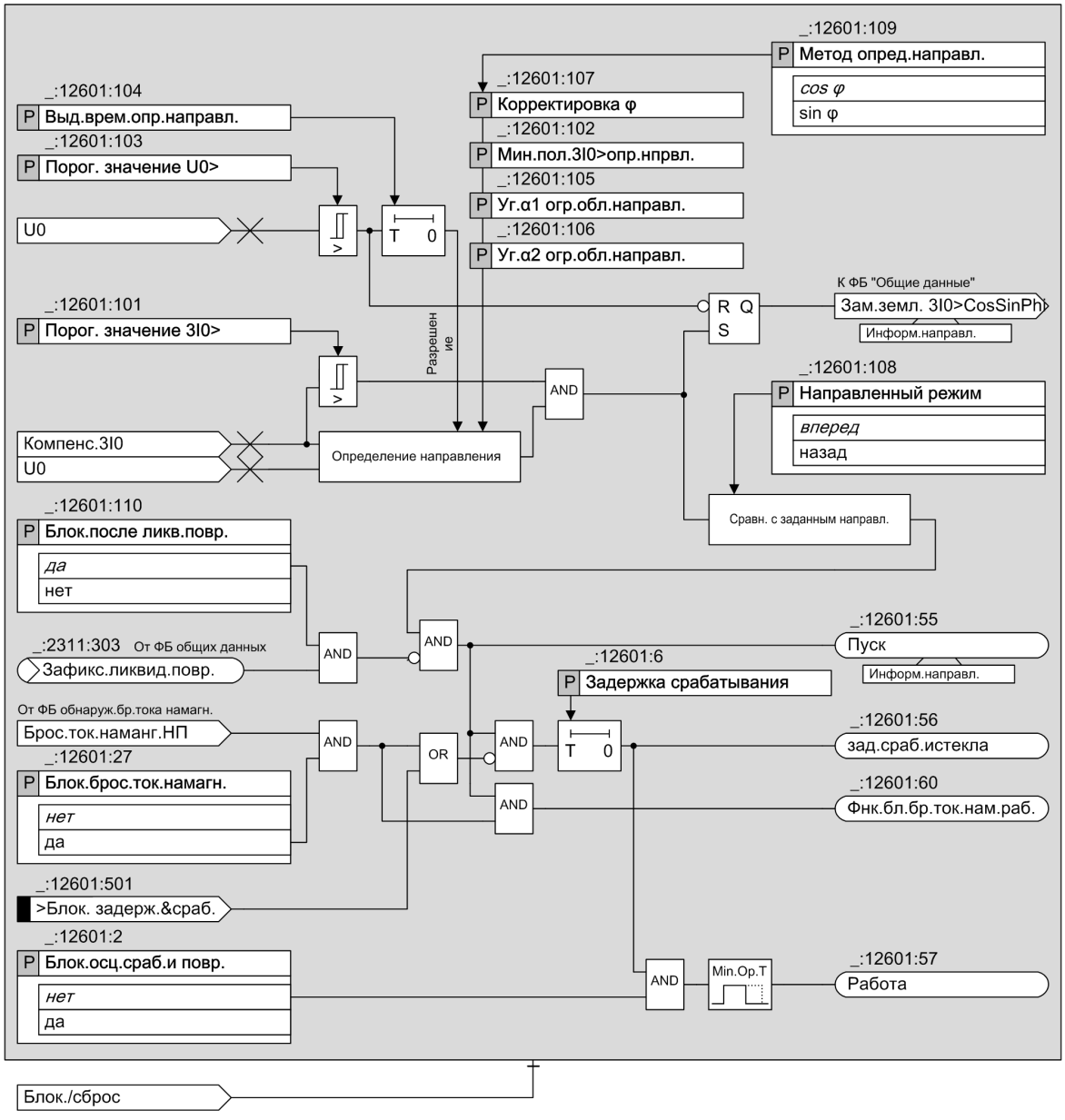
6.8.5.1 Описание

Логика



[logfp3i0stufe-280314-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-126 Логическая схема работы ступени защиты



[logfp3i0f-280314-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-127 Логическая блок-схема работы функции

Определение значения U0

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U0. Если остаточное напряжение не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала

Определение значения 3I0

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного измерительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 А, для больших величин вторичных токов замыкания на землю

функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

В зависимости от уставки параметра Тип подключения и Точка измер. **I 3ф**, а также используемого модуля токового входа, будут отличаться следующие диапазон измерений и диапазоны уставок в дополнение к обычным уставкам:

Значение уставки Тип подключения Точка измер. I 3ф	**3I0**	**Модуль токовых входов**	**3I0 Диапазон уставок порогового значения (вторичный)**
3 фазн.тока +Iн отд. [1)] 3 фазн.тока +Iн	Измеренное	3 x защита, 1 x чувствительный [1)]	от 0,001 A до 35,000 A [10]
		4 x защита	от 0,030 A до 35,000 A
		4 x входа для целей измерения	от 0,001 A до 1,600 A
Трехфазный	Рассчитанное	4 x защита	от 0,030 A до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 A до 35,000 A
		4 x входа для целей измерения	от 0,001 A до 1,600 A

При использовании функции в однофазной функциональной группе и, следовательно, для однофазной точки измерения **I-1ph**.

Точка измерения I-1ф	**3I0**	**Модуль токовых входов**	**3I0 Диапазон уставок порогового значения (вторичный)**
	Измеренное	Чувствительный	от 0,001 A до 1,600 A
		Защита	от 0,030 A до 35,000 A

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

Методы измерения характеризуются высокой точностью и нечувствительностью к гармоникам, особенно к 3-й и 5-й, которые часто присутствуют в токе замыкания на землю.

Обнаружение замыкания на землю, пуск

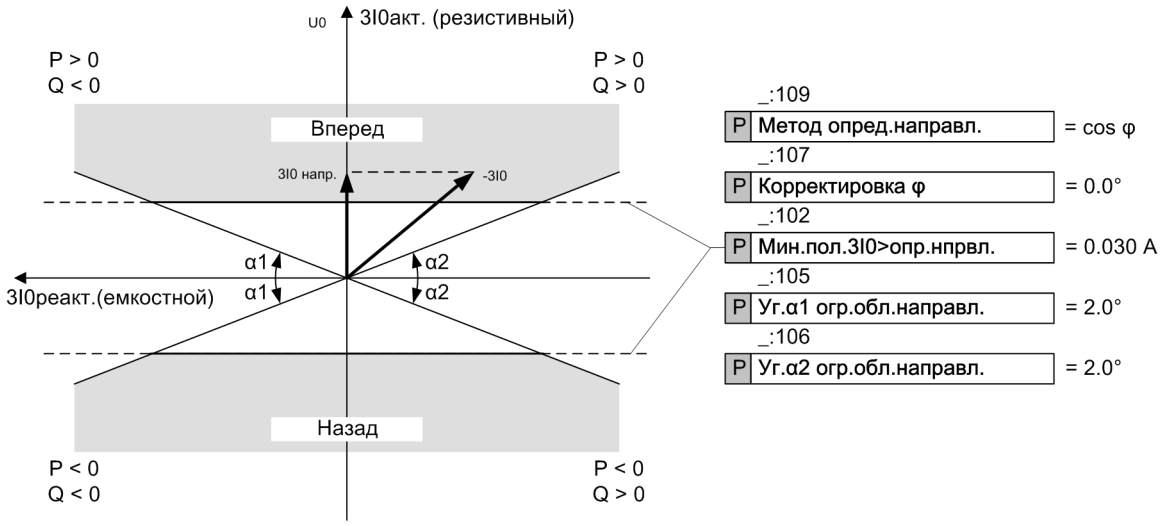
Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Порог. значение 3I0>** и абсолютное значение напряжения V0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Порог. значение U0>**, ступень определяет замыкание на землю. Определение направления (см. следующий раздел) запускается при превышении порогового значения U0. Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**). Если результат определения направления соответствует заданному направлению (параметр **Направленный режим**), ступень запускается.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение Порог. значение U0. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение.

На следующем рисунке приведен пример определения направления по методу cos φ с углом коррекции прямого направления равным 0 (параметр **Корректировка φ**). Пример подходит для определения направления замыкания на землю в системе с заземлением нейтрали через дугогасительную катушку, где параметр 3I0 • cos φ является решающим для определения направления.

[10] Обычное применение



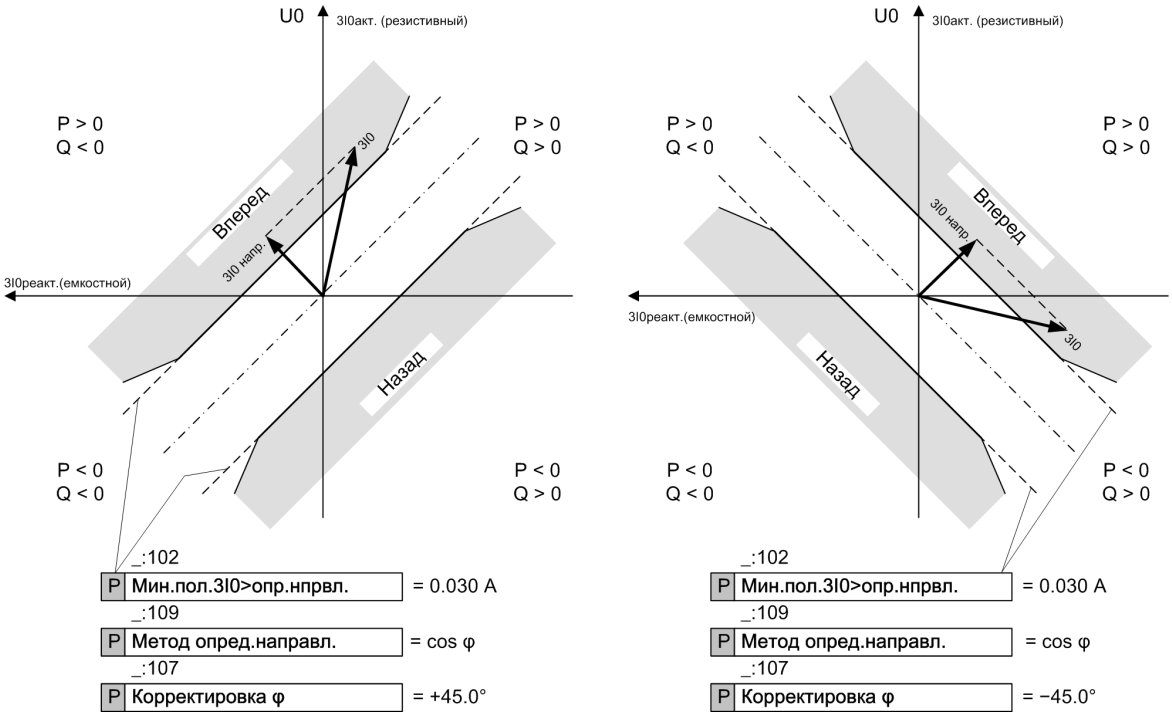
[dwcosphi-171012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-128 Направленная характеристика при измерении cos φ

Напряжение нулевой последовательности U0 действительную ось характеристики Для этого примера ось симметрии характеристики направленности совпадает с осью 3I0реакт. Для определения направления основным критерием является составляющая тока, проходящего вертикально по отношению к оси симметрии (3I0напр.). В приведенном примере это является активной составляющей 3I0акт. тока 3I0. Ток 3I0напр. (здесь = 3I0акт.) рассчитывается и сравнивается со значением уставки **`Мин.пол. 3I0>опр.нпрвл.`**. Если ток 3I0напр. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "вперед". Если ток 3I0напр. превышает отрицательное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

С помощью параметров **`Уг.α1 огр.обл.направл.`** и **`Уг.α2 огр.обл.направл.`** можно ограничить зону направленности, как показано на рисунке. При использовании этого метода определение направления гарантируется в случае высоких значений тока в направлении оси симметрии.

Ось симметрии может быть повернута на угол корректировки (параметр **`Корректировка φ`**) в диапазоне ±45. Благодаря этому можно достичь максимальной чувствительности для систем с активно-индуктивной нейтралью путем поворота характеристики на -45°. Для случая с электрическими машинами, подключенными к шинам системы с изолированной нейтралью, самой высокой чувствительности можно добиться с помощью поворота на +45°.

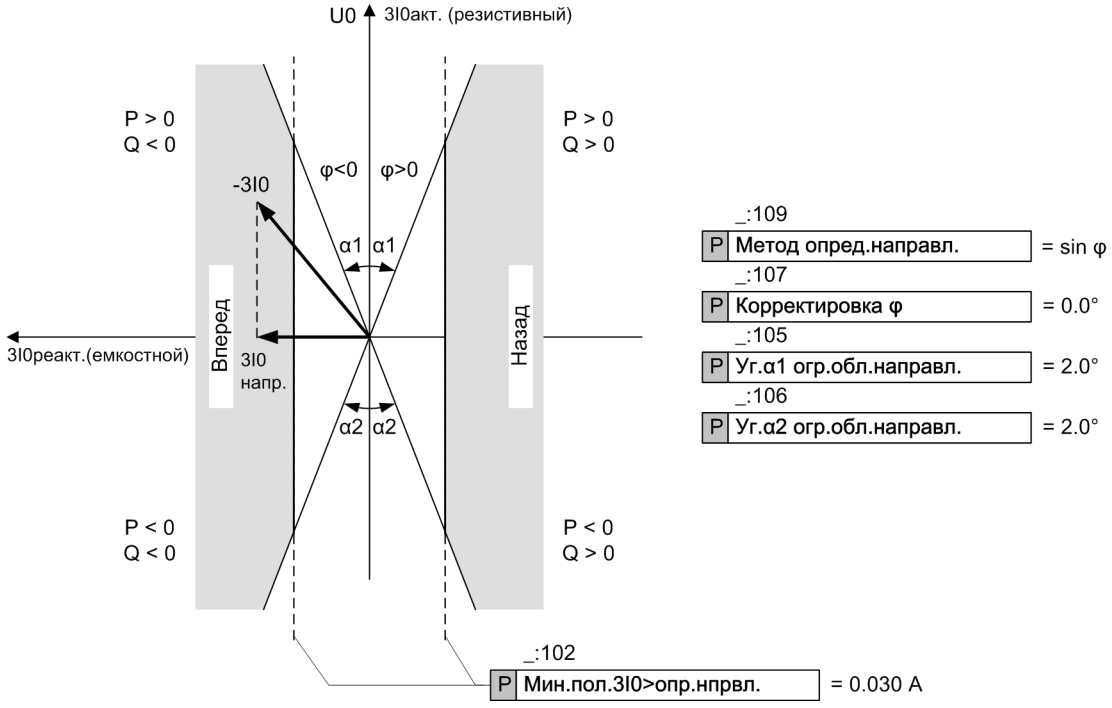


[dwphicor-171012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-129 Повороты направленной характеристики при коррекции угла

Если установить параметр **Метод опред.направл.** на ***sin φ***, а параметр **Корректировка φ** на ***0***, ось симметрии направленной характеристики совпадает с осью 3I0актив и осью U0. Поскольку составляющая тока, проходящего перпендикулярно по отношению к симметрии является основным критерием (3I0напр.), при определении направления , то при расчетах используется ток 3I0реакт. Если ток 3I0напр. (здесь = 3I0реакт.) превышает отрицательное значение уставки **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.**, направление определяется как "вперед". Если ток 3I0напр. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

Такое измерение направления подходит для определения направления замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью.



[dwsinphi-011112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-130 Направленная характеристика при измерении Sin φ

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Блокировка ступени при исчезновении измеряемого напряжения

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- От **ФБ ПоврЦепНапр**.
- При приеме сигнала *>Открыт* в **ФБ Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя трансформатора напряжения.

Вы можете использовать параметр **`Блок.от ННН`**, установленный таким образом, чтобы **ФБ ПоврЦепНапр** блокировал или не блокировал ступень.

Блокирование пуска после ликвидации повреждения

Устранение повреждения может быть распознано быстрее при использовании мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, чем вернется основной орган U0 ступени. В этом случае пуск ступени можно заблокировать быстрым органом определения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Параметр **`Блок.после ликв.повр.`** включает или отключает ускоренное обнаружение устранения повреждения.

Блокировка выдержки времени

Чтобы запретить пуск выдержки времени и сигнал срабатывания, используется входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.8.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **функция Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* блока функций **Выключатель трансформатора напряжения** подключается к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендованное значение уставки **(_:110) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, пуск блокируется после обнаружения ликвидации повреждения. При этом после устранения повреждения случаи пуска исключаются благодаря процессам затухания в системе нулевой последовательности. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:108) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Метод опред.направл., Корректировка φ, Мин.пол.3I0>опр.нпрвл., Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:109) Метод опред.направл.** = ***cos φ***
- Уставка по умолчанию **(_:107) Корректировка φ** = ***0,0°***
- Уставка по умолчанию **(_:102) Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** = ***0,030 A***
- Уставка по умолчанию **(_:101) Порог. значение 3I0>** = ***0,050 A***

Эти параметры служат для задания характеристики направленности ступени. Используемая характеристика направленности зависит от режима работы нейтрали сети.

Обратите внимание, что для определения направления важным критерием является только составляющая тока, проходящая вертикально по отношению к установленной характеристике направленности (3I0напр.) Также см. *6.8.5.1 Описание*. Эта составляющая тока сравнивается с пороговым значением **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.**. И наоборот, абсолютное значение тока 3I0 сравнивается с параметром **Порог. значение 3I0>**.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Заземлено	Для определения направления в сети с заземленной нейтралью через дугогасительную катушку решающим является активный ток утечки 3I0 · cos φ дугогасительной катушки. Для оценки активного тока утечки необходимо задать параметрам следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***cos φ*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** Определение направления для короткого замыкания на землю еще более затруднено тем, что намного больший реактивный ток, емкостной или индуктивный, накладывается на незначительный активный ток утечки. Поэтому, в зависимости от конфигурации сети и неточности оценки, результирующий ток замыкания на землю, подводимый к устройству, может значительно изменяться в своем значении и фазовом угле. Однако, устройство должно оценивать только активную составляющую тока замыкания на землю. Это требует чрезвычайно высокой точности, особенно в отношении измерения фазового угла всех измерительных трансформаторов. Более того, устройство не должно быть очень чувствительным. Ожидать надежное измерение направления можно, только обеспечив подключение к трансформатору тока нулевой последовательности. Для задания параметра **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** используется следующее эмпирическое правило: Установить значение пуска только для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом использовать можно только активную составляющую тока утечки. Параметр **Порог. значение 3I0>** также можно установить для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом здесь можно использовать весь ток НП.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Изолированная	Для определения направления в сети с изолированной нейтралью решающим является емкостный реактивный ток замыкания на землю 3I0 · sin φ. Для оценки емкостного реактивного тока замыкания на землю задайте следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***sin φ*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** В изолированной сети емкостные токи замыкания на землю всей электрически связанной сети в случае короткого замыкания на землю протекают через точку измерения. Ток замыкания на землю поврежденного фидера компенсируется в точке измерения. Выбирается значение пуска параметров **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** и **Порог. значение 3I0>** для половины емкостного тока замыкания на землю, который протекает через точку измерения.
Заземление через сопротивление	Для определения направления в сети, заземленной через сопротивление, решающим является активно-индуктивный ток замыкания на землю. Для оценки этого тока короткого замыкания задайте следующие параметры: • **Метод опред.направл.** = ***cos φ*** • **Корректировка φ** = ***-45,0°*** Задайте параметры **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** и **Порог. значение 3I0>** равными значению, которое меньше минимально возможного тока замыкания на землю.

Параметр: Уг.α1 огр.обл.направл., Уг.α2 огр.обл.направл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** = ***2°***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Уг.α2 огр.обл.направл.** = ***2°***

Указать угол ограничения диапазона направления можно с помощью параметров **Уг.α1 огр.обл.направл.** и **Уг.α2 огр.обл.направл.**. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные 2°.

В сети с заземленной нейтралью через дугогасительную катушку в фидерах с очень большим реактивным током может оказаться целесообразным установить несколько большее значение угла α1, чтобы избежать ложных пусков из-за погрешностей трансформатора и алгоритма.

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:103) Порог. значение U0>** = ***30,000 V***

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет установить чувствительность по напряжению нулевой последовательности ступени. Установите пороговое значение менее, чем минимальное абсолютное значение напряжения нулевой последовательности U0, которе должно определяться.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,00 c***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Для получения измерений стабильного состояния определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется состоянием сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:6) Задержка срабатывания`** = ***`2,0 c`***

Заданное время **`Задержка срабатывания`** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.8.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`3I0> cos/sinφ#`				
_:1	3I0> cos/sinφ#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> cos/sinφ#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	3I0> cos/sinφ#:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	3I0> cos/sinφ#: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:110	3I0> cos/sinφ#:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да
_:108	3I0> cos/sinφ#:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:109	3I0> cos/sinφ#:Метод опред.направл.		• cos φ • sin φ	cos φ
_:107	3I0> cos/sinφ#:Корректировка φ		-45 ° до 45 °	0 °
_:102	3I0> cos/sinφ#:Мин.пол. 3I0>опр.нпрвл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.150 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.150 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.030 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.150 A
_:105	3I0> cos/sinφ#:Уг.α1 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:106	3I0> cos/sinφ#:Уг.α2 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:101	3I0> cos/sinφ#:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	3I0> cos/sinφ#:Порог. значение U0>		0.300 В до 340.000 В	51.960 В
_:104	3I0> cos/ sinφ#: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	3I0> cos/ sinφ#:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.8.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> cos/sinφ#			
_:81	3I0> cos/sinφ#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	3I0> cos/sinφ#:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> cos/sinφ#:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> cos/sinφ#:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> cos/sinφ#:Исправно	ENS	O
_:60	3I0> cos/sinφ#:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> cos/sinφ#:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> cos/sinφ#:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> cos/sinφ#:Работа	ACT	O

6.8.6 Информация об использовании для обнаружения перемежающихся повреждений на землю

Ступень типа **3I0> с измеренным значением cos φ или sin φ**может использоваться для обнаружения направления перемежающегося повреждения на землю. Многолетний опыт непосредственной эксплуатации и полевые испытания показали, что определение направления данной ступени обеспечивает надежное определение направления пиковых значений тока. Между пиковыми значениями тока обнаруженное направление имеет значение *неизвестно*. Для генерирования срабатывания или аварийного сообщения можно проанализировать отдельные пуски ступени (каждый направленный пуск соответствует пиковому значению тока) в зависимости от времени или подсчитать их через дополнительную пользовательскую логику (график CFC).

Также результат можно получить через пользовательскую логику с помощью второй направленной ступени, которая работает в обратном направлении, а также как ступень U0.

Третья направленная ступень может работать параллельно для обнаружения постоянных повреждений на землю.

Далее поясняются некоторые уставки, необходимые для этого применения (обнаружение перемежающихся повреждений на землю):

- Параметр: **(_:102) Задержка на возврат**

  Функция должна обрабатывать промежуточные процессы как одно повреждение на землю. Для этого необходимо, чтобы сообщение *Замыкание на землю* не выпадало между 2 последовательными пиковыми значениями тока. Для этого применяется параметр **Задержка на возврат** (FB **общие**). Подходящим значением задержки на возврат является 1 с.

- Параметр: **(_:104) Выд.врем.опр.направл.**

  Для определения направления задайте задержку 0 с, чтобы можно было определить направление пиков тока.

- Параметр: **(_:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** и **(_:106) Уг.α2 огр.обл.направл.**

  Пиковые значения тока показывают возвратный компонент сопротивления. Данные параметры позволяют ограничить характеристику направления и обеспечить надежный результат определения направления.

  Для обоих параметров Siemens рекомендует задать значение 10°.

- Параметр: **(_:110) Блок.после ликв.повр.**

  Для активации постоянного и немедленного обнаружения пиков тока отключите блокировку после подавления замыкания.

Для перемежающихся повреждений на землю учитывать другие параметры не требуется. Данные значения можно задать идентично обнаружению постоянных повреждений на землю.

6.8.7 Ступень защиты от замыканий на землю в переходных процессах

6.8.7.1 Описание

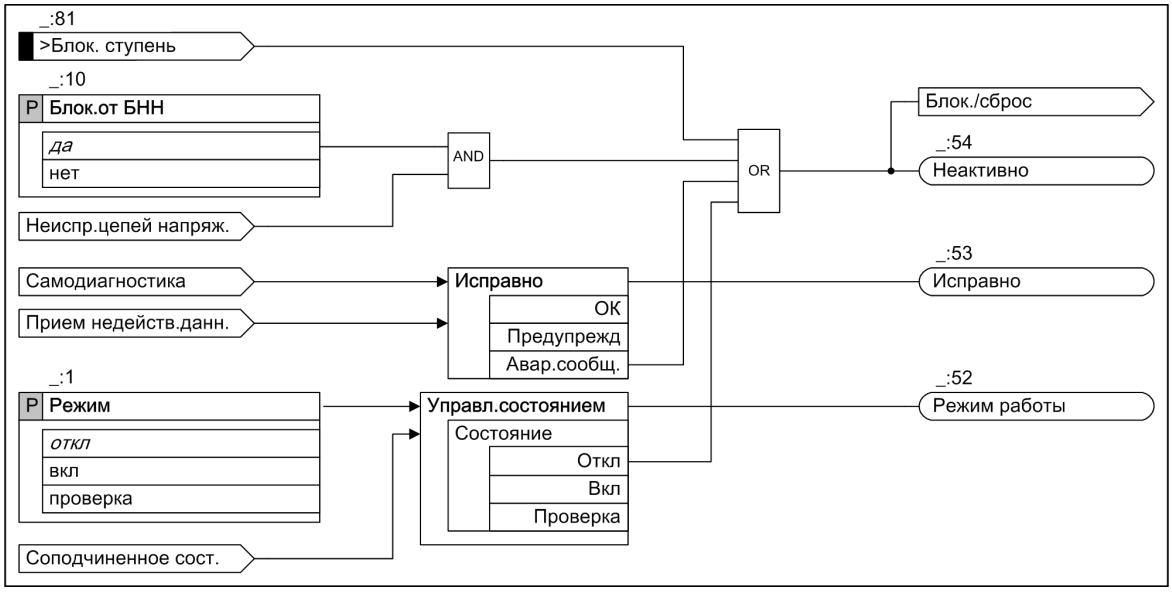
Обзор

Замыкания на землю, возникающие в системах с изолированной или компенсированной нейтралью, часто являются не устойчивыми перемежающимися дуговыми замыканиями. Такие повреждения характеризуются многочисленными пробоями за короткий промежуток времени. Для обнаружения направления протекания тока 3I0 при таких замыканиях требуется применять специальный метод измерения. Традиционные методы, основанные на вычислении векторов тока, не подходят. Даже при кратковременных замыканиях на землю в исправных фазах обычно возникают высокочастотные процессы. Терминал способен определять направление протекания тока замыкания во время переходного процесса. Интегральный элемент метода измерения обеспечивает высокий уровень чувствительности и стабильность от паразитных сигналов в системе нулевой последовательности.

В силу того что устойчивые замыкания на землю также начинаются с переходного процесса в исправных фазах, такие повреждения также будут обнаруживаться.

Данный метод больше всего подходит для использования в замкнутых контурах или в сложных системах. Рабочие, циркулирующие токи нулевой последовательности учитываются при измерении и не влияют на результат определения направления.

Логика работы ступени защиты



[lostuwis-240113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-131 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

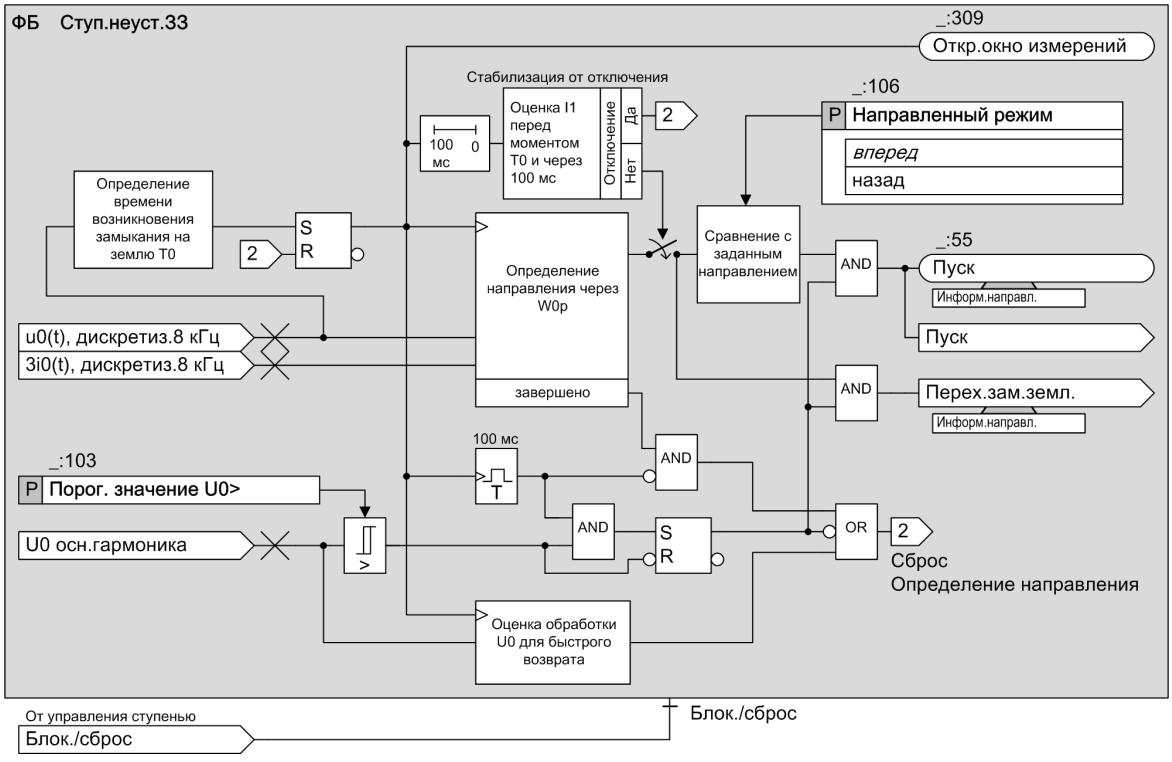
Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- От **ФБ ПоврЦепНапр**.
- При приеме сигнала *>Открыт* в **ФБ Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы **ФБ ПоврЦепНапр** блокировал или не блокировал ступень.

Логика функционала перемежающихся замыканий на землю



[lowisfut-240113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-132 Логическая схема работы защиты от перемежающихся замыканий на землю

Измеряемые величины, метод измерения

Значения напряжения и тока нулевой последовательности измеряются непосредственно или вычисляются из фазовых величин. Для возможности получения измеренных значений необходимо

- ТН, вторичные обмотки которого собраны в разомкнутый треугольник
- Подключить фазные ТТ по схеме Холмгрина или отдельный ТТ нулевой последовательности

Измеренное напряжение от ТН преобразуется в напряжение нулевой последовательности U_0.

Для определения момента замыкания на землю T0 используются мгновенные значения напряжения нулевой последовательности u0(t) с частотой дискретизации 8 кГц.

Для определения направления также используются мгновенные значения u0(t) и 3i0(t) с частотой дискретизации 8 кГц.

Превышение действующим значением основной гармоники U0 уставки Порог. значение U0> разрешает направленный пуск защиты и служит для отстройки от переходных процессов при коммутациях в сети.

Симметричные составляющие прямой последовательности тока и напряжения также служат для отстройки от переходных процессов при коммутациях в сети.

Действующие значения основной гармоники U0 и 3I0 используются в опциональной логике отключения.

Рабочие, т. е. циркулирующие токи нулевой последовательности, могут возникать в замкнутых контурах или в сложных системах. Такой тип токов нулевой последовательности также присутствует в случае неисправности устройства и может искажать результат определения направления. Таким образом, рабочий ток нулевой последовательности устраняется.

Определение времени появления замыкания на землю

Алгоритм использует оценку мгновенных значений напряжения нулевой последовательности. Алгоритм работает постоянно, независимо от того превысило ли действующее значение основной гармоники U0 уставку Порог. значение U0 или нет. Если произошло замыкание на землю, алгоритм открывает окно измерений для определения направления. Об открытии окна определения направления сигнализирует сообщение *(_:309) Откр.окно измерений* (в ФБ **Общие данные**). Точное определение времени возникновения замыкания на землю T0 является решающим фактором для правильного определения направления.

Определение направления

Для определения направления рассчитывается активная энергия нулевой последовательности. После того как обнаружено возникновение замыкания на землю, активная энергия рассчитывается приблизительно за 1 период. Если активная энергия нулевой последовательности — отрицательная, присутствует повреждение в прямом направлении, в противном случае — повреждение в обратном направлении.

Сообщение о результате определения направления, пуск

Определение момента возникновения замыкания на землю и направления всегда выполняется с максимальной чувствительностью. Используя параметр **Порог. значение U0>**, можно определить чувствительность органа направления мощности и ступени в целом.

Если значение напряжения U0 нулевой последовательности с основной гармоникой превышает соответствующее пороговое значение (параметр **Порог. значение U0>**) в течение 100 мс после обнаружения замыкания на землю, появится сообщение с результатом направления. Таким образом, будет также зарегистрировано замыкание на землю с высоким сопротивлением, для которого значения системы нулевой последовательности будут расти медленно, и, по этой причине, возникновение короткого замыкания на землю обнаруживается заметно раньше, чем по критерию превышения параметризованного порогового значения.

Результат определения направления сообщается функции через *(_:302) Замыкание на землю* функционального блока **Общая информация**. Это сообщение передается независимо от уставки направленности.

Если определенное направление соответствует направлению, заданному параметрами (параметр **Направленный режим**), происходит пуск.

Отстройка от переходных режимов при коммутациях

Операции коммутации в защищаемой системе могут вызывать переходные процессы, характеризующиеся появлением тока и напряжения нулевой последовательности Чтобы избежать ложных срабатываний необходимо отстраиваться от подобных режимов.

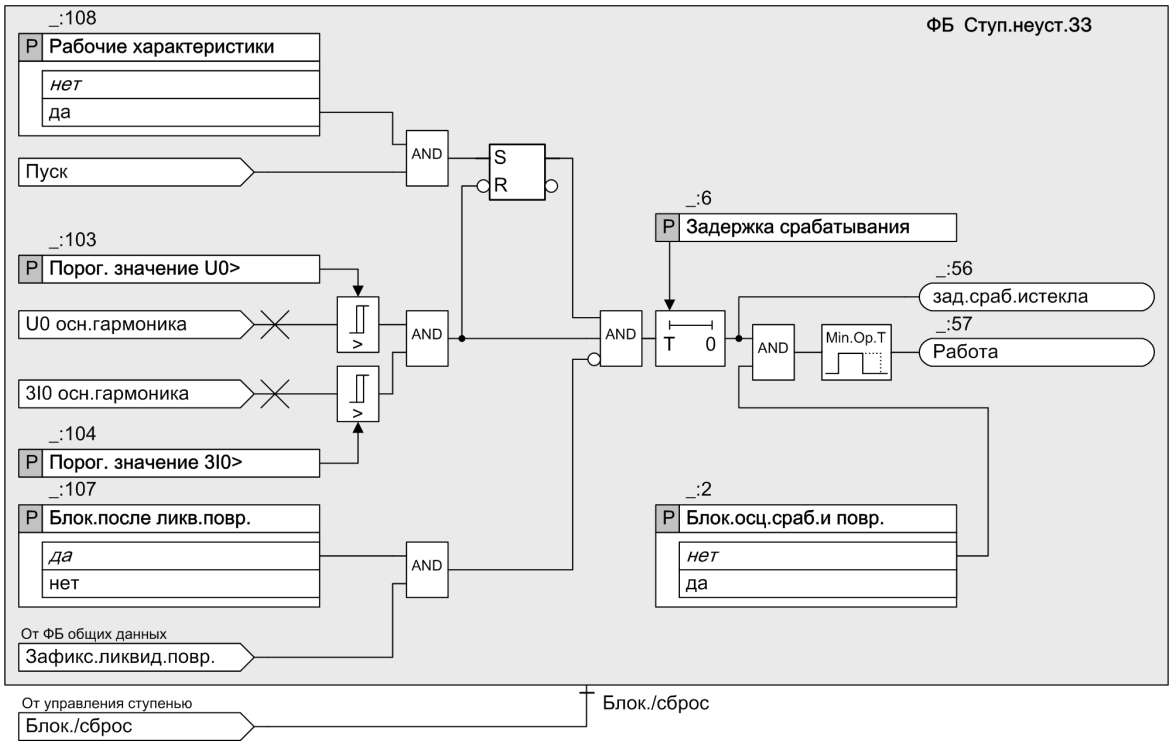
Значение напряжения U0 нулевой последовательности с основной гармоникой не зависит от переключений и, таким образом, является хорошим критерием для различения короткого замыкания на землю в процедуре переключения. Состояние системы, при котором действующее значение основной гармоники превышает порог **Порог. значение U0>** позволяет однозначно утверждать о наличии повреждения.

Для редких случаев, при которых высокие напряжения нулевой последовательности возникают в течение длительных периодов времени после выключения фидера или линии, критерий на основе существующей системы прямой последовательности также является эффективным. Этот критерий сравнивает ток существующей системы прямой последовательности до и после переходного процесса, и, таким образом обнаруживает отключение. В случае определения отключения результат работы органа направления мощности не сообщается.

При использовании механизмов отстройки от переходных процессов результат работы органа направления мощности сообщается через 100 мс после начала замыкания на землю. Таким образом, срабатывание происходит с задержкой в 100 мс.

Если ступень используется в 1-фазной функциональной группе, дополнительный критерий с применением тока прямой последовательности не является эффективным.

Логика отключения от защиты



[loauswis-240113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-133 Логическая схема отключения

В большинстве случаев защита от перемежающихся замыканий на землю используется только для указания направления. Поэтому, обычно, логика отключения не требуется и остается отключенной. Тем не менее, данная ступень также может использоваться для отключения постоянных замыканий на землю. Для этого следует включить дополнительную логику отключения с помощью параметра **Рабочие характеристики**. Если действующие значения V0 и 3I0 с гармоникой превышают установленные параметры срабатывания, после пуска защиты начинается отсчет времени на срабатывание (параметр **Задержка срабатывания**). Для запуска таймера срабатывания действующие значения основной гармоники и тока и напряжения нулевой последовательности должны превышать соответствующие уставки. При этом выдается сообщение зад.сраб.истекла. Если параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** установлен равным ***нет***, выдается сообщение Работа.

Блокирование пуска после ликвидации повреждения

Устранение замыкания на землю может быть распознано быстрее при использовании оценки мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, чем вернется основной орган U0 ступени. Орган определения ликвидации повреждения (см. блок функций **Общие сведения**) блокирует

выдержку времени отключения. Этот механизм ускоренной блокировки включается/выключается с помощью параметра **Блок.после ликв.повр.**.

6.8.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Рабочие характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:108) Рабочие характеристики** = ***нет***

Если ступень перемежающихся замыканий на землю используется только для указания направления, данная дополнительная логика отключения не требуется и остается отключенной. Если ступень перемежающихся замыканий на землю используется также для отключения устойчивых повреждений, данная опциональная логика отключений активна. Срабатывание ступени запускает задержку отключения.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* блока функций **Выключатель трансформатора напряжения** подключается к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, задержка отключения сбрасывается после обнаружения ликвидации повреждения. Соответственно, если задержка отключения установлена на короткий период, исключается возможность излишней работы функции. Причина излишней работы функции может заключаться в более медленном затухании процессов в системе нулевой последовательности после устранения повреждения. Siemens рекомендует сохранить эту настройку, если ступень используется для отключения. Если вы используете ступень только для регистрации, вы можете отключить блокировку.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:106) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:103) Порог. значение U0>** = ***15,000 V***

Используя параметр **Порог. значение U0>**, можно задать чувствительность для сообщения направления и срабатывания ступени.

Следует отметить, что чувствительность самого определения направления, таким образом, не изменилась. Определение направления всегда действует с максимальной чувствительностью.

Если также требуются сообщения о замыканиях на землю с высоким сопротивлением, можно установить очень высокую чувствительность, например **Порог. значение U0>** = ***5 В***.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:104) Порог. значение 3I0>** = ***0,030 А***

Уставка имеет значение только для дополнительной логики для отключения постоянных замыканий на землю. Выберите настройку таким образом, чтобы статический ток короткого замыкания на землю превышал пороговое значение.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

Уставка параметра **Задержка срабатывания** зависит от конкретных условий применения. Убедитесь в том, что срабатывание задерживается на 100 мс в отношении времени возникновения замыкания на землю.

6.8.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Перемеж.ЗЗ #				
_:1	Перемеж.ЗЗ #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Перемеж.ЗЗ #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	Перемеж.ЗЗ #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:107	Перемеж.ЗЗ #:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да
_:108	Перемеж.ЗЗ #:Рабочие характеристики		• нет • да	нет
_:106	Перемеж.ЗЗ #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:103	Перемеж.ЗЗ #:Порог. значение U0>		0.300 В до 340.000 В	15.000 В
_:104	Перемеж.ЗЗ #:Порог. значение 3I0>	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.150 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.150 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.030 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.150 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:6	Перемеж.33 #:Задержка срабаты-вания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

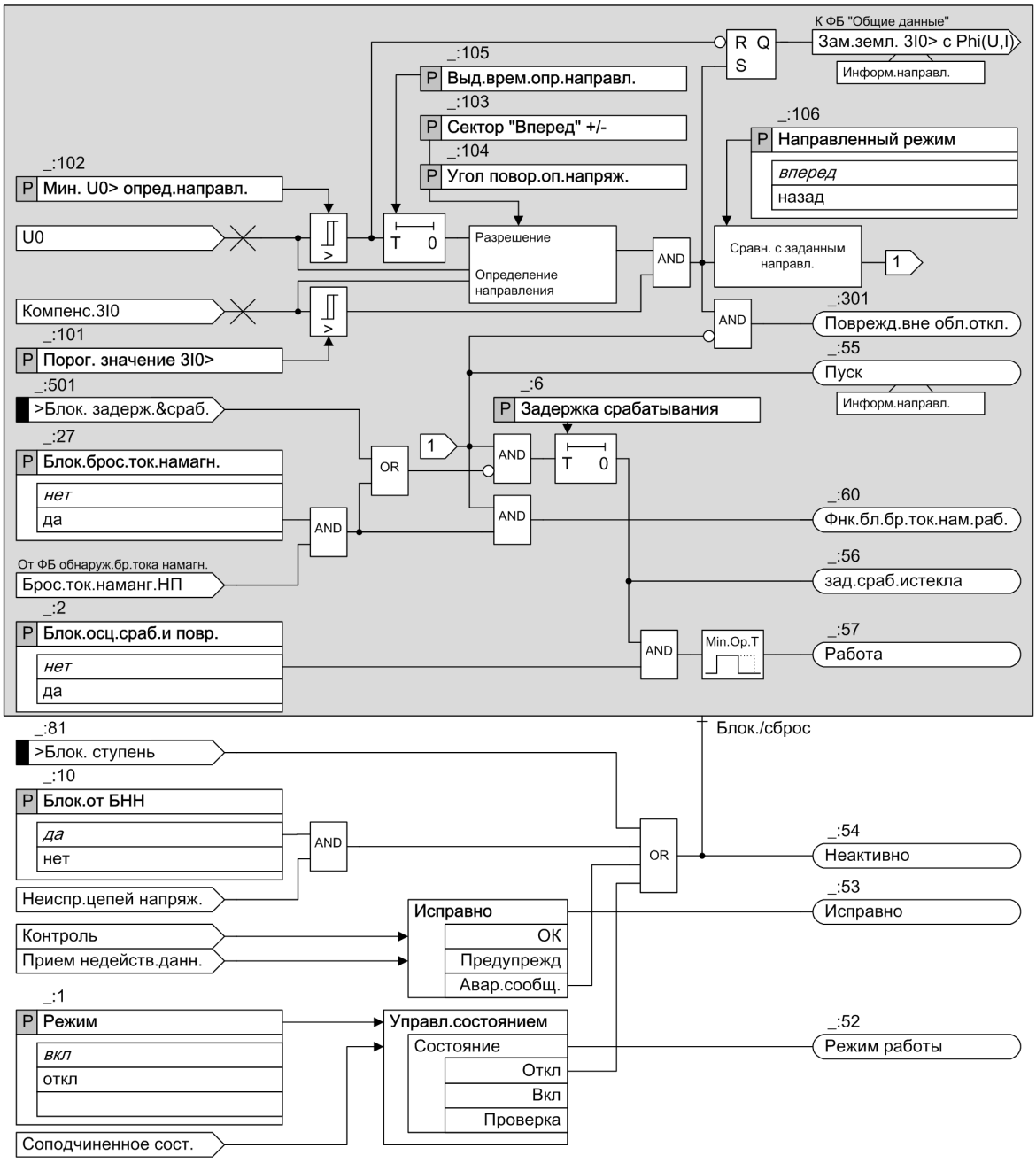
6.8.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Перемеж.33 #			
_:81	Перемеж.33 #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Перемеж.33 #:Неактивно	SPS	O
_:52	Перемеж.33 #:Режим работы	ENS	O
_:53	Перемеж.33 #:Исправно	ENS	O
_:55	Перемеж.33 #:Пуск	ACD	O
_:56	Перемеж.33 #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Перемеж.33 #:Работа	ACT	O

6.8.8 Ступень направленной максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I)

6.8.8.1 Описание

Логика



[lo_dir sens GFP 3I0 phi VI, 2, ru_RU]

Рисунок 6-134 Логическая схема направленной ступени максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I)

Определение значения U0

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U0. Если остаточное

напряжение не доступно устройству, оно вычисляется из нулевой последовательности фазных напряжений.

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала

Определение значения 3I0

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного измерительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

В зависимости от уставок параметров **Тип подключения** и **Точка измер. I 3ф**, а также используемых модулей токовых входов, диапазон измерений и диапазоны уставок будут отличаться (для более подробной информации обратитесь к главе *6.8.5.1 Описание*, Обнаружение замыкания на землю, пуск).

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Порог. значение 3I0>** и абсолютное значение напряжения U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Мин. U0> опред.направл.**, ступень определяет замыкание на землю. Определение направления (см. следующий пункт) начинается с превышения порогового значения напряжения нулевой последовательности. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение. Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**).

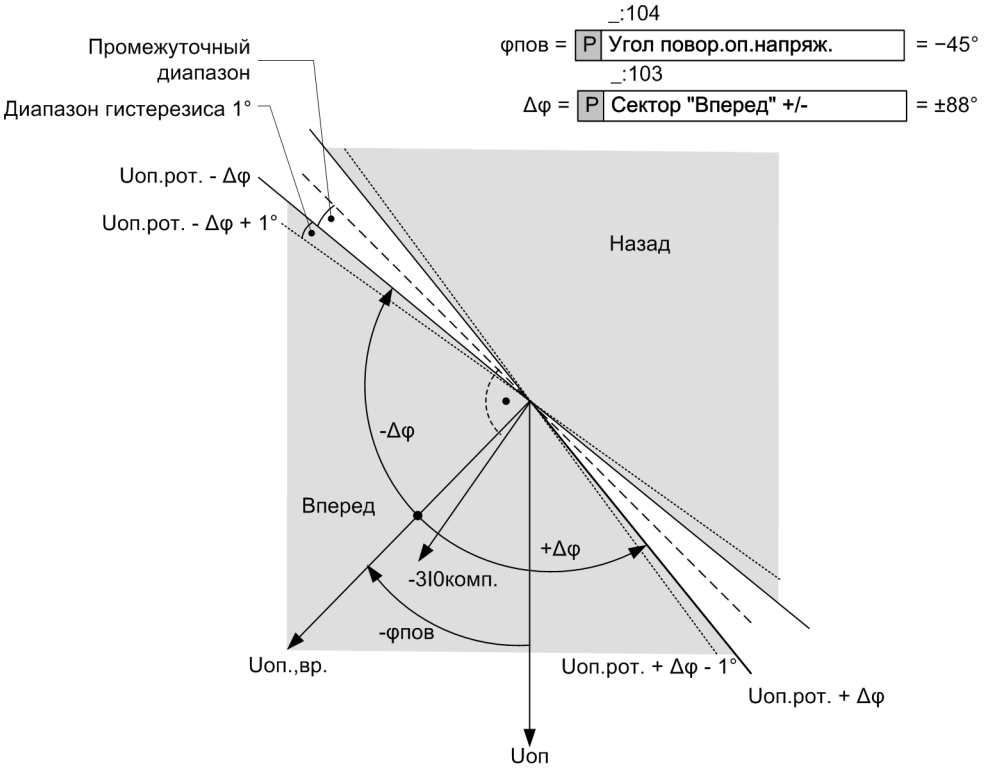
Пока результат определения направления совпадает с выбранным (параметр **Направленный режим**), ступень будет пущена.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение Порог. значение U0>. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**.

Определение направления производится путем определения фазового угла между компенсированным на угловую погрешность током замыкания на землю 3I0комп и повернутым напряжением нулевой последовательности, обозначаемым далее в качестве опорного напряжения $U_{опорн,поверн}$. Угол поворота опорного напряжения определяет параметр **Угол повор.оп.напряж.**. Угол поворота должен задаваться таким образом, чтобы опорное напряжение совпадало с вектором тока замыкания на землю -3I0комп. В этом случае результат определения направления будет максимально надежным.

Повернутое опорное напряжение $U_{опорн,поверн}$ и параметр **Сектор "Вперед" +/-** определяют сектор направленности защиты в направлении вперед, см. *Рисунок 6-135*. Данный сектор определяется как зона ± Δφ вокруг повернутого опорного напряжения, $U_{опорн,поверн}$. Значение ± Δφ задается параметром **Сектор "Вперед" +/-**. Если вектор -3I0 тока замыкания на землю находится в этой зоне, устройство определяет направление "вперед". В зоне зеркально отраженной устройство определяет направление «назад». В промежуточной зоне направление является неопределенным.



[dw_SGF 90 rotation directivity, 1, ru_RU]

Рисунок 6-135 Определение направления

1. 1-й параметр = **`Угол повор.оп.напряж.`**
2. 2-й параметр = **`Сектор "Вперед" +/-`**

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Блокировка ступени при исчезновении измеряемого напряжения

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- От **ФБ ПоврЦепНапр**.
- При приеме сигнала *>Открыт* в **ФБ Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы **ФБ ПоврЦепНапр** блокировал или не блокировал ступень.

Блокировка выдержки времени

Чтобы запретить пуск выдержки времени и сигнал срабатывания, используется входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **`Блок.брос.ток.намагн.`** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал

срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.8.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **функция Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**
- При приеме сигнала *>Открыт* в ФБ **Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:106) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Угол повор.оп.напряж.,Сектор "Вперед" +/-

- Уставка по умолчанию **(_:104) Угол повор.оп.напряж.** = ***-45°***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***88°***

Характеристика направленности, т.е. расположение диапазонов направлений вперед и назад, устанавливается с помощью параметров **Угол повор.оп.напряж.** и **Сектор "Вперед" +/-**. С их помощью задается характеристика направленности в условиях сети или режима работы нейтрали.

Стандартные уставки параметра **Угол повор.оп.напряж.**:

- Заземление нейтрали через дугогасительную катушку: 0°
- Сеть с изолированной нейтралью: +45°
- Сеть с заземленной нейтралью: -45°

Параметр **Сектор "Вперед" +/-** обычно можно оставить таким, каким он задан по умолчанию. Целесообразным будет уменьшение секции "вперед" на несколько градусов, например, в сети с заземленной нейтралью через дугогасительную катушку с длинными кабельными фидерами, которые образуют высокоемкостные токи повреждения.

Параметр: Мин. U0> опред.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Мин. U0> опред.направл.** = ***2,000 V***

С помощью параметра **Мин. U0> опред.направл.** определяется минимальное напряжение U0, необходимое для разрешения определения направления, которое должно быть достигнуто в пределах выдержки времени **Выд.врем.опр.направл.**.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:101) Порог. значение 3I0>** = ***0,050 A***

Параметр **Порог. значение 3I0>** позволяет задать чувствительность по току замыкания на землю ступени. Задайте пороговое значение меньше минимального абсолютного значения тока замыкания на землю 3I0, которое нужно определить.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,10 c***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Для получения измерений стабильного состояния определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется состоянием сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 c***

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.8.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> φ(UI) #				
_:1	3I0> φ(UI) #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> φ(UI) #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	3I0> φ(UI) #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	3I0> φ(UI) #: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:106	3I0> φ(UI) #:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед

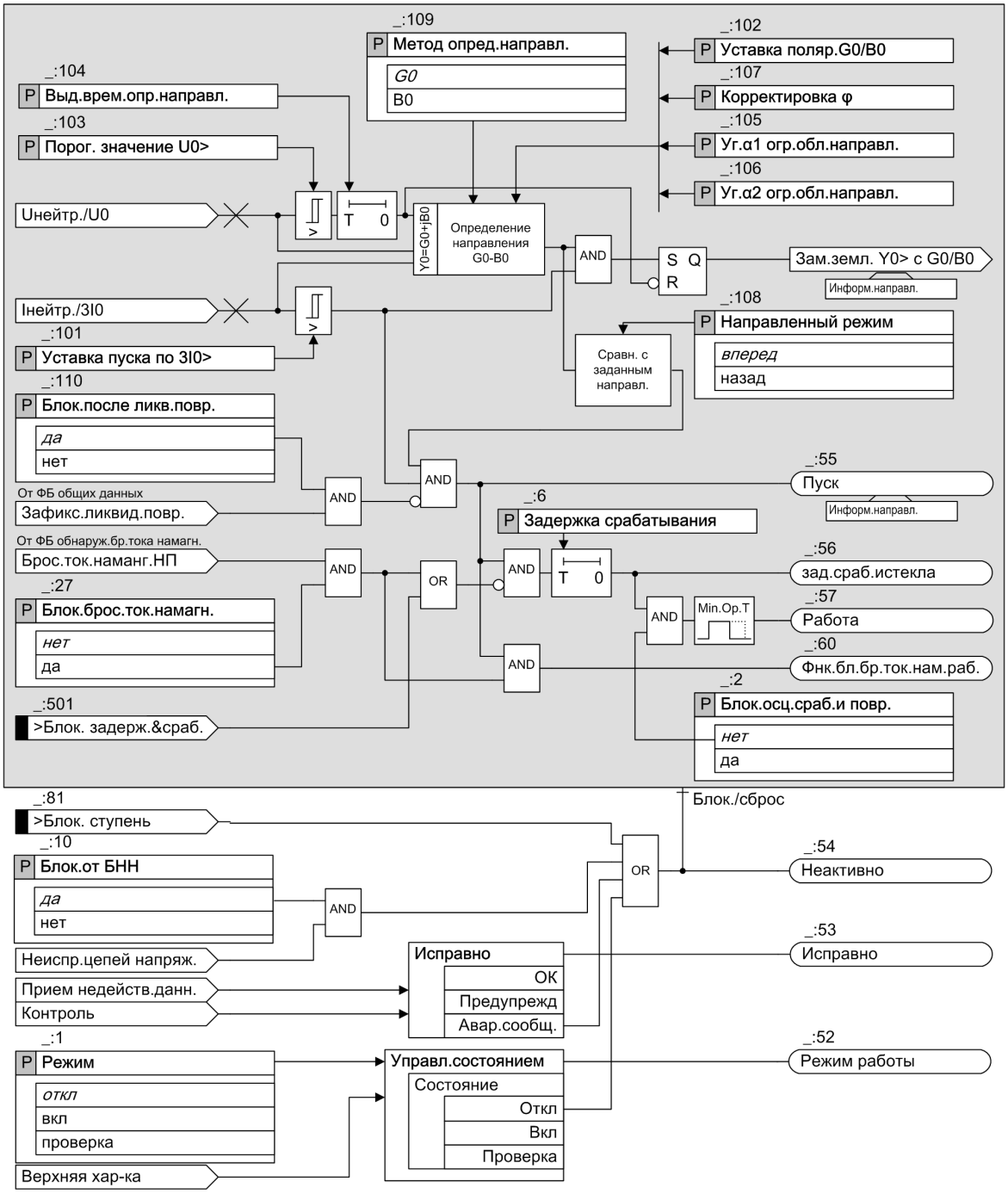
Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:104	3I0> φ(UI) #:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	-45 °
_:103	3I0> φ(UI) #:Сектор "Вперед" +/-		0°до90 °	88 °
_:102	3I0> φ(UI) #:Мин. U0> опред.направл.		0.300 В до 340.000 В	3.464 В
_:101	3I0> φ(UI) #:Порог. значение 3I0>	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.250 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 175.000 А	0.250 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А
_:105	3I0> φ(UI) #: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	3I0> φ(UI) #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.8.8.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> φ(UI) #			
_:81	3I0> φ(UI) #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	3I0> φ(UI) #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> φ(UI) #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> φ(UI) #:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> φ(UI) #:Исправно	ENS	O
_:301	3I0> φ(UI) #:Поврежд.вне обл.откл.	SPS	O
_:60	3I0> φ(UI) #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> φ(UI) #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> φ(UI) #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> φ(UI) #:Работа	ACT	O

6.8.9 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением G0 или B0

6.8.9.1 Описание



[LoY0G0B0-300713-01, 3, ru_RU]

Рисунок 6-136 Логическая схема направленной ступени максимальной токовой защиты с измерением G0 или B0

Определение значения U0

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U0. Если остаточное

напряжение не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей UA, UB и UC, используя характеристическое уравнение.

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала

Определение значения 3I0, G0, B0

Функцией обычно оценивается измеряемый с высокой чувствительностью ток на землю 3I0 через трансформатор тока нулевой последовательности, и этот ток преобразуется с напряжением V0 в полную проводимость Y0 = G0 + jB0. Поскольку диапазон измерений чувствительного измерительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

Функция работает с дискретизированными значениями основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала. Методы измерения характеризуются высокой точностью и нечувствительностью к гармоникам, особенно к 3-й и 5-й, которые часто присутствуют в токе замыкания на землю.

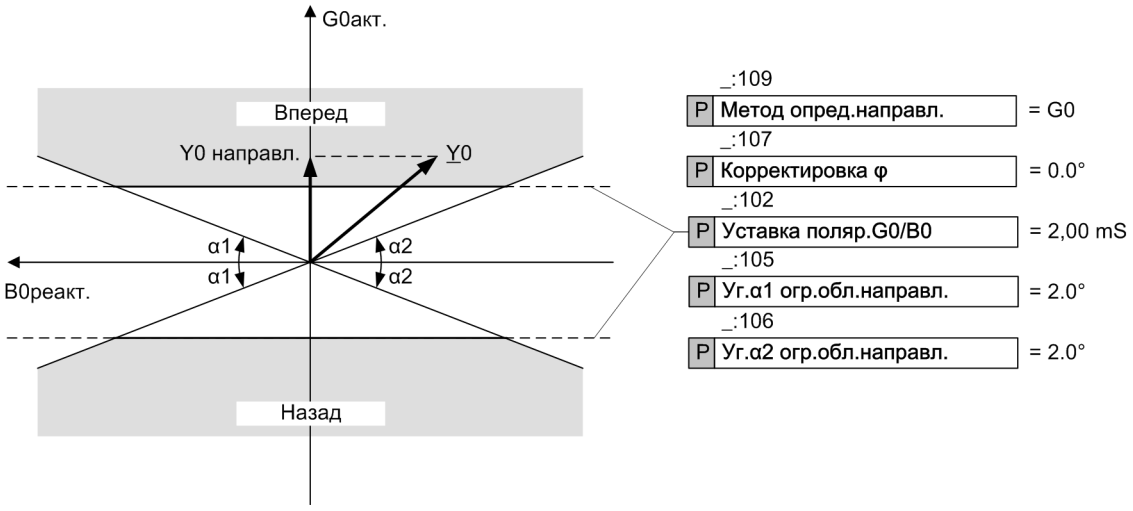
Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Уставка пуска по 3I0>** и абсолютное значение напряжения V0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Порог. значение U0>**, ступень распознает замыкание на землю. Вычисление G0 или B0 начинается с превышения пороговых значений, а затем выполняется определение направления (см. дальше). Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**). Если результат определения направления соответствует заданному направлению (параметр **Направленный режим**), ступень запускается.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение Порог. значение U0>. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение.

На следующем рисунке приведен пример определения направления для метода G0 с углом коррекции прямого направления равным 0 (параметр **Корректировка φ**). Пример подходит для определения направления замыкания на землю в системе с компенсированной нейтралью, где значение G0 является основным при определении направления.



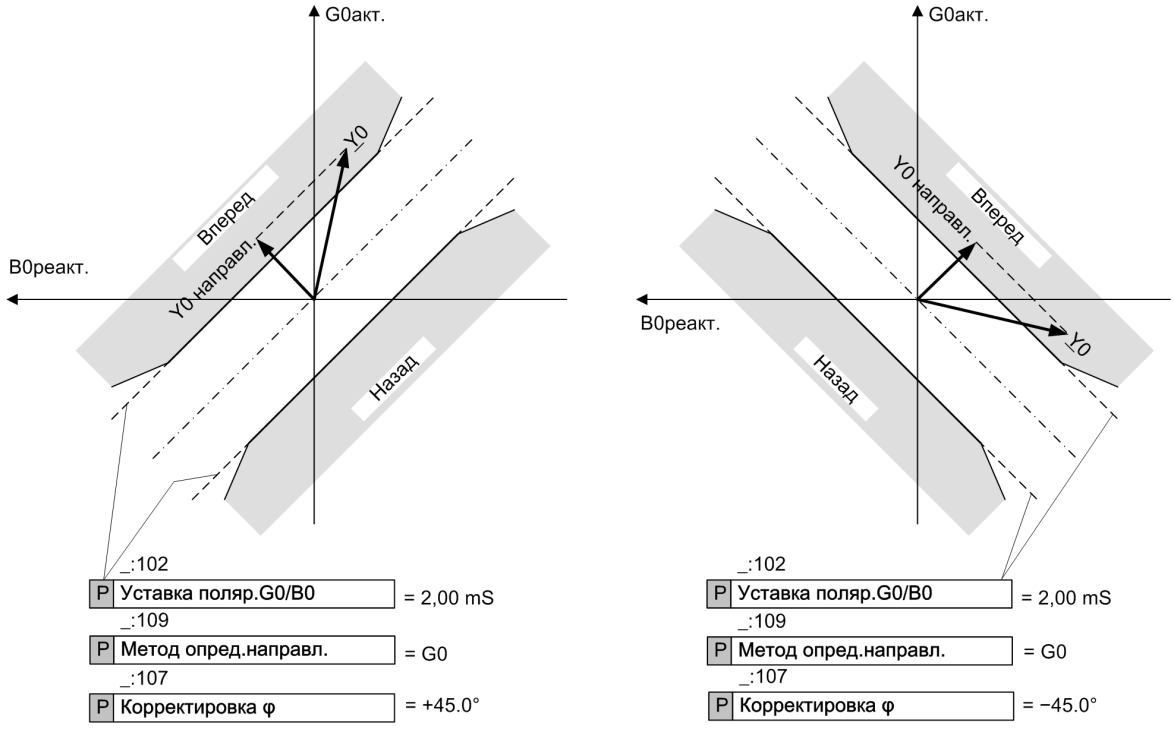
[DwY0Dire-171012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-137 Определение направления для измерения G0

Напряжение нулевой последовательности V0 является опорным и совпадает с осью активной проводимости G0. В этом примере ось симметрии совпадает с (реактивной) осью B0. Для определения направления компонент полной проводимости, перпендикулярный установленной оси симметрии, является основным G0направл (=Y0направл). В данном примере это активный компонент **G0актив** полной проводимости Y0. Активная проводимость G0направ. (здесь = G0акт.) рассчитывается и сравнивается со значением уставки **`Уставка поляр.G0/B0`**. Если активная проводимость G0направ. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "вперед". Если активная проводимость G0направ. превышает отрицательное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

С помощью параметров **`Уг.α1 огр.обл.направл.`** и **`Уг.α2 огр.обл.направл.`** можно ограничить зону направленности так, как показано на рисунке *Рисунок 6-138*. При использовании этого метода определение направления гарантируется в случае высоких значений тока в направлении оси симметрии.

Ось симметрии может быть повернута на угол корректировки (параметр **`Корректировка φ`**) в диапазоне ±45. Благодаря этому можно достичь максимальной чувствительности для систем с активно-индуктивной нейтралью путем поворота характеристики на -45°. Для случая с электрическими машинами, подключенными к шинам системы с изолированной нейтралью, самой высокой чувствительности в активно-емкостной области можно добиться с помощью поворота на +45° (см. следующий рисунок).

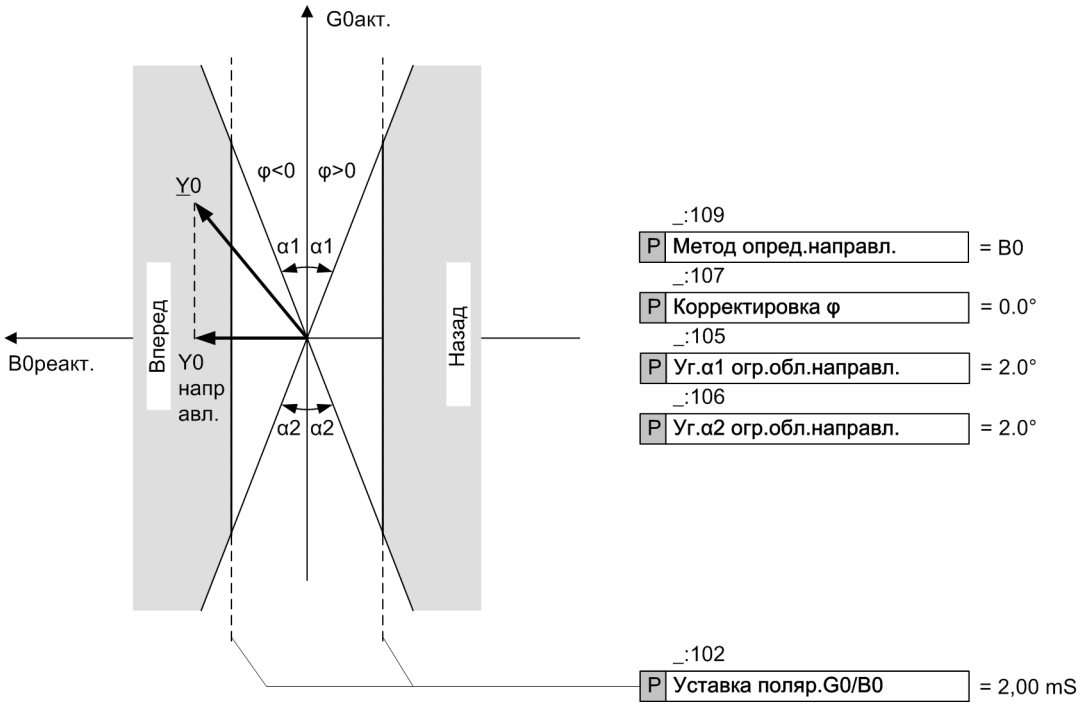


[DwY0meas-171012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-138 Повороты направленной характеристики при измерении G0 с коррекцией угла

Если установить параметр **`Метод опред.направл.`** в B0 и параметр **`Корректировка φ`** в ***0***, ось симметрии совпадет с осями G0 и V0. Так как компонент полной проводимости Y0, перпендикулярный = оси симметрии, является решающим (B0направ. (=Y0направ.)), здесь в определении направления используется реактивная проводимость B0. Если реактивная проводимость B0направ. (B0реакт.) превышает отрицательное значение уставки **`Уставка поляр.G0/B0`**, направление определяется как "вперед". Если реактивная проводимость B0направ. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

Такое измерение направления подходит для определения направления замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью.



[DwSiCoY0-011112-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-139 Определение направления для измерения B0

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Блокировка ступени при исчезновении измеряемого напряжения

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- От **ФБ ПоврЦепНапр**.
- При приеме сигнала *>Открыт* в **ФБ Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы ФБ ПоврЦепНапр блокировал или не блокировал ступень.

Блокирование пуска после ликвидации повреждения

Устранение повреждения может быть распознано быстрее при использовании мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, чем вернется основной орган U0 ступени. В этом случае пуск ступени можно заблокировать быстрым органом определения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Параметр **`Блок.после ликв.повр.`** включает или отключает ускоренное обнаружение устранения повреждения.

Блокировка выдержки времени

Чтобы запретить пуск выдержки времени и сигнал срабатывания, используется входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.8.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* блока функций **Выключатель трансформатора напряжения** подключается к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:110) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, пуск блокируется после обнаружения ликвидации повреждения. При этом после устранения повреждения случаи пуска исключаются благодаря процессам затухания в системе нулевой последовательности. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:108) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Метод опред.направл., Корректировка φ, Уставка поляр.G0/B0, Уставка пуска по 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:109) Метод опред.направл.** = *G0*
- Уставка по умолчанию **(_:107) Корректировка φ** = *0,0°*
- Уставка по умолчанию **(_:102) Уставка поляр.G0/B0** = *2,00 мс*
- Уставка по умолчанию **(_:101) Уставка пуска по 3I0>** = *0,002 A*

Эти параметры служат для задания характеристики направленности ступени. Используемая характеристика направленности зависит от режима работы нейтрали сети.

Обратите внимание, что по существу для определения направления решающим является компонент полной проводимости, перпендикулярный установленной характеристике направленности, см. главу *6.8.9.1 Описание*. Этот компонент полной проводимости сравнивается с пороговым значением **Уставка поляр.G0/B0**. И наоборот, абсолютное значение тока 3I0 сравнивается с параметром **Уставка пуска по 3I0>**.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Заземлено	Для определения направления в сети с заземленной нейтралью через дугогасительную катушку решающим является активный ток утечки 3I0 · cos φ дугогасительной катушки. Для оценки активного тока утечки необходимо задать параметрам следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = *G0* • **Корректировка φ** = *0,0°* Определение направления для короткого замыкания на землю еще более затруднено тем, что намного больший реактивный ток, емкостной или индуктивный, накладывается на незначительный активный ток утечки. Поэтому, в зависимости от конфигурации сети и неточности оценки, результирующий ток замыкания на землю, подводимый к устройству, может значительно изменяться в своем значении и фазовом угле. Однако, устройство должно оценивать только активную составляющую тока замыкания на землю. Это требует чрезвычайно высокой точности, особенно в отношении измерения фазового угла всех измерительных трансформаторов. Более того, устройство не должно быть очень чувствительным. Ожидать надежное измерение направления можно, только обеспечив подключение к трансформатору тока нулевой последовательности. Для задания параметра **Уставка поляр.G0/B0** применяется следующая формула: $G0 > k_{отс} \frac{I_{0актив.}}{\sqrt{3}U_{ном}} + \frac{I_{0мин}}{U0>}$ где: $k_{отс}$: коэффициент отстройки $k_{отс}$ = 1,2 (кабельные сети), $k_{отс}$ = 2,0 (воздушные линии) $I_{0актив.}$: активный компонент тока короткого замыкания на землю (активный ток утечки) защищаемой линии $V_{ном.}$: вторичное номинальное напряжение в исправном состоянии $I_{0мин}$: минимальный ток на землю в исправном состоянии, 5 мА – 10 мА (трансформатор тока нулевой последовательности), 50 мА – 100 мА (трансформатор Холмгрина) V0>: порог пуска для остаточного напряжения ≈ 0,1 $\sqrt{3}U_{ном.}$ Если в дугогасительной катушке используется параллельный резистор Rp, пороговое значение G0 также должно быть меньше, чем: $G0 \leq \frac{1}{k_{отс}} \frac{I_{Rп}}{\sqrt{3}U_{ном}}$ где: $k_{отс}$: коэффициент отстройки ≥ 1,5 $I_{Rп}$: вторичный номинальный ток параллельного резистора $U_{ном}$: вторичное номинальное напряжение в исправном состоянии Параметр **Уставка пуска по 3I0>** можно установить для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом здесь можно использовать весь ток нулевой последовательности.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Изолированная	Для определения направления в сети с изолированной нейтралью решающим является емкостный реактивный ток замыкания на землю 3I0 · sin φ. Для оценки емкостного реактивного тока замыкания на землю задайте следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***B0*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** В системах с изолированной нейтралью замыкание на землю позволит емкостным токам замыкания на землю всей электрически связанной системы, за исключением тока замыкания на землю в самом поврежденном кабеле, протекать через точку измерения, поскольку последние текут непосредственно от места повреждения (т. е. не через точку измерения). Чтобы определить значение пуска для параметра **Уставка поляр.G0/B0**, можно использовать следующую формулу. $B0 \geq \frac{I_{0мин}}{U0>}$ где: $I_{0мин}$: Ток замыкания на землю в нормальном состоянии U0>: порог пуска для напряжения нулевой последовательности ≈ $0{,}02\sqrt{3}U_{ном.}$ В исправном состоянии B0 ≤ 0. Для параметра **Уставка пуска по 3I0>** выберите около половины данного емкостного тока короткого замыкания на землю, протекающего через точку измерения.
Заземление через сопротивление	Для определения направления в системе, заземленной через сопротивление, решающим является активно-индуктивный ток замыкания на землю. Для оценки этого тока короткого замыкания задайте следующие параметры: • **Метод опред.направл.** = ***G0*** • **Корректировка φ**= ***-45,0°*** Для задания параметра **Уставка поляр.G0/B0** используется следующее эмпирическое правило: Установите значение пуска согласно следующей формуле, где может использоваться только активный ток короткого замыкания на землю. $G0 > k_{отс} \frac{I_{0актив.}}{\sqrt{3}U_{ном}} + \frac{I_{0мин}}{U0>}$ где: $k_{отс}$: коэффициент отстройки $k_{отс}$ = 1,2 (кабельные сети), $k_{отс}$ = 2,0 (воздушные линии) $I_{0актив.}$: активный компонент тока короткого замыкания на землю (активный ток утечки) защищаемой линии $U_{ном.}$: вторичное номинальное напряжение в исправном состоянии $I_{0мин}$: минимальный ток на землю в исправном состоянии, 5 мА – 10 мА (трансформатор тока нулевой последовательности), 50 мА – 100 мА (трансформатор Холмгрина) U0>: порог пуска для напряжения нулевой последовательности ≈ $0{,}02\ \sqrt{3}U_{ном.}$ Параметру **Уставка пуска по 3I0>** должно быть задано значение, установленное меньше минимально возможного тока замыкания на землю.

Параметр: Уг.α1 огр.обл.направл., Уг.α2 огр.обл.направл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** = *2°*
- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Уг.α2 огр.обл.направл.** = *2°*

С помощью параметров **Уг.α1 огр.обл.направл.** и **Уг.α2 огр.обл.направл.** вы определяете угол ограничения диапазона направления. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные 2°.

В сети с заземленной нейтралью через дугогасительную катушку в фидерах с очень большим реактивным током может оказаться целесообразным установить несколько большее значение угла α1, чтобы избежать ложных пусков из-за погрешностей трансформатора и алгоритма.

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:103) Порог. значение U0>** = *30,000 V*

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет задать чувствительность по напряжению нулевой последовательности ступени. Пороговое значение должно быть меньше минимального значения напряжения НП U0, которое нужно определить.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Выд.врем.опр.направл.** = *0,10 c*

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Для получения измерений стабильного состояния определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется состоянием сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Заданное время **(_:6) Задержка срабатывания** = *2.0 c*

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.8.9.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Y0> G0/B0				
_:1	Y0> G0/B0:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Y0> G0/ B0:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	Y0> G0/B0:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	Y0> G0/ B0: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:110	Y0> G0/B0:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да
_:108	Y0> G0/B0:Направленный режим		• вперед • назад	вперед

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:109	Y0> G0/B0:Метод опред.направл.		• G0 • B0	G0
_:107	Y0> G0/B0:Корректи-ровка φ		-45 ° до 45 °	0 °
_:102	Y0> G0/B0:Уставка поляр.G0/B0		0.10 мСм до 100.00 мСм	2.00 мСм
_:105	Y0> G0/B0:Уг.α1 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:106	Y0> G0/B0:Уг.α2 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:101	Y0> G0/B0:Уставка пуска по 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.150 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.150 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.030 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.150 A
_:103	Y0> G0/B0:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:104	Y0> G0/ B0: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	Y0> G0/B0:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.8.9.4 Список сообщений

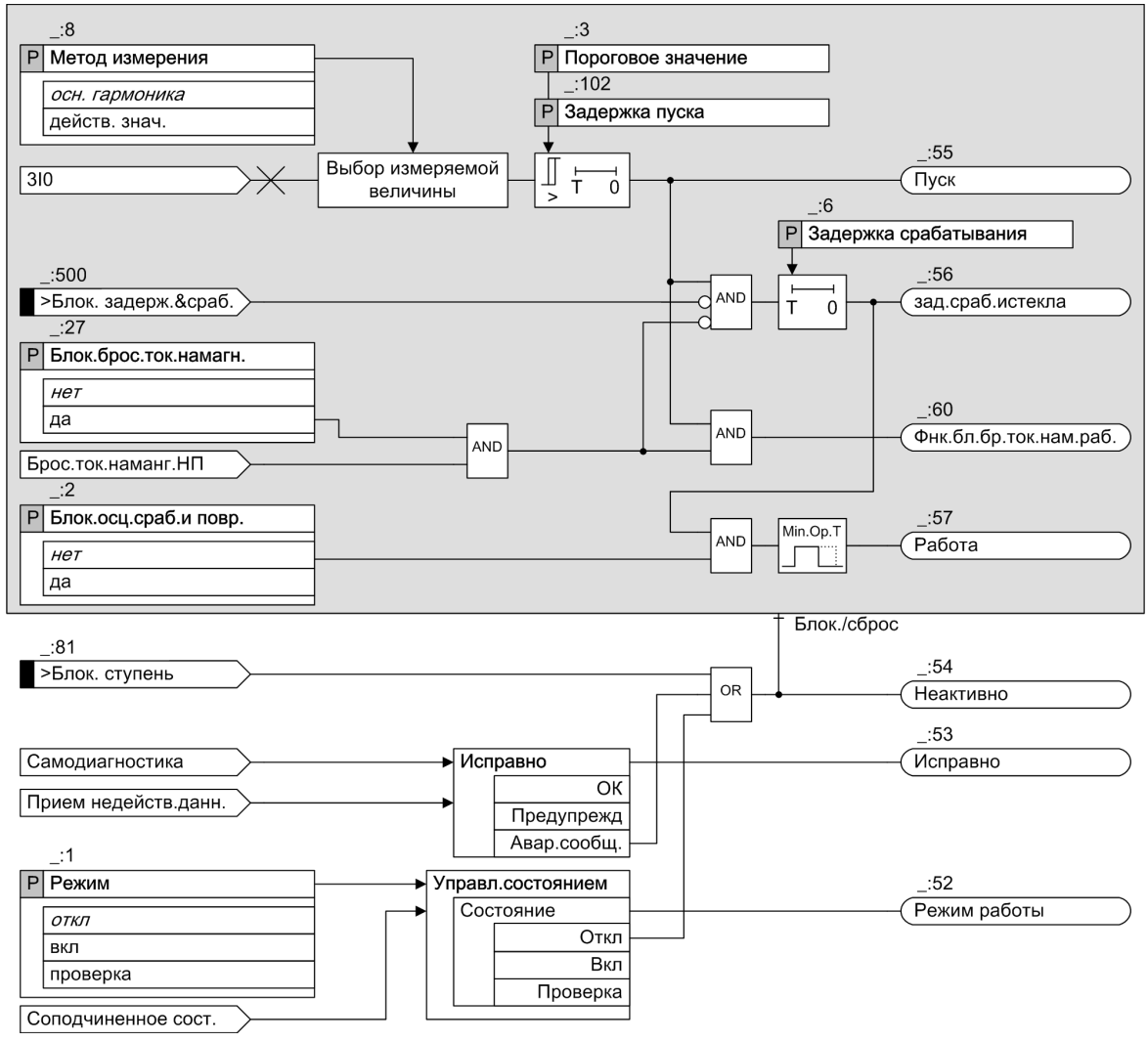
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Y0> G0/B0			
_:81	Y0> G0/B0:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Y0> G0/B0:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Y0> G0/B0:Неактивно	SPS	O
_:52	Y0> G0/B0:Режим работы	ENS	O
_:53	Y0> G0/B0:Исправно	ENS	O
_:60	Y0> G0/B0:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	Y0> G0/B0:Пуск	ACD	O
_:56	Y0> G0/B0:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Y0> G0/B0:Работа	ACT	O

6.8.10 Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0

6.8.10.1 Описание

В функцию **ЧувТЗНПрез.из.** может быть добавлена ненаправленная чувствительная ступень защиты по току нулевой последовательности.

Логика



[lo_sensitive ground-current protection 3I0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-140 Логическая блок-схема ступени "Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0"

Определение 3I0

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

В зависимости от уставок параметров **Тип подключения** и **Точка измер. I 3ф**, а также используемых модулей токовых входов, диапазон измерений и диапазоны уставок будут отличаться (для более подробной информации обратитесь к главе *6.8.5.1 Описание*, Обнаружение замыкания на землю, пуск).

Метод измерения

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:
  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:
  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка отключения от ФБ ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени.

6.8.10.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации чувствительных замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли отключение в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.

Значение параметра	Описание
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0.1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***0.050 A***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить пороговое значение тока замыкания на землю равным 3I0.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:102) Задержка пуска** = ***0.00 c***

С помощью параметра **Задержка пуска** можно выполнить уставку касательно того, необходима ли выдержка времени для ступени отключения. Если переходной процесс при замыкании на землю оценивать не нужно, установите выдержку времени равную, например, 100 мс.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0.30 c***

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны присутствовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.8.10.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> #				
_:1	3I0> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:27	3I0> #: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	3I0> #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	3I0> #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
_:102	3I0> #:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	3I0> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.8.10.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> #			
_:81	3I0> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	3I0> #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> #:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> #:Исправно	ENS	O
_:60	3I0> #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> #:Работа	ACT	O

6.9 Дистанционная защита

6.9.1 Обзор функций

Функция **Дистанционная защита** (ANSI 21, 21N) доступна в 2 вариантах:

- Дистанционная защита для систем с заземленной нейтралью с трехфазным отключением.
- Дистанционная защита для систем с изолированной/резонансно-заземленной нейтралью с трехфазным отключением.



ПРИМЕЧАНИЕ

В этом разделе рассматривается основная структура функции дистанционной защиты. Описания 4 перечисленных функций можно найти в руководстве по защите линии (C53000-G5000-C010).

- Схема телеускорения дистанционной защиты
- Схема телеускорения защиты от повреждений на землю
- Отправка эхо-сигнала и отключение при слабой подпитке
- Функция АПВ

6.9.2 Дистанционная защита для систем с заземленной нейтралью

6.9.2.1 Обзор функции

Функция **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью** (ANSI 21 N):

- Селективная защита от коротких замыканий для воздушных и кабельных линий с односторонним или многосторонним питанием в радиальных, кольцевых сетях или сетях сложной конфигурации.
- Используется в качестве резервной защиты шин, трансформаторов и линий
- Применяется только в сетях с заземленной нейтралью
- Действует на трехфазное отключение
- Используется для защиты электрооборудования любого класса напряжения

6.9.2.2 Структура функции

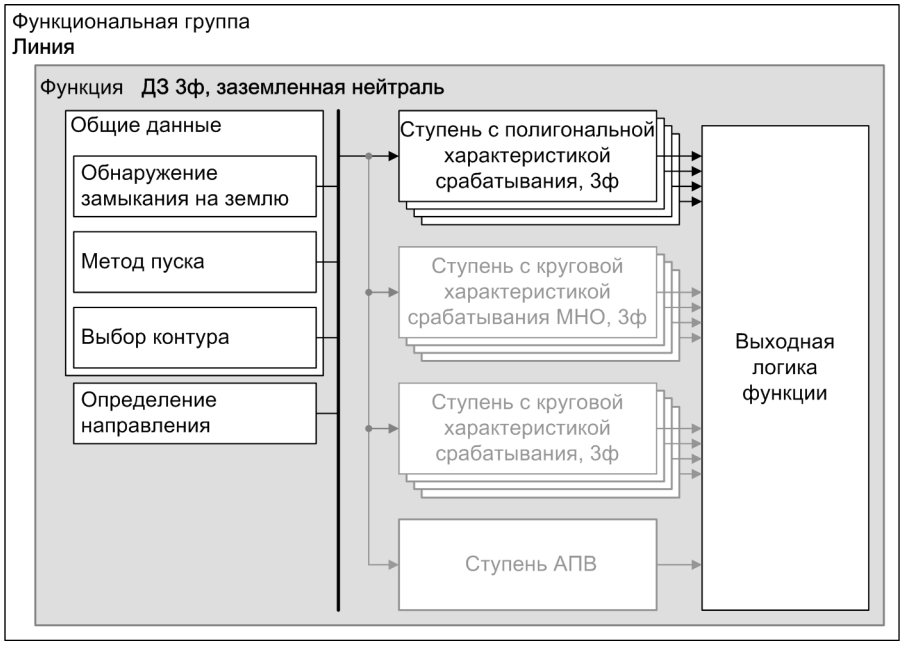
Функция **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью** может быть помещена в функциональные группы, работающие с измеряемыми токами и напряжениями, а также предоставляющие информацию о параметрах линии.

Функция **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью** состоит из следующих логических блоков:

- Общая
- Метод пуска
- Ступени дистанционной защиты (по умолчанию применяются с полигональной характеристикой срабатывания)
- Выходная логика 3ф

Функция **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью** по умолчанию имеет 4 ступени. Все ступени имеют одинаковую логическую структуру.

На следующем рисунке приведена структура функции **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью**.



[dwstrg3p-090212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-141 Структура/реализация функции

Направление срабатывания

Логический блок (орган) обнаружения короткого замыкания на землю служит для установления факта наличия повреждения, связанного с землей. Логический блок метода пуска осуществляет пуск соответствующих измерительных контуров. Для запустившихся контуров выполняется расчет сопротивлений. Рассчитанное полное сопротивление обрабатывается в соответствии с выбранной характеристикой срабатывания (полигональной, МНО или круговой[11]) ступеней защиты. При использовании метода **Пуска по полному сопротивлению** учитывается сектор нагрузки характеристики срабатывания и исключается влияние кажущегося сопротивления. Для всех запустившихся контуров выполняется определение направления. Логический блок выбора контура определяет запустившиеся контуры и контуры, рассчитанное сопротивление которых находится в пределах характеристик срабатывания ступеней защиты (пуск контура). Все остальные контуры исключаются из логики работы функции. В блоках логики работы ступеней защиты запускается отсчет выдержек времени для соответствующих контуров. Блоки логики работы ступеней защиты формируют сигналы отключения и пуска контуров и фаз для соответствующих ступеней. Блок выходной логики обрабатывает сигналы пуска и отключения от ступеней защиты и формирует сигналы пуска и отключения от дистанционной защиты.

Обнаружение замыканий на землю

Логический блок обнаружения замыкания на землю служит для установления факта наличия повреждения, связанного с землей. При возникновении замыкания на землю запускаются измерительные органы для контуров фаза-земля.

Для обнаружения замыкания на землю используются следующие критерии:

- Контроль тока нулевой последовательности $3I_0$
- Контроль отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности ($3I_0/3I_2$)
- Контроль напряжения нулевой последовательности U_0

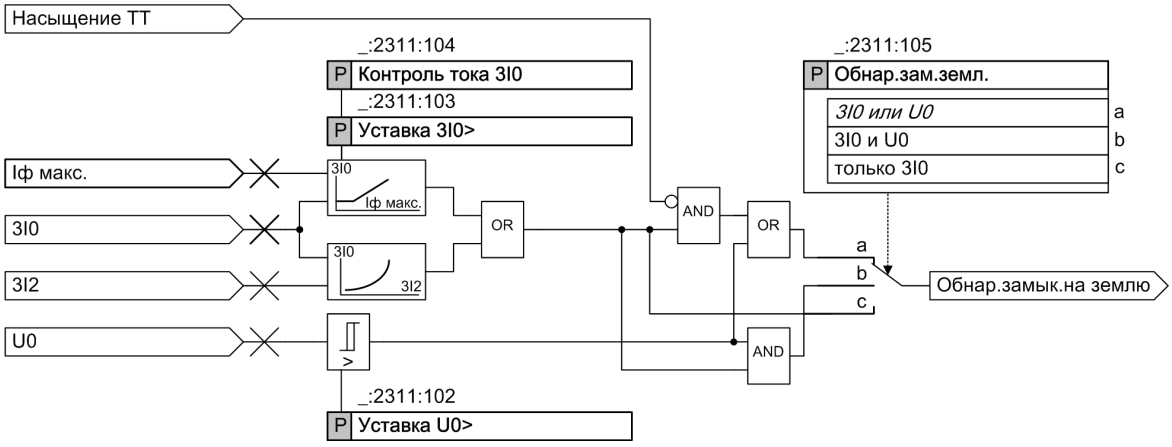
Критерии по току и напряжению нулевой последовательности дополняют друг друга (см. *Рисунок 6-142*). При большом значении отношения полного сопротивления нулевой последовательности к полному сопротивлению прямой последовательности напряжение нулевой последователь-

[11] находится в процессе разработки

ности имеет также большое значение. И напротив, при малом значении отношения полного сопротивления нулевой последовательности к полному сопротивлению прямой последовательности большое значение имеет ток нулевой последовательности. При помощи параметра **Обнар.зам.земл.** задается критерий обнаружения коротких замыканий на землю.

Если возможно насыщение трансформаторов тока, то для обнаружения коротких замыканий на землю **необходимо** использовать критерий по напряжению нулевой последовательности. К появлению вторичного тока нулевой последовательности без протекания тока нулевой последовательности в первичной цепи может привести различная степень насыщения трансформаторов тока. Контроль напряжения нулевой последовательности при насыщении трансформаторов тока предотвратит ложное срабатывание органа обнаружения короткого замыкания на землю.

Срабатывание органа обнаружения короткого замыкания на землю не приведет к общему пуску дистанционной защиты, т. к. данный логический блок используется только для пуска других логических блоков. Также отсутствует отдельный сигнал срабатывания для органа обнаружения короткого замыкания на землю.



[loerdfeh-240511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-142 Логика обнаружения КЗ на землю для сетей с заземленной нейтралью

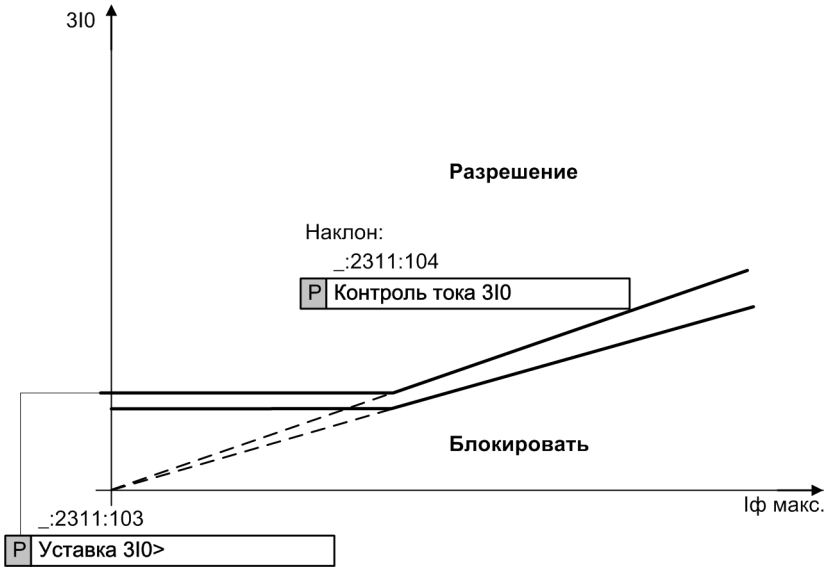
Обнаружение замыканий на землю: Ток нулевой последовательности $3I_0$

Орган контроля тока нулевой последовательности срабатывает при превышении суммой фазных токов основной частоты заданной уставки (параметр **Порог. значение 3I0>**).

Орган контроля тока нулевой последовательности имеет пусковую характеристику с торможением, что позволяет исключить его ложные срабатывания в следующих случаях:

- Появление тока нулевой последовательности при несимметричной нагрузке
- Появление тока нулевой последовательности из-за различной степени насыщения трансформаторов тока при повреждениях, не связанных с землей
- При обнаружении насыщения трансформатора тока (см. *Рисунок 6-142*)

На *Рисунок 6-143* представлена пусковая характеристика органа контроля тока нулевой последовательности. Данная характеристика предусматривает автоматическое увеличение уставки срабатывания по току нулевой последовательности при увеличении фазного тока. Значение уставки на возврат составляет приблизительно 95% от значения уставки срабатывания.

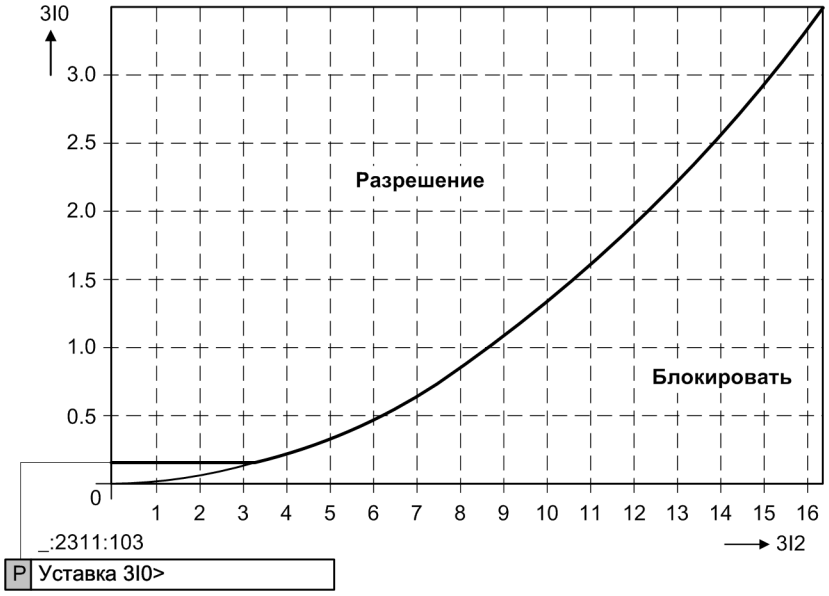


[dwklerds-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-143 Критерий тока нулевой последовательности: Характеристика пуска

Обнаружение замыканий на землю: Контроль отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности ($3I_0/3I_2$)

Большие нагрузочные токи длинных линий электропередачи при использовании органа обнаружения коротких замыканий на землю по току нулевой последовательности могут привести к излишнему загрублению (из-за наличия торможения) его уставки срабатывания (см. *Рисунок 6-143*). В таких случаях для обнаружения замыканий на землю используется дополнительный орган контроля тока обратной последовательности, работа которого не зависит от тока нагрузки. При этом в дополнение к контролю тока нулевой последовательности контролируется также отношение тока нулевой последовательности к току обратной последовательности. При однофазном повреждении величина тока обратной последовательности I_2 сравнима с величиной тока нулевой последовательности I_0. Орган контроля отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности срабатывает при превышении данным отношением заданной уставки. Данный орган имеет параболическую пусковую характеристику с торможением (см. *Рисунок 6-144*), что обеспечивает его надежную блокировку при протекании больших токов обратной последовательности. Необходимым условием для срабатывания органа контроля отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности является наличие тока $3I_0$ величиной не менее, чем $0.2 \cdot I_{ном}$.



[dwkli0i2-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-144 Критерий I0/I2: Характеристика пуска

Обнаружение замыканий на землю: Напряжение нулевой последовательности U_0

Орган контроля напряжения нулевой последовательности срабатывает при превышении напряжением нулевой последовательности заданной уставки (параметр **Порог. значение U0>**). Значение уставки на возврат составляет приблизительно 95% от значения уставки срабатывания. Для сетей с заземленной нейтралью контроль напряжения нулевой последовательности может использоваться в качестве дополнительного критерия обнаружения коротких замыканий на землю.

Метод пуска

Логический блок метода пуска осуществляет пуск соответствующих измерительных контуров.

По умолчанию установлен метод пуска по полному сопротивлению.

Определение характеристик ступеней защиты

Рассчитанные векторы полного сопротивления контуров повреждения обрабатываются логикой функции в соответствии с выбранными характеристиками срабатывания ступеней защиты. Для каждой ступени защиты задается характеристика срабатывания в координатах R-X. Предусмотрены следующие кривые срабатывания:

- Полигональная характеристика
- Круговая характеристика

Подробное описание характеристик срабатывания приведено в Разделах *6.9.5.1 Описание* и *6.9.6.1 Описание*.

Определение направления

Для каждой ступени защиты может быть определена ее направленность: ***в прямом направлении*** (в линию), ***в обратном направлении*** (к шинам), или ***ненаправленная***. Для направленных ступеней пользователь может определить направление на уровне R-X. Затем направление дополнительно анализируется при назначении векторов полного сопротивления на уровне R-X. Более подробная информация по данному вопросу приведена в главе *6.9.3.4 Определение направления*.

Выбор контура для сетей с заземленной нейтралью

В сетях с эффективным или низкоомным заземлением нейтрали любое соединение фазного проводника с землей аналогично короткому замыканию. Поэтому такое повреждение должно быть отключено соответствующим устройством релейной защиты.

При возникновении двойных коротких замыканий на землю обычно запускаются два контура фаза-земля. Если при этом оба повреждения возникли в одном направлении, то возможен также пуск соответствующего контура фаза-фаза. Параметр **Выбор конт. ф-ф-з** используется для определения контуров, которые будут обрабатываться в этом случае.

При возникновении трехфазных коротких замыканий обычно запускаются все контуры фаза-фаза. В этом случае обрабатываются все три контура фаза-фаза. Если при этом обнаружено короткое замыкание на землю, то обрабатываются также и контуры фаза-земля.

Выходная логика

Выходная логика функции **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью** объединяет выходные сигналы отдельных ступеней защиты и формирует групповой сигнал на отключение от функции.

Более подробное описание выходной логики приведено в главе *6.9.7 Выходная логика дистанционной защиты*.

Влияние обнаружения пускового тока

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то срабатывание дистанционной защиты может быть заблокировано при обнаружении данных бросков. В случае взаимодействия с функцией обнаружения броска тока намагничивания возможны следующие конфигурации:

- Блокирование пуска для метода пуска по току перегрузки, пуска по U/I и пуска по U/I/ϕ
- блокирование отдельных ступеней дистанционной защиты;
- блокирование пуска во время запуска по полному сопротивлению путем блокирования внешних ступеней дистанционной защиты.

Функция **Обнаружение броска тока намагничивания** может быть сконфигурирована отдельно для блокирования упомянутых методов пуска и для ступеней дистанционной защиты. В случае блокирования ступень дистанционной защиты, которая связана с функцией обнаружения броска тока намагничивания или методом пуска, не будет запускаться. Функция **Обнаружения броска тока намагничивания** сигнализирует о блокировании с помощью соответствующего сообщения. Когда блокирование прекращается и условие пуска для соответствующего метода или связанной ступени дистанционной защиты выполняется, выводится сигнализация о пуске, и начинается отсчет соответствующей выдержки времени. По истечении этого времени генерируется сообщение о срабатывании. Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена только если функция **Определение броска тока намагничивания** введена (см. раздел *6.44.1 Обзор функций*).

6.9.2.3 Указания по применению функции и вводу уставок - Общие уставки

Следующие уставки настраиваются во вкладке **Общие данные** для функции **Дистанционная защита для сетей с заземленной нейтралью**. Данные уставки относятся ко всем ступеням дистанционной защиты.

Параметр: Запуск таймера ступени

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:110) Запуск таймера ступени** = ***при пуске ДЗ***

Параметр **Запуск таймера ступени** определяет момент времени, в который начинается отсчет выдержки времени срабатывания ступеней защиты.

Значение параметра	Описание
при пуске ДЗ	Данная уставка выбирается, если необходимо осуществлять начало отсчета выдержки времени срабатывания всех ступеней одновременно. При этом в случае перехода одного вида короткого замыкания в другой или при изменении выбранного контура измерения все выдержки времени будут продолжать отсчитываться далее. Siemens рекомендует использовать данную уставку.
при пуске ступ.	Отсчет выдержки времени срабатывания каждой ступени начинается при пуске данной ступени. Данная уставка выбирается при необходимости согласования рассматриваемой функции защиты с другими дистанционными или максимальными токовыми защитами.

Параметр: Угол хар-ки ДЗ

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Угол хар-ки ДЗ** = ***85,0°***

Параметр **Угол хар-ки ДЗ** задает угол наклона характеристики срабатывания (см. *Рисунок 6-158*). Данный угол наклона относится к характеристикам срабатывания всех ступеней защиты.

Siemens рекомендует устанавливать значение параметра **Угол хар-ки ДЗ** равным значению угла линии.

ПРИМЕР:

Угол линии вычисляется на основании данных о полном сопротивлении прямой последовательности защищаемой линии:

$$Z_1 = R_л + jX_л = (0.025 + j0.21)\ \Omega$$

$$\text{Угол линии} \quad \arctan\left(\frac{X_л}{R_л}\right)$$

$$\text{Угол линии} \quad 83.2°$$

[foflwink-290411-01.tif, 1, ru_RU]

При необходимости согласования рассматриваемой функции защиты с другими защитами данная уставка может иметь значение, отличное от угла линии.

Параметр: Обнар.зам.земл.

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:105) Обнар.зам.земл.** = ***3I0 или U0***

При помощи параметра **Обнар.зам.земл.** задается критерий обнаружения коротких замыканий на землю.

Значение параметра	Описание
3I0 или U0	Данная уставка выбирается, если в качестве критерия обнаружения коротких замыканий на землю необходимо использовать либо критерий по току нулевой последовательности (3I0>), либо критерий по напряжению нулевой последовательности (U0>). Для сетей с заземленной нейтралью такая логика работы (3I0> ИЛИ U0>) является наиболее надежным критерием обнаружения коротких замыканий на землю. Критерии по току и напряжению нулевой последовательности дополняют друг друга. При слабой подпитке места повреждения ток нулевой последовательности имеет небольшое значение, в то время как напряжение нулевой последовательности имеет достаточно большое значение. При сильной подпитке места повреждения все происходит наоборот. Siemens рекомендует использовать данную уставку для сетей с заземленной нейтралью.

Значение параметра	Описание
3I0 и U0	Данная уставка выбирается, если в качестве критерия обнаружения коротких замыканий на землю необходимо использовать одновременно критерий по току нулевой последовательности и критерий по напряжению нулевой последовательности (оба критерия соединяются по логической схеме И).
только 3I0	Данная уставка выбирается, если в качестве критерия обнаружения коротких замыканий на землю необходимо использовать только критерий по току нулевой последовательности.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:103) Порог. значение 3I0>** = ***0,10 A***

При помощи параметра **Порог. значение 3I0>** задается уставка срабатывания органа контроля тока нулевой последовательности для обнаружения замыканий на землю.

Уставка параметра **Порог. значение 3I0>** должна иметь значение меньшее, чем наименьший возможный ток нулевой последовательности при коротком замыкании на землю на защищаемой линии. При использовании дистанционной защиты в качестве защиты для дальнего резервирования уставку параметра **Порог. значение 3I0>** необходимо принимать меньшей, чем это необходимо для обнаружения внутренних коротких замыканий на землю. Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее ***0,10°A***.

Параметр: Порог. значение U0>

- Рекомендованное значение уставки **(_:2311:102) Порог. значение U0>** = ***1,66 B***

При помощи параметра **Порог. значение U0>** задается уставка срабатывания органа контроля напряжения нулевой последовательности для обнаружения коротких замыканий на землю.

При замыканиях на землю в системах с заземленной нейтралью возникает напряжение нулевой последовательности. Напряжение нулевой последовательности падает с увеличением расстояния между местом замыкания и точкой измерения. Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее ***1,66 B***. Если в нормальном режиме работы сети возможно появление напряжения нулевой последовательности значительной величины, то данную уставку необходимо увеличить.

Параметр: Контроль тока 3I0

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Контроль тока 3I0** = ***0,10***

При помощи параметра **Контроль тока 3I0** задается угол наклона пусковой характеристики органа контроля 3I0> для обнаружения замыканий на землю.

При протекании больших токов нагрузки в условиях несимметричной работы сети (например, в сетях с линиями электропередачи, имеющими нетранспонированные фазные проводники) и повреждениях трансформаторов тока во вторичных цепях могут возникать повышенные токи нулевой последовательности даже при отсутствии замыканий на землю. Параметр **Контроль тока 3I0** используется для блокировки пуска органа обнаружения коротких замыканий на землю в таких случаях. Если режим режим работы сети не предусматривает возникновение сильной несимметрии и не учитываются возможные повреждения трансформаторов тока, то Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее ***0,10***.

Параметр: Выбор конт. ф-ф-з

- Уставка по умолчанию **(_:2311:108) Выбор конт. ф-ф-з** = ***блок. опер. фазы***

Параметр **Выбор конт. ф-ф-з** определяет контуры, которые будут обрабатываться функцией дистанционной защиты при двойных коротких замыканиях на землю. Пользователь может запретить анализ в некоторых контурах. При запрете анализа в нескольких контурах эти контура должны быть однонаправленными.

При двухсторонней подпитке места двойного короткого замыкания на землю через общее переходное сопротивление рассчитанное полное сопротивление контура фаза-земля для опережающей фазы может оказаться большим, чем действительное сопротивление данного контура (излишний охват). При выборе уставки **Выбор конт. ф-ф-з** = ***блок. опер. фазы*** такие контуры не будут обрабатываться.

В приведенной ниже таблице указаны контуры, которые будут обрабатываться функцией дистанционной защиты при различных уставках для параметра **Выбор конт. ф-ф-з**.

Значение параметра	Запустившиеся контуры Обрабатываемые контуры	Обрабатываемые контуры
блок. опер. фазы	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A	фаза B-земля, фаза A-фаза B фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-фаза A
блок. отст. фазы	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A	фаза B-земля, фаза B-фаза C фаза C-земля, фаза C-фаза A фаза A-земля, фаза B-земля, фаза A-фаза B
все	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A
только ф-ф	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A	фаза A-фаза B фаза B-фаза C фаза C-фаза A
только ф-з	фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза B-земля, фаза C-земля, фаза B-фаза C фаза A-земля, фаза C-земля, фаза C-фаза A	фаза A-земля, фаза B-земля фаза A-земля, фаза B-земля фаза A-земля, фаза C-земля

На двухцепных линиях возможно возникновение коротких замыканий на землю одновременно на обоих параллельных линиях. В данном случае для исключения возможной блокировки контура, запустившегося при внутреннем повреждении, параметр **Выбор конт. ф-ф-з** должен иметь уставку ***только ф-з*** или ***все***. Для обеспечения селективной работы защиты необходимо уменьшить охват характеристики срабатывания ступени, работающей с неполным охватом линии.

Параметр: Комп.парал.лин.

- Уставка по умолчанию: **(_:2311:106) Комп.парал.лин.** = ***нет***

Параметр **Комп.парал.лин.** определяет для двухцепных линий необходимость учета влияния полного сопротивления связи на активное сопротивление контура.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Комп.парал.лин.** доступен только в том случае, если в функциональной группе **Линия** присутствует сигнал тока нулевой последовательности параллельной линии. Для этого в DIGSI 5 необходимо подключить точку измерений **I-1ф** (ток нулевой последовательности параллельной линии) к функциональной группе **Линия**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следующие параметры доступны только если выбрана круговая характеристика срабатывания (MHO):

- **Поляр.пам. (ф-з)**
- **Поляр.пам. (ф-ф)**
- **Перекр.поляр.(ф-з)**
- **Перекр.поляр.(ф-ф)**

Параметры доступны только при использовании круговых характеристик (MHO)!

Параметр: Поляр.пам. (ф-з)

- Уставка по умолчанию: **(_:2311:111) Поляр.пам. (ф-з)** = *15.0 %*

Параметр **Поляр.пам. (ф-з)** определяет степень поляризации при использовании напряжений, зафиксированных в предаварийном режиме работы, для контуров фаза-земля. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Поляр.пам. (ф-з)** должен иметь уставку *0,0%*.

Параметр: Поляр.пам. (ф-ф)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:112) Поляр.пам. (ф-ф)** = *15,0 %*

При помощи параметра **Поляр.пам. (ф-ф)** определяется степень поляризации при использовании напряжений, зафиксированных в предаварийном режиме работы, для контуров фаза-фаза. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Поляр.пам. (ф-ф)** должен иметь уставку *0,0%*.

Параметр: Перекр.поляр.(ф-з)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:113) Перекр.поляр.(ф-з)** = *15,0 %*

При помощи параметра **Перекр.поляр.(ф-з)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-земля. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Перекр.поляр.(ф-з)** должен иметь уставку *0,0%*.

Параметр: Перекр.поляр.(ф-ф)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:114) Перекр.поляр.(ф-ф)** = *15,0 %*

При помощи параметра **Перекр.поляр.(ф-ф)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-фаза. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Перекр.поляр.(ф-ф)** должен иметь уставку *0,0 %*.

6.9.2.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:110	Общие данные:Запуск таймера ступени		• при пуске ступ. • при пуске ДЗ	при пуске ДЗ
_:2311:107	Общие данные:Угол хар-ки ДЗ		30.0 ° до 90.0 °	85.0 °
_:2311:105	Общие данные:Обнар.зам.зем л.		• 3I0 или U0 • 3I0 и U0 • только 3I0	3I0 или U0
_:2311:103	Общие данные:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
_:2311:102	Общие данные:Порог. значение U0>		0.300 B до 200.000 B	1.667 B
_:2311:104	Общие данные:Контроль тока 3I0		0.05 до 0.30	0.10
_:2311:108	Общие данные:Выбор конт. ф-ф-з		• блок. опер. фазы • блок. отст. фазы • все • только ф-ф • только ф-з	блок. опер. фазы
_:2311:106	Общие данные:Комп.парал.ли н.		• нет • да	нет
_:2311:111	Общие данные:Поляр.пам. (ф-з)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:112	Общие данные:Поляр.пам. (ф-ф)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:113	Общие данные:Перекр.поляр. (ф-з)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:114	Общие данные:Перекр.поляр. (ф-ф)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
Пуск Z<				
_:3661:101	Пуск Z<:Уставка мин.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
_:3661:102	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-з		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3661:103	Пуск Z<:Rнагр (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	25.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	5.000 Ом
_:3661:104	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-з)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °
_:3661:105	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-ф		• нет • да	нет
_:3661:106	Пуск Z<:Rнагр (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	20.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	4.000 Ом
_:3661:107	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-ф)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °
Z 1				
_:3571:1	Z 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3571:2	Z 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3571:121	Z 1:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3571:27	Z 1: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3571:101	Z 1:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3571:114	Z 1:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3571:109	Z 1:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:3571:102	Z 1:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3571:103	Z 1:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3571:104	Z 1:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	1.250 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.250 Ом
_:3571:113	Z 1:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3571:110	Z 1:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:3571:112	Z 1:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:3571:105	Z 1:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3571:106	Z 1:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3571:107	Z 1:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3571:108	Z 1:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °
Z 2				
_:3572:1	Z 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3572:2	Z 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3572:121	Z 2:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3572:27	Z 2: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3572:101	Z 2:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3572:114	Z 2:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3572:109	Z 2:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:3572:102	Z 2:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3572:103	Z 2:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3572:104	Z 2:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3572:113	Z 2:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3572:110	Z 2:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.30 с
_:3572:112	Z 2:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.30 с
_:3572:105	Z 2:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3572:106	Z 2:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3572:107	Z 2:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3572:108	Z 2:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °
Z 3				
_:3573:1	Z 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3573:2	Z 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3573:121	Z 3:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3573:27	Z 3: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3573:101	Z 3:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3573:114	Z 3:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3573:109	Z 3:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3573:102	Z 3:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3573:103	Z 3:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3573:104	Z 3:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3573:113	Z 3:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3573:110	Z 3:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.60 с
_:3573:112	Z 3:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.60 с
_:3573:105	Z 3:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3573:106	Z 3:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3573:107	Z 3:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3573:108	Z 3:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °
Z 4				
_:3574:1	Z 4:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3574:2	Z 4:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3574:121	Z 4:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3574:27	Z 4: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3574:101	Z 4:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3574:114	Z 4:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3574:109	Z 4:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	ненапра-вленная
_:3574:102	Z 4:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:103	Z 4:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:104	Z 4:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:113	Z 4:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3574:110	Z 4:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.90 с
_:3574:112	Z 4:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.90 с
_:3574:105	Z 4:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3574:106	Z 4:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3574:107	Z 4:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3574:108	Z 4:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °

6.9.2.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	SPS	O
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:300	Общие данные:Z ф-з	Звезда	O
_:2311:301	Общие данные:Z ф-ф	DEL	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
_:4501:301	Групп.сообщ.:Выбранный контур AG	ACD	O
_:4501:302	Групп.сообщ.:Выбранный контур BG	ACD	O
_:4501:303	Групп.сообщ.:Выбранный контур CG	ACD	O
_:4501:304	Групп.сообщ.:Выбранный контур AB	ACD	O
_:4501:305	Групп.сообщ.:Выбранный контур BC	ACD	O
_:4501:306	Групп.сообщ.:Выбранный контур CA	ACD	O
Пуск Z<			
_:3661:51	Пуск Z<:Режим(управляемый)	ENC	C
_:3661:52	Пуск Z<:Режим работы	ENS	O
_:3661:53	Пуск Z<:Исправно	ENS	O
Z 1			
_:3571:81	Z 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:3571:500	Z 1:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3571:501	Z 1:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3571:54	Z 1:Неактивно	SPS	O
_:3571:52	Z 1:Режим работы	ENS	O
_:3571:53	Z 1:Исправно	ENS	O
_:3571:55	Z 1:Пуск	ACD	O
_:3571:300	Z 1:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3571:301	Z 1:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3571:302	Z 1:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3571:303	Z 1:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3571:304	Z 1:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3571:305	Z 1:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3571:56	Z 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3571:57	Z 1:Работа	ACT	O
Z 2			
_:3572:81	Z 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:3572:500	Z 2:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3572:501	Z 2:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3572:54	Z 2:Неактивно	SPS	O
_:3572:52	Z 2:Режим работы	ENS	O
_:3572:53	Z 2:Исправно	ENS	O
_:3572:55	Z 2:Пуск	ACD	O
_:3572:300	Z 2:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3572:301	Z 2:Пуск по контуру BG	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:3572:302	Z 2:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3572:303	Z 2:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3572:304	Z 2:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3572:305	Z 2:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3572:56	Z 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3572:57	Z 2:Работа	ACT	O
Z 3			
_:3573:81	Z 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:3573:500	Z 3:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3573:501	Z 3:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3573:54	Z 3:Неактивно	SPS	O
_:3573:52	Z 3:Режим работы	ENS	O
_:3573:53	Z 3:Исправно	ENS	O
_:3573:55	Z 3:Пуск	ACD	O
_:3573:300	Z 3:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3573:301	Z 3:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3573:302	Z 3:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3573:303	Z 3:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3573:304	Z 3:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3573:305	Z 3:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3573:56	Z 3:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3573:57	Z 3:Работа	ACT	O
Z 4			
_:3574:81	Z 4:>Блок. ступень	SPS	I
_:3574:500	Z 4:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3574:501	Z 4:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3574:54	Z 4:Неактивно	SPS	O
_:3574:52	Z 4:Режим работы	ENS	O
_:3574:53	Z 4:Исправно	ENS	O
_:3574:55	Z 4:Пуск	ACD	O
_:3574:300	Z 4:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3574:301	Z 4:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3574:302	Z 4:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3574:303	Z 4:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3574:304	Z 4:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3574:305	Z 4:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3574:56	Z 4:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3574:57	Z 4:Работа	ACT	O

6.9.3 Дистанционная защита для систем с изолированной/резонансно заземленной нейтралью

6.9.3.1 Обзор функций

Функция **Дистанционная защита для сетей с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью** (ANSI 21 N):

- Селективная защита от коротких замыканий для воздушных и кабельных линий с односторонним или многосторонним питанием в радиальных, кольцевых сетях или сетях сложной конфигурации.
- Применяется только в сетях с изолированной или резонансно-заземленной через дугогасящий реактор нейтралью
- Действует на трехфазное отключение
- Используется для защиты электрооборудования любого класса напряжения

6.9.3.2 Структура функции

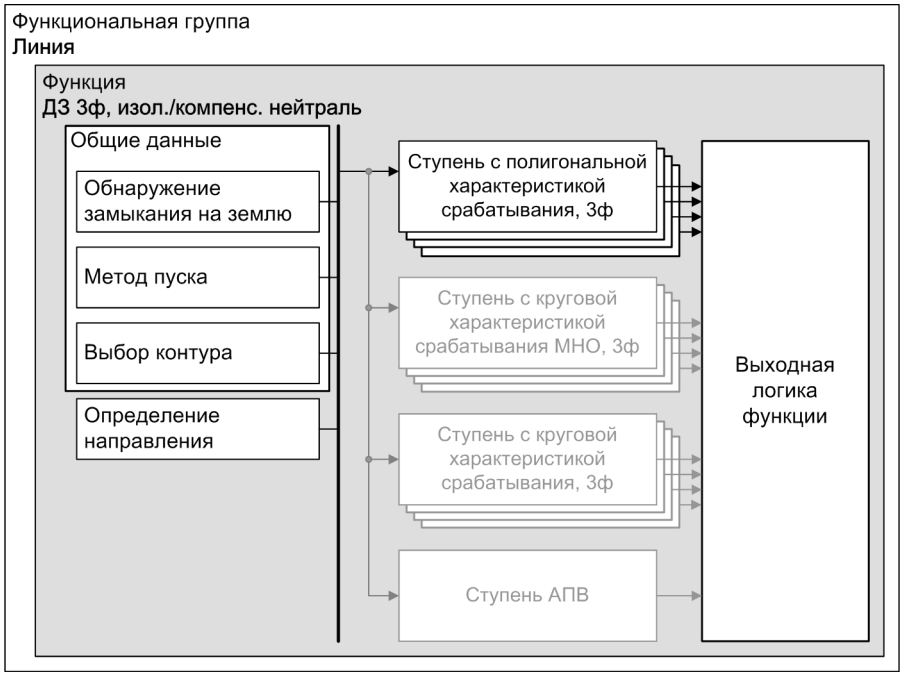
Функция **Дистанционная защита для сетей с изолированной или резонансно заземленной нейтралью** может быть помещена в функциональные группы, работающие с измеряемыми токами и напряжениями, а также предоставляющие информацию о параметрах линии.

Функция **Дистанционная защита для сетей с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью** состоит из следующих блоков:

- Общая
- Метод пуска
- Ступени дистанционной защиты (по умолчанию применяются ступени с
- полигональной характеристикой срабатывания)
- Ступени для АПВ (по умолчанию не используются)

Функция **Дистанционная защита для сетей с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью** по умолчанию имеет 4 ступени. Все ступени имеют одинаковую логическую структуру.

На следующем рисунке приведена структура функции **Дистанционная защита для сетей с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью**.



[dwstriso-090212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-145 Структура/реализация функции

Режим работы

Логический блок обнаружения замыкания на землю определяет наличие замыкания на землю. Логический блок метода пуска осуществляет пуск соответствующих измерительных контуров. Для запустившихся контуров выполняется расчет полного сопротивления (импеданса). Рассчитанное полное сопротивление обрабатывается в соответствии с выбранной характеристикой срабатывания (полигональной, МНО или круговой находится [12]) ступеней защиты. При использовании метода **Пуска по сопротивлению** учитывается сектор нагрузки характеристики срабатывания и исключается влияние кажущегося сопротивления. Для всех запустившихся контуров выполняется определение направления. Логический блок выбора контура определяет запустившиеся контуры и контуры, рассчитанное сопротивление которых находится в пределах характеристик срабатывания ступеней защиты (пуск контура). Все остальные контуры исключаются из логики работы функции. В блоках логики работы ступеней защиты запускается отсчет выдержек времени для соответствующих контуров. Блоки логики работы ступеней защиты формируют сигналы отключения и пуска контуров и фаз для соответствующих ступеней. Блок выходной логики обрабатывает сигналы пуска и отключения от ступеней защиты и формирует сигналы пуска и отключения от дистанционной защиты.

Обнаружение замыкания на землю

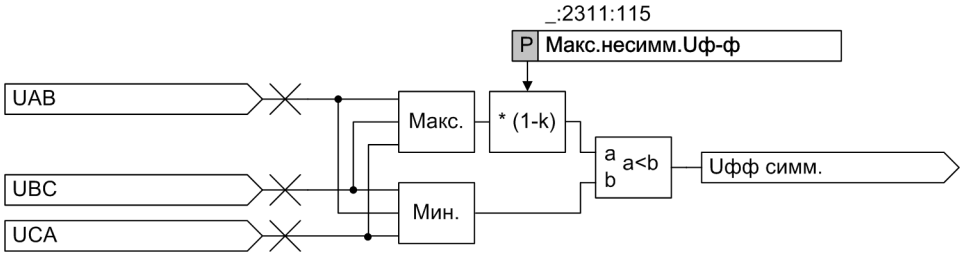
Логический блок обнаружения замыкания на землю служит для установления факта наличия замыкания на землю. При возникновении короткого замыкания на землю запускаются измерительные элементы для контуров фаза-земля.

Для обнаружения замыкания на землю используются следующие критерии:

- Контроль тока нулевой последовательности $3I_0$
- Контроль отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности ($3I_0/3I_2$)
- Контроль напряжения нулевой последовательности U_0
- Контроль симметрии междуфазных напряжений

[12] в процессе разработки

Срабатывание органа обнаружения замыканий на землю при возникновении простого замыкания на землю в сетях с изолированной/резонансно-заземленной нейтралью нежелательно. Наличие простого замыкания на землю предполагается в случае однофазного пуска функции защиты. Для отстройки от времени переходных процессов, сопровождающих возникновение простого замыкания на землю, пуск функции дистанционной защиты блокируется на заданное время. По истечении времени **Задержка 1ф пуск** блокировка пуска защиты снимается. Снятие данной блокировки необходимо для того, чтобы дистанционная защита была способна обнаруживать двойные замыкания на землю на тупиковой линии. Наличие двойного замыкания на землю предполагается при появлении асимметрии междуфазных напряжений. При этом мгновенно деблокируется пуск защиты. Контроль симметрии междуфазных напряжений позволяет отстроить дистанционную защиту от режима работы сети с несимметричной нагрузкой и предотвратить ее пуск при возникновении простых замыканий на землю (см. *Рисунок 6-146*). Параметр **Макс.несимм.Uф-ф** определяет максимально допустимую асимметрию междуфазных напряжений в указанных режимах.



[losymerk-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-146 Контроль симметрии междуфазных напряжений

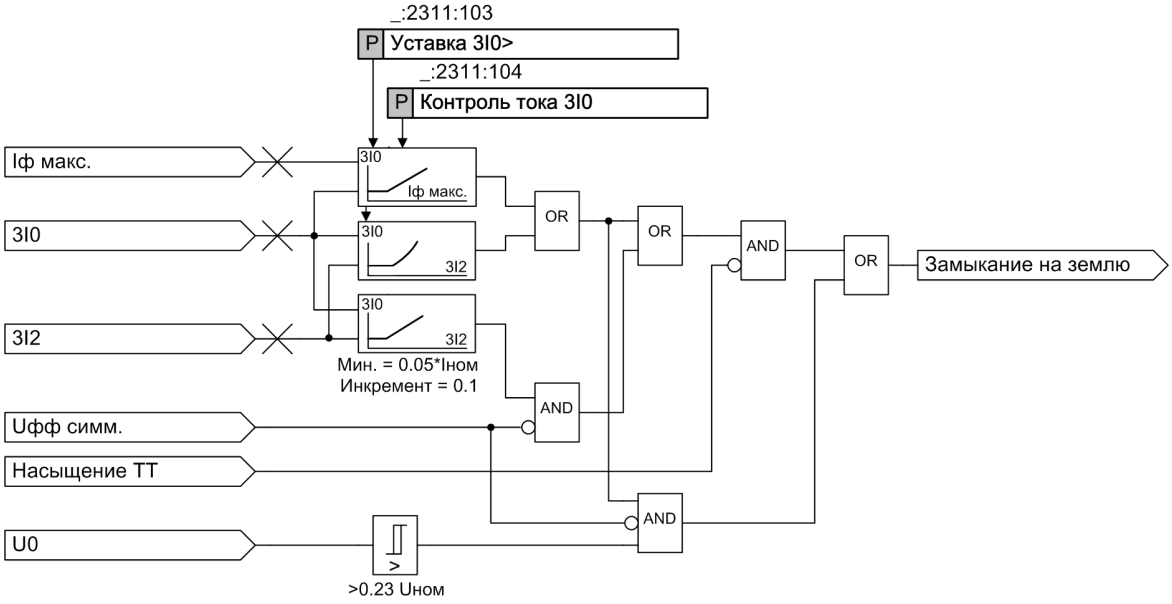
На *Рисунок 6-147* представлена логика обнаружения замыкания на землю или резонансно-заземленной нейтралью.

При выполнении следующих условий орган обнаружения замыканий на землю будет реагировать на двойные замыкания на землю, сопровождающиеся очень малыми токами нулевой последовательности:

- Остаточный ток составляет 10% от измеряемого тока обратной последовательности I_2
- Утроенное значение тока нулевой последовательности составляет не менее 5% от номинального вторичного тока
- Присутствует асимметрия междуфазных напряжений

Контроль симметрии междуфазных напряжений предотвращает пуск защиты при возникновении простых замыканий на землю.

Орган контроля напряжения нулевой последовательности используется для пуска логического блока обнаружения замыканий на землю только в случае возникновения двойных замыканий на землю, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока. При превышении напряжением U0 жестко заданного порогового значения в 0,23 В $В_{ном}$ срабатывает орган контроля напряжения нулевой последовательности.



[loisolie-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-147 Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью

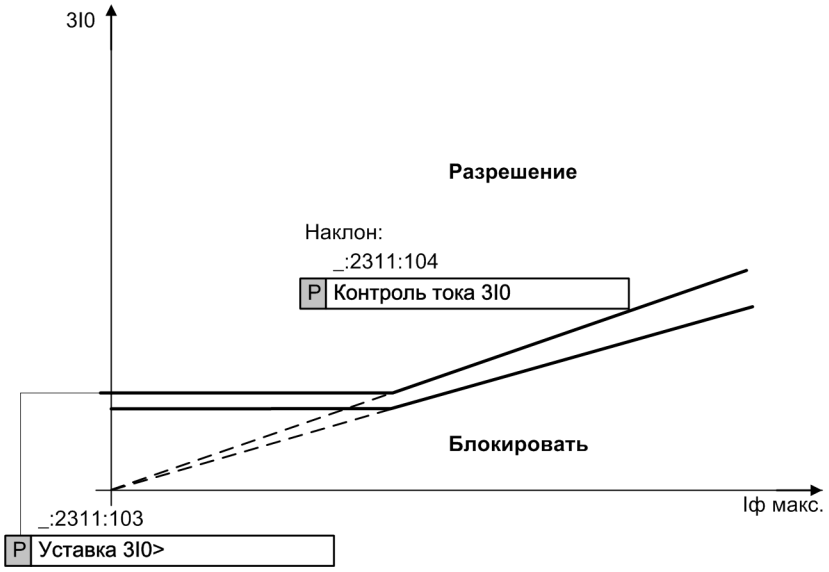
Обнаружение замыканий на землю: Остаточный ток $3I_0$

Критерий тока нулевой последовательности отслеживает составляющую промышленной частоты суммы фазных токов на превышение заданной уставки (параметр **`Порог. значение 3I0>`**).

Орган контроля тока нулевой последовательности имеет пусковую характеристику с торможением, что позволяет исключить его ложные срабатывания в следующих случаях:

- Появление тока нулевой последовательности при несимметричной нагрузке
- Появление тока нулевой последовательности из-за различной степени насыщения трансформаторов тока при повреждениях, не связанных с землей
- При обнаружении насыщения трансформатора тока (см. *Рисунок 6-147*)

На *Рисунок 6-148* представлена характеристика срабатывания органа контроля тока нулевой последовательности. Данная характеристика предусматривает автоматическое увеличение значения пуска по току нулевой последовательности при увеличении фазного тока. Значение уставки на возврат составляет приблизительно 95% от значения пуска.

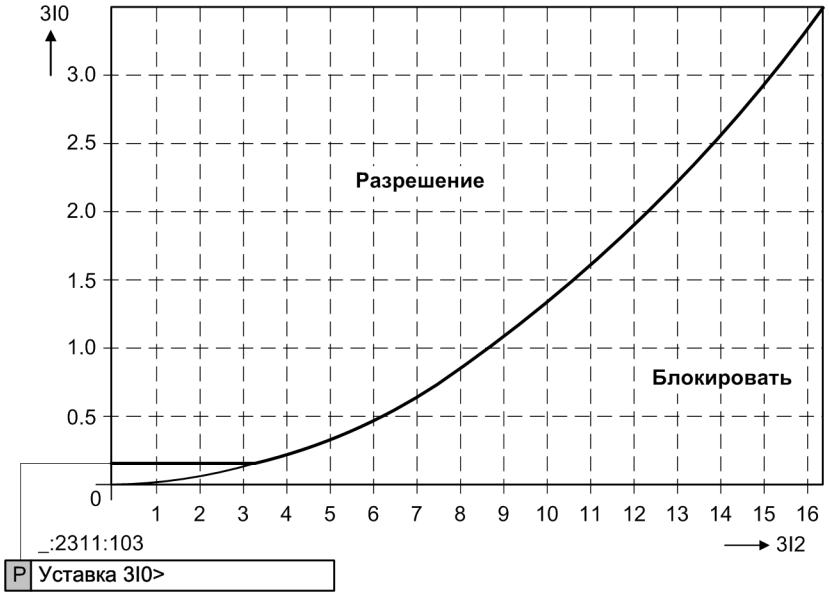


[dwklerds-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-148 Критерий тока нулевой последовательности: Характеристика срабатывания

Обнаружение замыканий на землю: Остаточный ток/Ток обратной последовательности ($3I_0/3I_2$)

Большие нагрузочные токи длинных линий электропередачи могут привести к излишнему загрублению уставки срабатывания (из-за наличия торможения) органа контроля тока нулевой последовательности (см. *Рисунок 6-148*). В таких случаях для обнаружения двойных замыканий на землю используется дополнительный орган контроля тока обратной последовательности, работа которого не зависит от тока нагрузки. При этом в дополнение к контролю тока нулевой последовательности контролируется также отношение тока нулевой последовательности к току обратной последовательности. Орган контроля отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности срабатывает при превышении данным отношением заданной уставки. Критерий тока обратной последовательности/остаточного тока стабилизируется для высоких токов обратной последовательности с помощью параболической характеристики. Соединение показано на *Рисунок 6-149*. Необходимым условием для срабатывания органа контроля отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности является наличие минимального тока $3I_0$ величиной 0,2· $I_{ном}$.



[dwkli0i2-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-149 Критерий I0/I2: Характеристика срабатывания

Обнаружение замыканий на землю: Напряжение нулевой последовательности U_0

Орган контроля напряжения нулевой последовательности используется для пуска логического блока обнаружения замыканий на землю только в случае возникновения двойных замыканий на землю, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока. При превышении напряжением U0 жестко заданного порогового значения в 0,23 В $U_{ном}$ срабатывает орган контроля напряжения нулевой последовательности.

Метод пуска

Логический блок метода пуска осуществляет пуск соответствующих измерительных контуров.

По умолчанию установлен метод пуска по полному сопротивлению.

Определение характеристик ступеней защиты

Рассчитанные векторы полного сопротивления контуров повреждения обрабатываются логикой функции в соответствии с выбранными характеристиками срабатывания ступеней защиты. Для каждой ступени защиты задается кривая срабатывания в координатах R-X. Предусмотрены следующие кривые срабатывания:

- Полигональная характеристика (по умолчанию)
- Круговая характеристика

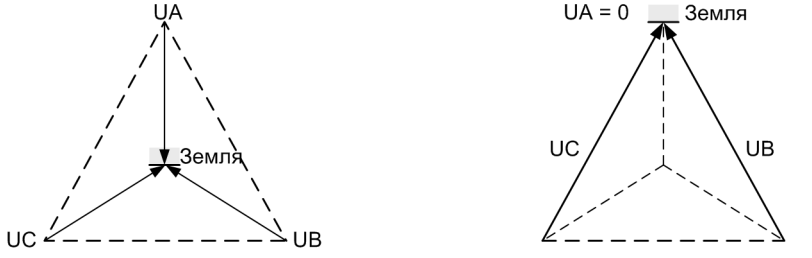
Описание кривых срабатывания приведено в Разделах *6.9.5.1 Описание* и *6.9.6.1 Описание*.

Определение направления

Для каждой ступени защиты может быть определена ее направленность: ***в прямом направлении***, ***в обратном направлении*** или ***ненаправленная***. Направление ступеней защиты определяется в координатах R-X. Затем направление дополнительно анализируется при назначении векторов полного сопротивления на плоскости R-X. Более подробная информация по данному вопросу приведена в главе *6.9.3.4 Определение направления*.

Выбор контура измерения при двойных замыканиях на землю в сетях с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью

В сетях с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью единичное замыкание фазы на землю не приводит к появлению тока КЗ. При этом возникает только смещение нейтрали (см. При этом возникает только смещение нейтрали (см. *Рисунок 6-150*). Сети с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью могут некоторое время работать в режиме однофазного замыкания на землю (с неустранившимся замыканием). При этом во всей электрически связанной сети напряжение фазы с замыканием на землю будет приблизительно равняться 0 В. Поэтому при протекании тока нагрузки полное сопротивление также будет близко к 0 Ом. В данном случае дистанционная защита может не сработать. Таким образом, предотвращается однофазный пуск контура фаза-земля без пуска по току НП.



a) Исправная энергосистема, без замыканий на землю

b) Замыкание на землю ф.A

[dwerdslu-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-150 Замыкание на землю в сетях с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью

Если возникает замыкание на землю, в расширенной сети заземления через дугогасящий реактор может протекать значительный пусковой ток. Это может приводить к срабатыванию пуска по току НП. В этом случае необходимо принимать специальные меры для предотвращения пуска дистанционной защиты.

Задайте предпочтение однородного двойного короткого замыкания на землю для гальванически непрерывной системы. Это указывает, какое повреждение будет выключаться

При возникновении двойного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью или заземлением через дугогасящий реактор достаточно устранить одно из повреждений. Устранение второго замыкания необязательно, т. к. оно будет являться простым замыканием на землю после отключения первого повреждения. Задайте предпочтение однородного двойного короткого замыкания на землю для гальванически непрерывной системы. Это указывает, какое повреждение будет выключаться Параметр **Выбор фазы (ф-ф-з)** определяет данную последовательность отключения. Могут быть установлены следующие последовательности отключения.

Уставка параметра Выбор фазы (ф-ф-з)	**Последовательность отключения**
C(A) нецикл.	Ацикличная C перед A перед B
A(C) нецикл	Ацикличная A перед C перед B
B(A) нецикл	Ацикличная B перед A перед C
A(B) нецикл	Ацикличная A перед B перед C
C(B) нецикл	Нецикл. C до B до A
B(C) нецикл	Ацикличная B перед C перед A
C(A) цикл	Цикличная C перед A перед B
A(C) цикл	Циклически A до C до B до A

Для всех восьми вариантов одно из замыканий на землю отключается в соответствии с выбранной последовательностью отключений. После отключения первого повреждения второе повреждение будет являться простым замыканием на землю. Оно может быть определено функцией **Обнаружение замыканий на землю**.

Влияние обнаружения пускового тока

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то срабатывание дистанционной защиты может быть заблокировано при обнаружении данных бросков. В случае взаимодействия с функцией обнаружения броска тока намагничивания возможны следующие конфигурации:

- Блокирование пуска для метода пуска по току перегрузки, пуска по U/I и пуска по U/I/ϕ
- блокирование отдельных ступеней дистанционной защиты;
- блокирование пуска во время запуска по полному сопротивлению путем блокирования внешних ступеней дистанционной защиты.

Функция **Обнаружение броска тока намагничивания** может быть сконфигурирована отдельно для блокирования упомянутых методов пуска и для ступеней дистанционной защиты. В случае блокирования ступень дистанционной защиты, которая связана с функцией обнаружения броска тока намагничивания или методом пуска, не будет запускаться. Функция **Обнаружения броска тока намагничивания** сигнализирует о блокировании с помощью соответствующего сообщения. Когда блокирование прекращается и условие пуска для соответствующего метода или связанной ступени дистанционной защиты выполняется, выводится сигнализация о пуске, и начинается отсчет соответствующей выдержки времени. По истечении этого времени генерируется сообщение об операциях с выключателем. Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена, только если функция **Определение броска тока намагничивания** введена (см. раздел *6.44.1 Обзор функций*).

6.9.3.3 Задание уставок и примечание по вводу уставок — Общие уставки

Параметр: Запуск таймера ступени

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:110) Запуск таймера ступени** = ***при пуске ДЗ***

Параметр **Запуск таймера ступени** определяет момент времени, в который начинается отсчет выдержки времени срабатывания ступеней защиты.

Значение параметра	Описание
при пуске ДЗ	Данная уставка выбирается, если необходимо осуществлять начало отсчета выдержки времени срабатывания всех ступеней одновременно. При этом в случае перехода одного вида короткого замыкания в другой или при изменении выбранного контура измерения все выдержки времени будут продолжать отсчитываться далее. Siemens рекомендует использовать данную уставку.
при пуске ступ.	Отсчет выдержки времени срабатывания каждой ступени начинается при пуске данной ступени. Данная уставка выбирается при необходимости согласования рассматриваемой функции защиты с другими дистанционными или максимальными токовыми защитами.

Параметр: Угол хар-ки ДЗ

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Угол хар-ки ДЗ** = ***85.0°***

Параметр **Угол хар-ки ДЗ** задает угол наклона характеристики срабатывания (см. *Рисунок 6-158*). Данный угол наклона относится к характеристикам срабатывания всех ступеней защиты.

Siemens рекомендует устанавливать значение параметра **Угол хар-ки ДЗ** равным значению угла линии.

ПРИМЕР:

Вычисление угла линии на основании данных о полном сопротивлении прямой последовательности (Z_1) защищаемой линии:

$$Z_1 = R_л + jX_л = (0.025 + j0.21)\ \Omega$$

$$\text{Угол линии} \quad \arctan\left(\frac{X_л}{R_л}\right)$$

$$\text{Угол линии} \quad 83.2°$$

[foflwink-290411-01.tif, 1, ru_RU]

При необходимости согласования рассматриваемой функции защиты с другими защитами данная уставка может иметь значение, отличное от угла линии.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Рекомендуемая уставка = **(_:2311:103) Порог. значение 3I0>** = ***0,10 A***

При помощи параметра **Порог. значение 3I0>** задается уставка срабатывания органа контроля тока нулевой последовательности для обнаружения замыканий на землю.

Определите максимальный ток на землю для простого короткого замыкания на землю. Установите для параметра **Порог. значение 3I0>** немного большее значение, чем найденный максимальный ток.

Параметр: Контроль тока 3I0

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Контроль тока 3I0** = ***0,10***

При помощи параметра **Контроль тока 3I0** задается угол наклона пусковой характеристики органа контроля 3I0> для обнаружения замыканий на землю.

При протекании больших токов нагрузки в условиях несимметричной работы сети (например, в сетях с линиями электропередачи, имеющими нетранспонированные фазные проводники) и повреждениях трансформаторов тока во вторичных цепях могут возникать повышенные токи нулевой последовательности даже при отсутствии замыканий на землю. Параметр **Контроль тока 3I0** используется для блокировки пуска органа обнаружения коротких замыканий на землю в таких случаях. Если режим сети не предусматривает возникновение сильной несимметрии, и не учитываются возможные повре-

ждения трансформаторов тока, то Siemens рекомендует использовать значение уставки данного параметра, выставленное по умолчанию, и составляющее ***0.10***.

Параметр: Задержка 1ф пуск

- Уставка по умолчанию **(_:2311:108) Задержка 1ф пуск** = ***0.04 c***

Параметр **Задержка 1ф пуск** используется для введения выдержки времени на срабатывание органа обнаружения замыканий на землю в случае возникновения простого замыкания на землю в сетях с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью. Данная выдержка времени необходима для отстройки от времени протекания переходных процессов.

Переходные процессы, сопровождающие возникновение замыкания на землю в сетях с резонансно-заземленной нейтралью (нейтраль заземлена через дугогасящий реактор), могут привести к срабатыванию органа контроля I0>. Начальное колебание может привести к срабатыванию критерия "I0>". Параметр **Задержка 1ф пуск** используется для введения выдержки времени на срабатывание органа обнаружения замыканий на землю в таких случаях.

Параметр: Выбор фазы (ф-ф-з)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:116) Выбор фазы (ф-ф-з)** = ***C (A) нецикл.***

Параметр **Выбор фазы (ф-ф-з)** определяет последовательность отключения поврежденных фаз при двойных замыканиях на землю.

В приведенной ниже таблице указаны контуры, которые будут обрабатываться функцией дистанционной защиты при различных уставках для параметра **Выбор фазы (ф-ф-з)**.

Значение параметра	Запустившиеся контуры	Обрабатываемые контуры
C (A) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза A-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза C-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза C-земля
A (C) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза A-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза C-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза A-земля
B (A) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза B-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза B-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза A-земля
A (B) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза A-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза B-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза A-земля
C (B) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза B-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза C-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза C-земля
B (C) нецикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза B-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза B-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза C-земля
C (A) цикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза A-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза B-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза C-земля
A (C) цикл.	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза B-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза C-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза A-земля
все	фаза A-земля, фаза B-земля, (фаза A-фаза B)	фаза A-земля, фаза B-земля
	фаза B-земля, фаза C-земля, (фаза B-фаза C)	фаза B-земля, фаза B-земля
	фаза A-земля, фаза C-земля, (фаза C-фаза A)	фаза B-земля, фаза C-земля

фаза C-земля, фаза A-земля Для отключения обоих замыканий на землю необходимо выставить уставку параметра **Выбор фазы (ф-ф-з)** = ***все***.

Параметр: Макс.несимм.Uф-ф

- Уставка по умолчанию **(_:2311:115) Макс.несимм.Uф-ф** = ***25 %***

Параметр **Макс.несимм.Uф-ф** определяет максимально допустимую несимметрию междуфазных напряжений в нормальном режиме работы сети. Данная уставка задается исходя из конкретных условий применения дистанционной защиты.



ПРИМЕЧАНИЕ

Следующие параметры доступны только если выбрана круговая характеристика срабатывания (MHO):

- **Поляр.пам. (ф-з)**
- **Поляр.пам. (ф-ф)**
- **Перекр.поляр.(ф-з)**
- **Перекр.поляр.(ф-ф)**

Параметры доступны только при использовании круговых характеристик (MHO)!

Параметр: Поляр.пам. (ф-з)

- Уставка по умолчанию (:_2310:_111) **Поляр.пам. (ф-з)** = ***15,0 %***

При помощи параметра **Поляр.пам. (ф-з)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-земля. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Поляр.пам. (ф-з)** должен иметь уставку ***0.0%***.

Параметр: Поляр.пам. (ф-ф)

- Значение параметра по умолчанию (:_2310:_112) **Поляр.пам. (ф-ф)** = ***15.0%***

При помощи параметра **Поляр.пам. (ф-ф)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-фаза. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Поляр.пам. (ф-ф)** должен иметь уставку ***0.0%***.

Параметр: Перекр.поляр.(ф-з)

- Значение параметра по умолчанию (:_2310:_113) **Перекр.поляр.(ф-з)** = ***15.0%***

При помощи параметра **Перекр.поляр.(ф-з)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-земля. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Перекр.поляр.(ф-з)** должен иметь уставку ***0.0%***.

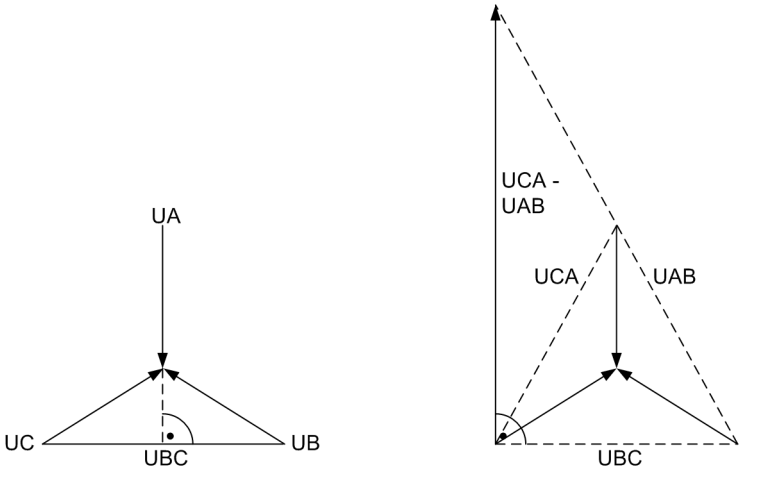
Параметр: Перекр.поляр.(ф-ф)

- Значение параметра по умолчанию (:_2310:_114) **Перекр.поляр.(ф-ф)** = ***15.0%***

При помощи параметра **Перекр.поляр.(ф-ф)** определяется степень поляризации при использовании напряжения неповрежденных фаз для контуров фаза-фаза. Данный параметр влияет на степень расширения круговых характеристик в зависимости от внутреннего сопротивления источника питания. При необходимости использования основной (базовой) характеристики срабатывания без расширения параметр **Перекр.поляр.(ф-ф)** должен иметь уставку ***0.0%***.

6.9.3.4 Определение направления

Для определения направления КЗ для каждого контура анализируется вектор сопротивления. Однако в зависимости от "качества" измеряемых величин используются разные методы вычисления. Непосредственно после возникновения замыкания на напряжение КЗ влияют переходные процессы в измеренных сигналах. Поэтому для вычислений используется напряжение, зафиксированное в предаварийном режиме. Если напряжение установившегося режима КЗ при близких замыканиях слишком мало для определения направления, то для этой цели используется напряжение без замыкания. Теоретически их вектора располагаются перпендикулярно векторам напряжения поврежденных контуров. Это относится как к контурам "фаза–земля", так и к контурам "фаза–фаза" (*Рисунок 6-151*). Данное обстоятельство учитывается при вычислениях поворотом векторов на 90°. В *Таблица 6-1* показано соответствие измеряемых величин для определения направления для шести контуров КЗ.



a) Контур фаза-земля (A-з) b) Контур фаза-фаза (ф.BC)

[dwksfreu-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-151 Определение направления с помощью напряжений внешних коротких замыканий

Таблица 6-1 Напряжения и токи, используемые для определения направления КЗ

Контур	Измеряемый ток (направление)	Фактическое напряжение КЗ	Напряжение внешнего КЗ
фаза A-земля	I_A	U_A	U_{BC}
фаза B-земля	I_B	U_B	U_{CA}
фаза C-земля	I_C	U_C	U_{AB}
A-земля [13]	$I_A - I_з$ [1]	U_A	U_{BC}
B-земля [1]	$I_B - I_з$ [1]	U_B	U_{CA}
C-земля [1]	$I_C - I_з$ [1]	U_C	U_{AB}
фаза A-фаза B	$I_A - I_B$	U_{AB}	$U_{BC} - U_{CA}$
фаза B-фаза C	$I_B - I_C$	U_{BC}	$U_{CA} - U_{AB}$
фаза C-фаза A	$I_C - I_A$	U_{CA}	$U_{AB} - U_{BC}$

Если измеренное напряжение слишком низкое и нет сохраненного напряжения, направление определяется как **вперед**. Данная ситуация может возникнуть в том случае, если обесточенная линия включается на устойчивое повреждение (например, подача напряжения на линию при включенном заземляющем ноже разъединителя).

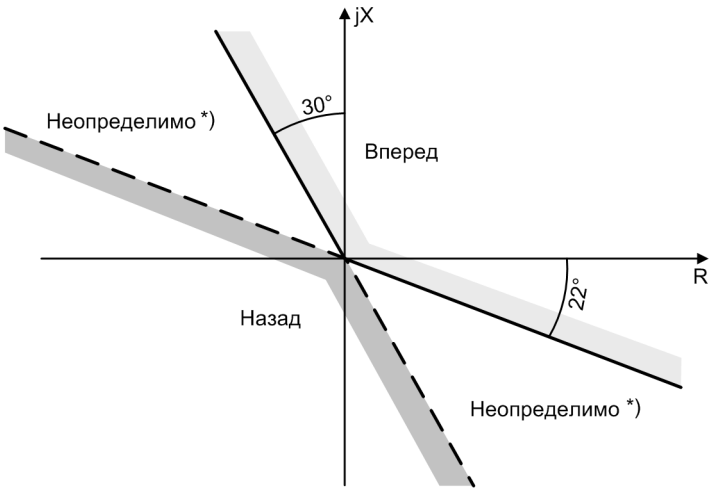
На *Рисунок 6-152* показана теоретическая характеристика направленности для установившегося режима работы.

[13] с учетом компенсации по току нулевой последовательности

При использовании напряжений, зафиксированных в предаварийном режиме, или напряжений неповрежденных фаз положение данной характеристики зависит от следующих факторов:

- Сопротивление источника питания (системы)
- Мощность, передаваемая по линии перед появлением КЗ.

Поэтому характеристика направленности имеет некоторую резервную область за границами первого квадранта на комплексной плоскости сопротивлений R-X (*Рисунок 6-152*).



*) Также действительно и для ненаправленной функции

[dwritgkl-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-152 Характеристика направленности в координатах R-X

Т. к. как каждая ступень дистанционной защиты может задаваться как действующая **в прямом** направлении, **в обратном** направлении или **ненаправленная**, то для ступеней защиты, действующих **в прямом** направлении и **в обратном** направлении используются различные (зеркально отображенные) характеристики направленности. Ненаправленные ступени защиты не имеют характеристики направленности. Для таких ступеней рассматривается вся область характеристики срабатывания.

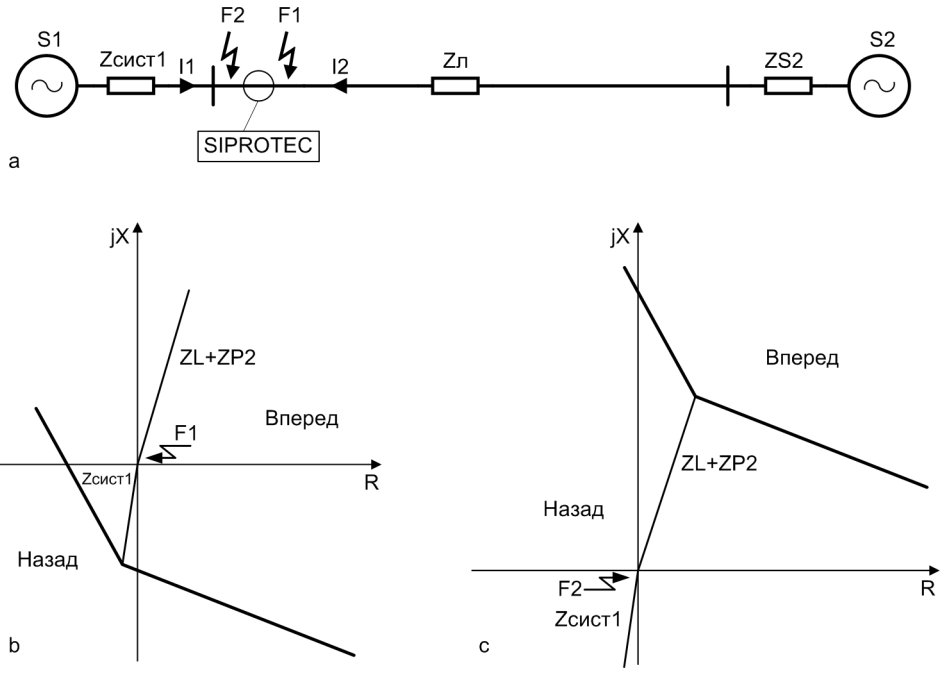
Особенности характеристик направленности

Теоретическая характеристика направленности для установившегося режима, представленная на *Рисунок 6-152*, справедлива для определения направления при использовании напряжений поврежденных контуров.

Если используются напряжения внешних КЗ или буферизованных цепей, на положение характеристической кривой направленности влияют следующие факторы:

- Сопротивление источника питания (системы)
- Мощность, передаваемая по линии перед появлением КЗ.

На *Рисунок 6-153* показана характеристика направленности, учитывающая полное сопротивление источника для напряжений внешних коротких замыканий или напряжений неповрежденных фаз (без учета передачи мощности). Т. к. указанные напряжения равны напряжению соответствующего эквивалентного генератора E и не изменяются после появления КЗ, характеристика направленности на комплексной плоскости сопротивлений смещается на величину сопротивления системы ZS1 = E1/I1. При повреждении в точке F1 (*Рисунок 6-153*a) КЗ находится в прямом направлении, а сопротивление системы — в обратном. Все КЗ вплоть до места установки защиты (трансформаторов тока) будут однозначно определяться как замыкания в прямом направлении (*Рисунок 6-153*b). При изменении направления протекания тока положение характеристики направленности меняется скачкообразно (*Рисунок 6-153*c). В таком случае через точку измерения (место установки трансформаторов напряжения) течет ток I2 в обратном направлении. Величина I2 определяется сопротивлением системы ZS2 + ZL. При передаче мощности по линии характеристика направленности может дополнительно поворачиваться на угол нагрузки.

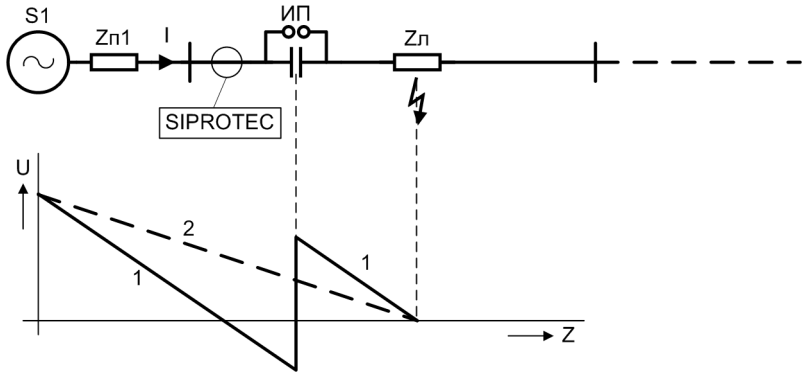


[dwrspeiu-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-153 Характеристика направленности при использовании напряжений внешнего КЗ или напряжений неповрежденных фаз

Определение направления для линий с продольно-емкостной компенсацией

Характеристики направленности и их смещение на значение полного сопротивления системы также применяются и для линий с установками продольной компенсации. В случае, если КЗ происходит за установкой продольной компенсации, то до тех пор, пока не ответит защитный разрядник, будет наблюдаться изменение направления напряжения КЗ (см.*Рисунок 6-154*).



[dwrserko-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-154 Эпюра напряжения при возникновении замыкания за установкой продольной компенсации

(1) Без срабатывания защитного разрядника (PSG)

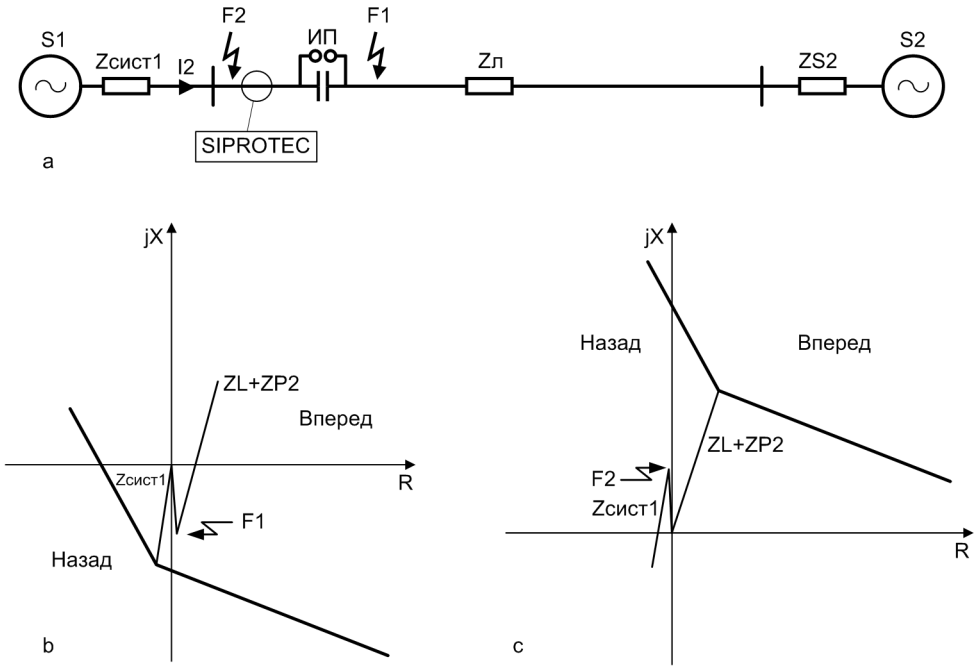
(2) Со срабатыванием защитного разрядника (PSG)

При этом определенное дистанционной защитой направление КЗ может оказаться неверным. В данном случае использование напряжений, зафиксированных в предаварийном режиме, гарантирует корректное измерение направления (см. *Рисунок 6-155*a).

Для определения направления используется напряжение, сохраненное до момента появления повреждения. Поскольку для определения направления используется доаварийное значение напряжения, то вершины характеристик направленности далеко смещены (в зависимости от сопротивления

системы и доаварийной нагрузки), поэтому емкостное реактивное сопротивление установки продольной компенсации (*Рисунок 6-155*b), Реактивное сопротивление конденсатора всегда меньше, чем реактивное сопротивление источника

Если КЗ происходит до места расположения установки продольной компенсации, т. е. в обратном направлении по отношению к месту установки устройства защиты (трансформаторов тока), то вершина характеристики направленности смещается в противоположном направлении (*Рисунок 6-155*c). При этом также обеспечивается верное определение направления КЗ.



[dwrklser-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-155 Характеристики направленности для линий с продольно-емкостной компенсацией

Для корректного определения направления повреждения на линиях с продольно-емкостной компенсацией необходимо выставить уставку параметра **Послед.компенс.** = ***да*** в функциональной группе **Линия**.

6.9.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:110	Общие данные:Запуск таймера ступени		• при пуске ступ. • при пуске ДЗ	при пуске ДЗ
_:2311:107	Общие данные:Угол хар-ки ДЗ		30.0 ° до 90.0 °	85.0 °
_:2311:103	Общие данные:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
_:2311:104	Общие данные:Контроль тока 3I0		0.05 до 0.30	0.10

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:108	Общие данные:Задержка 1ф пуск		0.00 с до 0.50 с	0.04 с
_:2311:116	Общие данные:Выбор фазы (ф-ф-з)		• C (A) нецикл. • A (C) нецикл. • C (B) нецикл. • B (C) нецикл. • A (B) нецикл. • B (A) нецикл. • C (A) цикл. • A (C) цикл. • все	C (A) нецикл.
_:2311:115	Общие данные:Макс.несимм .Uф-ф		5 % до 50 %	25 %
_:2311:111	Общие данные:Поляр.пам. (ф-з)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:112	Общие данные:Поляр.пам. (ф-ф)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:113	Общие данные:Перекр.поляр. (ф-з)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
_:2311:114	Общие данные:Перекр.поляр. (ф-ф)		0.0 % до 100.0 %	15.0 %
Пуск Z<				
_:3661:101	Пуск Z<:Уставка мин.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
_:3661:102	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-з		• нет • да	нет
_:3661:103	Пуск Z<:Rнагр (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	25.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	5.000 Ом
_:3661:104	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-з)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °
_:3661:105	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-ф		• нет • да	нет
_:3661:106	Пуск Z<:Rнагр (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	20.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	4.000 Ом
_:3661:107	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-ф)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °
Z 1				
_:3571:1	Z 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3571:2	Z 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3571:121	Z 1:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3571:27	Z 1: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3571:101	Z 1:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3571:114	Z 1:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3571:109	Z 1:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:3571:102	Z 1:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3571:103	Z 1:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3571:104	Z 1:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	1.250 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.250 Ом
_:3571:113	Z 1:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3571:110	Z 1:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:3571:112	Z 1:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:3571:105	Z 1:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3571:106	Z 1:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3571:107	Z 1:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3571:108	Z 1:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °
z 2				
_:3572:1	Z 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3572:2	Z 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3572:121	Z 2:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3572:27	Z 2: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3572:101	Z 2:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3572:114	Z 2:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3572:109	Z 2:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3572:102	Z 2:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3572:103	Z 2:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3572:104	Z 2:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:3572:113	Z 2:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3572:110	Z 2:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.30 с
_:3572:112	Z 2:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.30 с
_:3572:105	Z 2:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3572:106	Z 2:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3572:107	Z 2:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3572:108	Z 2:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °
Z 3				
_:3573:1	Z 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3573:2	Z 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3573:121	Z 3:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3573:27	Z 3: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3573:101	Z 3:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3573:114	Z 3:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3573:109	Z 3:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:3573:102	Z 3:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3573:103	Z 3:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3573:104	Z 3:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	5.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	1.000 Ом
_:3573:113	Z 3:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3573:110	Z 3:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.60 с
_:3573:112	Z 3:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.60 с
_:3573:105	Z 3:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3573:106	Z 3:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3573:107	Z 3:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3573:108	Z 3:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Z 4				
_:3574:1	Z 4:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3574:2	Z 4:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3574:121	Z 4:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:3574:27	Z 4: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3574:101	Z 4:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:3574:114	Z 4:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:3574:109	Z 4:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	ненапра-вленная
_:3574:102	Z 4:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:103	Z 4:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:104	Z 4:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	12.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.400 Ом
_:3574:113	Z 4:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:3574:110	Z 4:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.90 с
_:3574:112	Z 4:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.90 с
_:3574:105	Z 4:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:3574:106	Z 4:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:3574:107	Z 4:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:3574:108	Z 4:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °

6.9.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	SPS	O
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
_:2311:300	Общие данные:Z ф-з	Звезда	O
_:2311:301	Общие данные:Z ф-ф	DEL	O
Групп. сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
_:4501:301	Групп.сообщ.:Выбранный контур AG	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4501:302	Групп.сообщ.:Выбранный контур BG	ACD	O
_:4501:303	Групп.сообщ.:Выбранный контур CG	ACD	O
_:4501:304	Групп.сообщ.:Выбранный контур AB	ACD	O
_:4501:305	Групп.сообщ.:Выбранный контур BC	ACD	O
_:4501:306	Групп.сообщ.:Выбранный контур CA	ACD	O
Пуск Z<			
_:3661:51	Пуск Z<:Режим(управляемый)	ENC	C
_:3661:52	Пуск Z<:Режим работы	ENS	O
_:3661:53	Пуск Z<:Исправно	ENS	O
Z 1			
_:3571:81	Z 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:3571:500	Z 1:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3571:501	Z 1:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3571:54	Z 1:Неактивно	SPS	O
_:3571:52	Z 1:Режим работы	ENS	O
_:3571:53	Z 1:Исправно	ENS	O
_:3571:55	Z 1:Пуск	ACD	O
_:3571:300	Z 1:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3571:301	Z 1:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3571:302	Z 1:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3571:303	Z 1:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3571:304	Z 1:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3571:305	Z 1:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3571:56	Z 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3571:57	Z 1:Работа	ACT	O
Z 2			
_:3572:81	Z 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:3572:500	Z 2:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3572:501	Z 2:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3572:54	Z 2:Неактивно	SPS	O
_:3572:52	Z 2:Режим работы	ENS	O
_:3572:53	Z 2:Исправно	ENS	O
_:3572:55	Z 2:Пуск	ACD	O
_:3572:300	Z 2:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3572:301	Z 2:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3572:302	Z 2:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3572:303	Z 2:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3572:304	Z 2:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3572:305	Z 2:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3572:56	Z 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3572:57	Z 2:Работа	ACT	O
Z 3			
_:3573:81	Z 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:3573:500	Z 3:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3573:501	Z 3:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3573:54	Z 3:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:3573:52	Z 3:Режим работы	ENS	O
_:3573:53	Z 3:Исправно	ENS	O
_:3573:55	Z 3:Пуск	ACD	O
_:3573:300	Z 3:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3573:301	Z 3:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3573:302	Z 3:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3573:303	Z 3:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3573:304	Z 3:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3573:305	Z 3:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3573:56	Z 3:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3573:57	Z 3:Работа	ACT	O
Z 4			
_:3574:81	Z 4:>Блок. ступень	SPS	I
_:3574:500	Z 4:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:3574:501	Z 4:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:3574:54	Z 4:Неактивно	SPS	O
_:3574:52	Z 4:Режим работы	ENS	O
_:3574:53	Z 4:Исправно	ENS	O
_:3574:55	Z 4:Пуск	ACD	O
_:3574:300	Z 4:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:3574:301	Z 4:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:3574:302	Z 4:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:3574:303	Z 4:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:3574:304	Z 4:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:3574:305	Z 4:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:3574:56	Z 4:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3574:57	Z 4:Работа	ACT	O

6.9.4 Метод пуска: Пуск по сопротивлению

6.9.4.1 Описание

Для метода пуска по полному сопротивлению контролируются фазные токи. При превышении фазными токами **Уставка мин.фазн.тока** значения уставки выполняется расчет полных сопротивлений контуров фаза-фаза. Если при этом обнаружено замыкание на землю, то также рассчитываются полные сопротивления контуров фаза-земля.

При использовании метода пуска по полному сопротивлению исключается влияние полного сопротивления и учитывается сектор нагрузки характеристики срабатывания (в случае его использования).

Неповрежденные контуры

При использовании метода пуска по полному сопротивлению обрабатываются все 6 измерительных контуров. При этом токи и напряжения короткозамкнутых контуров оказывают влияние на рассчитываемые полные сопротивления неповрежденных контуров. Например, при возникновении замыкания фазы A на землю ток короткого замыкания фазы A будет влиять на рассчитываемые сопротивления контуров фаза A-фаза B и фаза C-фаза A. Также в этом случае появится ток нулевой последовательности в контурах фаза B-земля и фаза C-земля. Наряду с токами нагрузки в исправных контурах присутствуют так называемые "кажущиеся сопротивления". Эти факторы никак не связаны с поиском реальных неисправностей.

Кажущиеся сопротивления неповрежденных контуров обычно имеют большие по сравнению с сопротивлениями поврежденных контуров значения. Исправные контуры проводят только часть тока короткого замыкания, на напряжение на них всегда превышает напряжение на контурах, в которых присутствует авария. По этой причине исправные контуры не влияют на выбор чувствительности ступени защиты.

Однако помимо селективности работы ступеней защиты также важное значение имеет фазная селективность. Понятие фазной селективности включает в себя определение поврежденной фазы, выдачу пофазно-селективных сигналов, а также возможность выполнения однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ). В зависимости от условий запитки, короткие замыкания вблизи станции могут приводить к тому, что исправные контуры будут опознавать короткие замыкания на более удаленном расстоянии, но будут считать эти замыкания находящимися в области срабатывания. Это приводит к отключению без возможности однополюсного АПВ. В рассматриваемом случае могло бы произойти трехфазное отключение повреждения без возможности однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ).

Контроль конутров позволяет надежно обеспечить селективность степеней и фаз. Контроль контуров производится в 2 этапа.

- Сначала на основе рассчитанных полных сопротивлений контуров и их частичных полных сопротивлений (фазы или земли) строится эквивалентная схема линии.
- Если полученная эквивалентная схема линии приемлема, то соответствующий контур считается выбранным правильно (действительным).

В случае, если внутри характеристики срабатывания зоны защиты оказываются сопротивления более одного контура, то выбранным правильно считается контур с наименьшим сопротивлением. Кроме того, действительными читаются те контуры, сопротивление которых не превышает наименьшее сопротивление более чем на 50%. Контуры с большим сопротивлением исключаются из обработки. Исключение представляют контуры, объявленные внушающими доверие на первом этапе. Такие контуры более не могут устраняться из рассмотрения.

Такой метод, с одной стороны, позволяет исключать из расчетов кажущиеся сопротивления неповрежденных контуров, а с другой стороны — правильно определять несимметричные многофазные и многократные КЗ. Контуры, отнесенные к действительным, преобразуются в информацию о фазе. Это обеспечивает сигнализацию в режиме селективности по фазе.

Сектор нагрузки

Для длинных сильнонагруженных линий электропередачи имеется вероятность того, что вектор сопротивления нагрузки может попасть внутрь характеристики срабатывания дистанционной защиты. Для предотвращения ложных пусков зон дистанционной защиты с большим охватом характеристики срабатывания по направлению R при больших перетоках мощности (перегрузках) имеется возможность задать сектор нагрузки характеристики срабатывания. Сектор нагрузки (см. *Рисунок 6-156*) может быть задан как для контуров фаза-фаза, так и для контуров фаза-земля.

Указанные параметры описаны в Разделе *6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Уставка мин.фазн.тока

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Уставка мин.фазн.тока**= ***0,10 A***

Уставку параметра **Уставка мин.фазн.тока** рекомендуется устанавливать очень малой (10 % от $I_{ном}$). При превышении минимальным фазным током значения данной уставки дистанционной защитой выполняется расчет сопротивлений контуров. Малое значение уставки позволяет использовать дистанционную защиту для целей дальнего резервирования в случае возникновения замыканий на смежных линиях. В случаях, когда значение минимального фазного тока в некоторых короткозамкнутых цепях не превышает данную уставку (такая ситуация может сложиться при определенных режимах работы сети), для обнаружения замыкания необходимо применять специальные меры для режимов слабой подпитки. Siemens рекомендует использовать значение уставки по умолчанию, составляющее **Уставка мин.фазн.тока** = ***0,10 A***.

Сектор нагрузки

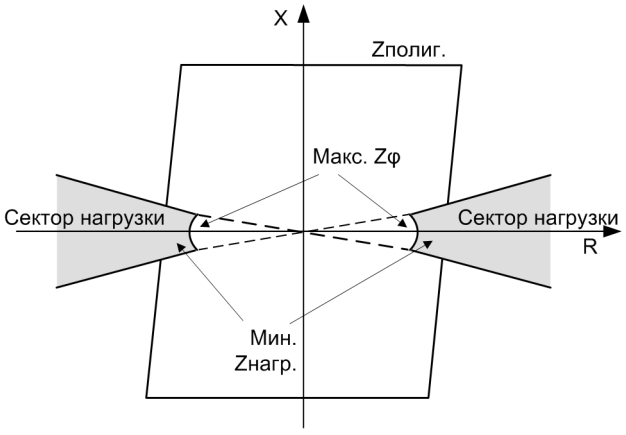
Сектор нагрузки характеристики срабатывания определяется следующими параметрами:

- Уставка по умолчанию **(_:102) Исп.сектор нагр.ф-з** = ***Да***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Rнагр (ф-з)** = ***20,000 Ом***
- Уставка по умолчанию **(_:104) Угол нагр. (ф-з)** = ***45,0°***
- Уставка по умолчанию **(_:105) Исп.сектор нагр.ф-ф** = ***Да***
- Уставка по умолчанию **(_:106) Rнагр (ф-ф)** = ***25,000 Ом***
- Уставка по умолчанию **(_:107) Угол нагр. (ф-ф)** = ***45,0°***

Сектор нагрузки характеристики срабатывания задается отдельно для контуров фаза-фаза и для контуров фаза-земля. При помощи параметров **Исп.сектор нагр.ф-з** и **Исп.сектор нагр.ф-ф** определяется необходимость применения сектора нагрузки. Параметры настройки сектора нагрузки характеристики срабатывания доступны только в том случае, если выставлены параметры **Исп.сектор нагр.ф-з** = ***да*** и **Исп.сектор нагр.ф-ф** = ***да***.

Т. к. в нагрузочном режиме отсутствуют токи нулевой последовательности, то такой режим не может привести к срабатыванию органа обнаружения замыканий на землю. Однако при однофазном отключении параллельной линии возможно одновременное увеличение тока нагрузки и появление тока нулевой последовательности, достаточного для пуска дистанционной защиты. Поэтому для таких случаев необходимо применять сектор нагрузки характеристик срабатывания зон защиты, реагирующих на замыкания на землю.

На уровне полного сопротивления диапазон нагрузки должен быть отделен от области срабатывания ступени дистанционной защиты. Ступень должна реагировать только на условия, возникающие при аварии, но не на условия нагрузки. Для определения величины сектора нагрузки необходимо рассчитать наименьшее возможное значение полного сопротивления для нагрузочного режима и наибольший возможный угол данного вектора (см. *Рисунок 6-156*).



[dwlastke-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-156 Сектор нагрузки

Уставки параметров сектора нагрузки характеристики срабатывания должны иметь значения несколько меньшие (на 10 %), чем минимально возможное для нагрузочного режима сопротивление. Минимальное полное сопротивление нагрузки наблюдается при условии протекания максимального тока нагрузки и наличия минимального возможного напряжения.

ПРИМЕР

Вычисление параметров сектора нагрузки для режима работы в сети с симметричной нагрузкой

Воздушная линия 110 кВ, сечение провода 150 мм^2 со следующими данными:

Максимальная передаваемая по линии мощность

$P_{макс}$	= 100 MBA
$I_{макс}$	= 525 A
Минимальное рабочее напряжение	
$U_{мин}$	= 0,9 $B_{ном.}$
Трансформатор тока	600 A/5 A
Трансформатор напряжения	110 кВ/0,1 кВ

Минимальное первичное сопротивление в нагрузочном режиме рассчитывается следующим образом:

$$R_{лперв.} = \frac{U_{мин}}{I_{макс.}} = \frac{0{,}9 \cdot 110\ \text{kV}}{525\ \text{A} \cdot \sqrt{3}} = 108{,}9\ \Omega$$

[fo_ltber1-210514, 1, ru_RU]

Минимальное вторичное сопротивление в нагрузочном режиме:

$$R_{лвтор} = \frac{K_{тт}}{K_{тн}} \cdot R_{лперв.} = \frac{600\ \text{A}/5\ \text{A}}{110\ \text{kV}/0{,}1\ \text{kV}} \cdot 108{,}9\ \Omega = 11{,}9\ \Omega$$

[fo_ltber2-210514, 1, ru_RU]

С учетом коэффициента в 10 % получаем следующие значения уставок в первичных и вторичных величинах: В первичных величинах:

Основной: **Rнагр (ф-ф)** = 108,9 Ом или

Вторичная: **Rнагр (ф-ф)** = 11,9 Ω

Уставки по углу сектора нагрузки (параметры **Угол нагр. (ф-ф)** и**Угол нагр. (ф-з)**) необходимо выставлять несколько большими (примерно на 5 %), чем максимально возможный угол вектора сопротивления в нагрузочном режиме, который рассчитывается исходя из минимально возможного коэффициента мощности cos φ.

ПРИМЕР

Минимально возможный в нагрузочном режиме коэффициент мощности $(\cos \varphi_{макс})_{мин} = 0{,}8$

$\varphi_{макс} = 36.9°$

Значение уставки **Угол нагр. (ф-ф)** = $\varphi_{макс} + 5° = 41{,}9°$

Дополнительные указания по вводу уставок можно найти в Пример применения дистанционной защиты для высоковольтных воздушным линий электропередачи в *6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Если две параллельные линии расположены на одних и тех же опорах, то взаимоиндукция таких цепей достигает больших значений. В таких случаях при однофазном отключении параллельной линии возможно одновременное увеличение тока нагрузки и появление тока нулевой последовательности, достаточного для пуска дистанционной защиты. Указанные пуски дистанционной защиты предотвращаются путем отдельного задания уставок сектора нагрузки для контуров фаза-земля.

Во время однофазной бестоковой паузы на параллельной линии по защищаемой линии протекает значительный ток нулевой последовательности. Этот ток нулевой последовательности вызван взаимовлиянием систем нулевой последовательности. Ток нулевой последовательности необходимо учитывать при выборе уставки параметра **Rнагр (ф-з)**.

ПРИМЕР

Вычисление параметров сектора нагрузки с учетом влияния параллельной линии

Данный пример относится к параллельным линиям со взаимоиндукцией в схеме замещения нулевой последовательности при бестоковой паузе в цикле ОАПВ параллельной линии.

Параметры сектора нагрузки рассчитываются для воздушной линии электропередачи напряжением 400 кВ со следующими данными:

Двухцепная линия длиной 220 км с размещением обеих линий на одних и тех же опорах (нулевая взаимоиндукция обеих линий)

Максимальные мощность и ток нагрузки одной линии при параллельной работе обеих линий:

$P_{макс}$	= 1200 МВА
$I_{макс}$	= 1732 А
Минимальное рабочее напряжение $U_{мин}$	= 0,9 $В_{ном.}$
Трансформатор тока	2000 А/5 А
Трансформатор напряжения	400 кВ/100 В
Параметр **kr**	≤ 1,54

Минимальное сопротивление в нагрузочном режиме:

$$Z_{л\ перв.} = \frac{U_{мин}}{\sqrt{3} \cdot I_{макс}} = \frac{0.9 \cdot 400\ kV}{\sqrt{3} \cdot 1732\ A} = 120\ \Omega$$

[fofr1bs2-051109-01.tif, 1, ru_RU]

Данное рассчитанное сопротивление относится к контурам фаза-фаза. Для выбора параметров сектора нагрузки для контуров фаза-земля для параллельных линий необходимо учитывать режим бестоковой паузы в цикле ОАПВ параллельной линии. Во время бестоковой паузы цикла ОАПВ ток нагрузки рассматриваемой линии увеличивается. В то же время ток нагрузки во время бестоковой паузы цикла ОАПВ протекает на параллельной линии через землю. Произведем вычисление минимального сопротивления в нагрузочном режиме для контуров фаза-земля но основе данных о токе нагрузки, протекающем в земле. В данном примере указанный ток нагрузки представлен относительной величиной (по отношению к $I_{макс}$.

Отношение тока в земле параллельной линии без замыкания во время бестоковой паузы в цикле ОАПВ к току $I_{макс}$:

$$\frac{I_{з\ 1ф\ пауз.}}{I_{макс}} = 0.4$$

[fofx2bs2-051109-01.tif, 1, ru_RU]

На значение указанного отношения оказывают влияние длина линии, сопротивление источника питания и сопротивление линии. При отсутствии возможности оценки величины данного отношения с использованием симуляции режимов работы сети допускается принимать следующие приблизительные значения:

Длинные линии (около 200 км)	$I_{31ф:Пауза}/I_{макс}$: Около 0,4
Короткие линии (около 25 км)	$I_{31ф:Пауза}/I_{макс}$: Около 0,6

Минимальное сопротивление в нагрузочном режиме для контуров фаза-земля в данном примере:

$$Z_{л\ перв.\ (ф-з)} = \frac{Z_{л\ перв.}}{1 + \frac{I_{з\ ф:пауз.}}{I_{макс}}(1 + kr)} = \frac{120}{1 + 0.4 \cdot (1 + 1.54)} = 59.5\ \Omega$$

[fofr2bs2-270910-01.tif, 1, ru_RU]

При конфигурировании устройства с использованием ПК и ПО DIGSI уставки вводить возможно как в первичных, так и во вторичных величинах. Рассчитанное сопротивление во вторичных величинах:

$$Z_{л\ втор.} = \frac{K_{TT}}{K_{TH}} \cdot Z_{л\ перв.} = \frac{2000/5}{400/0.1} \cdot 120\ \Omega = 12\ \Omega$$

[fofr3bs2-051109-01.tif, 1, ru_RU]

$$Z_{\text{л втор. (ф–з)}} = \frac{K_{TT}}{K_{TH}} \cdot Z_{\text{л перв. (ф–з)}} = \frac{2000/5}{400/0.1} \cdot 59.5\ \Omega = 5.95\ \Omega$$

[fofr4bs2-051109-01.tif, 1, ru_RU]

Уставки для коэффициента надежности 10 %:

Rнагр (ф-ф)	= 108 Ом	(первичных)	= 10,8 Ом	(вторичных)
Rнагр (ф-з)	= 53,5 Ом	(первичных)	= 5.35 Ом	(вторичных)

Уставка по углу сектора нагрузки так же, как и в первом примере для одиночной линии рассчитывается на основе минимально возможного коэффициента мощности.

6.9.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Пуск Z<				
_:101	Пуск Z<:Уставка мин.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.050 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.250 A до 175.000 A	0.500 A
_:102	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-з		• нет • да	нет
_:103	Пуск Z<:Rнагр (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	25.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	5.000 Ом
_:104	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-з)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °
_:105	Пуск Z<:Исп.сектор нагр.ф-ф		• нет • да	нет
_:106	Пуск Z<:Rнагр (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	20.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	4.000 Ом
_:107	Пуск Z<:Угол нагр. (ф-ф)		20.0 ° до 60.0 °	45.0 °

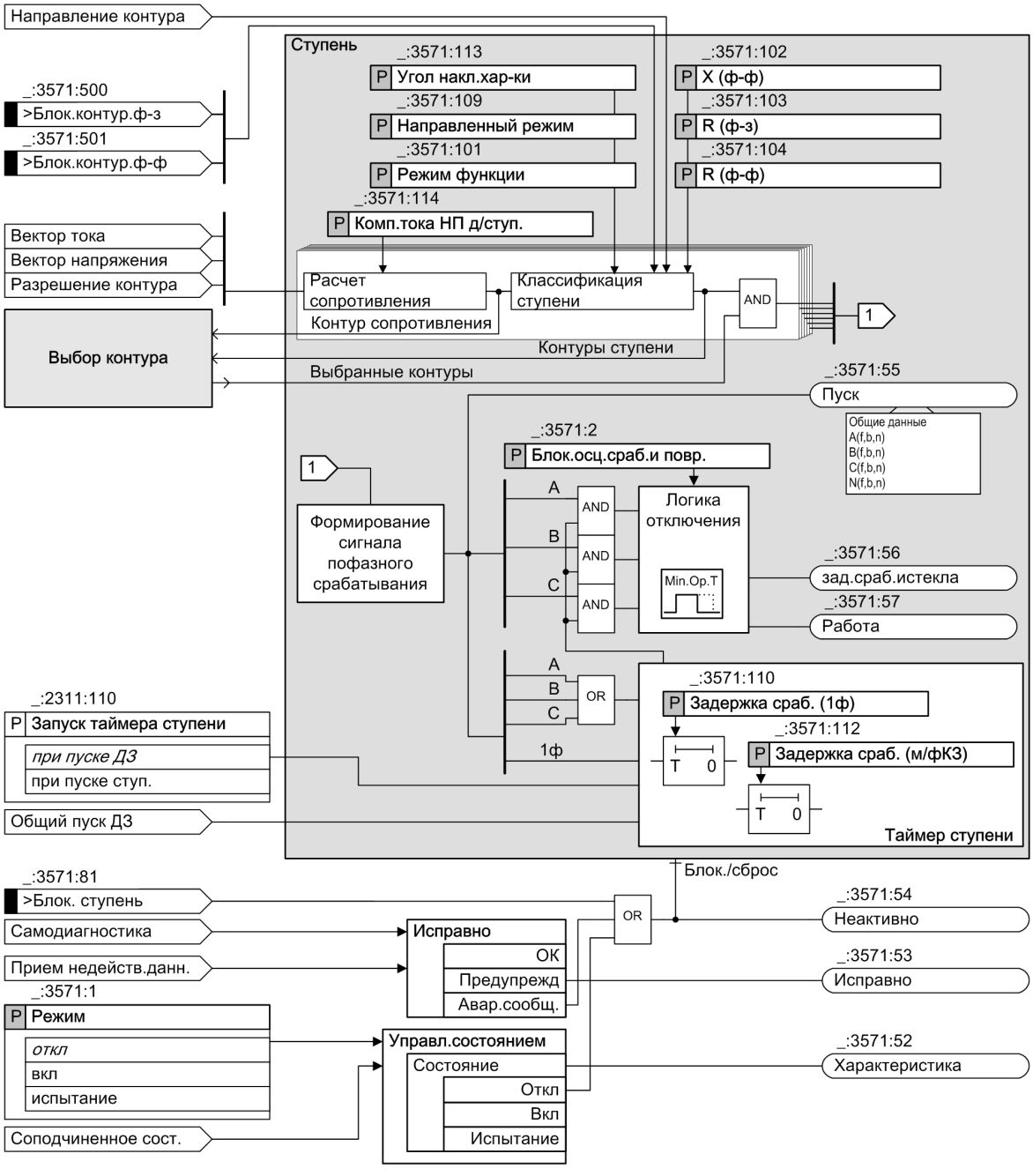
6.9.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Пуск Z<			
_:51	Пуск Z<:Режим(управляемый)	ENC	C
_:52	Пуск Z<:Режим работы	ENS	O
_:53	Пуск Z<:Исправно	ENS	O

6.9.5 Зона с полигональной характеристикой срабатывания

6.9.5.1 Описание

Логика работы ступени защиты



[lopoly3p-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-157 Логическая схема работы ступени защиты с полигональной характеристикой срабатывания

Направление срабатывания

Ступени защиты выполняют следующие функции:

- Вычисление сопротивления на основе измеренных значений тока и напряжения
- Сравнение рассчитанного сопротивления с характеристикой срабатывания ступени
- Формирование сигналов пуска и отключения от ступени защиты

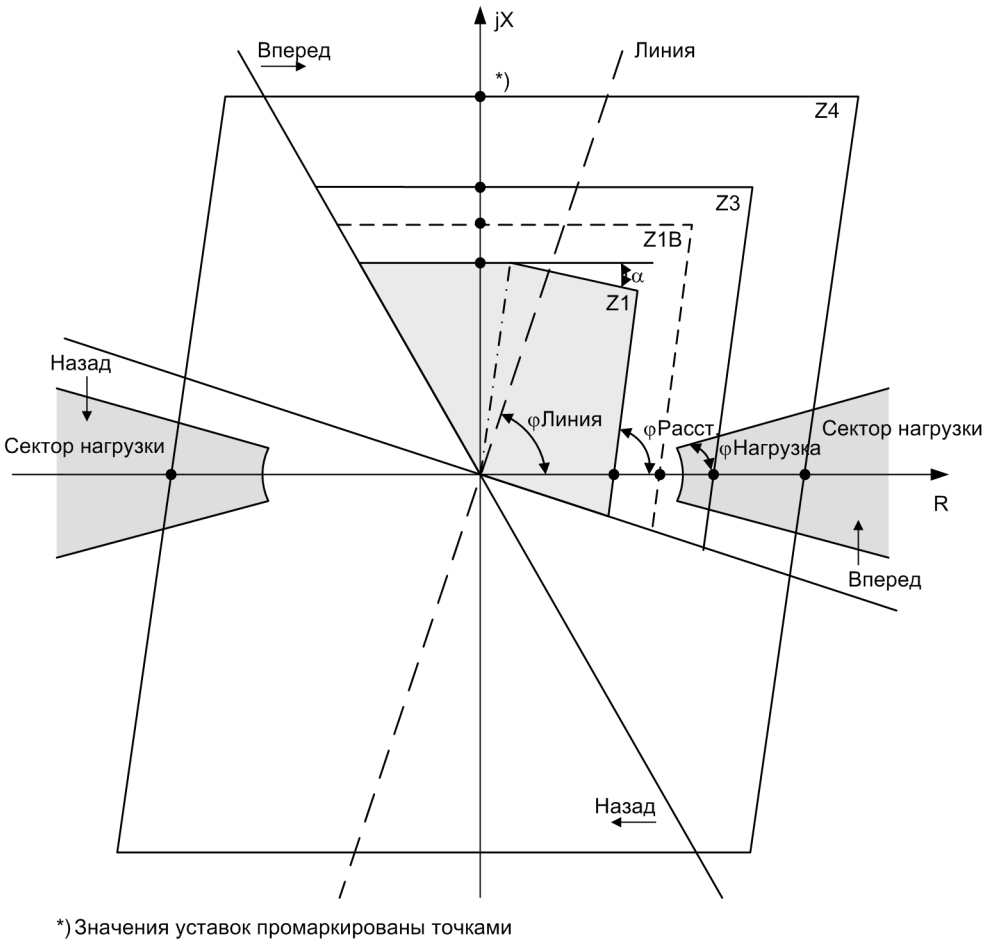
Ступень защиты запускается в случае, если рассчитанное полное сопротивление поврежденного контура находится внутри характеристики срабатывания данной ступени, и направление вектора полного сопротивления соответствует ее направленности. Информация о поврежденных контурах преобразуется в сигналы пофазного пуска ступеней. Сигналы пофазного пуска ступеней защиты обрабатываются в блоке выходной логики дистанционной защиты, а также используются другими дополнительными функциями (например, функцией передачи телесигналов). Выходная логика дистанционной защиты описана в главе *6.9.7 Выходная логика дистанционной защиты*.

Полигональная характеристика срабатывания

Полигональная характеристика (характеристика срабатывания) ступени представляет собой наклонный параллелограмм в плоскости R-X. Характеристика срабатывания задается при помощи параметров **X (ф-ф)**, **R (ф-ф)**, **R (ф-з)** и **Угол накл.хар-ки**.

Во избежание неопределенности сигналов на границах многоугольников характеристики срабатывания имеют гистерезис в 5%. Если сопротивление поврежденного контура находится внутри многоугольника, его границы увеличиваются на 5% во всех направлениях.

На следующем рисунке приведены полигональные характеристики срабатывания четырех ступеней дистанционной защиты.



[dwklpoly-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-158 Дистанционная защита с полигональной характеристикой срабатывания

ПРИМЕЧАНИЕ

Ступени можно переименовать или удалить в DIGSI. Также можно добавить дополнительные ступени из функциональной библиотеки DIGSI.

6.9.5.2 Расчет сопротивлений

Для каждого из шести контуров (фаза A-земля, фаза B-земля, фаза C-земля, фаза A-фаза B, фаза B-фаза C, фаза C-фаза A) предусмотрен свой измерительный элемент сопротивления.

Детектор приращения синхронизирует все процессы расчета и обработки с моментом времени возникновения замыкания. Такая синхронизация позволяет обеспечить наибольшее быстродействие и постоянство времени срабатывания функции дистанционной защиты. При возникновении нового замыкания в процессе обработки результатов расчета все вычисления будут производиться с использованием новых измеренных значений. Таким образом функцией дистанционной защиты постоянно обрабатываются данные, соответствующие текущему замыканию.

Расчет сопротивлений контуров фаза-фаза

Для расчета сопротивления контура фаза-фаза, например, для двухфазного КЗ между фазами A и B (см. *Рисунок 6-159*) применяется следующее уравнение:

$$\underline{I}_A \cdot \underline{Z}_{ф} - \underline{I}_B \cdot \underline{Z}_{ф} = \underline{U}_{A-з} - \underline{U}_{B-з}$$

[foflschl-160909-01.tif, 1, ru_RU]

где

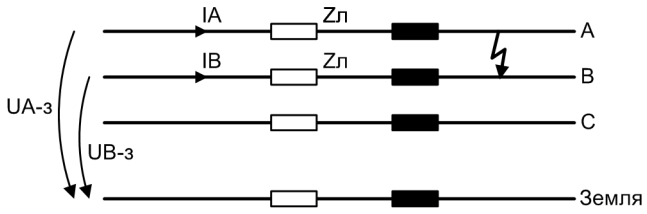
$\underline{U}, \underline{I}$ комплексные измеряемые величины

$\underline{Z}_{л} = R + jX$ комплексное полное сопротивление линии

Тогда полное сопротивление линии вычисляется следующим образом:

$$\underline{Z}_{л} = \frac{\underline{U}_{A-з} - \underline{U}_{B-з}}{\underline{I}_A - \underline{I}_B}$$

[folimped-240609-01.tif, 1, ru_RU]



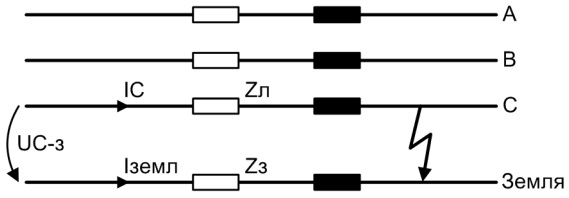
[dwllschl-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-159 Междуфазное короткое замыкание контура фаза-фаза

Если одна из фаз контура фаза-фаза отключена, например, во время бестоковой паузы ОАПВ, то вычисления для данного контура не производятся. Например, в случае бестоковой паузы в цикле ОАПВ для фазы A контуры фаза A-фаза B и фаза C-фаза A блокируются. Таким образом исключается возможность ошибочного расчета сопротивления контура из-за использования неопределенных величин. Функция монитор процесса в функциональной группе **Линия** контролирует состояние ОАПВ и выдает соответствующий блокирующий сигнал.

Расчет сопротивлений контуров фаза-земля

При расчете сопротивления контуров фаза-земля учитывается тот факт, что сопротивление обратной цепи через землю обычно имеет значение, отличающееся от значения сопротивления фазы. В качестве примера рассмотрим однофазное короткое замыкание фаза C-земля (*Рисунок 6-160*).



[dwleschl-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-160 Однофазное короткое замыкание на землю контура фаза-земля

Для поврежденного контура измеряются напряжение $U_{C-з}$, фазный ток I_C и ток на землю $I_з$.

$$U_{C-з} = I_C \cdot (R_л + jX_л) - I_з \cdot (kr \cdot R_л + j(kx \cdot X_л))$$

[fofeschl-150909-01.tif, 1, ru_RU]

Сопротивление до места замыкания определяется следующим выражением:

$$Z_{C-з} = \frac{U_{C-з}}{I_C} \cdot \frac{\cos(\varphi_U - \varphi_л) - \frac{I_з}{I_C} \cdot kx \cdot \cos(\varphi_U - \varphi_з)}{1 - (kx + kr) \cdot \frac{I_з}{I_C} \cdot \cos(\varphi_з - \varphi_л) + kr \cdot kx \cdot \left(\frac{I_з}{I_C}\right)^2}$$

[foreform-240609-01.tif, 1, ru_RU]

и

$$X_{C-з} = \frac{U_{C-з}}{I_C} \cdot \frac{\sin(\varphi_U - \varphi_л) - \frac{I_з}{I_C} \cdot kr \cdot \sin(\varphi_U - \varphi_з)}{1 - (kx + kr) \cdot \frac{I_з}{I_C} \cdot \cos(\varphi_з - \varphi_л) + kr \cdot kx \cdot \left(\frac{I_з}{I_C}\right)^2}$$

[foxeform-240609-01.tif, 1, ru_RU]

где

$U_{C-з}$	вектор напряжения поврежденного контура
I_C	вектор фазного тока поврежденного контура (фаза C)
I_{gnd}	вектор тока нулевой последовательности
φ_U	фазовый угол напряжения поврежденного контура
$\varphi_ф$:	вектор фазного тока поврежденного контура (фаза C)
φ_{gnd}	фазовый угол тока нулевой последовательности

Коэффициенты $Kr = R_з/R_ф$ и $Kx = X_з/X_ф$ зависят только от параметров линии и не зависят от расстояния до места замыкания.

ПРИМЕЧАНИЕ

Коэффициенты **Kr** и **Kx** используются в расчетах сопротивления для осуществления компенсации током нулевой последовательности. При вводе коэффициентов компенсации при помощи параметров **k0** и **Fi (k0)** (в комплексной форме) осуществляется их автоматическое преобразование в параметры **Kr** и **Kx**. Данное преобразование выполняется с учетом угла линии. Поэтому необходимо правильно задавать угол линии в функциональной группе **Линия** (параметр **(_:9001:108) Угол линии**).

Если фаза контура фаза-земля отключена, например, во время бестоковой паузы ОАПВ, то вычисления для данного контура не производятся. Например, в случае бестоковой паузы в цикле ОАПВ для фазы C контур фаза C-земля блокируется. Таким образом исключается возможность ошибочного расчета сопротивления контура из-за использования неопределенных величин. Функция монитор процесса контролирует состояние ОАПВ и выдает соответствующий блокирующий сигнал.

Коррекция измеряемых величин для параллельных линий

Двухцепные линии оказывают влияние друг на друга из-за наличия взаимоиндукции (см. *Рисунок 6-161*). Если не принять соответствующие меры, при замыканиях на землю в результатах расчета импеданса измерений возникают ошибки. Во избежание этого следует подключить эффективную компенсацию в виде параллельной линии. Указанные погрешности расчетов могут быть устранены при помощи функции компенсации влияния взаимоиндукции параллельной линии. Данная функция использует ток нулевой последовательности параллельной линии, который подается на соответствующий токовый вход устройства. При этом уравнение контура будет схожим с уравнением для контура на *Рисунок 6-160*:

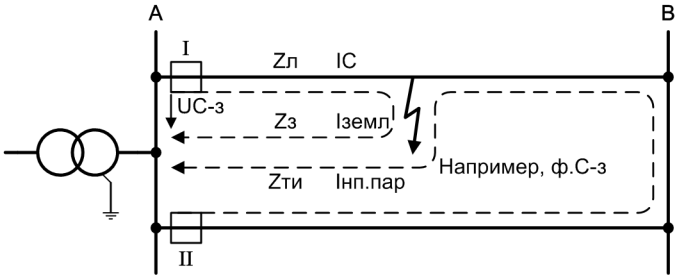
$$\underline{I}_C \cdot \underline{Z}_л - \underline{I}_з \cdot \underline{Z}_з - \underline{I}_{з_пар.лин.} \cdot (\underline{Z}_{0TT}/3) = \underline{U}_{C-з}$$

[fofokpl1-150909-01.tif, 1, ru_RU]

$$\underline{I}_C \cdot (R_ф + jX_ф) - \underline{I}_з \cdot (kr \cdot R_ф + j\,kx \cdot X_ф) - \underline{I}_{з_пар.лин.} \cdot (kmR \cdot R_ф + j\,kmX \cdot X_ф) = \underline{U}_{C-з}$$

[fofokpl2-150909-01.tif, 1, ru_RU]

$I_{з\text{-}пар}$ — ток нулевой последовательности параллельной линии. Отношения $R_{0M}/3R_ф$ и $X_{0M}/3X_ф$ являются постоянными параметрами линии, которые определяются геометрией параллельных линий и свойствами грунта.



[dweksdol-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-161 Короткое замыкание на землю на двухцепной линии

Без компенсация влияния параллельной линии ток на землю параллельной линии, как правило, дает сокращенную зону дистанционной защиты (импеданс контура, распознаваемый дистанционной защитой, является более высоким). В некоторых случаях, например, если параллельные линии подключены к разным сборным шинам, и место короткого замыкания находится на удаленных сборных шинах (шины B *Рисунок 6-161*), может происходить увеличение защищаемой зоны дистанционной защиты (расширение охвата).

Функция компенсации влияния взаимоиндукции параллельной линии применима только к замыканиям на защищаемой линии. При замыканиях на параллельной линии компенсация не осуществляется, т. к. ее использование приводит к значительному расширению зоны охвата. Поэтому, для рассматриваемого на *Рисунок 6-161* замыкания, устройство защиты, установленное в точке II, не осуществляет компенсацию.

Для реализации этого принципа устройство защиты использует дополнительный орган сравнения токов нулевой последовательности параллельных линий. Компенсация вводится только на той линии, где собственный ток нулевой последовательности больше тока нулевой последовательности параллельной линии. В примере *Рисунок 6-161* Ignd больше, чем Ignd-P: Компенсация в I действует для ZM, с которой запареллелена Ignd-P; компенсация в II не предусмотрена.

6.9.5.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блк.при актДифЗащ.лин.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:121) Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***нет***

Параметр **Блк.при актДифЗащ.лин.** виден только в случае, если в применении доступна функция **Дифференциальная защита линии**.

Параметр **Блк.при актДифЗащ.лин.** определяет необходимость блокировки ступени дистанционной защиты в то время, когда активна функция **Дифференциальная защита линии**.

Значение параметра	Описание
нет	Если ступень защиты введена в работу (параметр **Режим** = ***вкл***), и выставлена уставка параметра **Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***нет***, то данная ступень работает независимо от дифференциальной защиты линии. По истечении заданной выдержки времени после пуска ступени защиты ей будет сформирован сигнал срабатывания.
да	Если ступень защиты введена в работу (параметр **Режим** = ***вкл***), и выставлена уставка параметра **Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***да***, то данная ступень блокируется на время, пока функция дифференциальной защиты линии будет активна. Если же функция дифференциальной защиты линии будет заблокирована, то ступень дистанционной защиты **не** будет заблокирована.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** виден только в случае, если в данном случае доступна функция **Обнаружение броска тока намагничивания**. С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, заблокирована или нет зона дистанционной защиты при обнаружении броска тока намагничивания трансформатора.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметры **Блок.брос.ток.намагн.** = ***да***, то минимальное время пуска и срабатывания для данной ступени дистанционной защиты составит около 1,5 периода колебаний в электрической сети, даже если бросок тока намагничивания трансформатора не будет обнаружен. Параметры **Блок.брос.ток.намагн.** = ***да*** следует устанавливать, только если действительно требуется блокировка на базе **обнаружения броска тока намагничивания**.

Параметр: Режим функции

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:101) Режим функции** = ***ф-з и ф-ф***

Параметр **Режим функции** определяет, с каким измерительным элементом будет работать ступень защиты. Возможны следующие варианты: ***ф-з и ф-ф***, ***только ф-з*** и ***только ф-ф***.

Значение параметра	Описание
ф-з и ф-ф	Ступень защиты работает с измерительными контурами фаза-земля и фаза-фаза. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
только ф-з	Ступень защиты работает только с измерительными контурами фаза-земля.
только ф-ф	Ступень защиты работает только с измерительными контурами фаза-фаза.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:109) Направленный режим** = ***вперед***

Параметр **Направленный режим** определяет направленность ступени защиты ***вперед***, ***назад*** или ***ненаправленная***. Уставка параметра **Направленный режим** задается, исходя из конкретных условий применения.

Параметр: X (ф-ф)

- Значение параметра по умолчанию **(_:102) X (ф-ф)** = ***2,250 Ом***

Параметр **X (ф-ф)** используется для задания охвата характеристики срабатывания ступени защиты по оси X. Данная уставка задается исходя из конкретных условий применения дистанционной защиты.

Прежде всего рекомендуется построить ступенчатую характеристику выдержек времени для всех гальванически связанных частей сети. Затем на данную характеристику необходимо нанести длины линий и их удельные первичные реактивные сопротивления в Ом/км. Длина защищаемой зоны однозначно определяется выбранным в качестве уставки реактивным сопротивлением X.

Под заголовком Указания по выбору отношения R/X для уставок ступеней защиты в конце данного раздела даны указания по выбору отношения R/X.

Дополнительные указания по вводу уставок можно найти в разделе Пример применения: Воздушная линия высокого напряжения.

Параметр: R (ф-з)

- Значение параметра по умолчанию **(_:103) R (ф-з)** = ***2,250 Ом***

Параметр **R (ф-з)** используется для задания охвата характеристики срабатывания ступени защиты по оси R для контуров фаза-земля. Уставка данного параметра рассчитывается подобно уставке параметра **R (ф-ф)** для междуфазных замыканий. Однако переходное сопротивление для замыканий на землю обычно оказывается больше, чем для междуфазных замыканий. Например, для воздушных

линий электропередачи в случае замыкания на землю необходимо учитывать не только сопротивление дуги в месте замыкания, но также и сопротивление заземления опоры.

Под заголовком Указания по выбору отношения R/X для уставок ступеней защиты в конце данного раздела даны указания по выбору отношения R/X.

Дополнительные указания по вводу уставок можно найти в разделе Пример применения: Воздушная линия высокого напряжения.

Параметр: R (ф-ф)

- Уставка по умолчанию **(_:104) R (ф-ф)** = *1,250 Ом*

Параметр **R (ф-ф)** используется для задания охвата характеристики срабатывания ступени защиты по оси R для контуров фаза-фаза. Уставка параметра **R (ф-ф)** учитывает переходные сопротивления в месте замыкания. Переходное сопротивление добавляется к полному сопротивлению поврежденного контура в виде дополнительного активного сопротивления. Переходное сопротивление обычно является сопротивлением дуги или рассеивающим сопротивлением заземляющих проводников. Не рекомендуется выставлять данную уставку большей, чем требуется. Для длинных сильнонагруженных линиях уставка охвата по оси R может попасть в область нагрузки. В случаях работы в режиме перегрузок срабатывание ступени защиты предотвращается путем задания сектора нагрузки характеристики срабатывания (см. Сектор нагрузки характеристики срабатывания в Главе *6.9.4.1 Описание*.

Для воздушных линий электропередачи рассматриваемая уставка определяется в основном сопротивлением дуги в месте замыкания. На кабельных линиях возникновение замыкания с большим переходным сопротивлением дуги невозможно. Однако для очень коротких кабельных линий в уставке охвата характеристики срабатывания ступени Z1 по оси R необходимо учитывать сопротивление дуги при возникновении замыкания в кабельном отсеке.

Под заголовком Указания по выбору отношения R/X для уставок ступеней защиты в конце данного раздела даны указания по выбору отношения R/X.

Дополнительные указания по вводу уставок можно найти в разделе Пример применения: Воздушная линия высокого напряжения.

Параметр: Задержка сраб. (1ф)

- Уставка по умолчанию **(_:110) Задержка сраб. (1ф)** = *0,00 с*

При помощи параметра **Задержка сраб. (1ф)** задается выдержка времени срабатывания ступени защиты для однофазных замыканий. **Задержка сраб. (1ф)** задается исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Задержка сраб. (м/фКЗ)

- Уставка по умолчанию **(_:112) Задержка сраб. (м/фКЗ)** = *0,00 с*

При помощи параметра **Задержка сраб. (м/фКЗ)** задается выдержка времени срабатывания ступени защиты для многофазных замыканий. **Задержка сраб. (м/фКЗ)** задается исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Угол накл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:113) Угол накл.хар-ки** = *0,0°*

Параметр **Угол накл.хар-ки** используется для задания угла наклона верхней границы характеристики срабатывания в первом квадранте.

В некоторых случаях ступень Z1 дистанционной защиты может излишне срабатывать при внешних коротких замыканиях. Для обеспечения селективности работы защиты в таких случаях верхняя граница характеристики срабатывания ступени Z1 наклоняется вниз на определенный угол. Установленный по умолчанию угол 0° обычно используется для всех остальных ступеней защиты.

Дополнительные указания по вводу уставок можно найти в разделе Пример применения: Воздушная линия высокого напряжения.

Параметр: Комп.тока НП д/ступ.

- Уставка по умолчанию **(_:114) Комп.тока НП д/ступ.** = ***нет***

Параметр **Комп.тока НП д/ступ.** определяет необходимость использования для ступени защиты отдельных коэффициентов компенсации по току нулевой последовательности.

Значение параметра	Описание
нет	Для ступени защиты используются коэффициенты компенсации по току нулевой последовательности, определенные для функциональной группы **Линия**.
да	Для ступени защиты используются отдельные коэффициенты компенсации по току нулевой последовательности.

ПРИМЕЧАНИЕ

Отдельные коэффициенты компенсации по току нулевой последовательности для ступени защиты будут доступны только в случае, если выставлена уставка параметра **Комп.тока НП д/ступ.** = ***да***. Если установлена уставка **Комп.тока НП д/ступ.** = ***нет***, для ступени защиты будут использоваться коэффициенты компенсации по току нулевой последовательности, определенные для всего устройства.

Параметр: Kr и Kx

- Уставка по умолчанию **(_:105) Kr** = ***1,00***
- Уставка по умолчанию **(_:106) Kx** = ***1,00***

Параметры **Kr** и **Kx** используются для задания коэффициента компенсации по току нулевой последовательности в скалярной форме

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметры **Комп.тока НП д/ступ.** и **Формат коэф.комп. 3I0** доступны в случае, если для ступени выставлена уставка параметра **Kr** = ***да*** и уставка параметра **Kx** = ***Kr, Kx*** для устройства. Уставку параметра **Формат коэф.комп. 3I0** можно изменить только при помощи ПО DIGSI 5 во вкладке **Настройки устройства**.

.

Параметр: K0 и Угол (K0)

- Уставка по умолчанию **(_:3571:107) K0** = ***1,000***
- Уставка по умолчанию **(_:3571:108) Угол (K0)** = ***0,00°***

Параметры **K0** и **Угол (K0)** используются для задания коэффициента компенсации по току нулевой последовательности в комплексной форме.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметры **Комп.тока НП д/ступ.** и **Формат коэф.комп. 3I0** доступны в случае, если для ступени выставлена уставка параметра **K0** = ***да*** и уставка параметра **Угол (K0)** = ***K0*** для устройства. Уставку параметра **Формат коэф.комп. 3I0** можно изменить только при помощи ПО DIGSI 5 во вкладке **Настройки устройства**.

Указания по выбору отношения R/X для уставок ступеней защиты

На практике отношение между активным и реактивным сопротивлениями находится в следующем диапазоне:

Тип сегмента	Отношение R/X в уставке ступени
Короткая кабельная линия (от 0.5 км до 3 км)	от 3 до 5
Протяженная кабельная линия (> 3 км)	от 2 до 3
Короткая воздушная линия (< 10 км)	от 2 до 5
Воздушная линия < 100 км	от 1 до 2
Протяженная воздушная линия от 100 км до 200 км	От 0,5 до 1
Длинная воздушная линия сверхвысокого напряжения > 200 км	≤ 0,5

ПРИМЕЧАНИЕ

Для коротких линий с большим значением отношения R/X необходимо учитывать следующее. Угловые погрешности трансформаторов тока и напряжения вызывают поворот вектора измеренного сопротивления в направлении оси R. При этом если выбор соответствующих уставок, а также параметров kr и kx приводит к тому, что охват характеристики срабатывания ступени Z1 по оси R значительно больше, чем охват по оси X, то существует риск попадания вектора сопротивления при внешнем КЗ внутрь данной характеристики срабатывания. Поэтому охват ступени Z1 равный 85% длины защищаемой линии (коэффициент отстройки) рекомендуется использовать только при значениях отношения R/X ≤ 1.

Для больших отношений R/X рассчитывается уменьшенный коэффициент отстройки для ступени Z1:

STF	Коэффициент отстройки = охват ступени Z1 по отношению к длине защищаемой линии
R	Охват характеристики срабатывания ступени Z1 по оси R = R1 (1 + kr)
X	Охват характеристики срабатывания ступени Z1 по оси X = X1 (1 + kx)
δ_U	Угловая погрешность трансформатора напряжения (обычно составляет 1°)
δ_I	Угловая погрешность трансформатора тока (обычно составляет 1°)

$$GF \le \left[1 - \frac{R}{X} \cdot \tan\left(\delta_U + \delta_I\right)\right] \cdot 88.5\,\%$$

[fofdustf-060709-01.tif, 1, ru_RU]

В качестве альтернативы или дополнения также можно использовать параметр **Угол накл.хар-ки** для изменения наклона верхней границы характеристики срабатывания ступени Z1 в первом квадранте. Это также позволяет избежать излишнего охвата ступенью Z1 (см.*Рисунок 6-158*).

6.9.5.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Z #				
_:1	Z #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Z #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:121	Z #:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:101	Z #:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:114	Z #:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:109	Z #:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:102	Z #:X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:103	Z #:R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:104	Z #:R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	1.250 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.250 Ом
_:113	Z #:Угол накл.хар-ки		0 ° до 45 °	0 °
_:110	Z #:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с;∞	0.30 с
_:112	Z #:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с;∞	0.30 с
_:105	Z #:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:106	Z #:Kx		-0.33 до 11.00	1.00
_:107	Z #:K0		0.000 до 11.000	1.000
_:108	Z #:Угол (K0)		-180.00 ° до 180.00 °	0.00 °

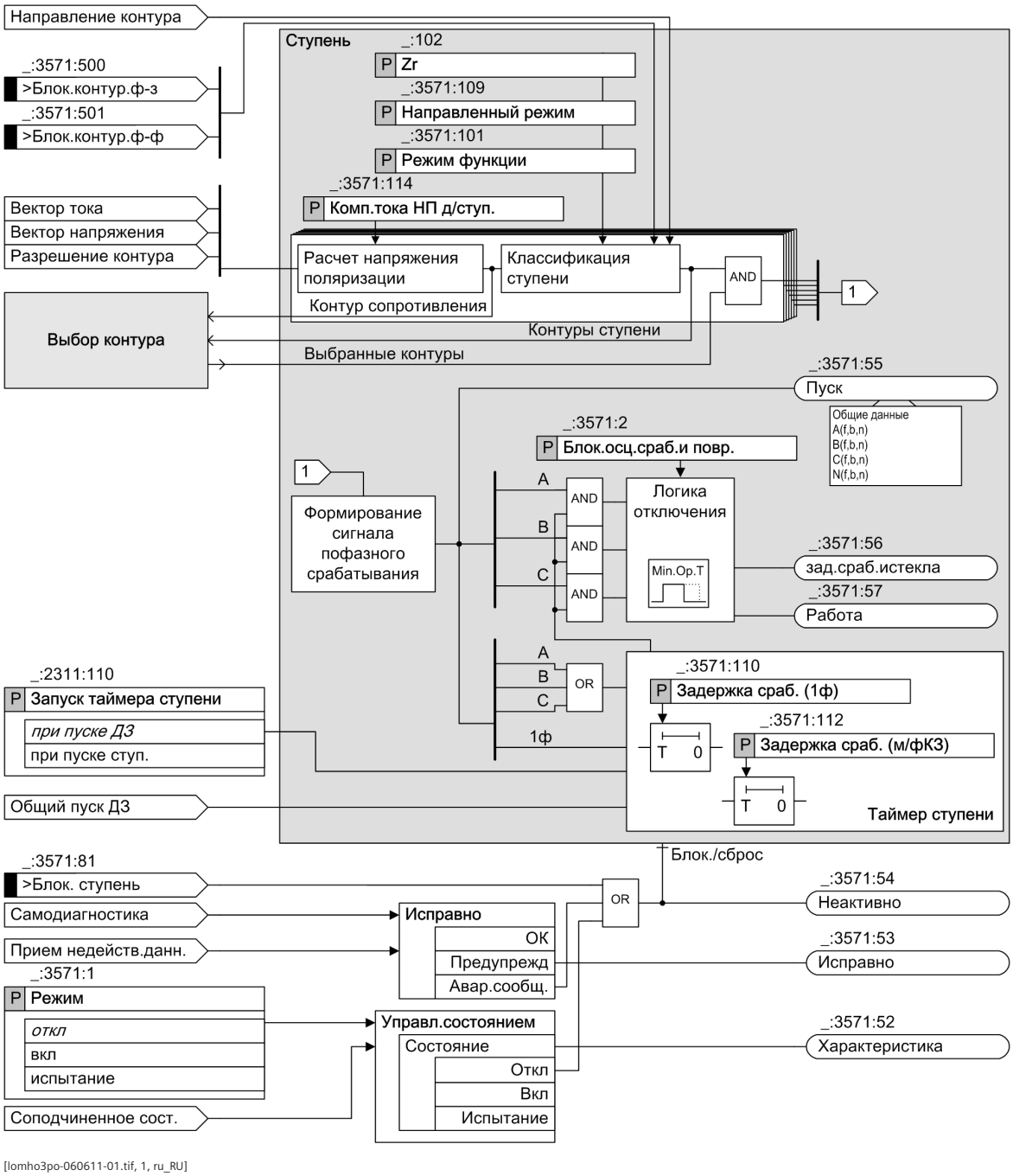
6.9.5.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Z #			
_:81	Z #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Z #:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:501	Z #:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:54	Z #:Неактивно	SPS	O
_:52	Z #:Режим работы	ENS	O
_:53	Z #:Исправно	ENS	O
_:55	Z #:Пуск	ACD	O
_:300	Z #:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:301	Z #:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:302	Z #:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:303	Z #:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:304	Z #:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:305	Z #:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:56	Z #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Z #:Работа	ACT	O

6.9.6 Ступень с круговой характеристикой срабатывания, проходящей через начало координат

6.9.6.1 Описание

Логика работы ступени защиты



[lomho3po-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-162 Логическая схема работы ступени защиты с круговой (МНО) характеристикой срабатывания

Направление срабатывания

Ступени защиты выполняют следующие функции:

- Вычисление напряжения поляризации на основе измеренных величин
- Обработка характеристики срабатывания в соответствии с напряжениями контуров и напряжениями поляризации
- Формирование сигналов пуска и отключения от ступени защиты

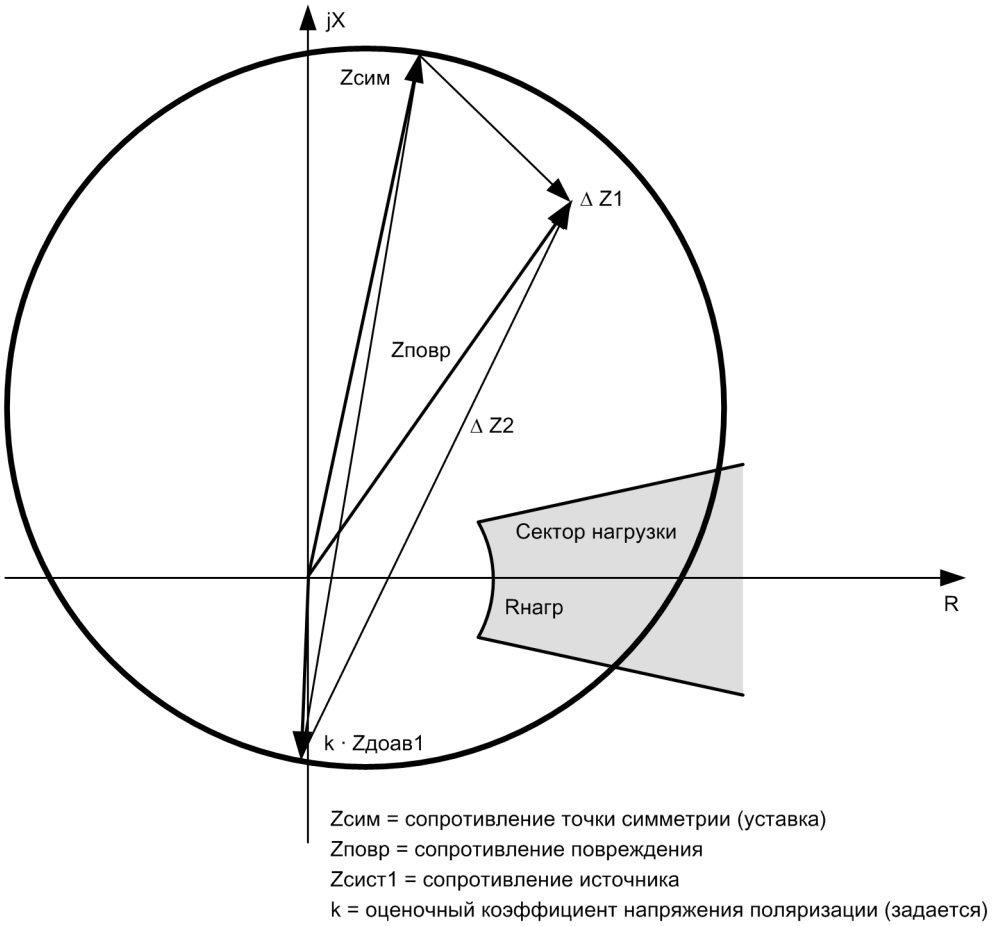
Положение измеряемых величин по отношению к круговой характеристике срабатывания определяется путем измерения угла между двумя разностными векторами ΔZ1 и ΔZ2 (см. *Рисунок 6-163*). Координаты этих векторов являются разностью координат вершин диаметра окружности и координат вектора полного сопротивления повреждения. Вершина Zr соответствует задаваемым уставкам для рассматриваемой ступени (параметр **Zr** и φ, см. *Рисунок 6-164*); вершина k · ZV соответствует величине поляризации. Разностные векторы рассчитываются следующим образом:

$$\Delta \underline{Z}_1 = \underline{Z}_{\text{повр.}} - \underline{Z}_{\text{охв.}}$$

$$\Delta \underline{Z}_2 = \underline{Z}_{\text{повр.}} - k \cdot \underline{Z}_{\text{ист.}}$$

[fofdltzr-130709-01.tif, 1, ru_RU]

В предельном случае конец вектора ZF лежит на окружности. При этом угол между разностными векторами равен 90° (теорема Фалеса). Если конец вектора ZF лежит внутри круговой характеристики, то рассматриваемый угол будет больше 90°, если же конец вектора ZF лежит за пределами круговой характеристики – меньше 90°.



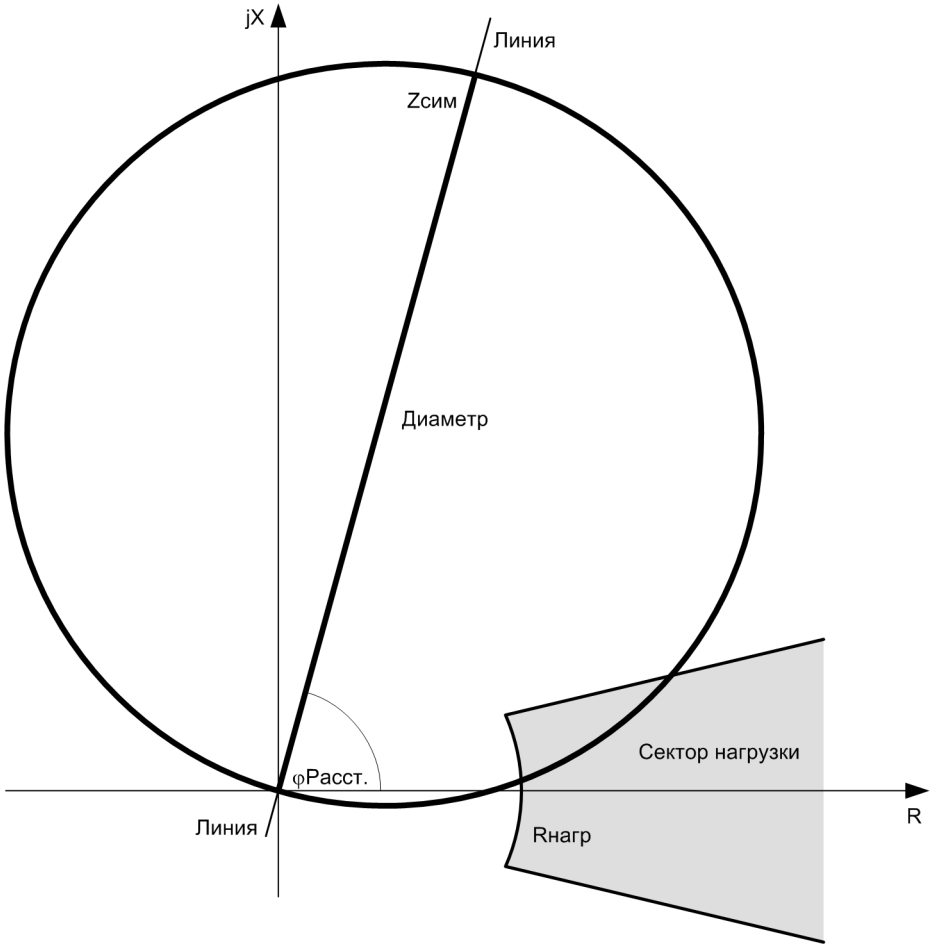
[dwmhomes-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-163 Векторная диаграмма измеряемых величин для круговой характеристики срабатывания

Параметр **Zr** используется для задания круговой характеристики ступени защиты. Параметр **Направленный режим** определяет направленность ступени защиты: ***вперед*** или ***назад***. При действии ступени в обратном направлении ее круговая характеристика срабатывания зеркально отображается относительно начала координат. Ступень защиты запускается в случае, если рассчитанный вектор полного сопротивления поврежденного контура находится внутри круговой характеристики срабатывания данной ступени. Информация о поврежденных контурах преобразуется в сигналы пофазного пуска ступеней. Сигналы пофазного пуска ступеней защиты обрабатываются в блоке выходной логики дистанционной защиты, а также используются другими дополнительными функциями (например, функцией передачи телесигналов). Выходная логика дистанционной защиты описана в главе *6.9.7 Выходная логика дистанционной защиты*.

Основная круговая характеристика срабатывания

Основная (базовая) круговая характеристика срабатывания ступени дистанционной защиты представлена на *Рисунок 6-164*. Круговая характеристика (МНО) зоны представляет собой окружность, проходящую через начало координат на комплексной плоскости R-X. Диаметр окружности задается при помощи параметра **Zr**. Наклон окружности задается при помощи параметра **Угол хар-ки ДЗ**.



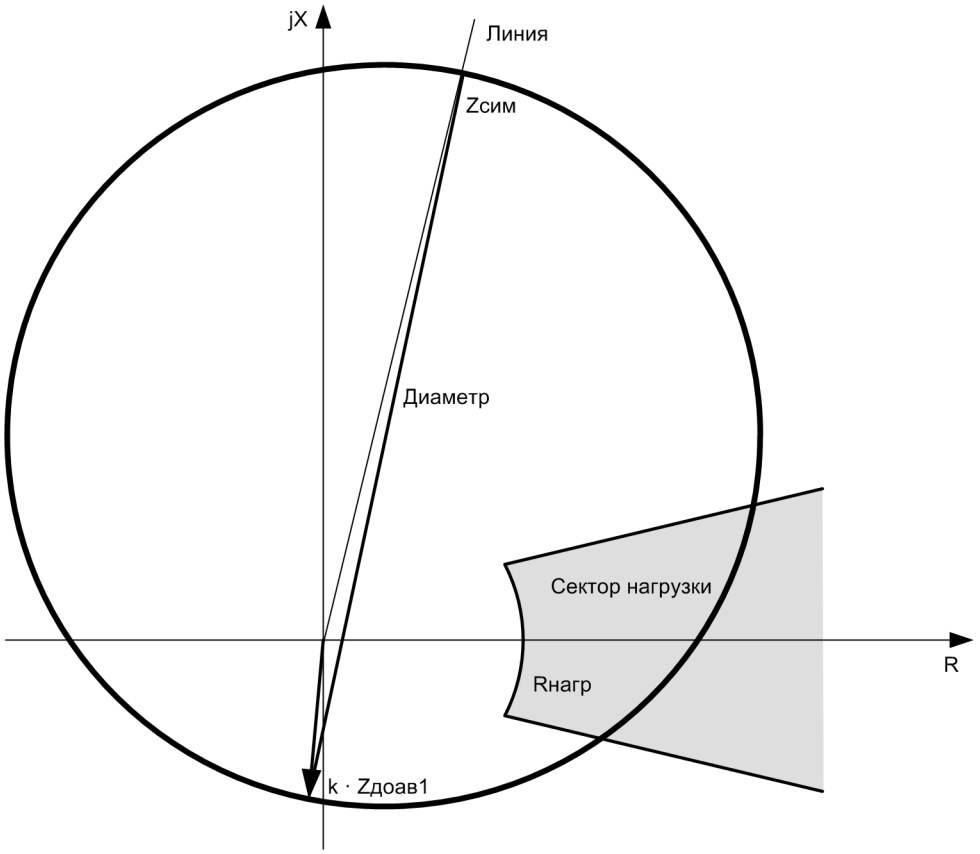
[dwmhogru-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-164 Основная круговая характеристика срабатывания ступени защиты

Поляризованная круговая характеристика срабатывания зоны защиты

Круговая характеристика срабатывания представляет собой окружность, проходящую через начало координат. Граница характеристики срабатывания вблизи начала координат не определена, так как измеряемое напряжение здесь слишком мало для выполнения соответствующих вычислений. Поэтому для обеспечения корректной работы дистанционной защиты выполняется поляризация круговой характеристики срабатывания. Поляризующая величина определяет нижнюю точку пересечения

прямой диаметра с окружностью (нижнюю точку диаметра). Верхняя точка пересечения прямой диаметра с окружностью остается неизменной. Она определяется параметром **Zr**. Непосредственно после возникновения повреждения на измеряемое напряжение КЗ влияют переходные процессы. Поэтому для выполнения поляризации используется напряжение, считанное до возникновения КЗ. Это смещает нижнюю точку на значение сопротивления, соответствующее считанному напряжению (см. *Рисунок 6-165*). Если зафиксированное предаварийное напряжение слишком мало, то для поляризации используются напряжения неповрежденных фаз (кросс-поляризация). Теоретически их вектора располагаются перпендикулярно векторам напряжения поврежденных контуров, что относится как к контурам "фаза–земля", так и к контурам "фаза–фаза". Данное обстоятельство учитывается при вычислениях поворотом векторов на 90°. Напряжения кросс-поляризации также смещают нижнюю точку диаметра круговой характеристики срабатывания.



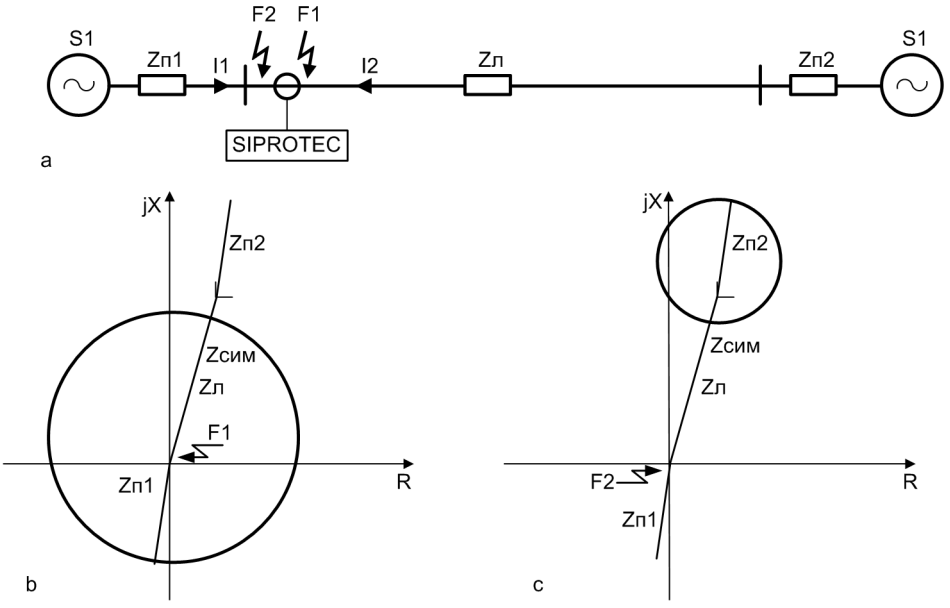
[dwmhopol-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-165 Поляризованная круговая характеристика срабатывания зоны защиты

Свойства круговой характеристики

Напряжения неповрежденных фаз или напряжения, зафиксированные в предаварийном режиме, (без учета передачи мощности) равны соответствующему напряжению питающей системы E и не изменяются после появления повреждения (см. также *Рисунок 6-166*). Поэтому нижняя точка диаметра характеристики срабатывания смещается на величину поляризации k·ZS1 = k·E1/I1. Верхняя точка диаметра не изменяется и остается соответствующей уставке параметра **Zr**. При повреждении в точке F1 (*Рисунок 6-166*a) КЗ находится в прямом направлении, а сопротивление системы — в обратном. Все КЗ вплоть до места установки защиты (трансформаторов тока) будут однозначно находиться внутри круговой характеристики срабатывания (*Рисунок 6-166*b). При изменении направления протекания тока нижняя точка диаметра характеристики срабатывания меняется скачкообразно (*Рисунок 6-166*c). В таком случае через место измерения (место установки трансформаторов напряжения) течет ток I2 в обратном направлении. Величина тока I2 определяется сопротивлением системы ZV2 + ZL. При этом координаты конца вектора Zr не изменяются. Конец данного вектора становится нижней точкой

диаметра круговой характеристики срабатывания. При передаче мощности по линии вектор Zr может дополнительно поворачиваться на угол нагрузки.



[dwksfrsp-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-166 Поляризованная круговая характеристика срабатывания при использовании напряжений предаварийного режима или напряжений неповрежденных фаз

Выбор способа поляризации

Уставка охвата круговой характеристики срабатывания ступени защиты для коротких линий является довольно малой величиной. Данное обстоятельство приводит к тому, что измеряемые напряжения поврежденных контуров также будут иметь малые значения. Поэтому сравнение углов дифференциального напряжения и напряжения поврежденного контура оказывается недостаточно точным. При этом действие дистанционной защиты может быть ошибочным (например, отключение линии при повреждении "за спиной"). Указанных проблем можно избежать при использовании напряжения поляризации для сравнения фазовых углов.

Напряжение поляризации U_p для контуров фаза-земля определяется следующим выражением:

$$\underline{U}_{\text{пол.}} = \left(1 - k_{\text{предв.нагр.}}\right) \cdot \underline{U}_{\text{ф–з}} + k_{\text{предв.нагр.}} \cdot \underline{U}_{\text{ф–з пам.}}$$

[fofuspch-090709-01.tif, 1, ru_RU]

Весовой коэффициент $k_{\text{предавар.}}$ для предаварийного напряжения может быть установлен отдельно для контуров фаза-фаза и контуров фаза-земля. Поляризация при помощи предаварийных напряжений осуществляется только в том случае, если действующее значение соответствующего предаварийного напряжения для контуров фаза-земля имеет значение большее 40 % номинального напряжения ($U_{\text{ном}}$). Для контуров фаза-фаза действующее значение предаварийного напряжения должно превышать 70% $U_{\text{ном}}$.

В случае развивающихся повреждений или при включении на устойчивое повреждение предаварийне напряжение может отсутствовать. При этом предаварийное напряжение может использоваться только в течение ограниченного времени. В таких ситуациях для поляризации при однофазных повреждениях и двухфазных коротких замыканиях без земли могут использоваться напряжения неповрежденных фаз. Указанные напряжения по отношению к действительному напряжению поврежденного контура сдвинуты на 90° (кросс-поляризация). Напряжение кросс-поляризации U_p состоит из действительного напряжения поврежденного контура и соответствующего напряжения неповрежденных фаз. Напряжение поляризации U_p для контуров фаза-земля определяется следующим выражением:

$$\underline{U}_{пол.} = \left(1 - k_{кросс.}\right) \cdot \underline{U}_{ф-з} + k_{кросс.} \cdot \underline{U}_{ф-з\ неповр.}$$

[fofukrzp-090709-01.tif, 1, ru_RU]

Кросс-поляризация используется в случае, если недоступно напряжение, зафиксированное в предаварийном режиме. Весовой коэффициент $k_{кросс}$ для напряжения неповрежденных фаз может быть установлен отдельно для контуров фаза-фаза и контуров фаза-земля.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для задания необходимых условий поляризации круговых характеристик срабатывания зон защиты используются следующие параметры:

- **Поляр.пам. (ф-з)**
- **Поляр.пам. (ф-ф)**
- **Перекр.поляр.(ф-з)**
- **Перекр.поляр.(ф-ф)**

Указанные параметры, применяемые ко всем ступеням защиты, устанавливаются во вкладке общие параметры для функции дистанционной защиты.

6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блк.при актДифЗащ.лин.

- Рекомендуемая уставка **(_:121) Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***нет***

Параметр **Блк.при актДифЗащ.лин.** виден только в случае, если в приложении доступна функция **Дифференциальная защита линии**.

Параметр **Блк.при актДифЗащ.лин.** определяет необходимость блокировки ступени дистанционной защиты в то время, когда активна функция **Дифференциальная защита линии**.

Значение параметра	Описание
нет	Если ступень защиты введена в работу (параметр **Режим** = ***вкл***), и выставлена уставка параметра **Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***нет***, то данная ступень работает независимо от дифференциальной защиты линии. По истечении заданной выдержки времени после пуска ступени защиты ей будет сформирован сигнал срабатывания.
да	Если ступень защиты введена в работу (параметр **Режим** = ***вкл***), и выставлена уставка параметра **Блк.при актДифЗащ.лин.** = ***да***, то данная ступень блокируется на время, пока функция дифференциальной защиты линии будет активна. Если же функция дифференциальной защиты линии будет заблокирована, то ступень дистанционной защиты **не** будет заблокирована.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** виден только в случае, если в приложении доступна функция **Обнаружение броска тока намагничивания**. С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, заблокирована или нет зона дистанционной защиты при обнаружении броска тока намагничивания трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **Блок.брос.ток.намагн.** = ***да***, то минимальное время пуска и работы для данной ступени дистанционной защиты составит около 1,5 периода колебаний в электрической сети, даже если бросок тока намагничивания трансформатора будет обнаружен. Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** = ***да*** следует устанавливать, только если действительно требуется блокировка на базе **обнаружения броска тока намагничивания**.

Параметр: Режим функции

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Режим функции** = ***ф-з и ф-ф***

Параметр **Режим функции** определяет, с какими измерительными контурами будет работать ступень защиты. Возможны следующие варианты: ***ф-з и ф-ф***, ***только ф-з*** и ***только ф-ф***.

Значение параметра	Описание
ф-з и ф-ф	Ступень защиты работает с измерительными контурами фаза-земля и фаза-фаза. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
только ф-з	Ступень защиты работает только с измерительными контурами фаза-земля.
только ф-ф	Ступень защиты работает только с измерительными контурами фаза-фаза.

Параметр: Направленный режим

- Рекомендуемая уставка **(_:109) Направленный режим** = ***вперед***

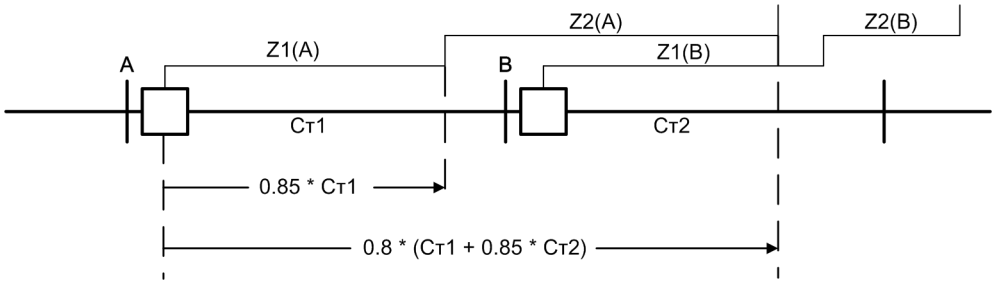
Параметр **Направленный режим** определяет направленность ступени защиты: ***вперед*** или ***назад***. Уставка параметра **Направленный режим** задается, исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Zr

- Рекомендуемая уставка **(_:102) Zr** = ***2500 Ом***

Параметр **Zr** определяет величину охвата ступени защиты. Данная уставка задается исходя из конкретных условий применения дистанционной защиты.

Прежде всего рекомендуется построить ступенчатую характеристику выдержек времени для всех гальванически связанных частей сети. Затем на данную характеристику необходимо нанести длины линий и их удельные первичные реактивные сопротивления в Ом/км. Длина защищаемой зоны (охват) однозначно определяется выбранным в качестве уставки реактивным сопротивлением X.



[dwstaffz-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-167 Пример выбора уставок для устройства A

Охват ступени Z1 выбирается приблизительно равным 85 % длины защищаемой линии. Ступень Z1 выполняет функции первой ступени дистанционной защиты. Поэтому она должна работать без выдержки времени (выдержка времени зоны Z1 устанавливается равной 0,00 с). Для каждой последующей ступени выдержка времени срабатывания увеличивается на одну ступень селективности по времени.

Данная ступень селективности учитывает следующее:

- Собственное время отключения выключателя с запасом
- Время возврата защиты.
- Возможный разброс выдержек времени

Обычно ступень селективности по времени принимается равной от 0,2 с до 0,4 с. Охват ступени Z2 (вторая ступень дистанционной защиты) выбирается приблизительно равным 80% от охвата первой ступени защиты наиболее короткой смежной линии (см. *Рисунок 6-167*).

При конфигурировании устройства с использованием ПК и ПО DIGSI уставки вводить возможно как в первичных, так и во вторичных величинах. Уставки во вторичных величинах получаются путем следующего преобразования уставок в первичных величинах:

$$Z_{\text{вторичный}} = \frac{K_{TT}}{K_{TH}} \cdot Z_{\text{первичный}}$$

[fofpmsek-140409-01.tif, 1, ru_RU]

6.9.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Z (МНО) #				
_:1	Z (МНО) #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Z (МНО) #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:121	Z (МНО) #:Блк.при актДифЗащ.лин.		• нет • да	нет
_:101	Z (МНО) #:Режим функции		• ф-з и ф-ф • только ф-з • только ф-ф	ф-з и ф-ф
_:114	Z (МНО) #:Комп.тока НП д/ступ.		• нет • да	нет
_:109	Z (МНО) #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:102	Z (МНО) #:Zr	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:110	Z (МНО) #:Задержка сраб. (1ф)		0.00 с до 60.00 с;∞	0.30 с
_:112	Z (МНО) #:Задержка сраб. (м/фКЗ)		0.00 с до 60.00 с;∞	0.30 с
_:105	Z (МНО) #:Kr		-0.33 до 11.00	1.00
_:106	Z (МНО) #:Kx		-0.33 до 11.00	1.00

6.9.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Z (МНО) #			
_:81	Z (МНО) #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Z (МНО) #:>Блок.контур.ф-з	SPS	I
_:501	Z (МНО) #:>Блок.контур.ф-ф	SPS	I
_:54	Z (МНО) #:Неактивно	SPS	O
_:52	Z (МНО) #:Режим работы	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:53	Z (МНО) #:Исправно	ENS	O
_:55	Z (МНО) #:Пуск	ACD	O
_:300	Z (МНО) #:Пуск по контуру AG	ACD	O
_:301	Z (МНО) #:Пуск по контуру BG	ACD	O
_:302	Z (МНО) #:Пуск по контуру CG	ACD	O
_:303	Z (МНО) #:Пуск по контуру AB	ACD	O
_:304	Z (МНО) #:Пуск по контуру BC	ACD	O
_:305	Z (МНО) #:Пуск по контуру CA	ACD	O
_:56	Z (МНО) #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Z (МНО) #:Работа	ACT	O

6.9.7 Выходная логика дистанционной защиты

Направление срабатывания

Блок выходной логики обрабатывает сигналы пуска и отключения от ступеней дистанционной защиты отдельно, каждый в логическом блоке пуска и отключения. Срабатывание и выходная логика генерируют общие сообщения дистанционной защиты.

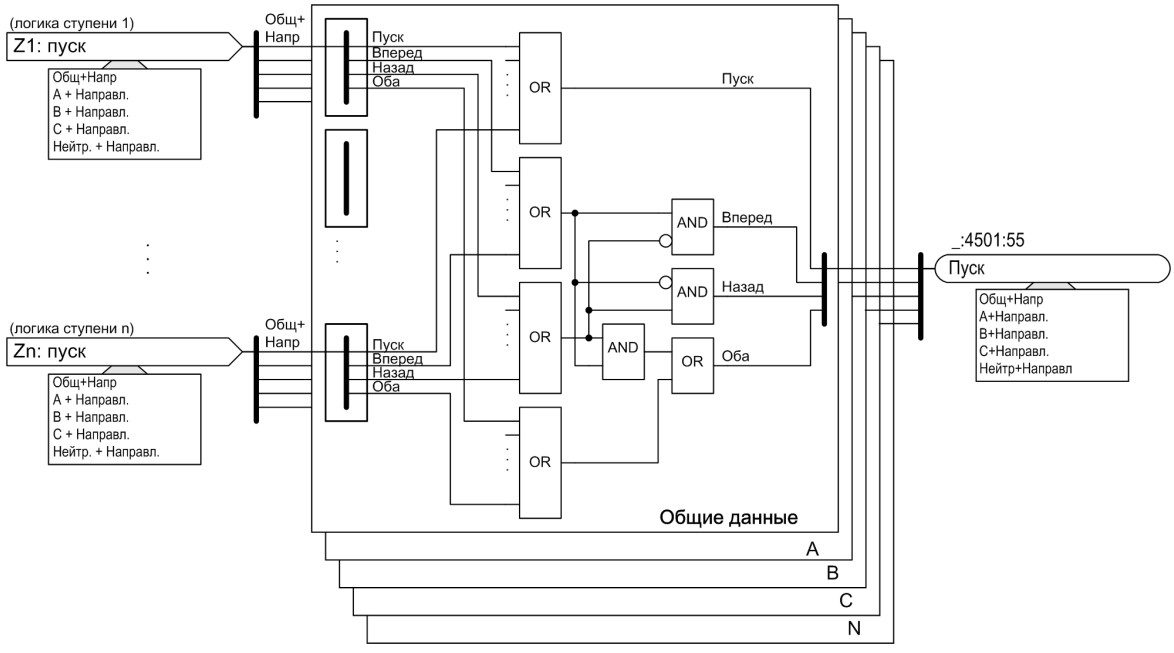
Общее срабатывание

При использовании метода пуска по полному сопротивлению сигнал *Общий пуск* передается в случае надежной фиксации КЗ в области срабатывания ступени. При использовании методов пуска I>, U</I> и U</I>/Phi сигнал *Общий* генерируется, когда выполнено условие пуска.

Обозначается сигнал *Общий* и может быть далее обработан внутренними или внешними дополнительными группами, например, передача сигнала, АПВ.

Логика пуска защиты

Пуски дистанционной защиты сочетаются пофазно и выводятся сигналами.

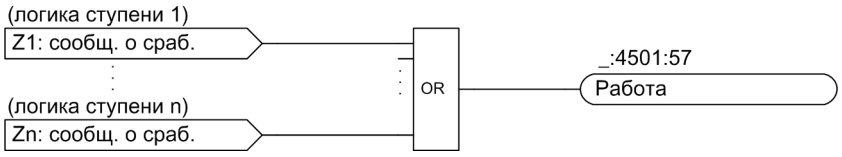


[loanrdis-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-168 Логика пуска защиты

Выходная логика

Сигналы отключения дистанционной защиты всегда вызывают сигнал индикации срабатывания трехфазного отключения дистанционной защиты.



[loaus3po-140211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-169 Трехфазная выходная логика

6.10 Блокировка при качаниях мощности

6.10.1 Обзор функций

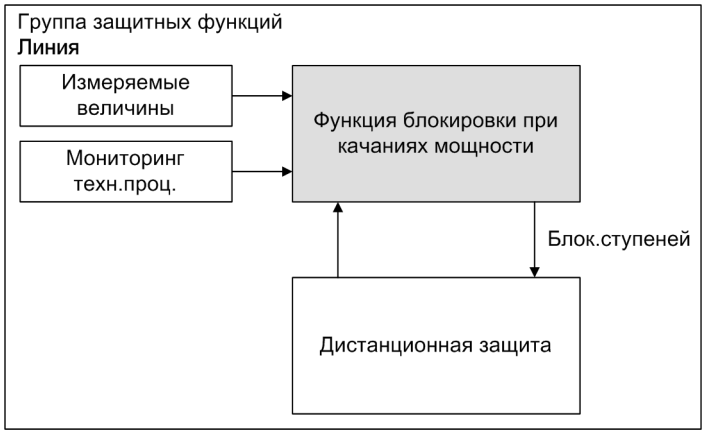
Блокировка при качаниях мощности

- Определяет качания мощности
- Выполняет оценку полного сопротивления для каждой соответствующей фазы
- На постоянной основе проверяет траекторию постоянного сопротивления
- Сообщает об обнаружении качаний мощности для каждой фазы
- При качаниях мощности блокирует выбранные ступени дистанционной защиты
- Определяет однофазные, двухфазные и трехфазные короткие замыкания при качаниях мощности и снимает блокировку для определенной фазы
- Работает во время бестоковой паузы ОАПВ
- Включается только в случае активности функции дистанционной защиты
- Не вызывает отключение при асинхронном ходе, для этой цели существует отдельная функция защиты от асинхронного хода

6.10.2 Структура функции

Функция блокировки при качаниях мощности является дополнительной функцией дистанционной защиты. Она работает только при активности функции дистанционной защиты. При обнаружении качаний мощности блокировка при качаниях мощности блокирует пуск и отключение от дистанционной защиты. Каждая ступень дистанционной защиты может быть заблокирована отдельно.

Функция блокировки при качаниях мощности входит в группу функций, которые имеют не менее трех входов напряжения и токовых входов. Контроль процесса передает функции информацию о состоянии защищаемого объекта (в частности отключенных фаз).



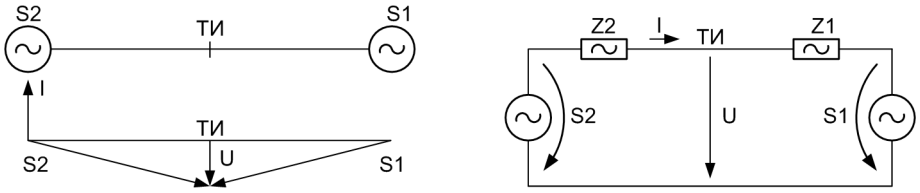
[dwpsdstr-010612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-170 Блокировка при качаниях мощности работает вместе с функцией дистанционной защиты

6.10.3 Описание функции

Возникновение качаний мощности

После динамических событий, таких как скачки нагрузки, короткие замыкания, АПВ или операции переключения, генераторы, подверженные колебаниям, могут отреагировать на новый баланс мощности системы. При качаниях мощности функция дистанционной защиты подпитывается высокими компенсирующими токами и (особенно в электрическом центре качаний) низкого напряжения (*Рисунок 6-171*). Низкое напряжение вместе с высоким током приводят к получению небольшого замера сопротивления, что может привести к отключению дистанционной защитой. Блокировка при качаниях мощности предотвращает отключение дистанционной защитой в случае качаний мощности.



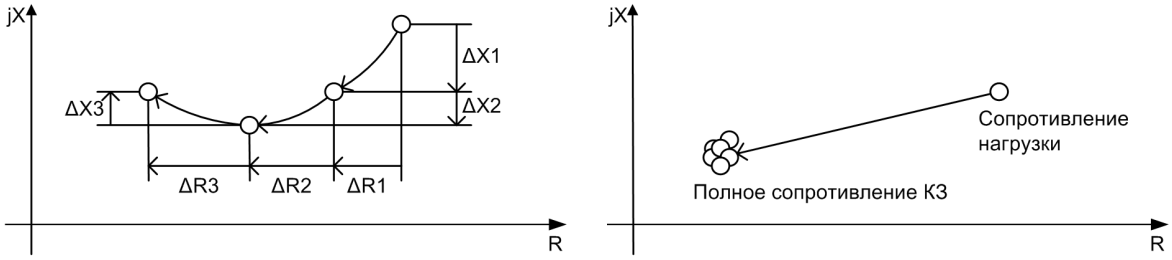
[dwpendel-160211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-171 Качания мощности

Качания мощности являются трехфазными и симметричными. Как правило, может допускаться определенная симметрия измеряемых параметров. Качания мощности могут также возникнуть и во время несимметричных событий, таких как короткое замыкание или бестоковая пауза ОАПВ. По этой причине функция обнаружения качаний мощности структурирована для использования 3 измерительных систем. Для каждой фазы существует одна измерительная система, которая гарантирует пофазное обнаружение качаний мощности. В случае короткого замыкания обнаруженные качания мощности в соответствующей фазе исключаются, что дает возможность функции дистанционной защиты выполнить селективное отключение.

Функция

Для обнаружения качаний мощности скорость изменения настраивается по вектору полного сопротивления.



[dwzvekto-220311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-172 Векторы полного сопротивления во время качаний мощности и во время короткого замыкания

Для обеспечения стабильности и безопасности всех функций обнаружения качаний мощности без риска излишнего срабатывания во время короткого замыкания используются следующие критерии измерения:

- **Монотонность траектории:**

  Во время качаний мощности измеренное полное сопротивление обозначает диаграмму направленности движения. Такая траектория встречается исключительно в случае, если в интервале измерения один из компонентов ΔR и ΔX главным образом обозначает изменение направлений. Как правило, если случается короткое замыкание, оно приводит к изменению направления ΔR и ΔX в интервале измерения величин.

- **Непрерывность траектории:**

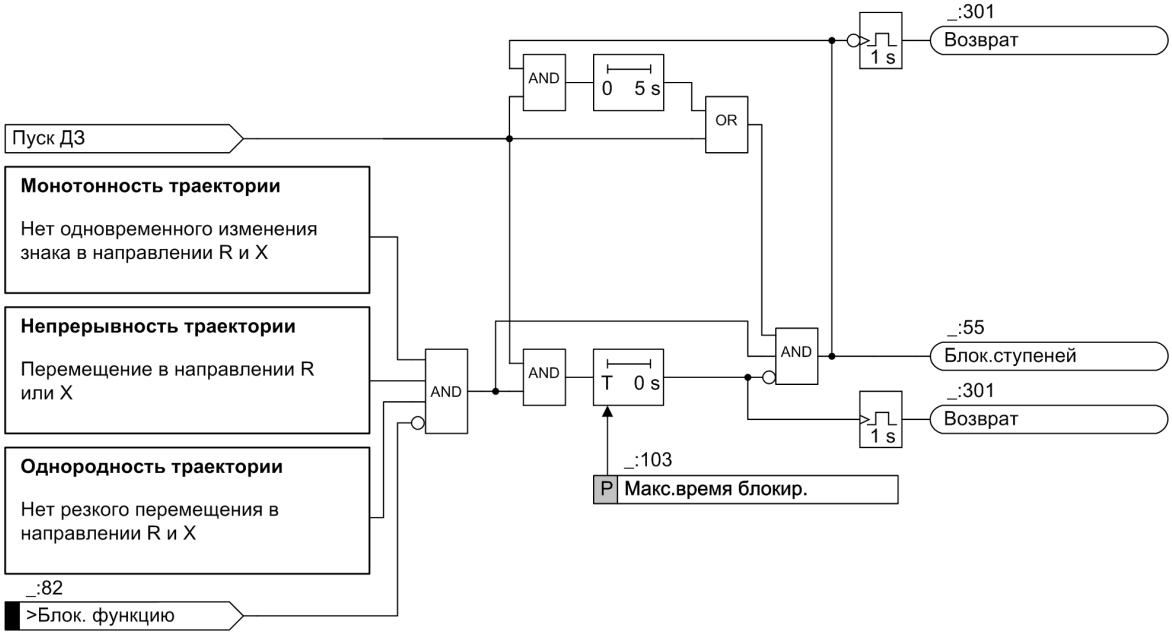
  Интервал между двумя последовательными значениями полного сопротивления четко обозначает изменение ΔR или ΔX во время качаний мощности. В случае короткого замыкания вектор полного сопротивления перемещается к сопротивлению КЗ и остается неподвижным.

- **Однородность траектории**:

  Во время качаний мощности соотношение 2 последующих изменений ΔR или ΔX не превышает пороговое значение. Как правило, возникновение короткого замыкания вызывает аритмичное движение, поскольку вектор полного сопротивления резко перемещается с полного сопротивления нагрузки к сопротивлению повреждения.

Если значение полного сопротивления входит в диапазон срабатывания дистанционной защиты и выполняется критерий обнаружения качания мощности, будет выдано сообщение о качании мощности. Диапазон пуска включает наибольшие значения уставок для R и X во всех действующих ступенях.

На *Рисунок 6-173* логическая схема блокировки при качаниях мощности. Измерения выполняются пофазно. Сигнал обнаружения качания мощности будет передан только после того, как измеренное значение полного сопротивления войдет в диапазон срабатывания дистанционной защиты (*(_:55) Блок.ступеней*). Этот сигнал остается активным до возникновения короткого замыкания, затухания процесса качания мощности или истечения максимального периода блокировки. Для блокировки функции обнаружения качания мощности можно использовать сигнал на дискретном входе *>Блок. функцию*.



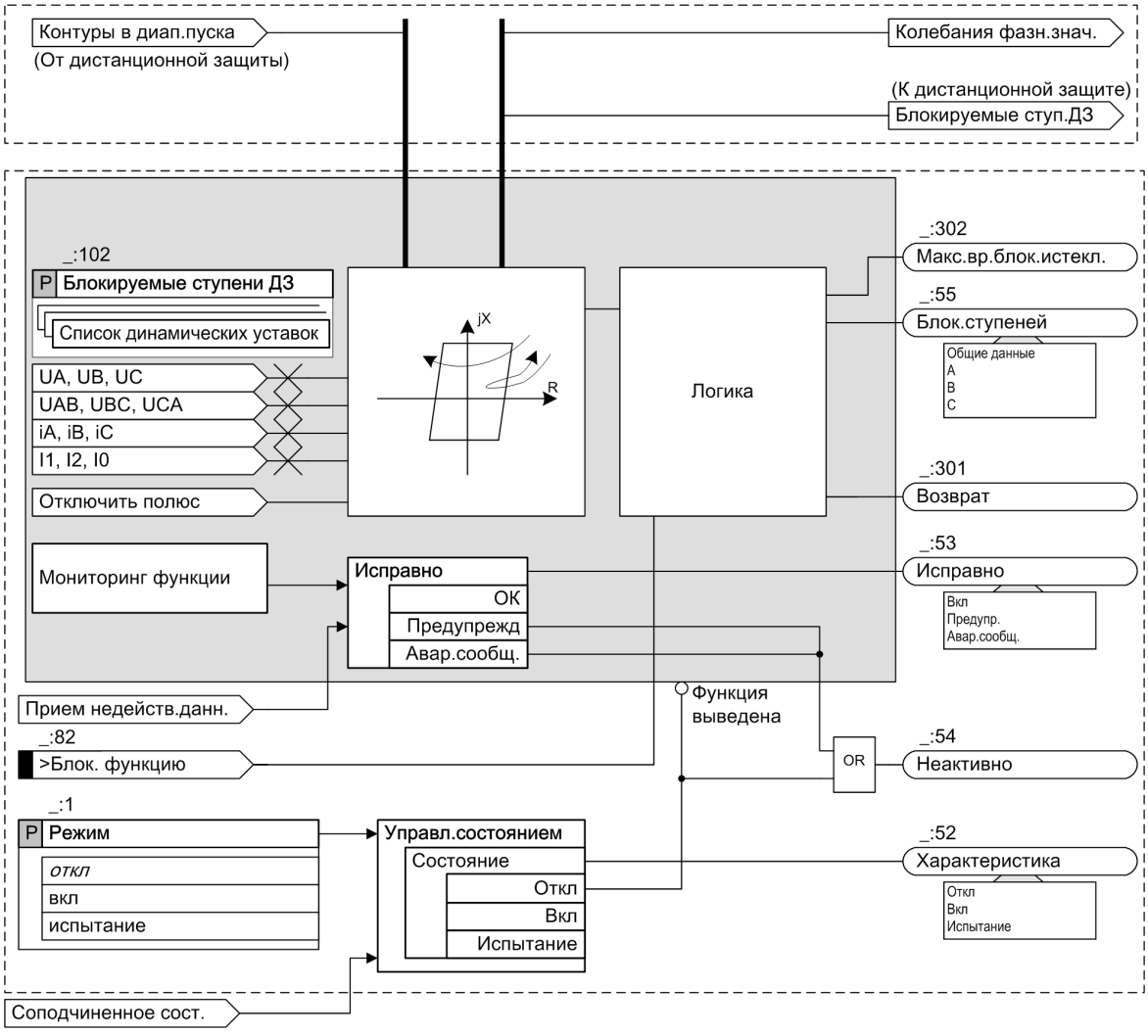
[lopendel-190413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-173 Логическая схема блокировки при качаниях мощности

При использовании параметра **`Макс.время блокир.`** можно установить лимит времени на действие блокировки качания мощности. В этом случае блокировку качания мощности можно устранить, например, используя сети с медленным дрейфом.

Как только значение полного сопротивления входит в диапазон срабатывания дистанционной защиты, запускается отсчет максимального периода блокировки. Как только значение полного сопротивления выходит из диапазона срабатывания дистанционной защиты, происходит сброс значения максимального периода блокировки.

Логическая схема



[lopsdlog-190413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-174 Функция блокировки при качаниях мощности

Дистанционная защита предоставляет функции блокировки при качаниях мощности информацию о контурах, которые находятся в ее ступенях. Если данная функция обнаруживает качания мощности в задействованных контурах, она передает механизму дистанционной защиты информацию отдельно по каждой фазе относительно ступеней, которые необходимо заблокировать. Фактическое блокирование осуществляет функция дистанционной защиты.

6.10.4 Указания по применению и вводу уставок

Выбор дистанционных ступеней, которые необходимо блокировать

- Рекомендуемое значение установки **(_:102) Блокируемые ступени ДЗ** = ***Ступень x***

Значение параметра	Описание
Блокируемые ступени ДЗ	Руководствуясь параметром, пользователь может в индивидуальном порядке выбрать каждую ступень, которая находится в функции дистанционной защиты и должна быть заблокирована во время качаний мощности.

Максимальный период блокировки

- Уставка по умолчанию **(_:103) Макс.время блокир.** = ∞

При использовании параметра **Макс.время блокир.** можно установить лимит на максимальный период блокировки дистанционной защиты во время качания мощности. В этом случае блокировку качания мощности можно устранить, например, используя сети с медленным дрейфом.

Для отключения в условиях асинхронных, длительно продолжающихся качаний мощности параметр **Макс.время блокир.** не берется в расчет. В этом сценарии следует использовать функцию **Защита от выпадения из синхронизма**.

При отсутствии эксплуатационного требования к лимиту на период блокировки при качаниях мощности, компания Siemens рекомендует использовать значение по умолчанию ∞ (= недействующее).

Другие указания по применению функции

В следующей таблице приведены указания по заданию для взаимодействия с другими внутренними и внешними функциями.

Взаимодействие с другими функциями	Примечание
Дистанционная защита	Функция дистанционной защиты предоставляет информацию относительно задействованных контуров сопротивления. При коротком замыкании блокируются пуск и отключение дистанционной защиты для определенных фаз и ступеней. Функция блокировки при качаниях мощности работает только в случае активности функции дистанционной защиты.

6.10.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Блокировка при качаниях мощности				
_:1	68Р БлокКач:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:103	68Р БлокКач:Макс.время блокир.		0.00 с до 60.00 с; ∞	-1 с
_:102	68Р БлокКач:Блокируемые ступени ДЗ		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.10.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
68Р БлокКач			
_:82	68Р БлокКач:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	68Р БлокКач:Неактивно	SPS	O
_:52	68Р БлокКач:Режим работы	ENS	O
_:53	68Р БлокКач:Исправно	ENS	O
_:55	68Р БлокКач:Блок.ступеней	ACD	O
_:301	68Р БлокКач:Возврат	SPS	O
_:302	68Р БлокКач:Макс.вр.блок.истекл.	SPS	O

6.11 Внешнее отключение, 3ф

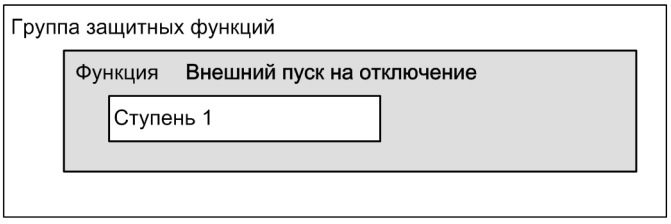
6.11.1 Обзор функции

Функция **Внешнее отключение**:

- Обрабатывает любые сигналы от внешних устройств защиты или устройств управления
- Позволяет интегрировать любые сигналы от внешнего защитного оборудования при обработке входных сообщений, например от реле газовой защиты или от защит от замыканий на землю
- Обеспечивает прямое отключение выключателя при взаимодействии с функцией защиты шин
- Обеспечивает прямое отключение выключателя в случае отказа выключателя на другом конце линии

6.11.2 Структура функции

Функция **Внешнее отключение** имеет одну ступень. Функцию **Внешнее отключение** можно использовать в DIGSI 5 несколько раз.

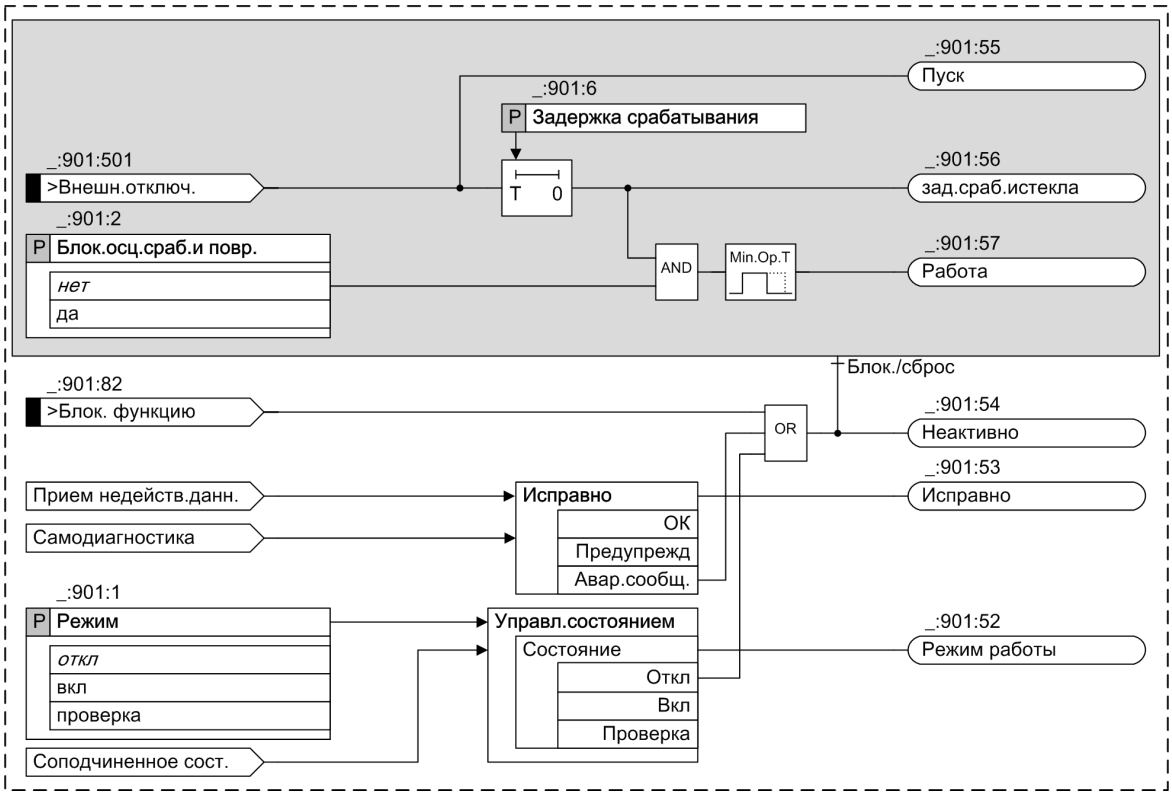


[dwstrext-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-175 Структура/реализация функции

6.11.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lotrip3p-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-176 Логическая схема внешней отключающей ступени

Входной дискретный сигнал >Внешнее отключение

Входной дискретный сигнал **>Внешн.отключ.** запускает **Пуск** и **Задержка срабатывания**.

Блокировка ступени

Ступень можно переключить в нерабочий режим с помощью ряда сигналов. В случае, если во время пуска ступени приходит сигнал блокировки, произойдет немедленный возврат ступени. Команда отключения, однако, будет присутствовать в течении минимального времени срабатывания **(_:102) Мин. время сраб.**.

6.11.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:901:6) Задержка срабатывания** = ***0,05 с***

Данный параметр **Задержка срабатывания** должен задаваться для конкретного сценария применения. По истечении выдержки времени **Задержка срабатывания** выдается сообщение об истечении времени и выдаче сигнала на отключение. Время воздействия сигнала запуска, а также регулируемое минимальное время команды отключения определяет продолжительность сигнала **Работа**.

6.11.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:901:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:901:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:901:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.05 с

6.11.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:901:82	Ступень 1:>Блок. функцию	SPS	I
_:901:501	Ступень 1:>Внешн.отключ.	SPS	I
_:901:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:901:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:901:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:901:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:901:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:901:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.12 Фазная МТЗ

6.12.1 Обзор функций

Функция **Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий** (ANSI 50/51):

- Обнаружение КЗ
- Обнаружение КЗ Может быть использована в качестве резервной или максимальной токовой защиты (МТЗ) в дополнение к основной защите.

6.12.2 Структура функции

Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий относится к группе защитных функций. Для 3-фазной МТЗ доступны 2 типа функций:

- **МТЗ, фазы – расширенная функциональность** (50/51 ОС-3ф-А)
- **МТЗ, фазы – базовая функциональность** (50/51 ОС-3ф-В)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

В зависимости от версии устройства, заводскими настройками для МТЗ предусмотрено 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Тип **МТЗ, фаза – расширенная функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 2 ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 2 ступени **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**

Тип **МТЗ, фазы – базовая функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не установленные предварительно, по умолчанию показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек отключения.

Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **Пуск**
- **Работа**



[dwocpax1-210113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-177 Структура/интеграция функции МТЗ, фазы – Расширенная функциональность



[dwocpbp1-210113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-178 Структура/интеграция функции МТЗ, фазы – Базовая функциональность

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты. Эта возможность доступна только с расширенной функциональностью.

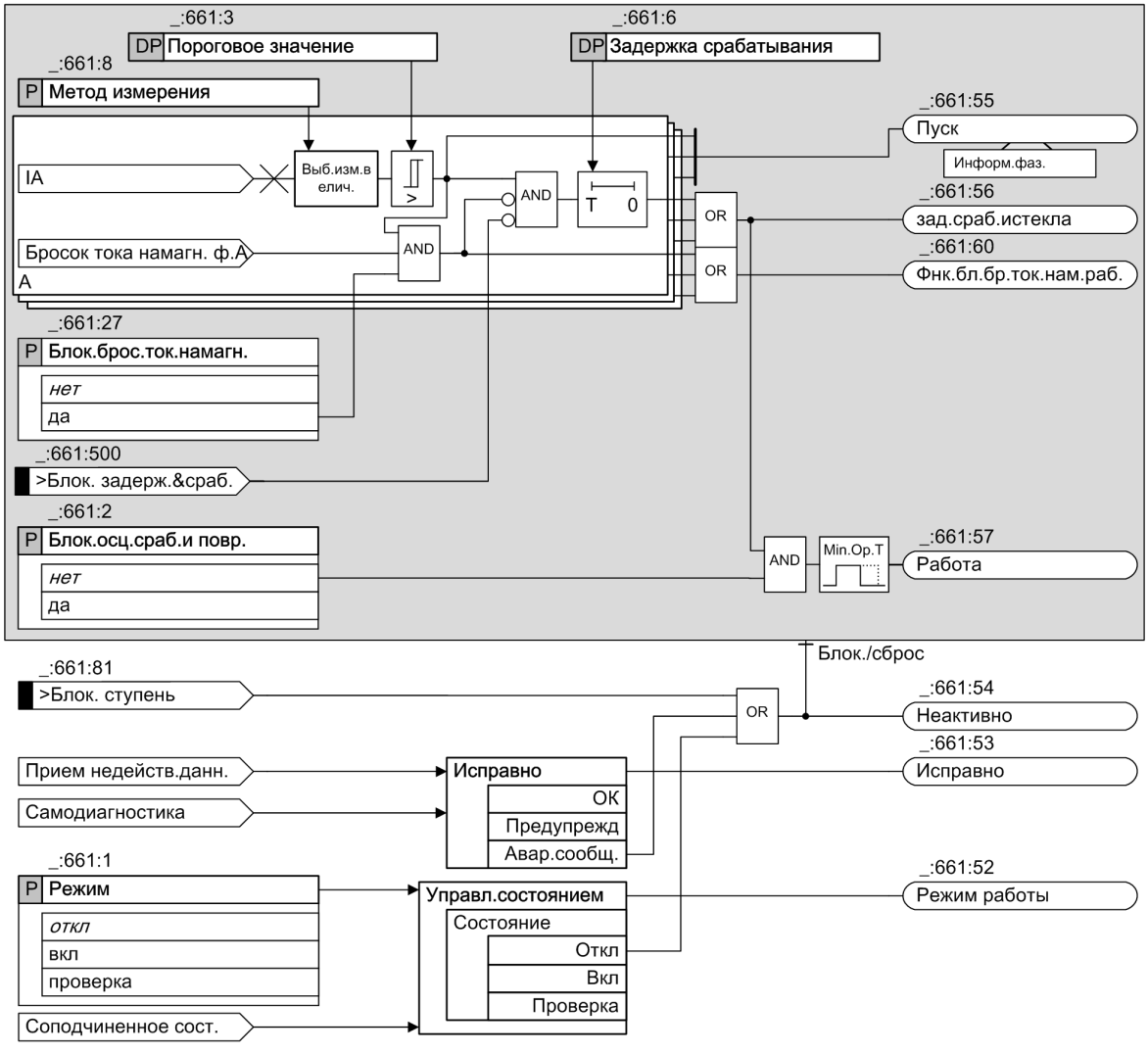
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.12.3 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

6.12.3.1 Описание

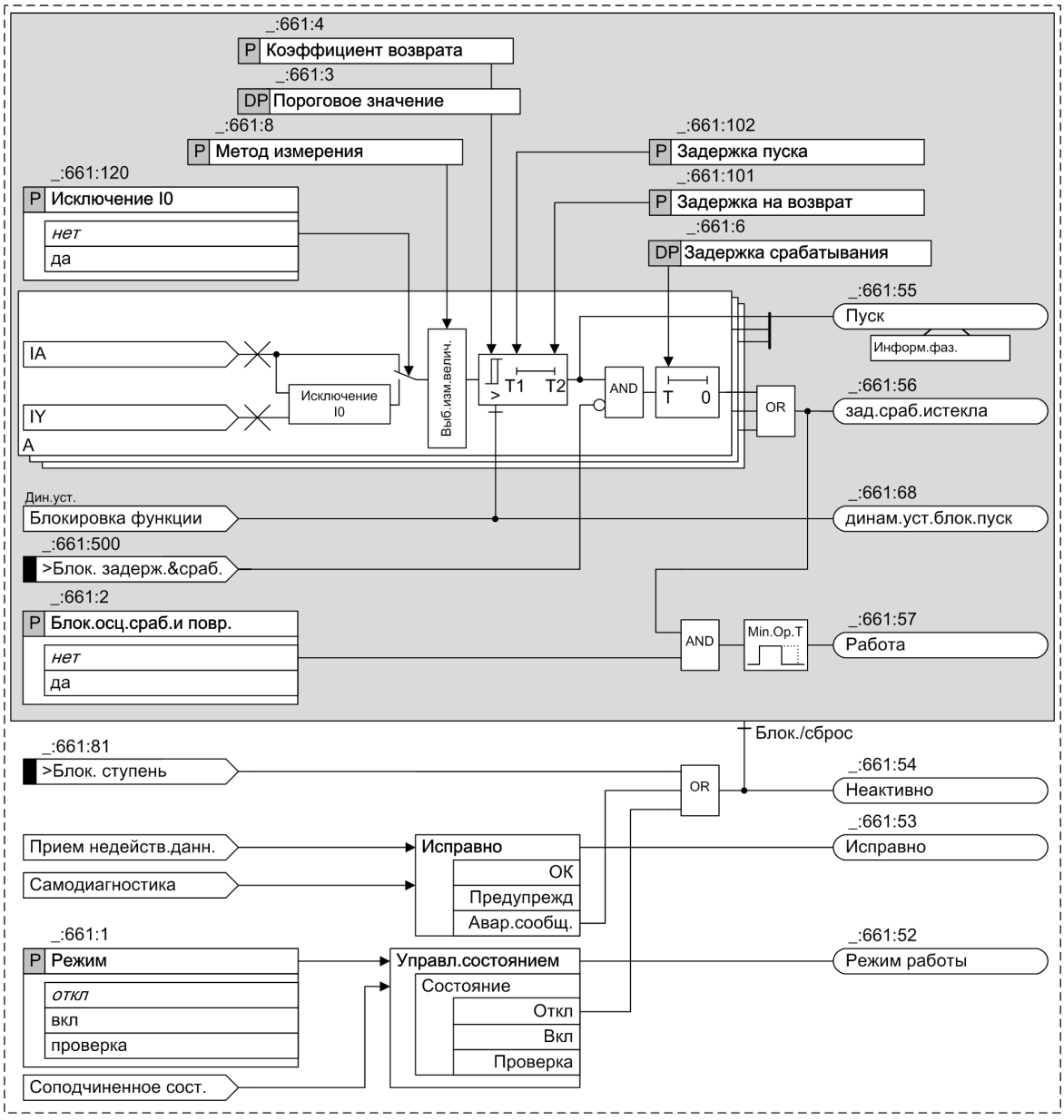
Логика базовой функциональности



[loocp3b1-280113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-179 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (фазы) — Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocp3pn-301112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-180 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (фазы) — Расширенная функциональность

Метод измерения (Базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники.

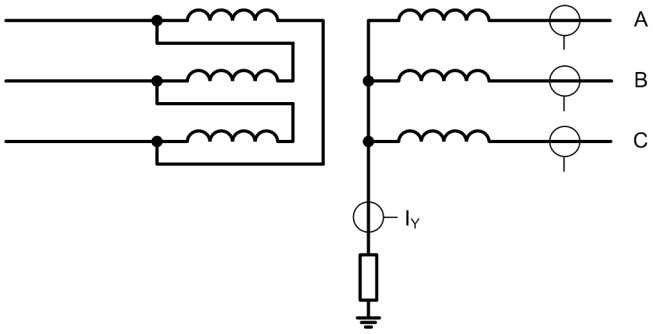
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление амплитудных значений тока по дискретным значениям в соответствии с выбранной формулой для определения действующего значения величины. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Исключение I0 (расширенная функциональность)

Для того, чтобы увеличить чувствительность для двухфазного КЗ на стороне трансформатора при снижении напряжения, используйте исключение I0 фазных токов для применения максимальной токовой защиты на одном трансформаторе.

Для определения исключения I0 фазных токов необходимо измерить ток нейтрали трансформатора I_Y.



[dwsgaocp-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-181 Принцип исключения I0

Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется в точке измерения 1-фазного тока, которая соединена с функциональной группой **Точка нейтрали трансформатора**. Подключите функциональную группу **Нейтральная точка трансформатора** к функциональной группе **Сторона трансформатора**. Функция **Максимальная токовая защита, фазы** работает с функциональной группой **Сторона трансформатора**.

Соединить группу защитных фукнций с группой защитных функций

	Сторона тр-ра 1	Сторона тр-ра 2	Дифф.защита трансс
Группа функций защиты	нейтраль	нейтраль	сторона
(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)
Сторона тр-ра 1			X
Сторона тр-ра 2			X
Нейтр.точка тр-ра 1		X	

[sccpfoiut-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-182 Подключение функциональной группы "Нейтраль трансформатора" к входу точки нейтрали функциональной группы "Сторона трансформатора".

В случае исключения I0 расчеты дают следующий результат:

$\underline{I}_{A\text{-искл.}} = \underline{I}_A - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{B\text{-искл.}} = \underline{I}_B - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{C\text{-искл.}} = \underline{I}_C - 1/3\ \underline{I}_Y$

Фазный ток $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ необходим для последующего процесса защиты.

Если параметр **Метод измерения** равен ***осн. гармоника***, то исключение I0 применяется.

Токи $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ доступны в качестве функциональных значений.

Задержка пуска (расширенная функциональность)

Если ток превышает пороговое значение, генерируется задержка пуска. Если порог остается превышенным в течение времени задержки пуска, формируется сигнал пуска.

Выдержка времени на возврат (расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины оказывается меньше уставки возврата, то при наличии необходимости возврат можно задержать. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Задержка на срабатывание продолжает набираться. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функциональности **динамических уставок** (доступно только для расширенной функциональности, см. подзаголовок **Влияние других функций посредством динамических параметров** и главу *6.12.7.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы предупредить пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на отключение, используется сигнал на дискретном входе **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.12.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.7.1 Описание*.

6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:661:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы можете использовать параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** (стандартный метод) или вычисленное значение параметра ***действ. знач.***

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0.1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:661:3) Пороговое значение** = ***1,50 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:661:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с конкретным случаем использования.

Следующая информация относится к двухступенчатой защите (первая ступень = ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и вторая ступень = ступень токовой отсечки)

Первая ступень (ступень максимальной токовой защиты):

Значение уставки зависит от максимально возможного нагрузочного тока. Необходимо исключить пуски защиты из-за перегрузок по току, поскольку МТЗ работает с малыми выдержками времени, как защита от КЗ, а не как защита от перегрузки. Таким образом, установите параметр **Пороговое значение** для линий на уровне прибл. 10%, для трансформаторов и двигателей прибл. на 20% выше максимальной ожидаемой нагрузки.

ПРИМЕР

Ступень максимальной токовой защиты: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

Максимальная передаваемая по линии мощность	
$P_{макс}$	= 120 МВА
Соответственно	
$I_{макс}$	= 630 A
Трансформатор тока	= 600 A / 5 A
Коэффициент безопасности	= 1.1

Уставки в первичных и вторичных значениях в результате дают значения:

Пороговое значение, ступень 1. (перв.) $= 1.1 \cdot 630\ A = 693\ A$

Пороговое значение, ступень 1. (втор.) $= 1.1 \cdot \frac{630\ A}{600\ A} \cdot 5\ A = 5.8\ A$

[foocpph1-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Значение параметра **Задержка срабатывания** устанавливается исходя из согласования с уставками времени энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Вторая ступень (токовая отсечка):

Эту ступень можно использовать в качестве токовой отсечки. Такая защита используется на длинных линиях с малым полным сопротивлением источника или для оборудования с большим индуктивным сопротивлением (например, трансформаторы, шунтирующие реакторы). Задайте такое значение параметра **Пороговое значение**, чтобы обеспечить несрабатывание данной ступени при КЗ в конце защищаемой линии.

Установите значение параметра **Задержка срабатывания** на ***0*** или задайте небольшое значение.

Siemens рекомендует определять значения уставок, исходя из анализа параметров энергосистемы. Следующий пример иллюстрирует пример выбора уставки срабатывания для защиты длинной линии.

ПРИМЕР

Ступень токовой отсечки: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

s (длина) = 37,28 миль

Z_A/s = 0,46 Ом/км

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности: $Z_{S0}/Z_A = 4$

Мощность короткого замыкания в начале линии:

$S_{кз}'$ = 2,5 ГВА

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности полного сопротивления источника в начале линии: $Z_{S0}/Z_A = 2$

Трансформатор тока = 600 A / 5 A

Вычисляем полное сопротивление линии Z_A и сопротивление источника Z_{S1}:

$$Z_A = 0.46\,\Omega/\mathrm{km} \cdot 60\,\mathrm{km} = 27.6\,\Omega$$

$$Z_{S1} = \frac{110\,\mathrm{kV}^2}{2500\,\mathrm{MVA}} = 4.84\,\Omega$$

[foocp002-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Вычисление тока трехфазного КЗ в конце линии $I_{кз\ кон.}$:

$$I_{К3.\,кон} = \frac{1.1 \cdot U_{сист}}{\sqrt{3} \cdot (Z_{сист1} + Z_A)} = \frac{1.1 \cdot 110\,\mathrm{kV}}{\sqrt{3} \cdot (4.84\,\Omega + 27.66\,\Omega)} = 2150\,\mathrm{A}$$

[foocpph3-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Первичные и вторичные значения данного тока используются в качестве уставок (коэффициент отстройки равен 10% от полученного значения):

$$\text{Пороговое значение, ступень 2. (перв.)} = 1{,}1 \cdot 2150\,\mathrm{A} = 2365\,\mathrm{A}$$

$$\text{Пороговое значение, ступень 2. (втор.)} = 1.1 \cdot \frac{2150\,\mathrm{A}}{600\,\mathrm{A}} \cdot 5\,\mathrm{A} = 19.7\,\mathrm{A}$$

[foocp004-030311-01.tif, 2, ru_RU]

КЗ произошло на защищаемой линии, если ток КЗ превышает значение 2 365 A (первичных) или 19.7 A (вторичных). В этом случае данная ступень защиты отключает поврежденное присоединение без выдержки времени.

Примечание: Полученные в примере значения являются достаточно точными для задания уставок срабатывания для воздушных линий. Если сопротивление источника и полное сопротивление линии имеют различные углы, необходимо использовать комплексные числа для вычисления **Пороговое значение**.

Параметр: Исключение I0

- Уставка по умолчанию **(_:661:120) Исключение I0** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Исключение I0 в фазных токах для применения МТЗ может быть использовано в трансформаторе. Это повышает чувствительность к двухфазному КЗ на стороне трансформатора при снижении напряжения . Должны быть выполнены следующие условия:

- Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется и доступен для функциональной группы защиты.
- Уставка **Метод измерения** равна ***осн. гармоника***.

Используя уставку **Исключение I0**, можно включить или выключить режим исключения I0.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:661:102) Задержка пуска** = ***0.00 с***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Для специальных применений желательно, чтобы короткое превышение порогового значения тока не приводило к срабатыванию ступени и не запускало осциллографирование и регистрацию повреждения. Если этот этап используется в качестве функции тепловой перегрузки, то он рассматривается в качестве специального приложения.

При использовании уставки **Задержка пуска** определен временной интервал, в течение которого датчик не будет срабатывать при превышении порогового значения тока.

Для всех приложений защиты от короткого замыкания это значение равно 0,00 с по умолчанию.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:661:101) Задержка на возврат** = ***0***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать стандартное значение равное ***0***, если возврат ступени должен происходить мгновенно.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение параметра **Задержка на возврат** ≠ ***0***. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:661:4) Коэффициент возврата** = ***0.95***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***.

Для получения большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например, до ***0,98***. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.12.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Аварийный режим		• нет • от осн. защ. • через дискр. вх.	нет
Общие данные				
_:661:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:661:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:661:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:661:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:661:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:661:120	НезавВыдВр 1:Исключение I0		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:661:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:661:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:661:102	НезавВыдВр 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:661:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:661:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:661:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:661:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:661:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:661:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:661:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:661:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:662:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:662:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:662:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:662:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:662:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:662:120	НезавВыдВр 2:Исключение I0		• нет • да	нет
_:662:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:662:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:662:102	НезавВыдВр 2:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:662:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:662:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:662:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:662:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:662:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:662:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Дин.уст.:ДВх				
_:662:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:662:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:662:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:662:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

6.12.3.4 Список сообщений

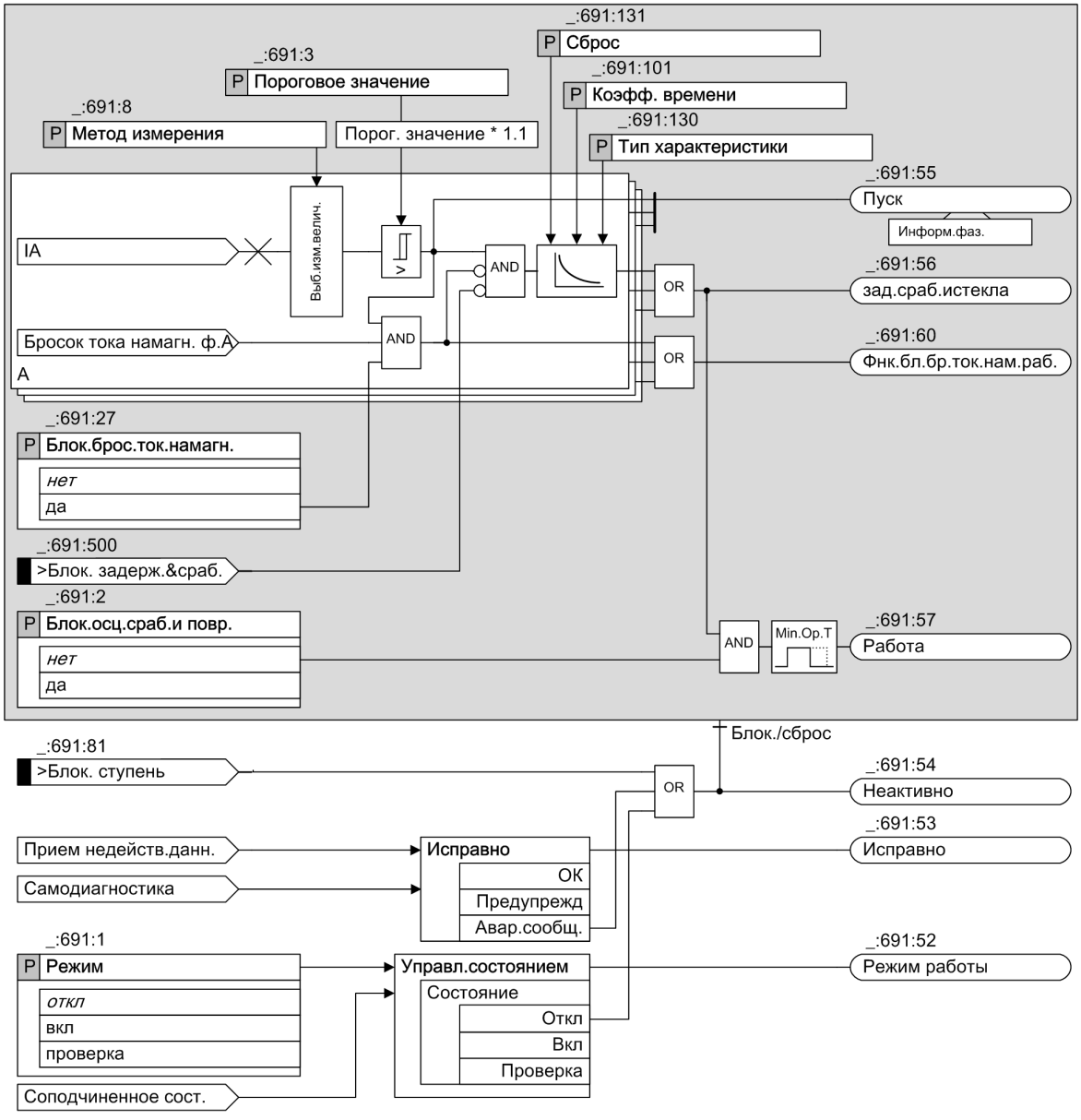
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:661:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:661:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:661:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:661:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:661:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:661:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:661:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:661:62	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:661:63	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:661:64	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:661:65	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:661:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:661:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:661:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:661:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:661:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:661:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
_:661:302	НезавВыдВр 1:I0искIф	Звезда	O
НезавВыдВр 2			
_:662:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:662:84	НезавВыдВр 2:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:662:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:662:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:662:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:662:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:662:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:662:62	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:662:63	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:662:64	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:662:65	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:662:66	НезавВыдВр 2:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:662:67	НезавВыдВр 2:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:662:68	НезавВыдВр 2:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:662:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:662:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:662:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O
_:662:302	НезавВыдВр 2:I0искIф	Звезда	O

6.12.4 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени

6.12.4.1 Описание

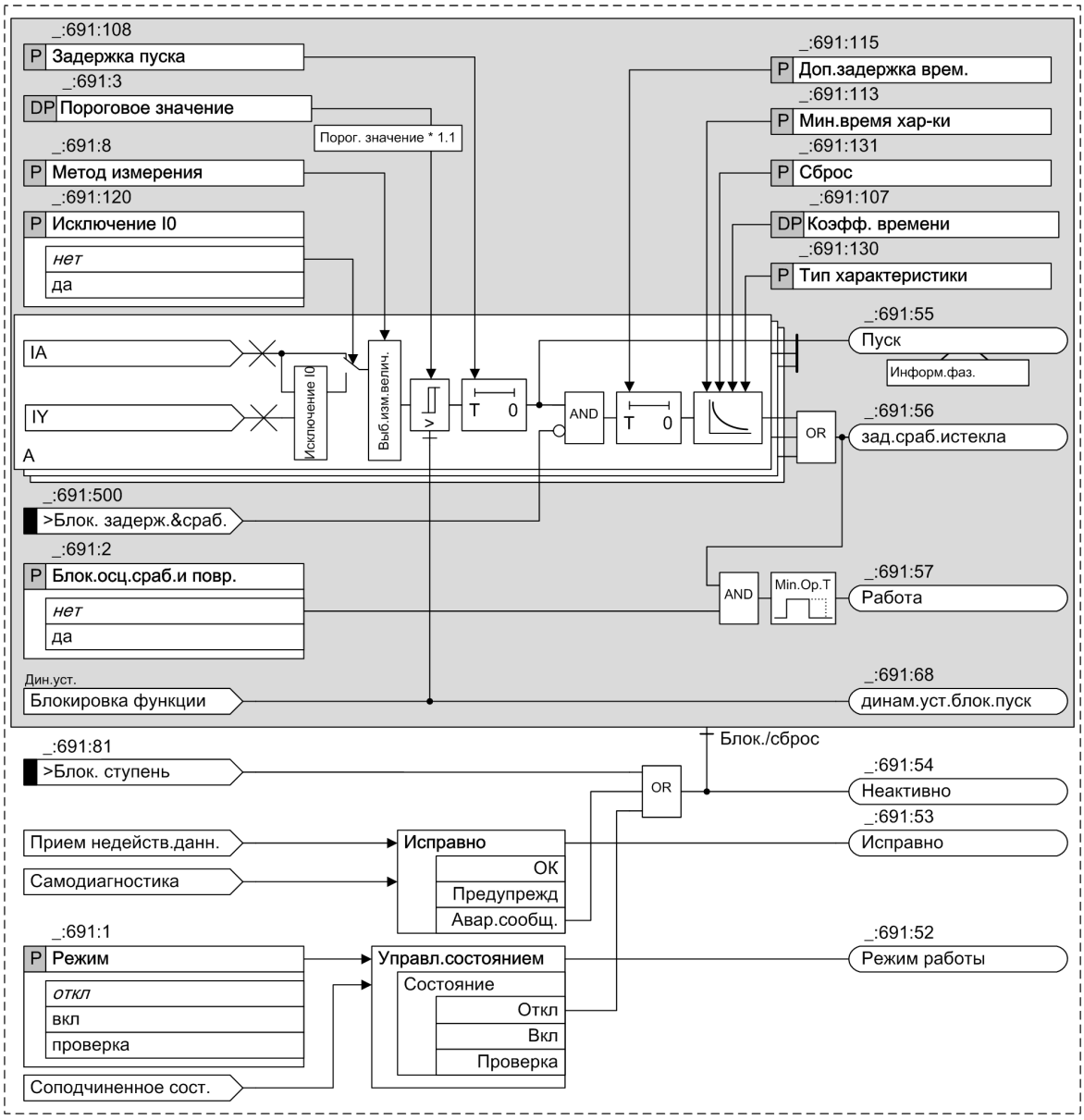
Логика базовой функциональности



[loocp3b2-280113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-183 Логическая схема работы максимальной токовой защиты от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени – базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocp3nt-291112-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-184 Логическая схема работы максимальной токовой защиты от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени – расширенная функциональность

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

Когда значение сигнала на входе превышает пороговое значение с коэффициентом 1.1, в расчет принимается инверсная характеристика выдержки времени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. Стоит только средневзвешенному времени превысить значение 1, ступень срабатывает.

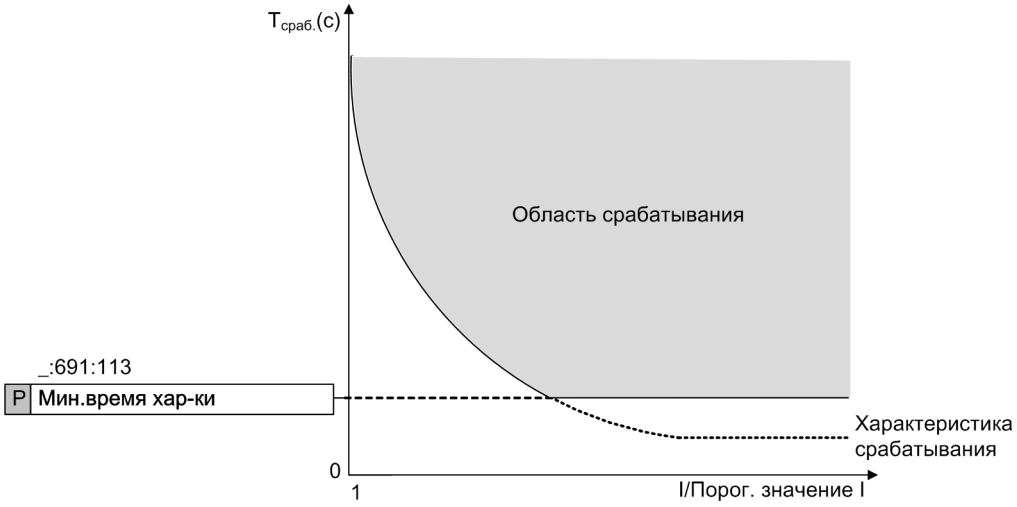
Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной характеристике (уменьшение

суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция индукционного реле) соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0.9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время кривой (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение.



[DwOcp3Mi_20140715-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-185 Минимальное время кривой

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно определить время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики. С помощью этой уставки вся кривая смещается по оси времени на это дополнительное определенное время.

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники.

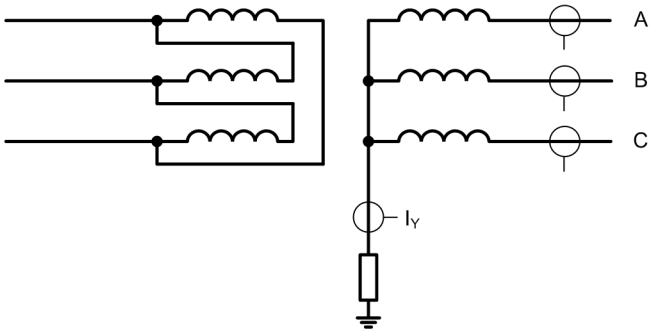
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление амплитудных значений тока по дискретным значениям в соответствии с выбранной формулой для определения действующего значения величины. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Исключение I0 (расширенная функциональность)

Для того, чтобы увеличить чувствительность для двухфазного КЗ на стороне трансформатора при снижении напряжения, используйте исключение I0 фазных токов для применения максимальной токовой защиты на одном трансформаторе.

Для определения исключения I0 фазных токов необходимо измерить ток нейтрали трансформатора I_Y.



[dwsgaocp-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-186 Принцип исключения I0

Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется в точке измерения 1-фазного тока, которая соединена с функциональной группой **Точка нейтрали трансформатора**. Подключите функциональную группу **Нейтральная точка трансформатора** к функциональной группе **Сторона трансформатора**. Функция **Максимальная токовая защита, фазы** работает с функциональной группой **Сторона трансформатора**.

Соединить группу защитных фукнций с группой защитных функций

	Сторона тр-ра 1	Сторона тр-ра 2	Дифф.защита трансс
Группа функций защиты	нейтраль	нейтраль	сторона
(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)
Сторона тр-ра 1			X
Сторона тр-ра 2			X
Нейтр.точка тр-ра 1		X	

[sccpfoiut-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-187 Подключение функциональной группы "Нейтраль трансформатора" к входу точки нейтрали функциональной группы "Сторона трансформатора".

В случае исключения I0 необходимо учитывать следующие расчеты:

$\underline{I}_{A\text{-искл.}} = \underline{I}_A - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{B\text{-искл.}} = \underline{I}_B - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{C\text{-искл.}} = \underline{I}_C - 1/3\ \underline{I}_Y$

Фазный ток $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ необходим для последующего процесса защиты.

Если параметр **Метод измерения** равен ***осн. гармоника***, то применяется исключение I0.

Токи $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ доступны в качестве функциональных значений.

Задержка пуска (расширенная функциональность)

Если ток превышает пороговое значение, генерируется задержка пуска. Если порог остается превышенным в течение времени задержки пуска, формируется сигнал пуска.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функциональности **динамических уставок** (доступно только для расширенной функциональности, см. подзаголовок **Влияние других функций посредством динамических параметров** и главу *6.12.7.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы предупредить пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на отключение, используется сигнал на дискретном входе **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.12.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.7.1 Описание*.

6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:691:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы можете использовать параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** (стандартный метод) или вычисленное значение параметра ***действ. знач.***

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0.1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:691:130) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики выдержки времени согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**. Для получения дополнительной информации о параметре **Тип характеристики** см. главу *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени*.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:691:113) Мин.время хар-ки** = ***0.00 с***

Этот параметр доступен только с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение. Если настройка остается равной своему значению

по умолчанию 0, то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику выдержки времени.

Этот параметр является обязательным только для временной координации времени в схемах устройств повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время задержки инверсной характеристики выдержки времени, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время задержки.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:691:115) Доп.задержка врем.** = ***0.00 c***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно определить время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики.

Если настройка остается равной своему значению по умолчанию 0, то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику выдержки времени.

Этот параметр является обязательным только для временной координации времени в схемах устройств повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:691:3) Пороговое значение** = ***1,50 A***

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с конкретным случаем использования.

Значение уставки зависит от максимально возможного нагрузочного тока. Необходимо исключить пуски защиты из-за перегрузок по току, поскольку МТЗ работает с малыми выдержками времени, как защита от КЗ, а не как защита от перегрузки. Задайте параметр **Пороговое значение** для линии приблизительно на 10 %, для трансформаторов и двигателей – приблизительно на 20 % выше максимальной ожидаемой нагрузки.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в значении срабатывания и уставки. Ступень запустится только при 10 % превышении параметра **Пороговое значение**.

ПРИМЕР

Ступень максимальной токовой защиты: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

Максимальная передаваемая по линии мощность

$P_{макс}$ = 120 МВА

Соответственно

$I_{макс}$ = 630 A

Трансформатор тока = 600 A / 5 A

Уставки в первичных и вторичных значениях в результате дают значения:

Пороговое значение I> (перв.) = 630 A

Пороговое значение I> (втор.) $= \frac{630\ A}{600\ A} \cdot 5\ A = 5.25\ A$

[foocp005-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Параметр: Исключение I0

- Уставка по умолчанию **(_:661:120) Исключение I0** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Исключение I0 в фазных токах для применения МТЗ может быть использовано в трансформаторе. Это повышает чувствительность к двухфазному КЗ на стороне трансформатора при снижении напряжения. Должны быть выполнены следующие условия:

- Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется и доступен для функциональной группы защиты.
- Уставка **Метод измерения** равна ***осн. гармоника***.

Используя уставку **Исключение I0**, можно включить или выключить режим исключения I0.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:661:102) Задержка пуска** = ***0.00 с***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Для специальных применений желательно, чтобы короткое превышение порогового значения тока не приводило к срабатыванию ступени и не запускало осциллографирование и регистрацию повреждения. Если этот этап используется в качестве функции тепловой перегрузки, то он рассматривается в качестве специального приложения.

При использовании уставки **Задержка пуска** определен временной интервал, в течение которого датчик не будет срабатывать при превышении порогового значения тока.

Для всех приложений защиты от короткого замыкания это значение равно 0,00 с и считается значением по умолчанию.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:691:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Если нет ступенчатой выдержки времени и следовательно не требуется перемещение кривой характеристик, оставьте параметр **Коэфф. времени** на ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:691:131) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы определить будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = диск ротора) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.12.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:691:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:691:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:691:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:691:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:691:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:691:120	ИнвВыдВр 1:Исключение I0		• нет • да	нет
_:691:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:108	ИнвВыдВр 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:691:130	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:691:113	ИнвВыдВр 1:Мин.время хар-ки		0.00 с до 1.00 с	0.00 с
_:691:131	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:691:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:691:115	ИнвВыдВр 1:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:691:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:691:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:691:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:691:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:691:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.12.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр 1			
_:691:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:691:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:691:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:691:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:691:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:691:53	ИнвВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:691:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:691:62	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:691:63	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:691:64	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:691:65	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:691:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:691:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:691:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:691:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:691:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:691:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:691:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O
_:691:302	ИнвВыдВр 1:I0искIф	Звезда	O

6.12.5 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

6.12.5.1 Описание

Эта ступень доступна только в функции с расширенной функциональностью.

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность** (см. главу *6.12.4.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

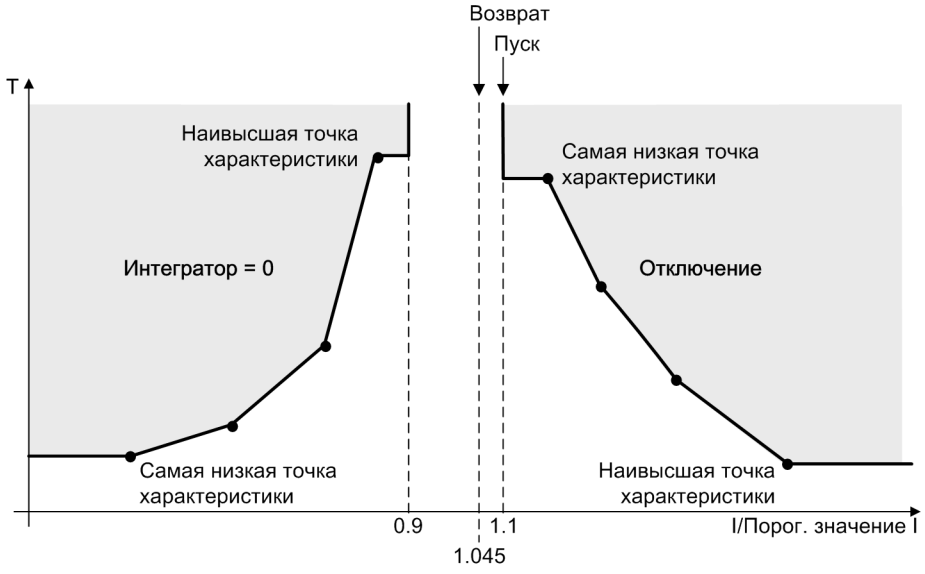
С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики на основе этих значений. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Характеристики пуска и возврата на базе определяемой пользователем характеристики

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствии с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время Тсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-188 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания, не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Структура данной ступени аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность**. Разница состоит лишь в том, что вы можете задать желаемую характери-

стику срабатывания. В этом разделе приводится только пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания.

Параметр: Пары ток/время (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику срабатывания.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристики срабатывания обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1***.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:110) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристическую кривую.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристической кривой обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.12.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:26	Польз.хар-ка #:Дина-мические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.12.5.4 Список сообщений

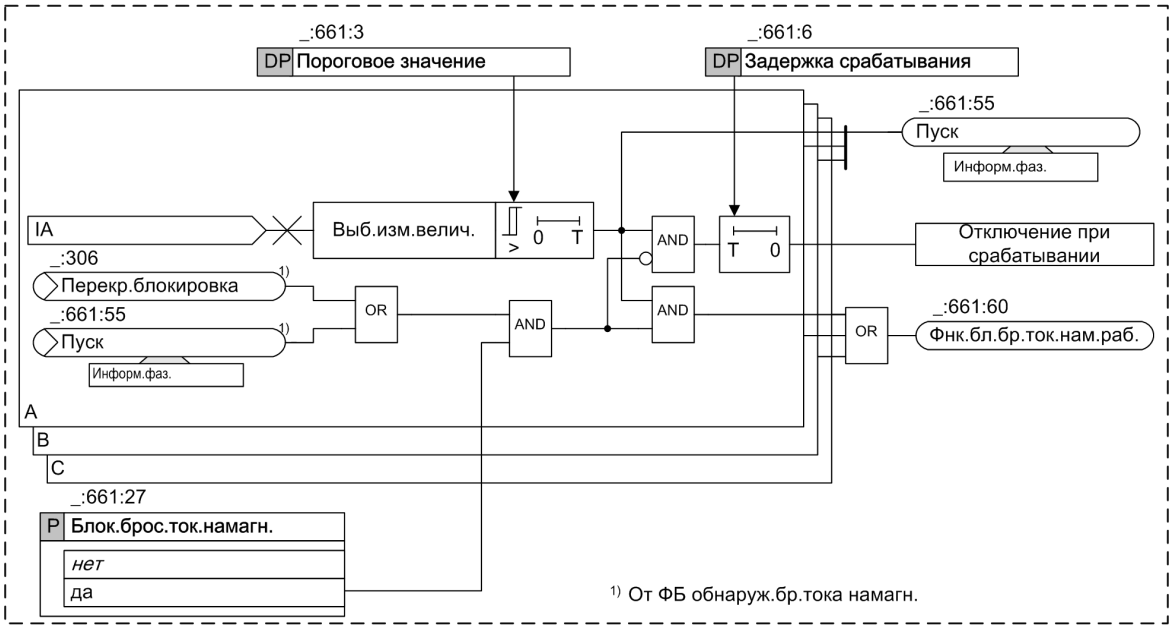
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Исправно	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.12.6 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания

6.12.6.1 Описание

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступени защиты при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки срабатывания и сигнал срабатывания блокируются. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает. На приведенном рисунке показана только часть (для примера взята 1 ступень МТЗ с независимой выдержкой времени) логики срабатывания ступени МТЗ при наличии блокировки при броске тока намагничивания. Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена,

только если **ФБ ОбнБроскаТока** введен в работу (см. главу *11.51 Обнаружение броска тока намагничивания*).



[loocp3pha-210812-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-189 Логическая схема влияния обнаружения броска тока намагничивания на примере первой ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

6.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: **`Блок.брос.ток.намагн.`**

- Уставка по умолчанию **`(_:661:27) Блок.брос.ток.намагн.`** = ***`нет`***

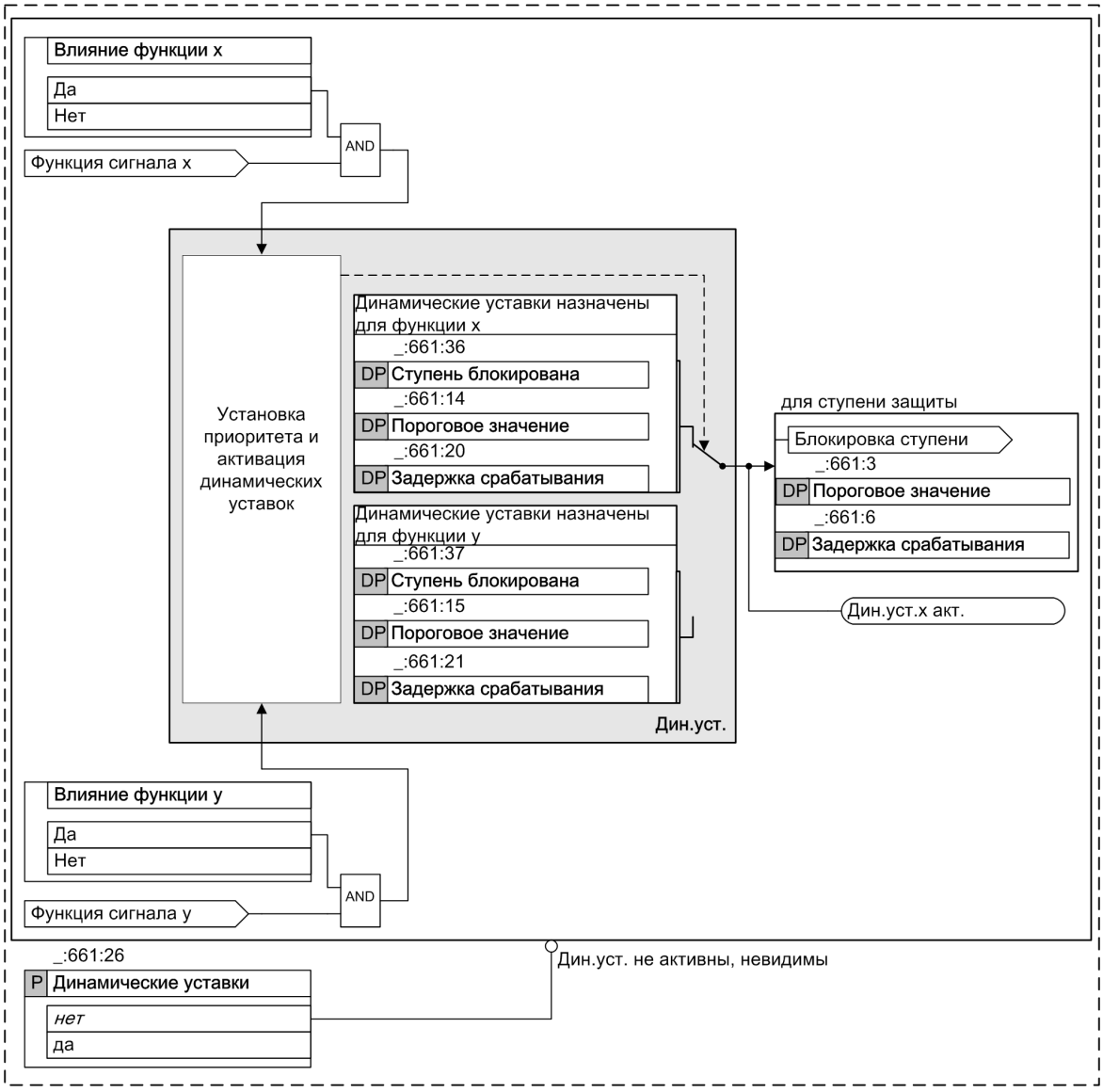
Значение параметра	Описание
`нет`	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.

Значение параметра	Описание
да	Когда функция ОбнБроскаТока трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

6.12.7 Динамическое изменение уставок от других функций

6.12.7.1 Описание

Параметры **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, используемые для выключения, называются **динамическими значениями параметров**. В зависимости от других функций уставки этих параметров могут быть изменены динамически (см. *Рисунок 6-190*). В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов ступень также может быть динамически заблокирована. Эта возможность доступна только с расширенной функциональностью.



[loocp3dpa-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-190 Принцип динамического изменения значений параметров на примере 1-й ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

Функциональность	Приоритет
Входной дискретный сигнал	Приоритет 1

Функциональность	Приоритет
Входной дискретный сигнал	Приоритет 2

Эти функции генерируют сигналы, которые изменяют значения динамических уставок ступени защиты или блокируют ее при необходимости. Блокировка работы ступеней защиты будет производиться вне зависимости от значений параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**. Каждый из этих сигналов для ступени МТЗ дополняется параметром конфигурации **Влияние функции ...** и собственными динамическими значениями (**Задержка срабатывания** и **Пороговое значение**). Параметр Влияние функции определяет будет ли данная внешняя функция изменять стандартные уставки на заранее предопределенные динамические уставки. Если один из этих сигналов (например, сигнал функции x) становится активным и будет иметь воздействие, эти настройки становятся динамическими, т. е., немедленно активными. Это означает, что динамическая уставка замещает стандартную уставку. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамическое изменения уставки становится неактивным, то восстанавливается значение стандартной уставки. Об активации динамической уставки информирует соответствующий сигнал.

Если несколько сигналов внешних функций, влияющих на динамическое изменение уставки становятся активными, то активируются динамические уставки функции с большим приоритетом (см. таблицу выше). Рассмотрим вариант, когда одновременно появились сигналы от функции с приоритетом 1 и 2. В этом случае динамические уставки привязанные к сигналу от функции с приоритетом 1 становятся активными.

Функцию динамических уставок можно отключать. В этом случае блоки с наборами динамических уставок становятся недоступными пользователю и не влияют на работу защиты.

Взаимодействие с внутренней функцией *Обнаружение холодного пуска (Расширенная функциональность)*



[loocp3kal-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-191 Влияние функции обнаружения холодного пуска на ступень максимальной токовой защиты

В случае холодного пуска можно изменять уставки параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, вы должны активизировать влияние функции холодного пуска. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** или **Ступень блокирована**, которые применяются при активном сигнале.

Способ формирования сигналов с помощью параметра **Дин.корр.уставок** описан в разделе *5.4.4.1 Обзор функций*.

Связь с внешней *функцией посредством дискретного входного сигнала (Расширенная функциональность)*



[loocp3bin-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-192 Влияние дискретного входа на ступень максимальной токовой защиты

Вы можете использовать дискретный входной сигнал **>Акт.динам.уставки**, чтобы изменить уставки **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, пользователь должен активировать влияние дискретного входа на ступень защиты. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

6.12.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:661:26) Динамические уставки** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства не обязательно.
да	Если внешние и внутренние функции (обнаружение холодного пуска) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение параметра необходимо изменить на ***да***. Это делает параметр конфигурации **Влияние функции...**, а также динамические параметры **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени МТЗ видимыми и разрешает их применение.

Взаимодействие с внешними устройствами

Работа ступеней МТЗ может управляться внешними устройствами.

Для правильной работы параметр конфигурации **Влияние дискр.входа** должен быть изменен на значение ***да*** (= влияние). При этом входной сигнал ступени **>Акт.динам.уставки** становится активным. При его активации происходит применение значений динамических параметров.

6.13 МТЗ, включенная на ток нулевой последовательности

6.13.1 Обзор функций

Функция **Максимальная токовая защита нулевой последовательности** (ANSI 50N/51N):

- Обнаружение КЗ
- Обнаружение КЗ Может быть использована в качестве резервной или максимальной токовой защиты (МТЗ) в дополнение к основной защите.

6.13.2 Структура функции

Максимальная токовая защита нулевой последовательности относится к группе защитных функций. Для 3-фазной МТЗ доступны 2 типа функций:

- **МТЗ нулевой последовательности с расширенной функциональностью** (50/51 OC-gnd-A)
- **МТЗ нулевой последовательности с базовой функциональностью** (50/51 OC-gnd-B)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Для обоих функций заводскими настройками для МТЗ предусмотрено 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **МТЗ нулевой последовательности с расширенной функциональностью** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 3 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**

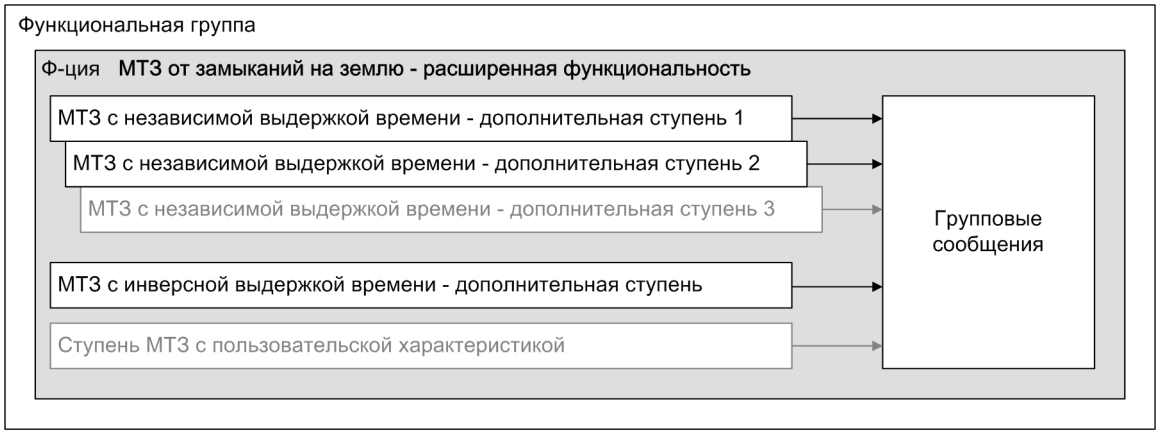
Функция **МТЗ нулевой последовательности с базовой функциональностью** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 3 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не установленные предварительно, по умолчанию показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек отключения.

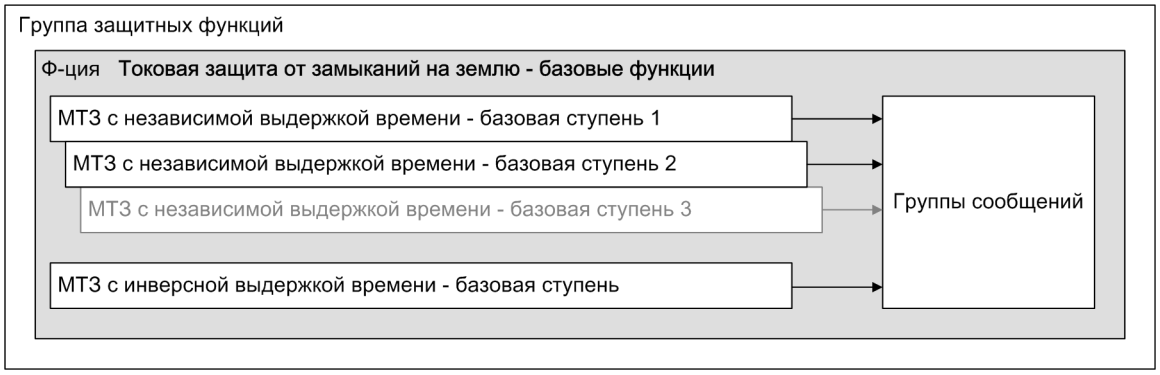
Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **Пуск**
- **Работа**



[dwocpga2-060213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-193 Структура/реализация функции МТЗ нулевой последовательности с расширенной функциональностью



[dwocpgb1-060213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-194 Структура/реализация функции МТЗ нулевой последовательности с базовой функциональностью

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

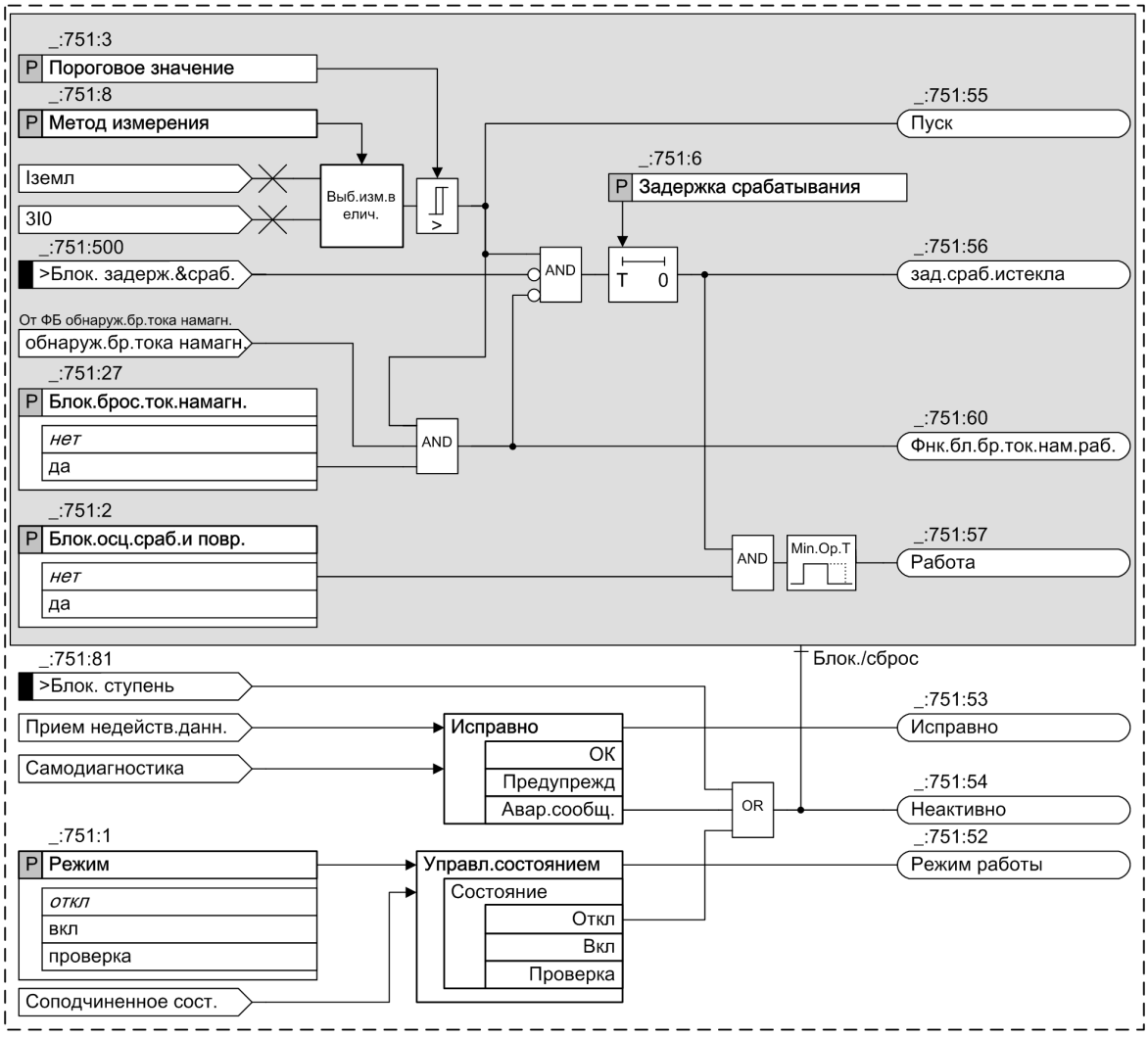
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков (доступно в обоих типах функций).

6.13.3 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

6.13.3.1 Описание

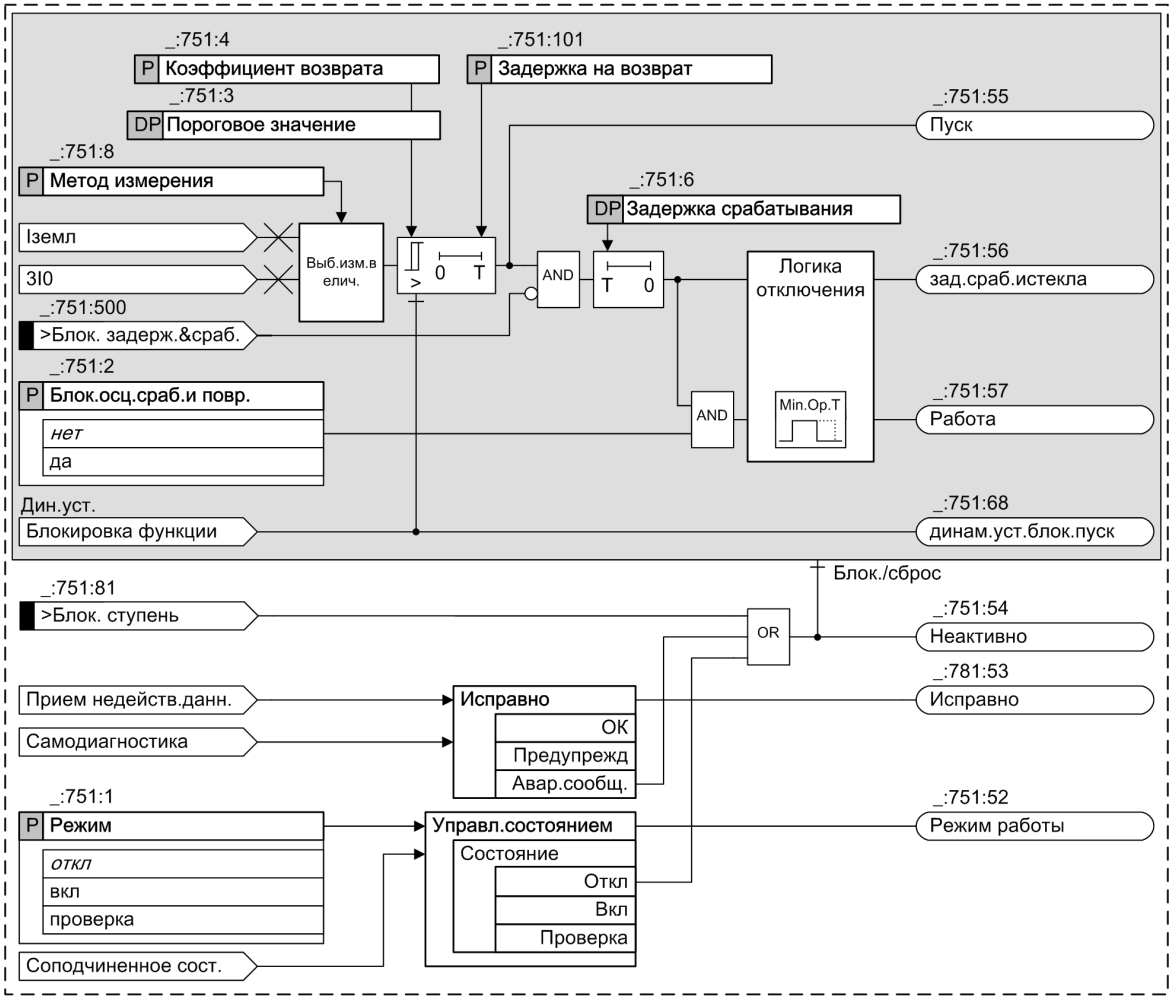
Логика базовой функциональности



[loocpgb1-060213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-195 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени — Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocpgn1-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-196 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени — Расширенная функциональность

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление амплитудных значений тока по дискретным значениям в соответствии с выбранной формулой для определения действующего значения величины. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Выдержка времени на возврат (расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины оказывается меньше уставки возврата, то при наличии необходимости возврат можно задержать. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Задержка на срабатывание продолжает набираться. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функции **динамических настроек** (см. главу **Влияние других функций на динамические настройки** и раздел *6.13.7.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы предупредить пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на отключение, используется сигнал на дискретном входе **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.13.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.13.7.1 Описание*.

6.13.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:751:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерений** определяет тип метода измерений для ступеней защиты: ***осн. гармоника*** (основной метод) или вычисление ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0.1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:751:3) Пороговое значение** = ***1,50 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:751:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с конкретным случаем использования.

Следующая информация относится к двухступенчатой защите (первая ступень = ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и вторая ступень = ступень токовой отсечки)

Первая ступень (ступень максимальной токовой защиты):

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю. Повреждение должно быть обнаружено.

При малых токах короткого замыкания на землю Siemens рекомендует использовать функцию **Защита от замыканий на землю через большое переходное сопротивление в системах с заземленной нейтралью**.

Значение параметра **Задержка срабатывания** устанавливается исходя из согласования с уставками времени энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Вторая ступень (токовая отсечка):

Эту ступень можно использовать в качестве токовой отсечки. Такая защита используется на длинных линиях с малым полным сопротивлением источника или для оборудования с большим индуктивным сопротивлением (например, трансформаторы, шунтирующие реакторы). Задайте такое значение параметра **Пороговое значение**, чтобы обеспечить несрабатывание данной ступени при КЗ в конце защищаемой линии.

Установите значение параметра **Задержка срабатывания** на *0* или задайте небольшое значение.

Siemens рекомендует определять значения уставок исходя из анализа параметров энергосистемы. Следующий пример иллюстрирует пример выбора уставки срабатывания для защиты длинной линии.

ПРИМЕР

Ступень токовой отсечки: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

s (длина) = 37,28 миль

Z_A/s = 0,46 Ом/км

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности: $Z_{S0}/Z_A = 4$

Мощность короткого замыкания в начале линии:

$S_{кз}'$ = 2,5 ГВА

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности полного сопротивления источника в начале линии: $Z_{S0}/Z_A = 2$

Трансформатор тока = 600 A / 5 A

Вычисляем полное сопротивление линии Z_A и сопротивление источника Z_{S1}:

$$Z_A = 0.46\,\Omega/\mathrm{km} \cdot 60\,\mathrm{km} = 27.6\,\Omega$$

$$Z_{S1} = \frac{110\,\mathrm{kV}^2}{2500\,\mathrm{MVA}} = 4.84\,\Omega$$

[foocp002-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Вычисление тока однофазного КЗ в конце линии $I_{кз1\ кон.}$:

$$I_{з1.кон} = \frac{1.1 \cdot U_E \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot \left[Z_S \cdot (2 + \frac{Z_{S0}}{Z_{S1}}) + Z_L \cdot (2 + \frac{Z_{L0}}{Z_{L1}}) \right]} = \frac{1.1 \cdot 110\,\mathrm{kV} \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot \left[4.84\,\Omega \cdot (2+2) + 27.6\,\Omega \cdot (2+4) \right]} = 1133\,\mathrm{A}$$

[foocpgr3-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Первичные и вторичные значения данного тока используются в качестве уставок (коэффициент отстройки равен 10% от полученного значения):

Пороговое значение, ступень 2. (перв.) = 1.1 · 1133 A = 1246.3 A

$$\text{Пороговое значение, ступень 2. (втор.)} = 1.1 \cdot \frac{1133\ \text{A}}{600\ \text{A}} \cdot 5\ \text{A} = 10.39\ \text{A}$$

[foocpgr4-030311-01.tif, 2, ru_RU]

КЗ произошло на защищаемой линии, если ток КЗ превышает значение 1246 А (первичных) или 10,39 А (вторичных). В этом случае данная ступень защиты отключает поврежденное присоединение без выдержки времени.

Примечание: Полученные в примере значения являются достаточно точными для задания уставок срабатывания для воздушных линий. Если сопротивление источника, полное сопротивление линии и сопротивление нулевой последовательности имеют различные углы, необходимо использовать комплексные числа для вычисления **Пороговое значение**.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:751:101) Задержка на возврат** = *0*

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать стандартное значение равное *0*, если возврат ступени должен происходить мгновенно.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение параметра **Задержка на возврат** ≠ *0*. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:751:4) Коэффициент возврата** = *0.95*

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение *0,95*.

Для получения большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например, до *0,98*. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.13.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:751:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:751:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:751:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:751:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:751:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:751:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:751:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:751:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:751:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:751:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:751:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:751:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:752:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:752:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:752:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:752:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:752:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:752:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:752:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:752:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:752:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:752:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:752:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.:ДВх				
_:752:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:752:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:752:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

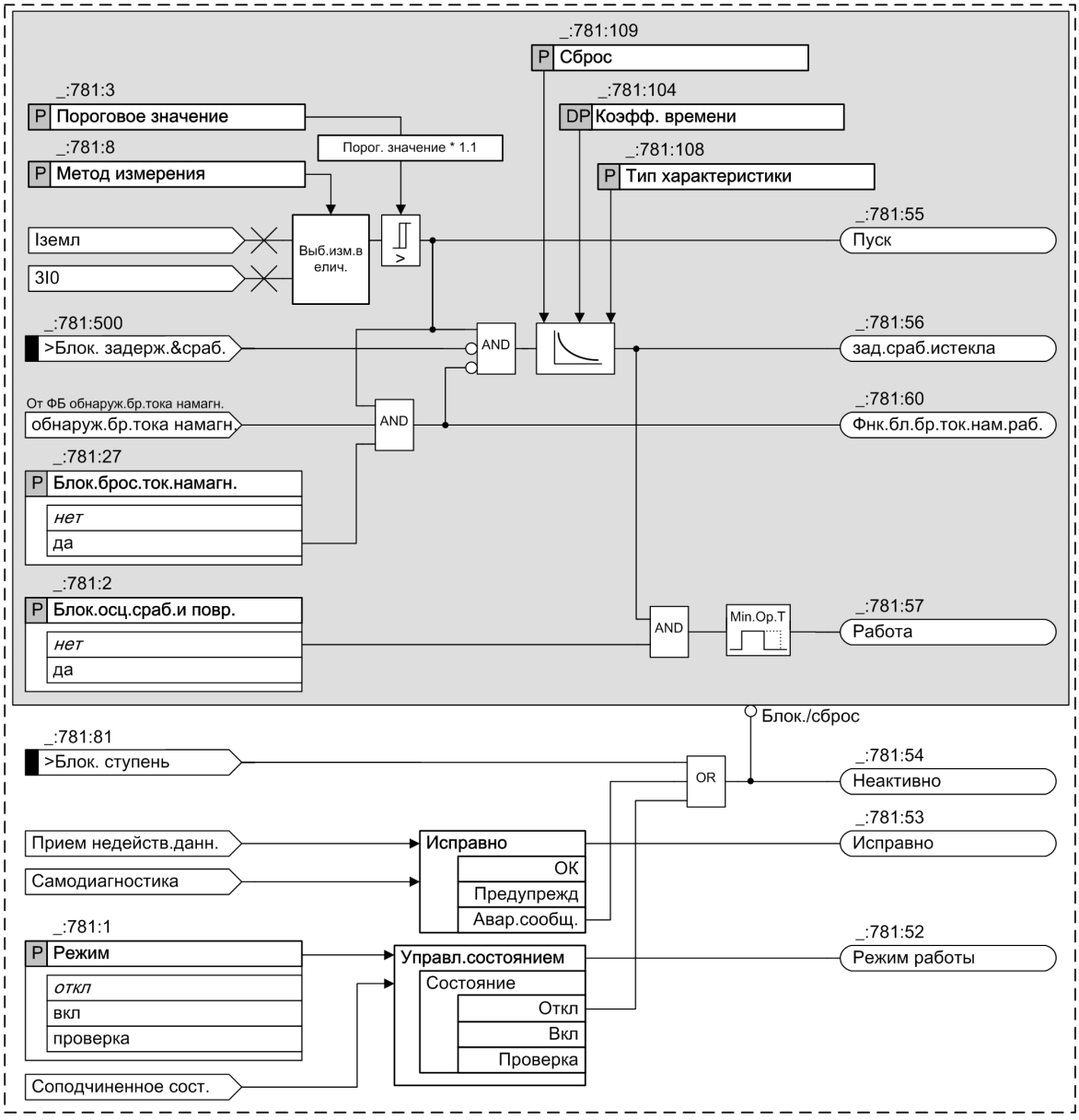
6.13.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
НезавВыдВр 1			
_:751:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:751:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:751:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:751:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:751:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:751:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:751:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:751:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:751:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:751:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:751:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:751:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:751:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:752:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:752:84	НезавВыдВр 2:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:752:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:752:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:752:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:752:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:752:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:752:66	НезавВыдВр 2:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:752:67	НезавВыдВр 2:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:752:68	НезавВыдВр 2:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:752:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:752:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:752:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.13.4 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени

6.13.4.1 Описание

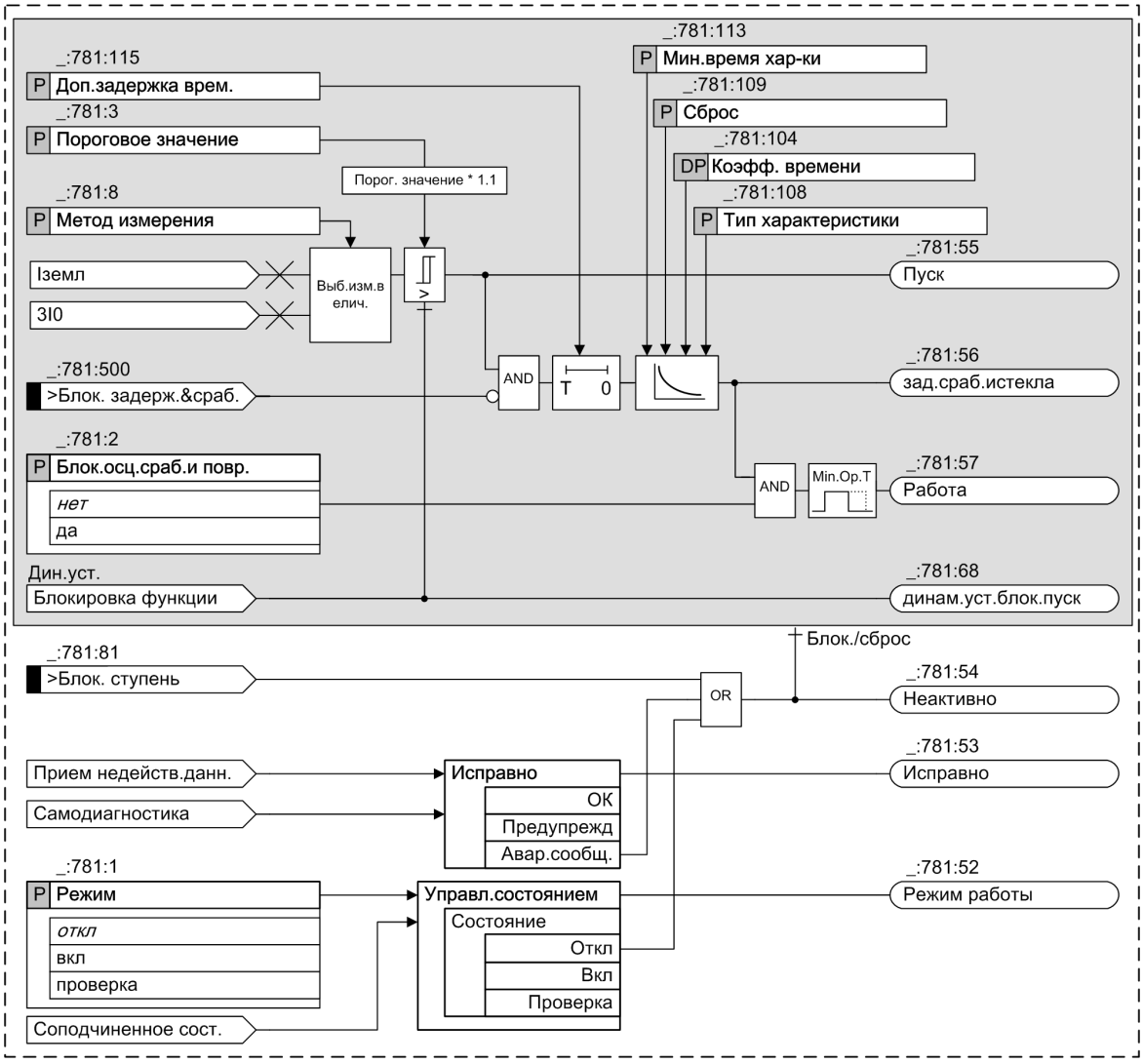
Логика базовой функциональности



[lo_ocp_gr2, 1, ru_RU]

Рисунок 6-197 Логическая схема работы функции МТЗ с инверсной выдержкой времени (от КЗ на землю) – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocpgn2-291112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-198 Логическая схема работы функции МТЗ с инверсной выдержкой времени (от КЗ на землю) – Расширенная функциональность

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

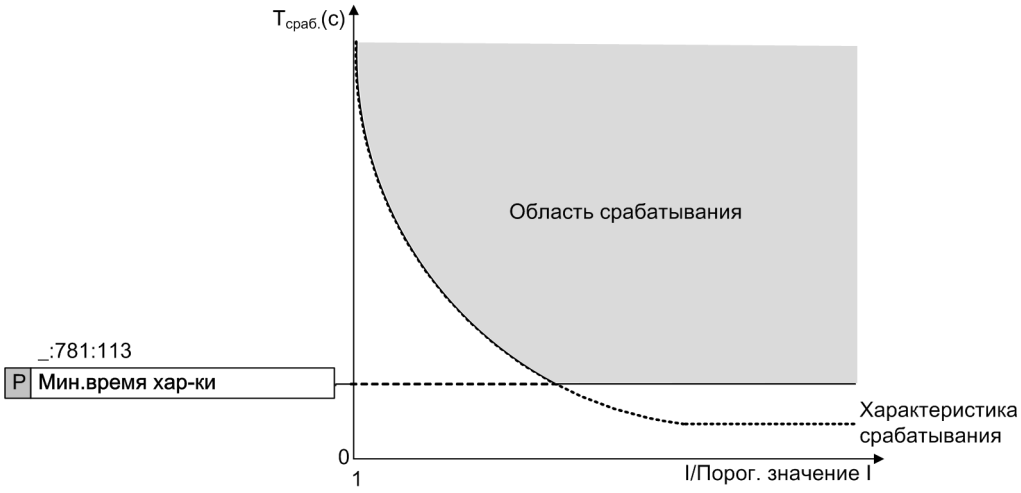
Когда значение сигнала на входе превышает пороговое значение с коэффициентом 1.1, в расчет принимается инверсная характеристика выдержки времени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. Стоит только средневзвешенному времени превысить значение 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1.045 раз (0.95 x 1.1 x пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной характеристике (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция индукционного реле) соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0.9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время кривой (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение.



[Dwocpgr3Mi_20140716-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-199 Минимальное время кривой

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно определить определенное время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики. С помощью этой уставки вся кривая смещается по оси времени на это дополнительное определенное время.

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление амплитудных значений тока по дискретным значениям в соответствии с выбранной формулой для определения действующего значения величины. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функции **динамических настроек** (см. подзаголовок **Влияние других функций на динамические настройки** и главу *6.13.7.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы предупредить пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на отключение, используется сигнал на дискретном входе **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.13.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Автоматическое повторное включение
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.13.7.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.13.7.1 Описание*.

6.13.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:781:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0.1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:781:108) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики выдержки времени согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**. Для получения дополнительной информации о параметре **Тип характеристики** см. главу *11.18 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени*.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:781:113) Мин.время хар-ки** = ***0.00 с***

Этот параметр доступен только с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже

минимальной выдержки времени на отключение. Если настройка остается равной своему значению по умолчанию 0, то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику выдержки времени.

Этот параметр является обязательным только для временной координации времени в схемах устройств повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время задержки инверсной характеристики выдержки времени, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время задержки.

Параметр: **Доп.задержка врем.**

- Уставка по умолчанию **(_:781:115) Доп.задержка врем.** = ***0.00 c***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно определить определенное время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики.

Если настройка остается равной своему значению по умолчанию 0, то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику выдержки времени.

Этот параметр является обязательным только для временной координации времени в схемах устройств повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: **Пороговое значение**

- Уставка по умолчанию **(_:781:3) Пороговое значение** = ***1,50 A***

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю. Повреждение должно быть обнаружено.

Параметр: **Коэфф. времени**

- Уставка по умолчанию **(_:781:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1***.

Параметр: **Возврат**

- Уставка по умолчанию **(_:781:109) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы определить будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = диск ротора) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.13.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:781:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:781:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:781:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:781:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:781:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:781:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:108	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:781:109	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:781:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:781:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:781:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:781:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:781:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:781:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:781:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.13.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр 1			
_:781:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:781:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:781:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:781:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:781:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:781:53	ИнвВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:781:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:781:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:781:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:781:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:781:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:781:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:781:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:781:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.13.5 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

6.13.5.1 Описание

Эта ступень доступна только в функции с расширенной функциональностью.

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность** (см. главу *6.13.4.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что вы можете задать желаемую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики на основе этих значений. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

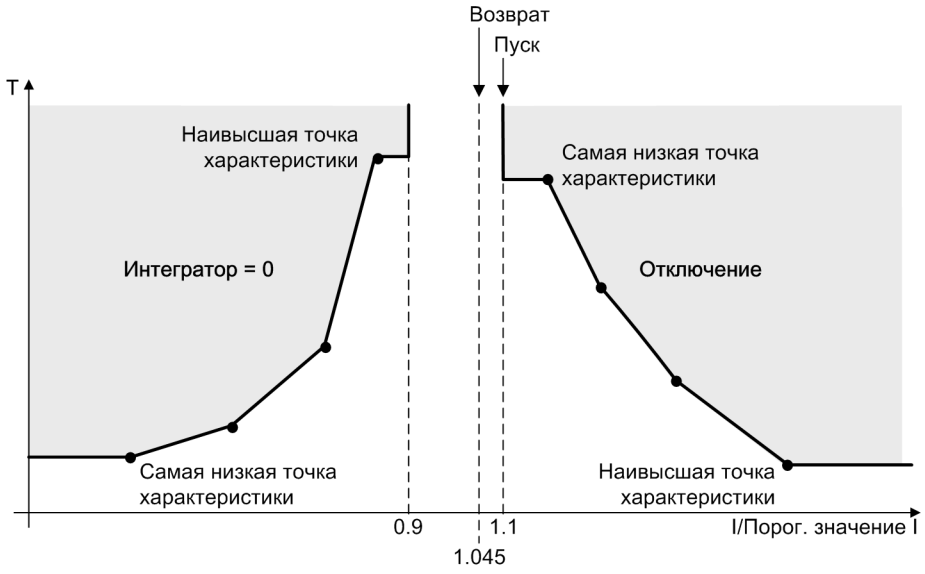
Характеристики пуска и возврата на базе определяемой пользователем характеристики

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствие с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

На следующем рисунке показаны характеристики пуска и возврата для определяемой пользователем характеристики.



[dwocpken-140611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-200 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.13.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Структура данной ступени аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность**. Разница состоит лишь в том, что пользователь может задать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания. Руководящие указания по заданию других параметров ступени приведены в главе *6.13.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: `Пары ток/время` (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение.

Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика срабатывания смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = *1*

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если нет ступенчатой выдержки времени и, следовательно, не требуется перемещение кривой характеристик, оставьте параметр **Коэфф. времени** на *1* (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:110) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение.

Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.13.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:26	Польз.хар-ка #:Дина-мические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

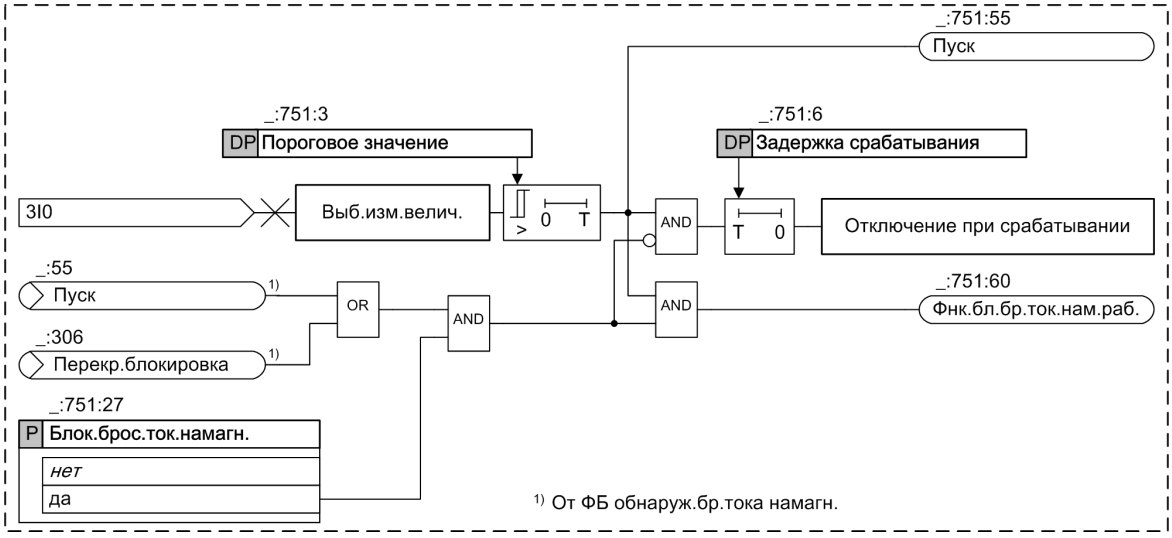
6.13.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Исправно	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.13.6 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания

6.13.6.1 Описание

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступени защиты при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки срабатывания и сигнал срабатывания блокируются. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает. Приведенный ниже рисунок показывает только часть ступени (в качестве примера рассматривается первая ступень максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени). Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена, только если ФБ **ОбнБроскаТока** введен в работу (см. раздел *11.51 Обнаружение броска тока намагничивания*).



[loocpgrd-210812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-201 Логическая схема влияния обнаружения броска тока намагничивания на примере первой ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Блок.брос.ток.намагн.`

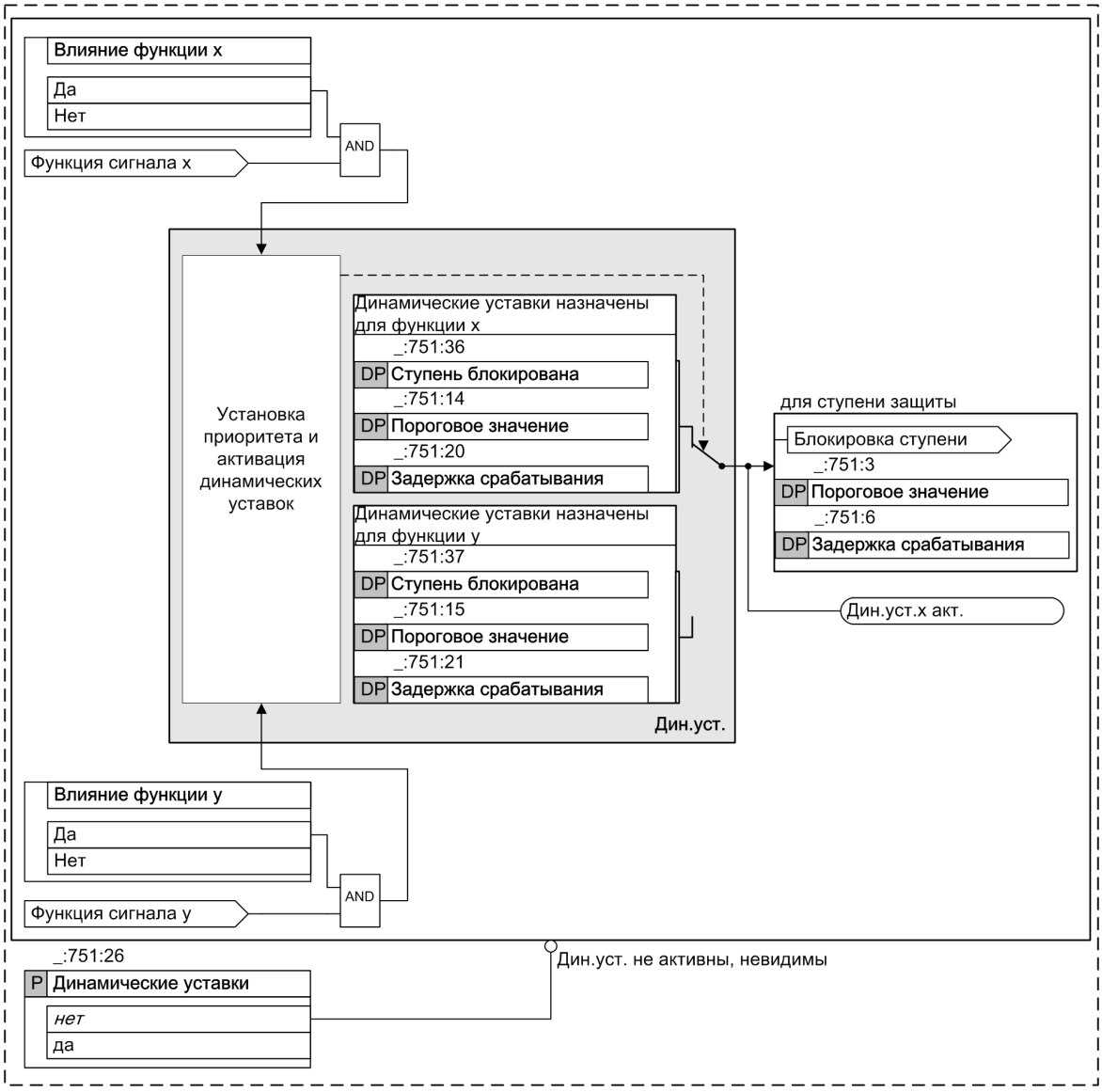
- Уставка по умолчанию **`(_:751:27) Блок.брос.ток.намагн.`** = ***`нет`***

Значение параметра	Описание
`нет`	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
`да`	Когда функция ОбнБроскаТокаФ трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

6.13.7 Динамическое изменение уставок от других функций

6.13.7.1 Описание

Параметры **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** могут **динамически изменяться**. В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов указанные уставки могут быть изменены. В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов ступень также может быть динамически заблокирована. Эта возможность доступна только с расширенной функциональностью.



[loocpgnd-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-202 Принцип динамического изменения значений параметров на примере 1-й ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

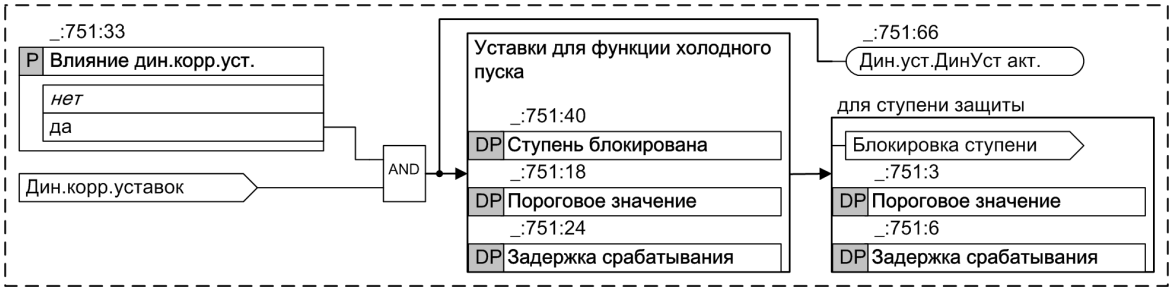
Функциональность	**Приоритет**
Входной дискретный сигнал	Приоритет 1
Входной дискретный сигнал	Приоритет 2

Эти функции генерируют сигналы, которые изменяют значения динамических уставок ступени защиты или блокируют ее при необходимости. Блокировка работы ступеней защиты будет производиться вне зависимости от значений параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**. Каждая внешняя функция оказывающая влияние на динамические уставки создает свой блок с набором уставок, который включает себя параметр **Влияние функции ...** и динамическими значениями (**Задержка срабатывания** и **Пороговое значение**). Параметр Влияние функции определяет будет ли данная внешняя функция изменять стандартные уставки на заранее предопределенные динамические уставки. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамические уставки становиться активным и параметр Влияние функции установлен в положение да, то уставки меняются на динамические. Это означает, что динамическая уставка замещает стандартную уставку. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамическое изменения уставки становится неактивным, то восстанавливается значение стандартной уставки. Об активации динамической уставки информирует соответствующий сигнал.

Если несколько сигналов внешних функций, влияющих на динамическое изменение уставки становятся активными, то активируются динамические уставки функции с большим приоритетом (см. таблицу выше). Рассмотрим вариант, когда одновременно появились сигналы от функции с приоритетом 1 и 2. В этом случае динамические уставки привязанные к сигналу от функции с приоритетом 1 становятся активными.

Функцию динамических уставок можно отключать. В этом случае блоки с наборами динамических уставок становятся недоступными пользователю и не влияют на работу защиты.

Взаимодействие с внутренней функцией *Обнаружение холодного пуска (Расширенная функциональность)*



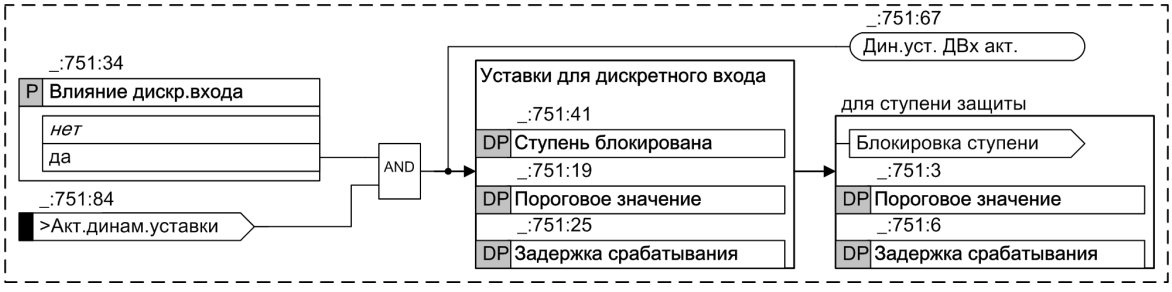
[lo_ocp_kal_gnd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-203 Влияние функции обнаружения холодного пуска на ступень максимальной токовой защиты

При холодном пуске имеется возможность динамически изменять значения **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** для ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, вы должны активизировать влияние функции холодного пуска. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

Способ формирования сигналов с использованием параметра **Дин.корр.уставок** описан в разделе *5.4.4.13 Функция обнаружения холодного пуска (опция)*.

Связь с внешней *функцией посредством дискретного входного сигнала (Расширенная функциональность)*



[loocpbingnd-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-204 Влияние дискретного входа на ступень максимальной токовой защиты

Вы можете использовать дискретный входной сигнал **>Акт.динам.уставки**, чтобы динамически изменить уставки **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, пользователь должен активировать влияние дискретного входа на ступень защиты. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

6.13.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)

Входной дискретный сигнал: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:751:26) Динамические уставки** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства не обязательно.
да	Если внешние и внутренние функции (обнаружение холодного пуска) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение параметра необходимо изменить на ***да***. Это делает параметр конфигурации **Влияние функции...**, а также динамические параметры **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени МТЗ видимыми и разрешает их применение.

Взаимодействие с внешними устройствами

Работа ступеней МТЗ может управляться внешними устройствами.

Для правильной работы параметр конфигурации **Влияние дискр.входа** должен быть изменен на значение ***да*** (= влияние). При этом входной сигнал ступени **>Акт.динам.уставки** становится активным При его активации происходит применение значений динамических параметров.

6.14 Максимальная токовая защита, 1ф

6.14.1 Обзор функции

Функция **МТЗ, 1-фазн.** (ANSI 50N/51N):

- Выявляет и контролирует ток, измеренный в заземленной нейтрали трансформатора
- Может работать в качестве чувствительной защиты от утечки токов с бака трансформатора.
- Выявляет и контролирует ток, циркулирующий между нейтралями двух батарей конденсаторов.
- Мгновенно отключает повреждения при больших токах

6.14.2 Структура функции

Функция **Максимальная токовая защита, 1ф** используется в функциональных группах защиты с однофазным измерением тока. Предлагаются 2 типа функций:

- **МТЗ, 1-фазная — расширенная функциональность** (50N/51N OC-1ph-A)
- **МТЗ, 1-фазная — базовая функциональность** (50N/51N OC-1ph-B)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Для обоих функций заводскими настройками для МТЗ предусмотрено 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Тип **МТЗ, 1-фазная — расширенная функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

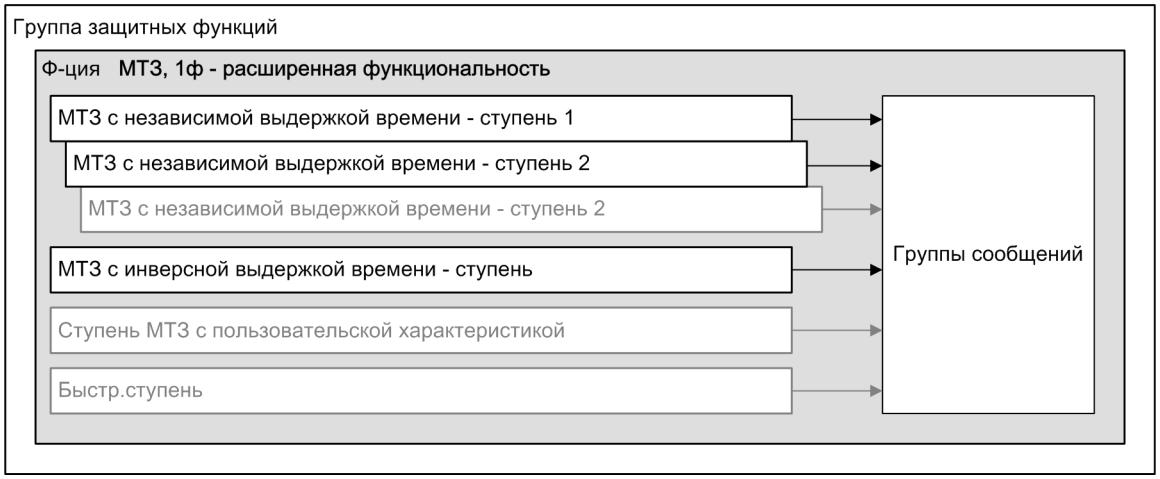
- Максимум три ступени **Направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени**
- одна ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени**
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**
- 1 **Быстрая ступень**

Тип **МТЗ, 1-фазная — базовая функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум три ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени**
- одна ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, на *Рисунок 6-205* и *Рисунок 6-206*, по умолчанию показаны серым цветом. Кроме характеристики выдержки времени, ступень **МТЗ с независимой выдержкой времени**, ступень **МТЗ с обратнозависимой характеристикой выдержки времени** и ступень **МТЗ с пользовательской характеристикой** имеют идентичную структуру.

Быстрая ступень использует алгоритм быстрого отключения. Соответственно, она особенно подходит для чувствительного обнаружения замыкания на землю на основе высокоомного принципа выполнения защиты.



[dwocp1pa-280113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-205 Структура/реализация функции МТЗ, 1-фазная — Расширенная функциональность



[dwocp1pb-310113-01.tif, 1, ru_RU]

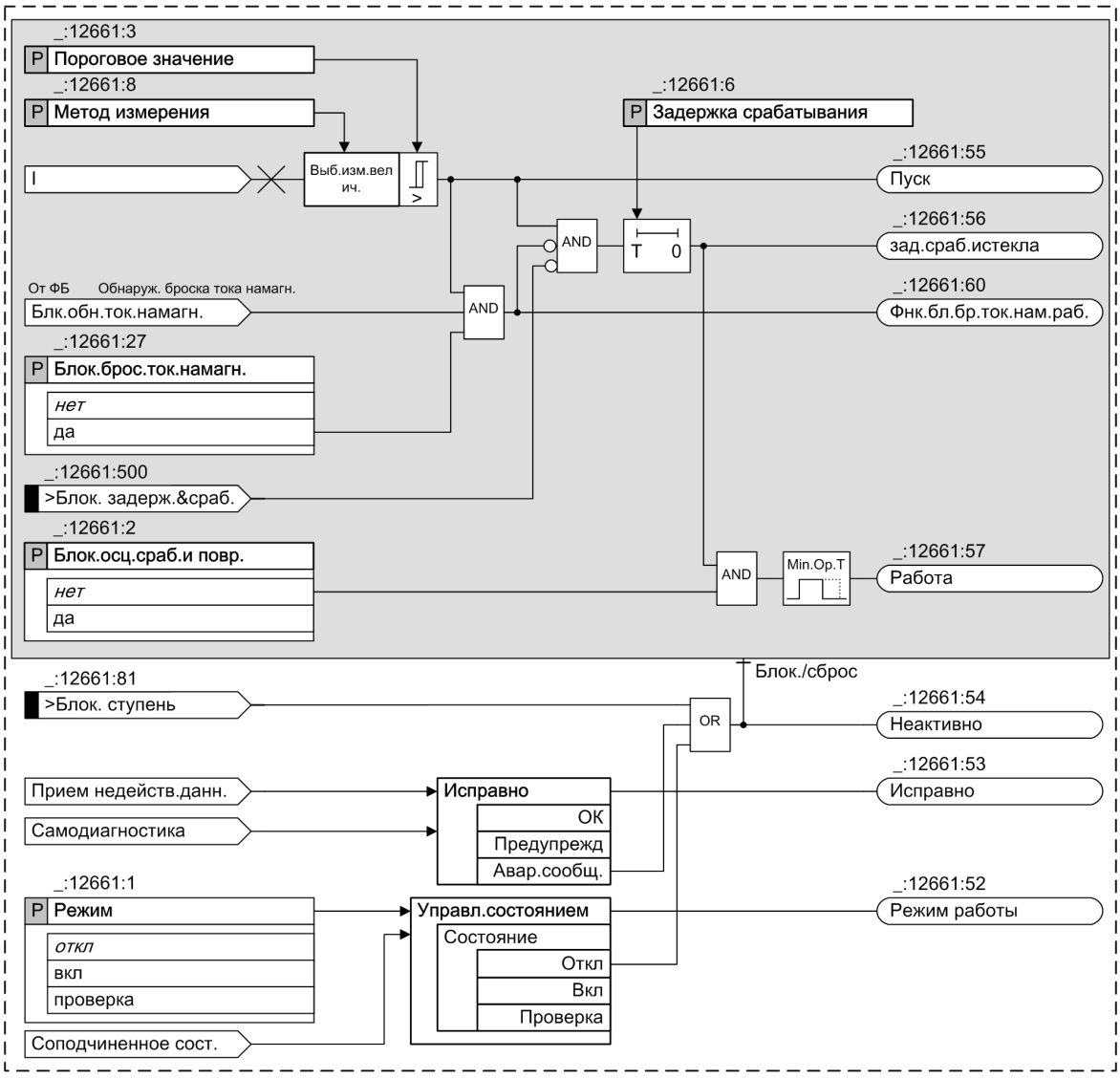
Рисунок 6-206 Структура/реализация функции МТЗ, 1-фазная — Базовая функциональность

Если устройство оснащено функцией **ОбнБроскаТока**, сообщения о срабатывании ступеней блокируются при обнаружении бросков токов намагничивания трансформатора.

6.14.3 Максимальная токовая защита, 1ф ступень с зависимой выдержкой времени

6.14.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[loinvocp-270612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-207 Логическая схема работы МТЗ с независимой выдержкой времени, 1-фазная ступень

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** определяет, какой из двух методов, ***осн. гармоника*** или ***действ. знач.*** использует ступень для вычисления тока.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, сигнал срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **`Блок.брос.ток.намагн.`** позволяет блокировать срабатывание ступени МТЗ при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. По окончании выдержки времени на срабатывание ступень производит отключение. Блокировку можно установить только в том случае, если ФБ введен в работу **ОбнБроскаТока** введен в работу.

Блокировка **отключения с помощью функции от ФБ ОбнБроскаТока** возможна только при соблюдении следующих условий:

- Центральная **функция обнаружения броска тока намагничивания** должна быть доступна в другой группе функций защит с измерением 3-фазного тока.
- Вы должны подключить группу функций защит с измерением 1-фазного тока к группе функций защит с измерением 3-фазного тока. Вы подключаете группы функций защит в DIGSI 5 Дерево проекта → Название устройства → **Соединение функциональных групп**.

Соответствующие разделы

6.12.6.1 Описание

6.14.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Метод измерения`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:12661:8) Метод измерения`** = ***`осн. гармоника`***

Используйте параметр **`Метод измерения`**, чтобы задать, использует ли ступень стандартный метод ***`осн. гармоника`*** или рассчитанное значение ***`действ. знач.`***.

Значение параметра	Описание
`осн. гармоника`	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
`действ. знач.`	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **`значение уставки`** срабатывания ступени меньше 0,1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:12661:3) Пороговое значение** = ***1,200 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:12661:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с конкретным случаем использования.

6.14.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
НезавВыдВр 1				
_:12661:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12661:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12661:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12661:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:12661:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12661:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 c до 60.00 c	0.30 c
НезавВыдВр 2				
_:12662:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12662:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12662:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12662:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:12662:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12662:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

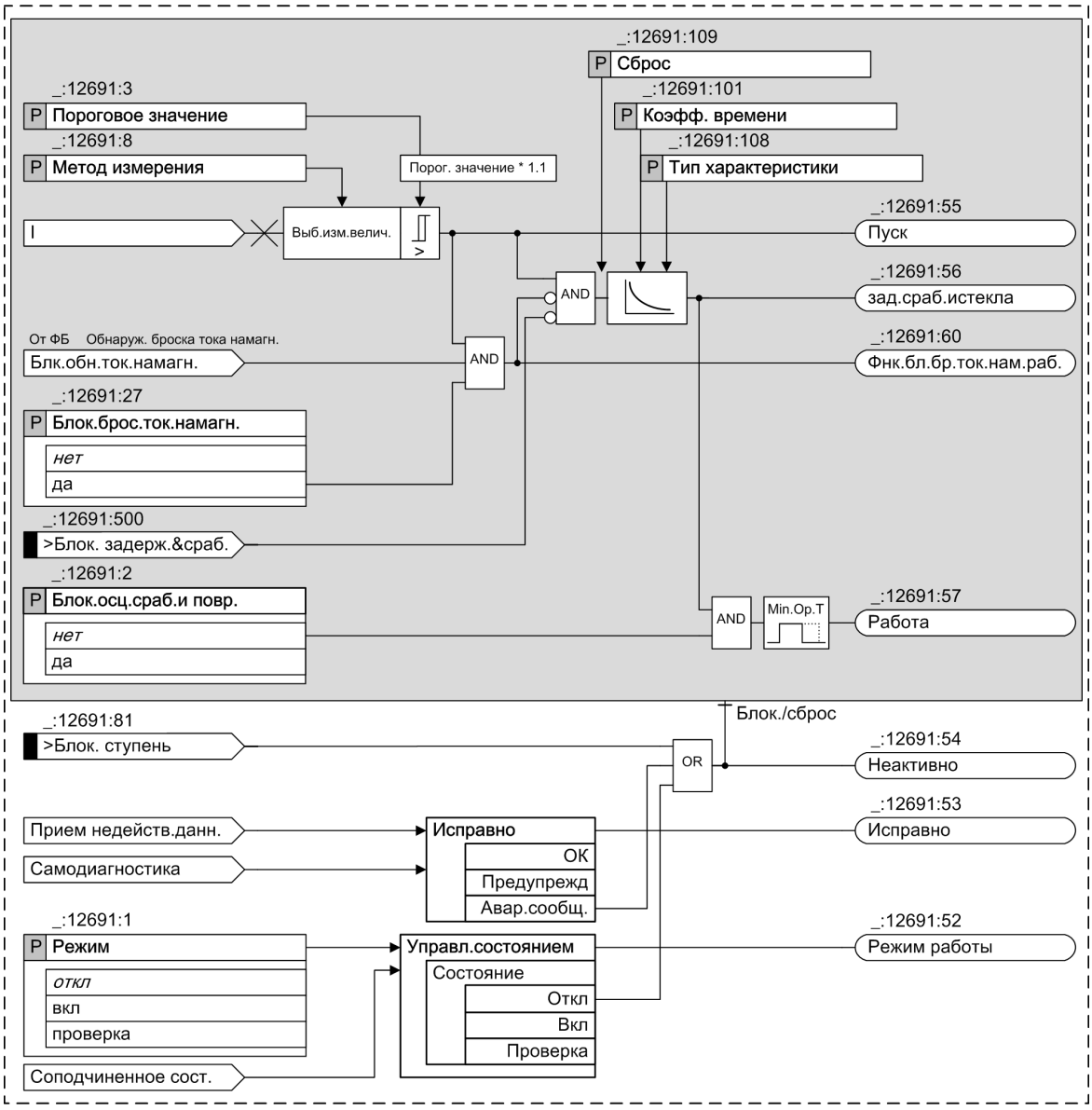
6.14.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:12661:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12661:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12661:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:12661:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:12661:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:12661:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12661:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:12661:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12661:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:12662:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:12662:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12662:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:12662:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:12662:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:12662:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12662:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:12662:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12662:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.14.4 Максимальная токовая защита, 1ф защита с обратнозависимой выдержкой времени

6.14.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodefocp-270612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-208 Логическая схема работы МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени (на 1-ой фазе)

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI

Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствии с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время Тсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация расценивается как отсутствие пуска. Вы можете

изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** определяет, какой из двух методов ***осн. гармоника*** или ***действ. знач.*** использует ступень для вычисления тока.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, сигнал срабатывания, используется сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать срабатывание ступени МТЗ при обнаружении броска тока намагничивания ФБ ОбнБроскаТока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. После этого времени ступень производит отключение.

Блокировка **отключения с помощью функции ОбнБроскаТока** возможна только при соблюдении следующих условий:

- Центральная **функция ОбнБроскаТока** должна быть доступна в другой группе функций защит с измерением 3-фазного тока.
- Вы должны подключить группу функций защит с измерением 1-фазного тока к группе функций защит с измерением 3-фазного тока. Вы подключаете группы функций защит в DIGSI 5 Дерево проекта → Название устройства → **Соединение функциональных групп**.

6.14.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12691:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Используйте параметр **Метод измерения**, чтобы задать, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.

Значение параметра	Описание
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0,1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:12691:108) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:12691:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с конкретным случаем использования.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в значении срабатывания и уставки. Ступень запустится только при 10% превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:12691:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Если нет ступенчатой выдержки времени и, следовательно, не требуется перемещение кривой характеристик, оставьте параметр **Коэфф. времени** на ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:12691:109) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.14.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ИнвВыдВр 1				
_:12691:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12691:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:12691:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12691:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:12691:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12691:108	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:12691:109	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:12691:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.14.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:12691:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12691:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12691:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:12691:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:12691:53	ИнвВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:12691:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12691:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:12691:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:12691:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12691:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.14.5 Максимальная токовая защита, однофазная, с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

6.14.5.1 Описание

Ступень **МТЗ с независимой выдержкой времени и определяемой пользователем характеристикой срабатывания** доступна только в функциях с расширенной функциональностью.

По структуре эта ступень аналогична ступени с инверсной характеристикой выдержки времени. Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

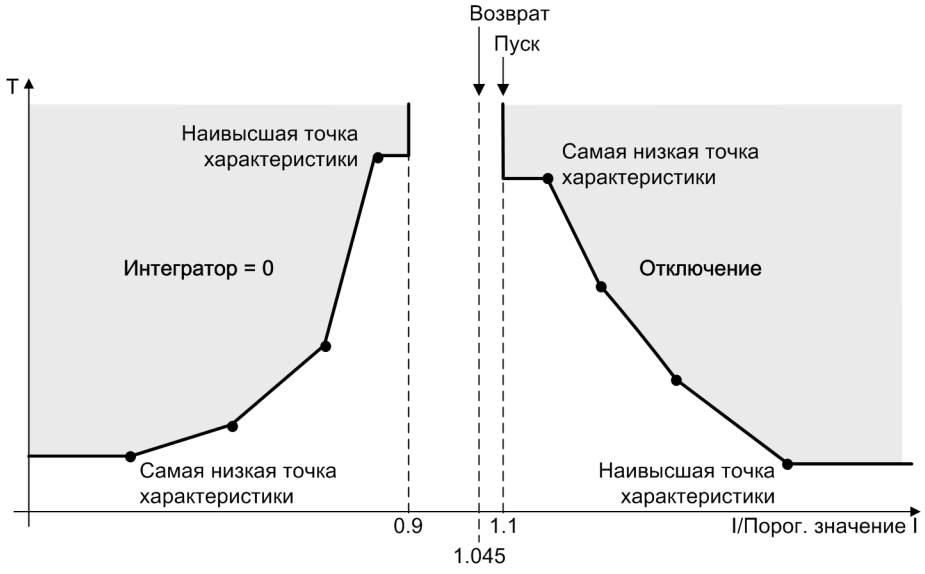
С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики на основе этих значений. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Характеристики пуска и возврата на базе определяемой пользователем характеристики

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствии с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация расценивается как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-209 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.14.5.2 Указания по применению и вводу уставок

По структуре эта ступень аналогична ступени с инверсной характеристикой. Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания.

Параметр: Пары ток/время (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику срабатывания.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика срабатывания смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1***.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.14.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.14.5.4 Список сообщений

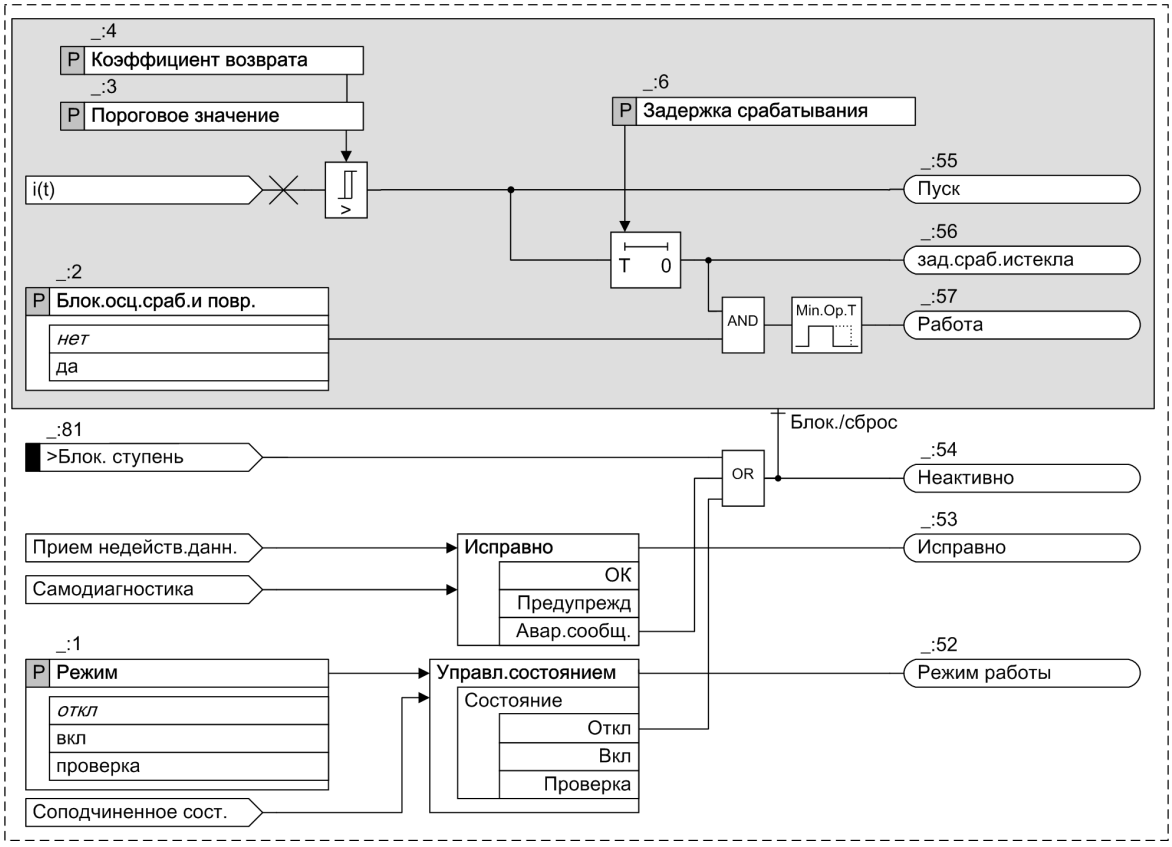
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Исправно	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.14.6 Быстрая ступень

6.14.6.1 Описание

Логическая схема ступени

Быстрая ступень доступна только в расширенном типе функции.



[loocp1hs-280113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-210 Логическая схема быстрой ступени, однофазная

Метод измерений, поведение быстрой ступени при пуске и возврате

Данная ступень производит оценку нефильтрованных результатов измерения. Таким образом можно достичь малого времени срабатывания. Если абсолютные значения двух последовательных измерений за последний период превышают **Пороговое значение**, то происходит срабатывание ступени. Возврат ступени производится в случае, если значения всех отсчетов за предыдущий период оказываются меньше уставки возврата.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.14.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***10.00 A***
- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0.00 c***

Установите параметры **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** для конкретного применения.

Убедитесь в том, что значения отсчетов сравниваются с уставкой непосредственно, без учета дополнительных факторов.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,90***. Для получения чрезвычайно точных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно уставки срабатывания, то значение уставки **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.14.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Быстр.ступ. #				
_:1	Быстр.ступ. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Быстр.ступ. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	Быстр.ступ. #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A
_:4	Быстр.ступ. #:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.90
_:6	Быстр.ступ. #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

6.14.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Быстр.ступ. #			
_:81	Быстр.ступ. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Быстр.ступ. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Быстр.ступ. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Быстр.ступ. #:Исправно	ENS	O
_:55	Быстр.ступ. #:Пуск	ACD	O
_:56	Быстр.ступ. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Быстр.ступ. #:Работа	ACT	O

6.14.7 Пример использования: Высокоомная дифференциальная защита

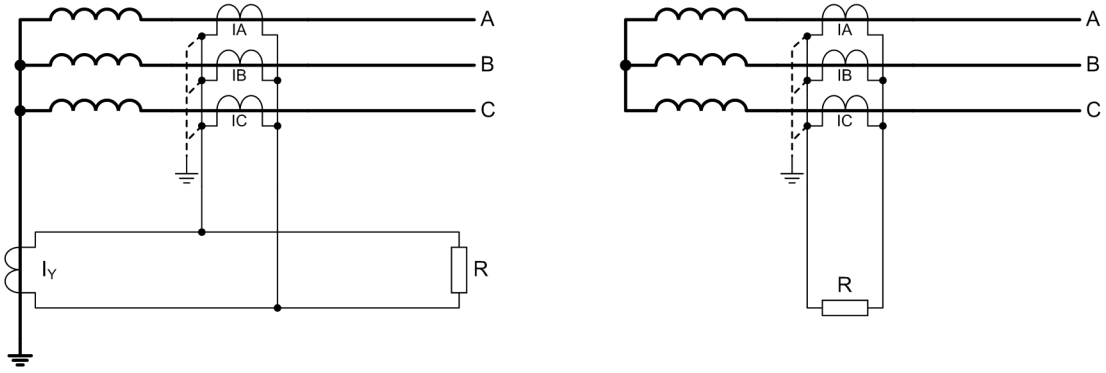
6.14.7.1 Описание

При использовании высокоомной дифференциальной защиты все трансформаторы тока, ограничивающие защищаемую зону, работают параллельно общему резистору R с большим сопротивлением, на котором измеряется напряжение.

Трансформаторы тока должны иметь однотипную конструкцию и должны предусматривать не менее одного собственного сердечника для высокоомной дифференциальной защиты. Также трансформаторы должны обладать одинаковым коэффициентом трансформации и примерно одинаковым значением напряжения в точке перегиба вольт-амперной характеристики.

Высокоомный принцип хорошо подходит для защиты от замыканий на землю в заземленных сетях, на трансформаторах, генераторах, электродвигателях и шунтирующих реакторах.

В левой части *Рисунок 6-211* показан пример для установки с заземленной обмоткой трансформатора или заземленным электродвигателем/генератором. Справа показан пример с незаземленной обмоткой трансформатора или незаземленным электродвигателем/генератором. В примере предполагается, что сеть заземлена в другой точке.



[dwhimpef-310113-01.tif, 1, ru_RU]

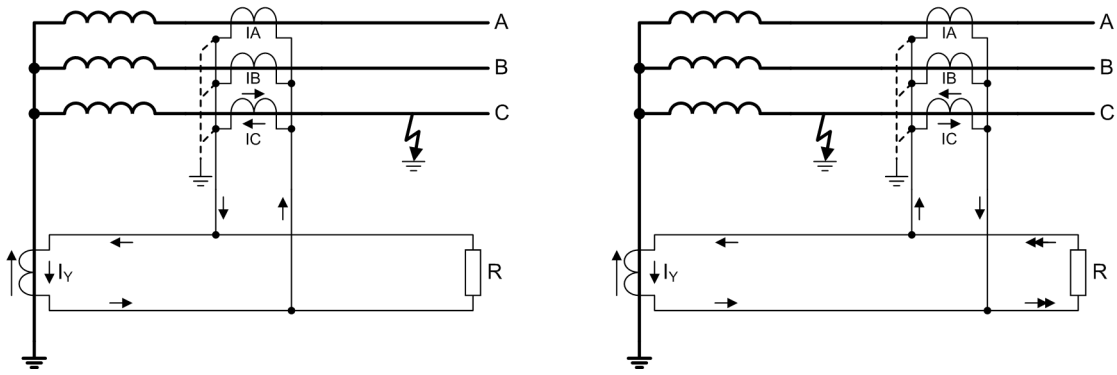
Рисунок 6-211 Дифференциальная защита в соответствии с принципом повышенного сопротивления

Принцип работы защиты

Принцип работы объясняется на примере защиты заземленной обмотки трансформатора.

В нормальном состоянии ток нулевой последовательности отсутствует, т. е. ток нейтрали трансформатора $I_Y = 0$ и фазные токи $3I_0 = I_A + I_B + I_C = 0$.

При наличии внешнего повреждения с замыканием на землю (левая часть на *Рисунок 6-212*), ток короткого замыкания, протекающий через заземленную нейтраль трансформатора, равен токам в нейтрали трансформатора и току в поврежденной фазе. Соответствующие вторичные токи (при одинаковом коэффициенте трансформации у всех трансформаторов) компенсируют друг друга. Они включены последовательно. Напряжение на резисторе R увеличивается незначительно; это увеличение определяется внутренним сопротивлением трансформаторов и соединительных проводников. Если трансформатор тока насыщается на короткое время, его сопротивление уменьшается и трансформатор становится низкоимпедансным шунтом по отношению к резистору с повышенным сопротивлением R.



[dwprhimp-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-212 Принцип работы высокоомной дифференциальной защиты

При замыкании на землю в зоне защиты (справа на *Рисунок 6-212*) в любом случае протекает ток нейтрали I_Y. Амплитуда тока нулевой последовательности в фазных токах зависит от условий заземления в остальной сети. Через резистор R пытается протекать вторичный ток, соответствующий полному току короткого замыкания. Однако поскольку этот резистор обладает повышенным сопротивлением, то значительное падение напряжения, возникающее на резисторе, вызывает насыщение трансформатора тока. Таким образом, действующее напряжение на резисторе примерно соответствует напряжению на трансформаторах тока в точке перегиба.

Сопротивление резистора R выбирается таким, чтобы даже самый малый ток обнаруживаемого короткого замыкания на землю вызывал вторичное напряжение, равное половине напряжения насыщения трансформаторов тока (см. раздел 2.5.4).

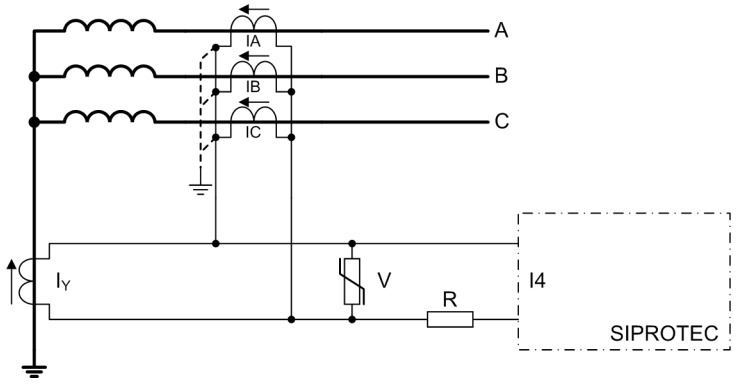
Более подробная информация приведена в разделе "Обзор чувствительности высокоомной дифференциальной защиты" в главе *6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю в устройствах SIPROTEC 5

Для высокоомной дифференциальной защиты от замыканий на землю в устройствах SIPROTEC 5 используется измерительный вход I4. Этот вход обладает повышенной чувствительностью. Поскольку это токовый вход, то защита фиксирует ток, протекающий через резистор, а не напряжение на нем.

На *Рисунок 6-213* показана схема подключения. Устройство защиты включается последовательно с резистором R и таким образом измеряет, протекающий через него ток.

Варистор V ограничивает напряжение при внутренних повреждениях. Варистор отсекает высокие мгновенные пики напряжения, возникающие при насыщении трансформатора. В то же время напряжение выравнивается без уменьшения среднего значения.



[dwanedif-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-213 Схема подключения высокоомной дифференциальной защиты от замыканий на землю

Для защиты от перенапряжений также важно, чтобы устройство подключалось непосредственно к заземленному выводу ТТ, тогда высокое напряжение на резисторе не прикладывается к устройству. Таким образом, повышенное напряжение на резисторе не влияет на устройство.

Для генераторов, двигателей и шунтирующих реакторов высокоомная защита может использоваться аналогично. При использовании автотрансформаторов необходимо обеспечить, чтобы все ТТ на сторонах ВН, СН и выводе нейтрали автотрансформатора были подключены параллельно.

Метод может быть реализован для любых защищаемых объектов. Например, для защиты сборных шин устройство подключается через резистор к параллельно соединенным ТТ всех присоединений.

6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Предварительным условием для применения высокоомной дифференциальной защиты является возможность обнаружения тока нейтрали на станционной стороне (см. пример в (*Рисунок 6-213*). Кроме этого, должна быть обеспечена возможность использовать трансформатор чувствительного входа на входе устройства I4. Задайте уставку срабатывания по току на входе I4 с помощью функции **МТЗ, однофазная**.

Контролируйте взаимосвязь характеристики трансформатора тока, внешнего резистора и напряжения на резисторе R в пределах всей функции высокоомной дифференциальной защиты. Пояснения будут даны далее.

Трансформатор тока для высокоомной дифференциальной защиты

Все используемые трансформаторы должны обладать одинаковым коэффициентом трансформации и примерно одинаковым значением напряжения в точке перегиба. Обычно используются трансформаторы тока одного типа, с одинаковыми номинальными данными. На основании номинальных данных пользователь может рассчитать напряжение в точке перегиба следующим способом:

$$U_{ТП} = \left(R_{внутр} + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^{2}} \right) \cdot n \cdot I_{ном}$$

[foukniep-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$U_{тп}$	Напряжение в точке перегиба характеристики
$R_{внутр}$	Внутреннее сопротивление трансформатора тока
$P_{ном}$	Номинальная мощность трансформатора тока
$I_{ном}$	Номинальный вторичный ток трансформатора тока
n	Номинальный коэффициент перегрузки по току

Номинальный ток, номинальная мощность и коэффициент перегрузки по току указаны на фирменной табличке с данными тансформатора.

ПРИМЕР

Трансформатор тока со следующими данными на фирменной табличке: 800/5; 5P10; 30 ВА

Эти данные соответствует следующим параметрам:

$I_{ном}$	= 5 А (из 800/**5**)
n	= 10 (из 5P**10**)
$P_{ном}$	= **30** ВА

Внутреннее сопротивление часто указывается в протоколе испытаний трансформатора. Если внутреннее сопротивление неизвестно, его можно приблизительно определить на основе измерения сопротивления вторичной обмотки по постоянному току.

ПРИМЕР

Расчет напряжения в точке перегиба

Трансформатор тока 800/5; 5P10; 30 ВА с R_i = 0.3 Ом

$$U_{ТП} = \left(R_i + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^2} \right) \cdot n \cdot I_{ном} = \left(0.3\ \Omega + \frac{30\ VA}{(5\ A)^2} \right) \cdot 10 \cdot 5\ A = 75\ V$$

[foukp5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Трансформатор тока 800/1; 5P10; 30 ВА с R_i = 5 Ом

$$U_{ТП} = \left(R_i + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^2} \right) \cdot n \cdot I_{ном} = \left(5\ \Omega + \frac{30\ VA}{(1\ A)^2} \right) \cdot 10 \cdot 1\ A = 350\ V$$

[foukp1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Кроме данных трансформатора тока, должно быть известно сопротивление самого длинного кабеля от ТТ до устройства.

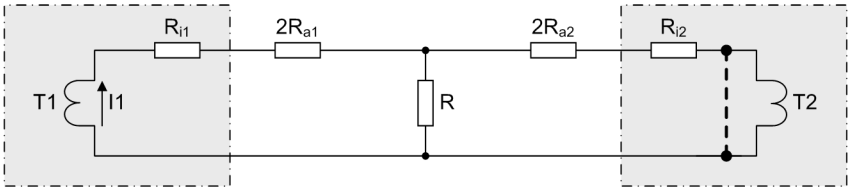
Оценка торможения для высокоомной дифференциальной защиты

Упрощенная оценка условий торможения базируется на предположении, что в случае внешнего повреждения один трансформатор тока полностью насыщен, а другие передают пропорциональные частичные токи. Теоретически это представляет наихудший случай. Коэффициент надежности обеспечивается автоматически, поскольку на практике даже насыщенный трансформатор передает некоторый ток.

На *Рисунок 6-214* показана эквивалентная схема такого упрощенного подхода. Предполагается, что CT1 и CT2 являются идеальными трансформаторами тока с балластными сопротивлениями R_{i1} и R_{i2}. R_a представляют сопротивления жил соединительных кабелей между трансформатором и резистором R; используется удвоенное сопротивление (прямого и обратного провода). R_{a2} представляет сопротивление самого длинного кабеля.

CT1 передает ток I1. Предполагается, что CT2 находится в насыщенном состоянии. Это указывается пунктирной линией, изображающей короткое замыкание. Следовательно, из-за насыщения трансформатор представляет шунт с малым сопротивлением.

Еще одним условием является выполнение неравенства $R >> (2R_{a2} + R_{i2})$.



[dwvebhdi-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-214 Упрощенная схема подключения для дифференциальной защиты от замыканий на землю с повышенным сопротивлением

Напряжение на R составляет

$U_R = I_1 \cdot (2R_{a2} + R_{i2})$

Еще одно допущение состоит в том, что значение срабатывания SIPROTEC 5 соответствует половине напряжения точки перегиба трансформаторов тока. Для крайнего случая,

$U_R = V_{KP}/2$

В результате этого получаем граничный ток стабильности $I_{стаб.пред.}$, т.е. максимальный сквозной ток, ниже которого схема остается стабильной:

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}}$$

[foistabl-310113-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕР

Для трансформатора на 5 A с напряжением U_{KP} = 75 В и R_i = 0,3 Ом

наиболее длинный кабель = 22 м с поперечным сечением 4 мм²; что соответствует R = 0,1 Ом

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}} = \frac{37.5\ V}{2 \cdot 0.1\,\Omega + 0.3\,\Omega} = 75\ A$$

[foisl5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

В примере предельное торможение равно 15 × номинальному току и составляет 12 кА в первичной цепи.

Для трансформатора на 1 A с напряжением U_{KP} = 350 В и R_i = 5 Ом

наиболее длинный кабель = 107 м с поперечным сечением 2,5 мм²; что соответствует R = 0,75 Ом

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}} = \frac{175\ V}{2 \cdot 0.75\,\Omega + 5\,\Omega} = 27\ A$$

[foisl1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

В примере предельное торможение равно 27 × номинальному току и составляет 21,6 кА в первичной цепи.

Оценка чувствительности для высокоомной защиты

Как упоминалось выше, высокоомная защита срабатывает при напряжении, приблизительно равном половине напряжения точки. При определении параметров резистора нужно учитывать следующее:

Дифференциальная защита от замыканий на землю с повышенным сопротивлением должна срабатывать примерно на половинном значении напряжения в точке перегиба характеристики трансформатора тока. Исходя из этого рассчитывается резистор R.

Поскольку устройство измеряет ток, протекающий через резистор, то этот резистор и измерительный вход устройства необходимо соединить последовательно. Поскольку, кроме того, сопротивление должно быть большим (условие: $R >> 2R_{a2} + R_{i2}$), как упоминалось выше, собственным сопротивлением измерительного входа можно пренебречь. Сопротивление вычисляется из тока срабатывания $I_{сраб}$ и половины напряжения точки перегиба:

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}}$$

[foberecr-310113-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕР

Для приведенного выше трансформатора на 5 A

Требуемое значение установки $I_{сраб}$ = 0,1 A (соответствует 16 A первичного тока)

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}} = \frac{75\ V/2}{0.1\ A} = 375\ \Omega$$

[fober5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Для приведенного выше трансформатора на 1 A

Требуемое значение уставки $I_{сраб}$ = 0,05 A (соответствует 40 A первичного тока)

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}} = \frac{350\ V/2}{0.05\ A} = 3500\ \Omega$$

[fober1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Последовательный резистор R должен быть рассчитан на минимальную непрерывную мощность $P_{непр}$.

$$P_{нагр.длит.} \geq \frac{(U_{ТП}/2)^2}{R} = \frac{37.5^2}{375} = 3.75\ W \qquad \text{при трансформаторе 5 A}$$

[fopdau5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$$P_{нагр.длит.} \geq \frac{(U_{ТП}/2)^2}{R} = \frac{175^2}{3500} = 8.75\ W \qquad \text{при трансформаторе 1 A}$$

[fopdau1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Кроме того, последовательный резистор R должен быть рассчитан на ток повреждения, длящегося примерно 0,5 с. Обычно этого времени достаточно для определения повреждения с помощью резервной защиты.

Тепловая напряженность последовательного резистора зависит от напряжения $U_{действ,торм}$, присутствующего во время внутреннего повреждения. Параметр рассчитываются по следующей формуле:

$$U_{действ.,торм.} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{U_{ТП}^3 \cdot R \cdot I_{повр.макс.внутр.}} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{75^3 \cdot 375 \cdot 250} = 579.7\ V \qquad \text{при трансформаторе 5 A}$$

[fousta5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$$U_{действ.,торм.} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{U_{ТП}^3 \cdot R \cdot I_{повр.макс.внутр.}} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{350^3 \cdot 3500 \cdot 50} = 2151.6\ V \qquad \text{при трансформаторе 1 A}$$

[fousta1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$I_{К,макс,внутр}$ соответствует максимальному току короткого замыкания в случае внутреннего повреждения.

Трансформатор тока на 5 A (800/5) с первичным током 40 кА соответствует $I_{К,макс,внутр}$ = 250 A во вторичной цепи.

Трансформатор тока на 1 A (800/1) с первичным током 40 кА соответствует $I_{К,макс,внутр}$ = 50 A во вторичной цепи.

Таким образом, временная нагрузка для последовательного резистора для времени более 0,5 с:

$$P_{0.5\,s} = \frac{U_{действ.торм.}^2}{R} = \frac{579.7^2}{375} = 896\ W \qquad \text{при трансформаторе 5 A}$$

[fop05s5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

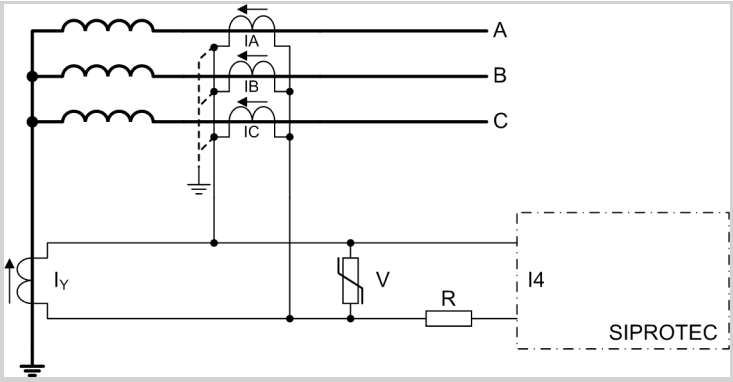
$$P_{0.5\,s} = \frac{U_{действ.торм.}^2}{R} = \frac{2151.6^2}{3500} = 1322.7\ W \qquad \text{при трансформаторе 1 A}$$

[fop05s1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Помните, что при выборе более высокого значения пусковой уставки $I_{сраб}$, сопротивление резистора уменьшается, что приводит к резкому увеличению рассеиваемой мощности.

Параметры варистора (см. следующий рисунок) должны быть выбраны так, чтобы обеспечить повышенное сопротивление до напряжения в точке перегиба характеристики, например:

- Примерно 100 В для трансформатора на 5 A
- Примерно 500 В для трансформатора на 1 A



[dwanedif-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-215 Схема подключения дифференциальной защиты от замыканий на землю в соответствии с принципом повышенного сопротивления

По соображениям техники безопасности даже при неудачном подключении максимальное пиковое напряжение не должно превышать 2 кВ.

Если для достижения нужных параметров требуется параллельное соединение нескольких варисторов, то во избежание разбалансировки нагрузки следует выбирать приборы с плоской характеристикой. Компания Siemens рекомендует следующие типы производства METROSIL:

600A/S1/S256 (k = 450, β = 0.25)

600A/S1/S1088 (k = 900, β = 0.25)

В примере задана пусковая уставка первой ступени МТЗ с независимой выдержкой времени (уставка **Пороговое значение**), равная 0,1 А для трансформаторов тока на 5 А или 0,05 А для трансформаторов тока на 1 А. Другие ступени защиты не требуются. Удалите или выключите эти ступени. Задайте уставку **Задержка срабатывания**, равную 0 с.

Так, если несколько трансформаторов тока соединены последовательно и используются для защиты сборных шин с несколькими питающими линиями, токи намагничивания параллельно включенных трансформаторов более не могут игнорироваться. В этом случае прибавьте токи намагничивания к половине напряжения в точке перегиба характеристики (соответствует уставке **Пороговое значение**). Эти токи намагничивания уменьшают ток, проходящий через резистор R. Таким образом, фактическое значение пусковой уставки окажется более высоким.

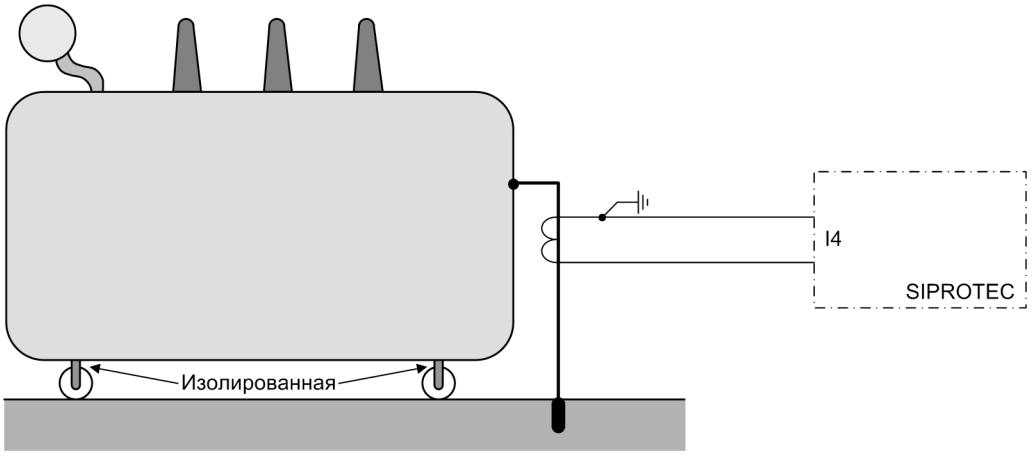
6.14.8 Пример использования: Защита от утечки токов с бака трансформатора

6.14.8.1 Описание

Защита от утечки токов с бака трансформатора фиксирует короткие замыкания на землю, включая замыкания с повышенным сопротивлением, происходящие между фазой и баком трансформатора. Бак изолирован или заземлен через повышенное сопротивление. Бак должен быть подключен к заземлению отдельным проводником. Ток, проходящий по этому проводнику, передается в устройство защиты. При возникновении короткого замыкания в баке ток повреждения (ток бака) протекает на заземление подстанции через заземляющий проводник.

Функция **Максимальная токовая защита, 1ф** обнаруживает утечки с бака трансформатора. Если значение тока бака превышает уставку **Пороговое значение**, то функция **Максимальная токовая защита, 1ф** формирует сообщение о срабатывании. В зависимости от уставки **Задержка срабатывания** трансформатор может отключаться немедленно или с задержкой по всем сторонам.

Для защиты бака используется вход чувствительного однофазного измерения тока.



[dwprkess-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-216 Принцип контроля бака

6.14.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Предварительным условием для применения защиты от утечки токов с бака трансформатора является доступность в терминале защиты чувтсвительного входа по току I4.

Если производится подключение параметра **Точка измерения I 1-фаза** из функциональной группы **Напряжение-ток, 1-фаза**, то функция **Максимальная токовая защита, 1ф** работает с однофазным током, подключенным к входу I4.

Используйте только первую ступень МТЗ с независимой выдержкой времени из функции **Максимальная токовая защита, 1ф**. Параметр **Пороговое значение** служит для ввода величины уставки срабатывания. Другие ступени защиты не требуются. Удалите или выключите эти ступени. Задайте уставку **Задержка срабатывания**, равную 0 с.

6.15 Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения

6.15.1 Обзор функций

Токовая защита с зависимостью от напряжения (ANSI 51V):

- Обнаружение КЗ
- Может использоваться в специальных сетевых условиях, где уставки функции МТЗ по току должны снижаться в зависимости от напряжения повреждения.

6.15.2 Структура функции

Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения относится к группе защитных функций с измерением 3-фазных тока и напряжения.

Для функции **МТЗ с зависимостью от напряжения** заводом предустановлена одна ступень. В рамках этой функции следующие ступени могут работать одновременно:

- Максимум две ступени с зависимостью от напряжения и обратнозависимой характеристикой выдержки времени.
- Максимум две ступени без зависимости от напряжения и обратнозависимой характеристикой выдержки времени.



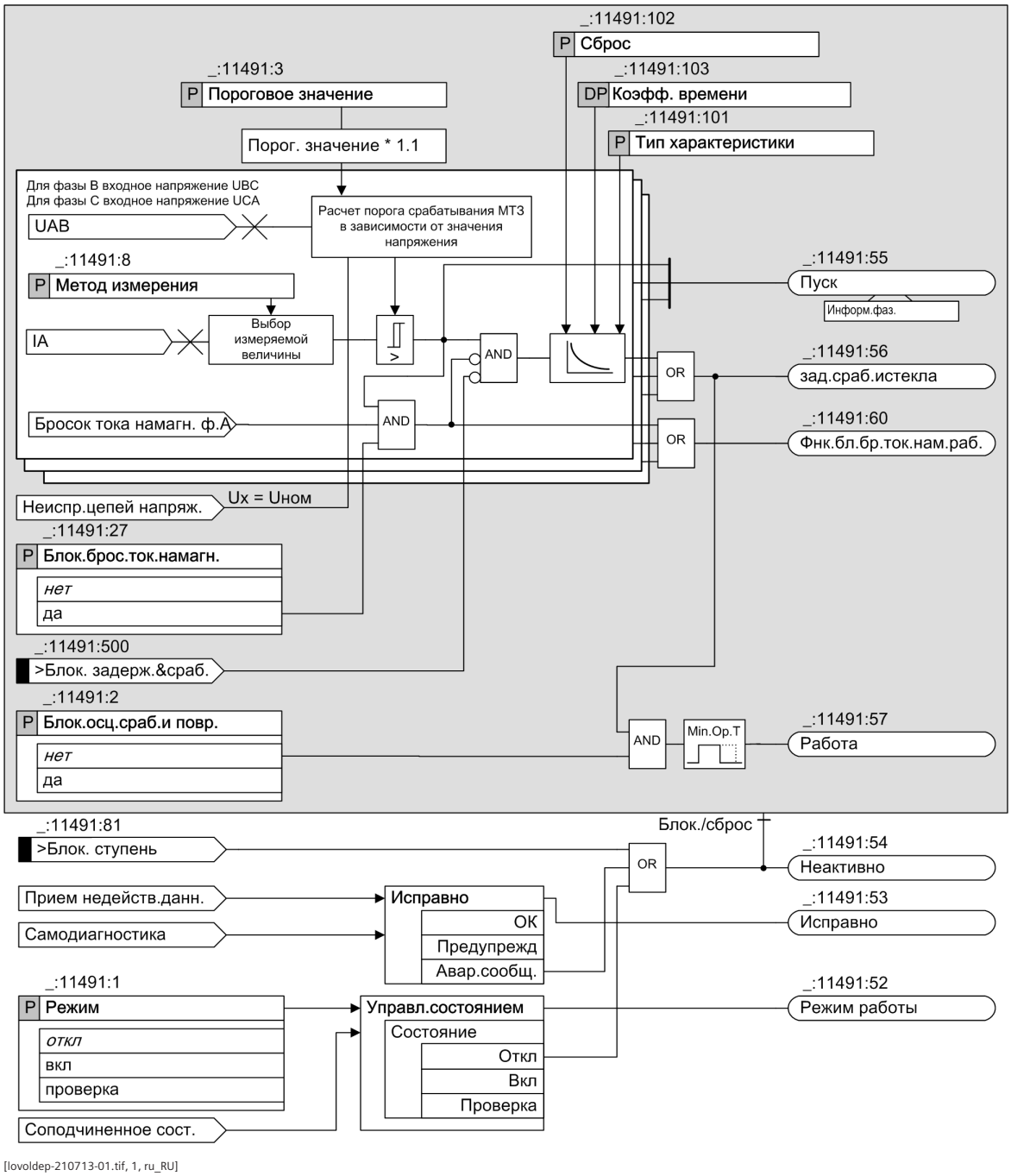
[dwstuvol-210713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-217 Структура/реализация функции

6.15.3 Ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой и зависимостью от напряжения

6.15.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[lovoldep-210713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-218 Логическая схема работы ступени максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени, с зависимостью от напряжения

Метод измерения

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень стандартный метод *осн. гармоника* или рассчитанное значение *действ. знач.*.

- Измерение составляющих основной гармоники:

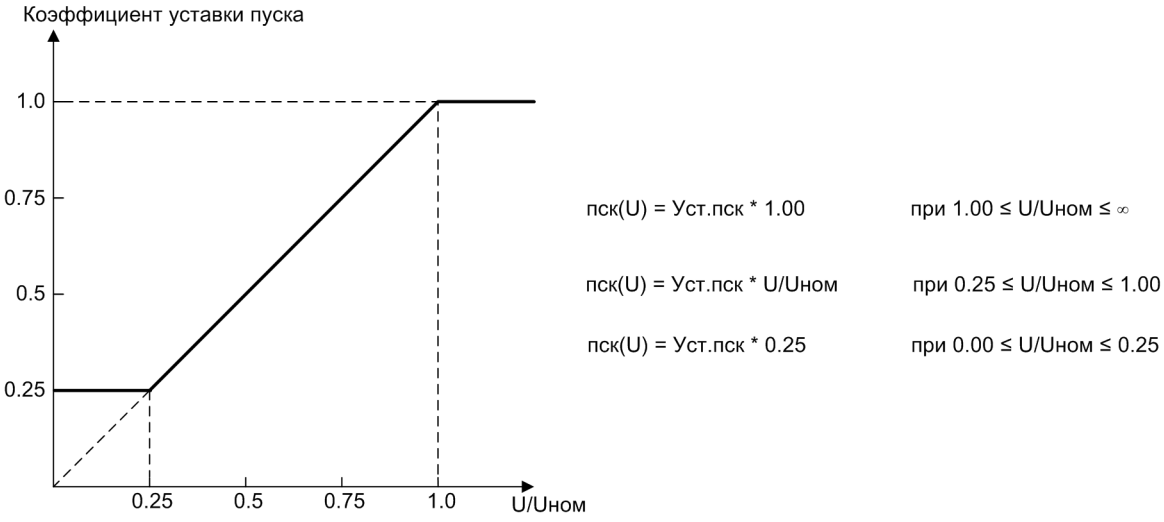
  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление амплитудных значений тока по дискретным значениям в соответствии с выбранной формулой для определения действующего значения величины. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Уставка пуска при зависимости от напряжения

Уставка пуска ступени МТЗ зависит от величины напряжения. Более низкое напряжение снижает текущее значение пуска (см. *Рисунок 6-219*). В диапазоне между $V/V_{ном.}$ = от 1,00 до 0,25 реализуется линейная, прямо пропорциональная зависимость.



[dwvolpic-220713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-219 Влияние напряжения на уставку пуска

где:

В	=	Измеренное междуфазное напряжение
$U_{ном.}$	=	Номинальное напряжение (параметр Номинальное напряжение в функциональном блоке Общее в группе защитных функций)
Уст. пск.	=	Уставка порога срабатывания (адрес параметра: _11491:3)
ПСК(U)	=	Применяемая уставка пуска в зависимости от влияния напряжения

Минимальное текущее пороговое значение срабатывания равно 0,03 Iном. Это значение не может быть далее снижено, даже с учетом уставки пуска с зависимостью от напряжения.

Снижение уставки пуска выполняется для каждой фазы. Назначение напряжения для фаз с токовой нагрузкой показано на *Таблица 6-2*.

Таблица 6-2 Управляющее напряжение относительно тока повреждения

Ток	Управляющее напряжение
I_A	V_{AB}
I_B	V_{BC}
I_C	V_{CA}

Характеристики пуска и возврата кривой характеристики с обратной выдержкой по времени согласно МЭК и ANSI

Когда значение сигнала на входе превышает пороговое значение с коэффициентом 1,1, в расчет принимается инверсная характеристика выдержки времени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. Стоит только средневзвешенному времени превысить значение 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раза (0,95 x 1,1 x порог), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция диска) соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Влияние на кривую срабатывания

Порог срабатывания по току снижается пропорционально снижению напряжения. Соответственно, для постоянного тока соотношение I/пороговое значение увеличивается, а время срабатывания сокращается. В сравнении со стандартными характеристиками, представленными в **Технических данных**, кривая срабатывания смещается влево по мере снижения напряжения.

Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения

В случае обнаружения исчезновения измеряемого напряжения, значение напряжения автоматически устанавливается в $V_{ном.}$ таким образом, чтобы фактор уставки пуска был равен 1.

Блокировка выдержки времени

Чтобы предупредить пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала *>Блок. задерж.&сраб.* на отключение, используется сигнал на дискретном входе. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка задержки на срабатывание на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания

Блокировка задержки на срабатывание на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.12.6.1 Описание*.

6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Блок.брос.ток.намагн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:11491:27) Блок.брос.ток.намагн.`** = ***`нет`***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания Uкз трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция обнаружения броска тока намагничивания трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:11491:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить использует ли ступень стандартный метод *осн. гармоника* или рассчитанное значение *действ. знач.*.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует использовать данный метод при стандартном процессе.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11491:3) Пороговое значение** = ***1.500 A***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение 1,500 A.

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с конкретным случаем использования.

Значение уставки зависит от максимально возможного нагрузочного тока. Необходимо исключить пуски защиты из-за перегрузок по току, поскольку МТЗ работает с малыми выдержками времени, как защита от КЗ, а не как защита от перегрузки.

Задайте параметр **Пороговое значение** для линии приблизительно на 10 %, для трансформаторов и двигателей — приблизительно на 20 % выше максимальной ожидаемой нагрузки.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в значении срабатывания и уставки. Ступень запустится только при 10% превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:11491:101) Тип характеристики** = ***нормально-инверсное МЭК***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики выдержки времени согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:11491:102) Возврат** = ***эмуляция диска***

Параметр **Возврат** используется для определения, будет ли возврат отключающей ступени происходить согласно характеристической кривой возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:11491:103) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **Коэфф. времени** получают из схемы согласования ступеней, который используется в энергосистеме.

Если нет ступенчатой выдержки времени и следовательно не требуется перемещение кривой характеристик, оставьте параметр **Коэфф. времени** на 1 (уставка по умолчанию).

6.15.3.3 Уставки

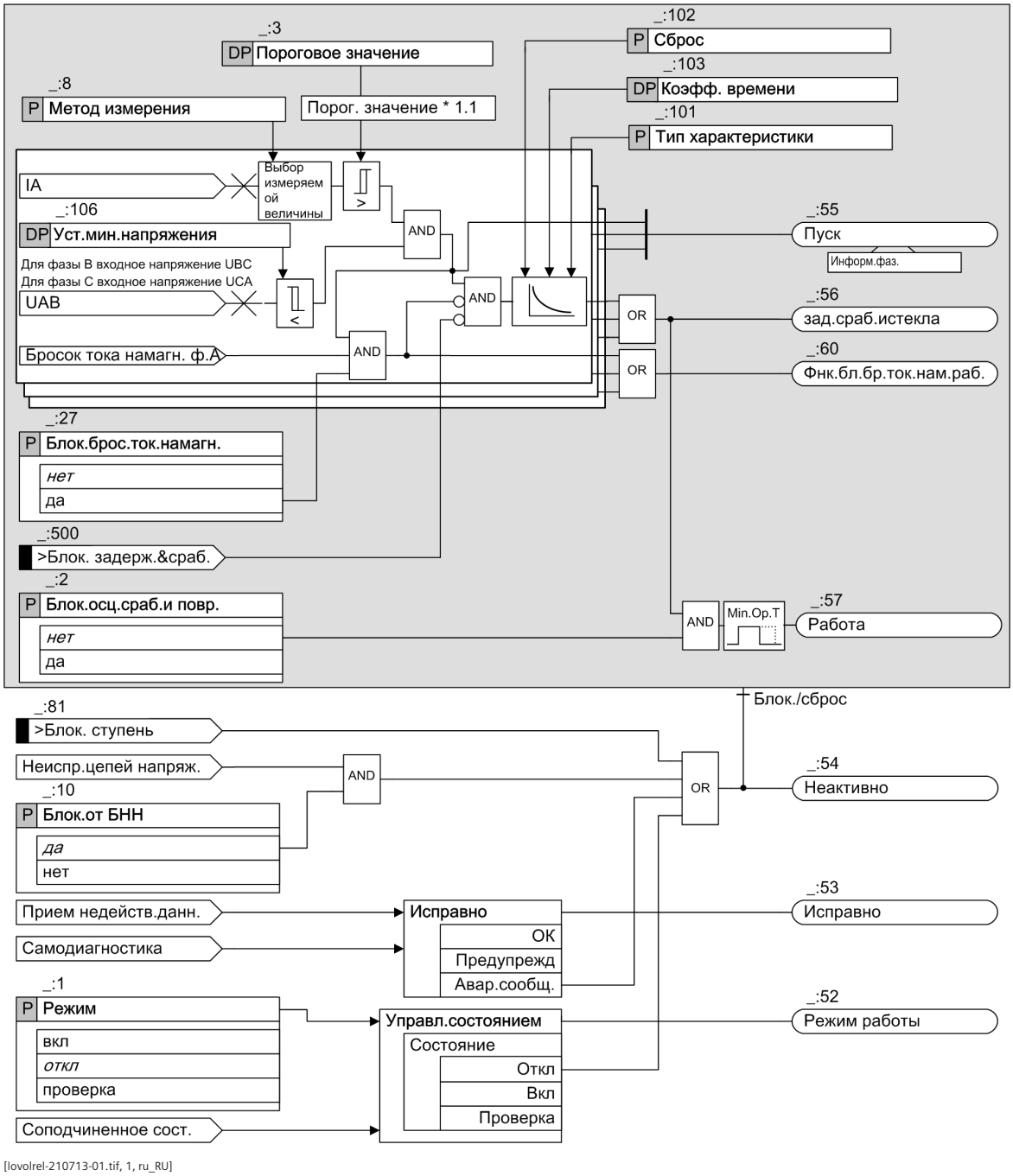
Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U-зависим. 1				
_:11491:1	U-зависим. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11491:2	U-зависим. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11491:27	U-зависим. 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:11491:8	U-зависим. 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:11491:3	U-зависим. 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:11491:101	U-зависим. 1:Тип характеристики			
_:11491:102	U-зависим. 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11491:103	U-зависим. 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.15.4 Ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой и блокировкой по напряжению

6.15.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lovolrel-210713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-220 Логическая схема с обратнозависимой характеристикой выдержки времени с блокировкой по напряжению

Данная ступень структурируется аналогично ступени МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени с зависимым напряжением (см. главу *6.15.3.1 Описание*). Единственное различие заключается в условиях срабатывания и влиянии на характеристику срабатывания.

Срабатывание измерительных элементов

Когда контролируемое напряжение снижается ниже уставки порога минимального напряжения, соответствующий измерительный элемент срабатывает.

Срабатывание измерительных элементов выполняется для каждой фазы отдельно. Назначение напряжения для фаз с токовой нагрузкой показано на *Рисунок 6-219*.

Блокировка ступени при неисправности измеряемого напряжения.

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключение* функционального блока **Выключатель ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от ННН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.15.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень структурируется аналогично ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени, с зависимостью от напряжения**. Единственное различие заключается в условиях срабатывания и влиянии на характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся только сведения по применению и установке параметров **Блок.от ННН** и **Уст.мин.напряжения**. Руководящие указания по установке других параметров данной ступени приведены в главе *6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Блок.от ННН

- Рекомендуемая уставка **(_:10) Блок.от ННН** = ***да***

Параметр **Блок.от ННН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях измерения напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

- Внутренняя функция **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения** сконфигурирована и введена в работу.
- Дискретный входной сигнал *>отключение* функционального блока **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень МТЗ не блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения.
да	Ступень МТЗ блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т. к. правильное срабатывание ступени не гарантируется при наличии повреждений в цепях измерения напряжения.

Параметр: Уст.мин.напряжения

- Уставка по умолчанию **(_:104) Уст.мин.напряжения** = ***75,0 В***

Когда контролируемое напряжение ниже установленного значения, ступень МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени вводится в работу.

Параметр устанавливается в значение ниже самого низкого предела допустимого междуфазного напряжения, например от 75 до 80 % от $V_{ном}$.

6.15.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U-пуск #				
_:1	U-пуск #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U-пуск #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	U-пуск #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	U-пуск #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	U-пуск #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:3	U-пуск #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:101	U-пуск #:Тип характеристики			
_:102	U-пуск #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:103	U-пуск #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:104	U-пуск #:Уст.мин.напряжения		0.300 В до 175.000 В	75.000 В

6.16 Направленная МТЗ, фазная

6.16.1 Обзор функций

Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий (ANSI 67):

- Обнаружение КЗ
- Может быть использована в качестве резервной максимальной токовой защиты (МТЗ) или основной защитой.
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на параллельных линиях или трансформаторах с односторонним питанием
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на кабельных линиях с двухсторонним питанием или в кольцевых сетях

6.16.2 Структура функции

Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий относится к группе защитных функций. Предлагаются 2 типа функций:

- **Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – расширенная функциональность** 67 Напр.МТЗ 3ф-А
- **Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – базовая функциональность** 67 НапрМТЗ-3ф-В

В устройствах защиты трансформаторов доступна только расширенная функциональность.

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

В зависимости от версии устройства, заводскими настройками для МТЗ предусмотрено 2 **Направленные ступени с независимой выдержкой времени** и 1 **Направленная ступень с обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Расширенный тип функциональности **67 НапрМТЗ-3ф-В** предусматривает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**

Функция **Направленная максимальная токовая защита от межфазных замыканий с выдержкой времени – базовая функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

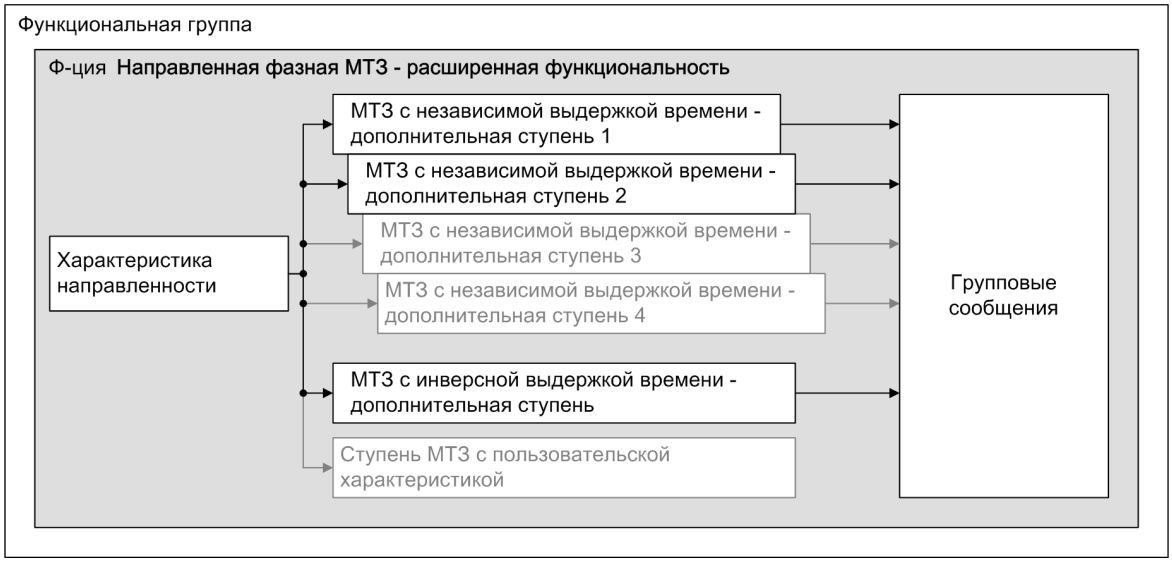
- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек отключения.

Определение направления происходит на функциональном уровне и одинаково действует на всех ступенях (см. *Рисунок 6-221* и главу *6.16.7.1 Описание*). Таким образом обеспечивается одинаковый результат по направлению для всех ступеней функции. Каждая ступень может быть установлена в прямом или обратном направлении.

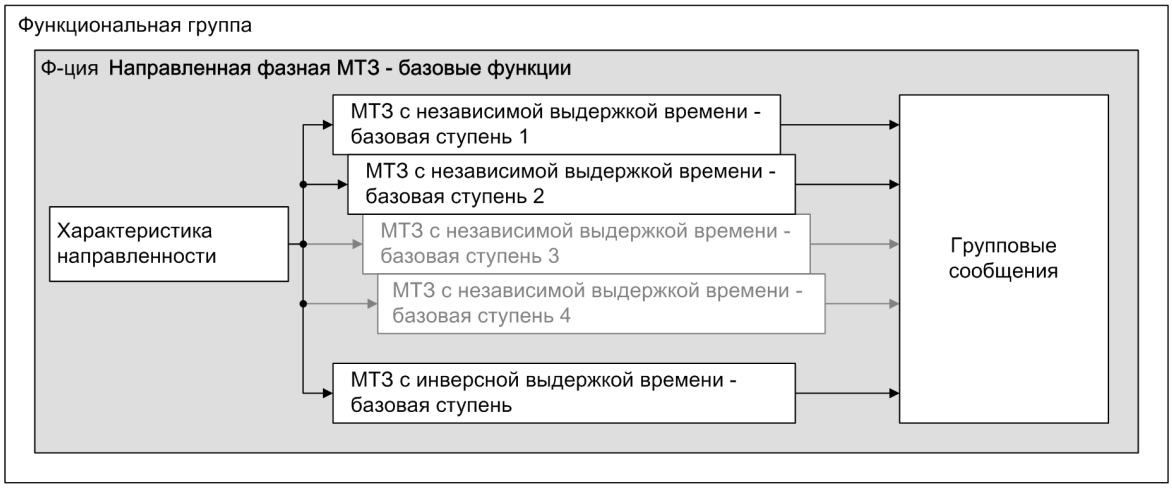
Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **Пуск**
- **зад.сраб.истекла**
- **Работа**



[dwdiocan-050213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-221 Структура/реализация функции направленной МТЗ от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – Расширенная функциональность



[dwdiocba-050213-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-222 Структура/реализация функции направленной МТЗ от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – Базовая функциональность

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

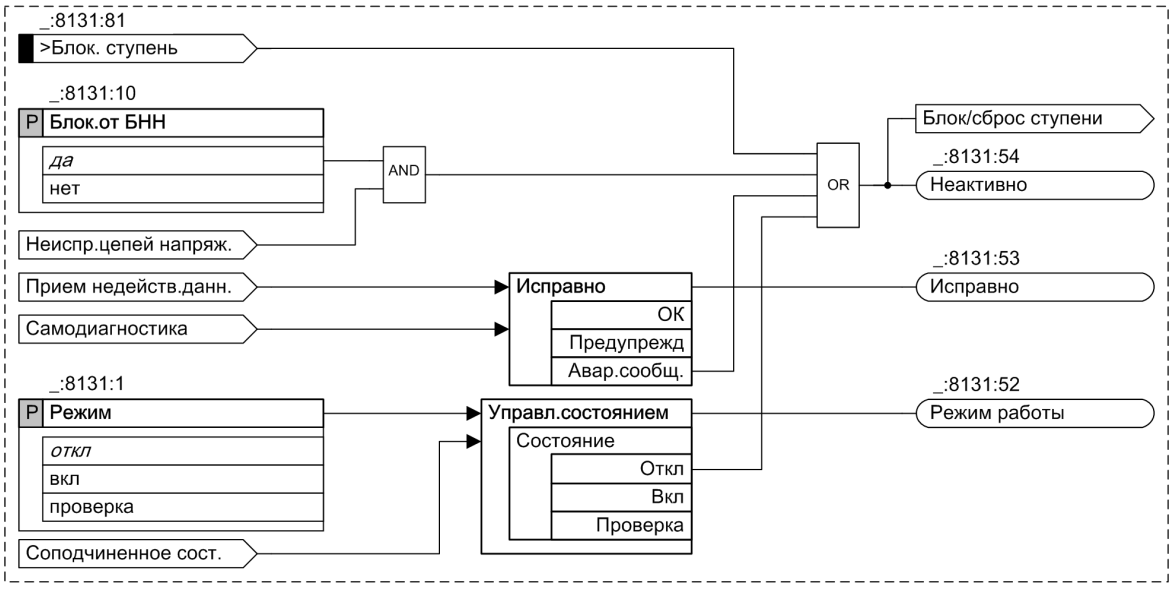
Если в устройстве предусмотрен функциональный блок **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.16.3 Управление ступенью

6.16.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логическая схема работы ступени защиты. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lodocpn2-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-223 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения (базовая и расширенная функциональности)

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- От **ФБ ПоврЦепНапр** (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*)
- При приеме сигнала **>Открыт** в **ФБ Автомат ТН** от блок-контакта автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы ФБ ПоврЦепНапр блокировал или не блокировал ступень.

6.16.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

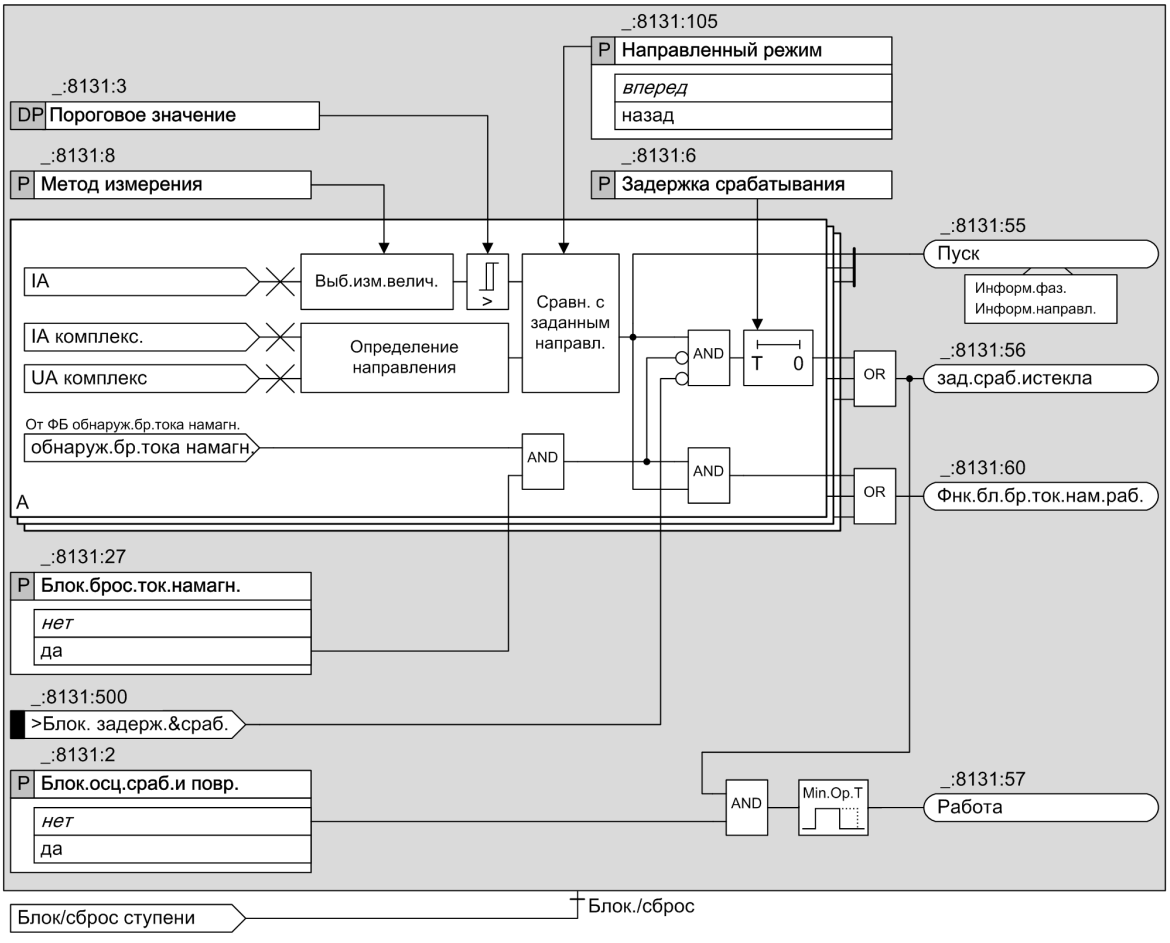
- Сконфигурирована и включена функция **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **автоматического выключателя ТН** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Направленная ступень максимальной токовой защиты заблокирована. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т. к. правильная работа функции определения направления не гарантируется при наличии повреждений в цепях напряжения.
нет	Направленная ступень максимальной токовой защиты не заблокирована.

6.16.4 Описание ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

6.16.4.1 Описание

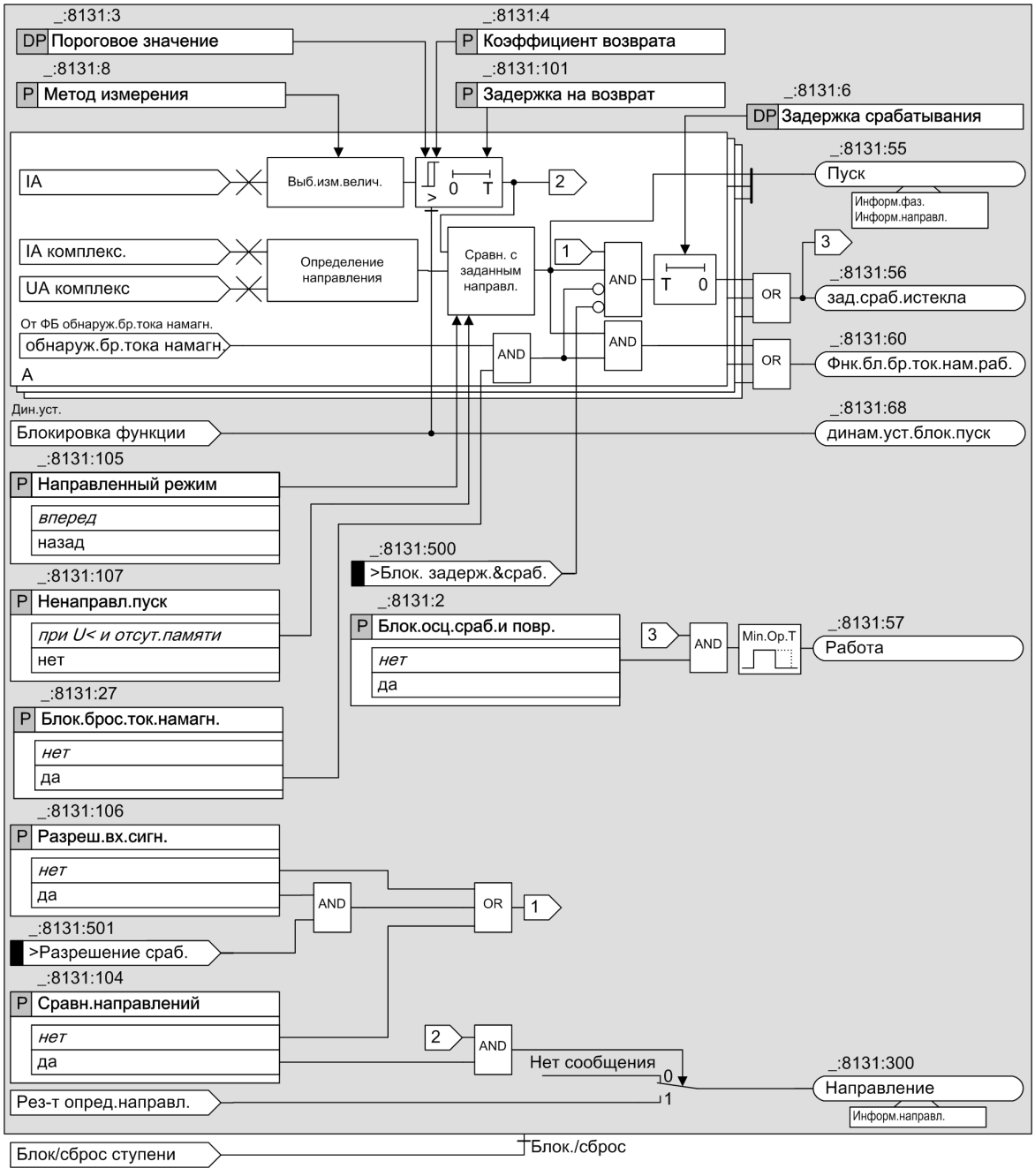
Логика базовой функциональности



[lodocg6b-060213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-224 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[lodocp31-141013, 1, ru_RU]

Рисунок 6-225 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени – Расширенная функциональность

Направленный режим (Базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** чтобы задать, в прямом или обратном направлении будет работать ступень.

Определение направления применяется для всех ступеней защиты (см. раздел *6.16.7.1 Описание*).

Ненаправленное срабатывание, работа с напряжениями по памяти (базовая и расширенная функциональность)

При близких трехфазных КЗ все фазные напряжения снижаются практически до 0. В этом случае определение направления может осуществляться только при работе с напряжениями по памяти (см. главу *6.16.7.1 Описание*). Если запомненные значения напряжений отсутствуют в памяти устройства защиты, то в этом случае работу ступени защиты определяет параметр **Ненаправл.пуск**. При значении ***при U< и отсут.памяти*** срабатывание функции в данной ситуации происходит без определения направления. При значении ***нет*** срабатывание функции не происходит.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Активация данного режима работы осуществляется с помощью параметра **Сравн.направлений**. Если значение параметра установлено ***да***, то при превышении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение **Направление**. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от уставки направления срабатывания ступени защиты.

Настройка параметра **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал **>Разрешение сраб.** доступны для защиты сравнения направлений. Если значение параметра **Разреш.вх.сигн.** установлено на ***да***, то пуск выдержки времени и срабатывание ступени возможно только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**.

Метод измерения (Базовая и расширенная функциональность)

Параметр **Метод измерения** определяет, какой из двух методов ***осн. гармоника*** или ***действ. знач.*** использует ступень для вычисления тока.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Задержка на возврат (Расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины оказывается меньше уставки возврата, то при наличии необходимости возврат можно задержать. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Задержка на срабатывание продолжает набираться. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Блокировка посредством входного сигнала **>Блок. ступень** (см. главу *6.16.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. раздел *6.16.3.1 Описание*)
- Посредством функциональных возможностей динамических уставок (доступных только в типах с расширенной функциональностью, см. раздел **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.12.7.1 Описание*)

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала срабатывания, используется сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от функционального блока "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от ФБ **ОбнБроскаТока** описана в разделе *6.12.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.7.1 Описание*.

6.16.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Направленный режим`

- Уставка по умолчанию **`(_:8131:105) Направленный режим`** = ***`вперед`***

Параметр **`Направленный режим`** используется для задания направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
`вперед`	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
`назад`	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении шин).

Параметр: `Метод измерения`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:8131:8) Метод измерения`** = ***`осн. гармоника`***

Параметр **`Метод измерения`** используется, чтобы задать, использует ли ступень стандартный метод ***`осн. гармоника`*** или рассчитанное значение ***`действ. знач.`***.

Значение параметра	Описание
`осн. гармоника`	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
`действ. знач.`	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **`значение уставки`** срабатывания ступени меньше 0,1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: `Сравн.направлений`, `Разреш.вх.сигн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:8131:104) Сравн.направлений`** = ***`нет`***
- Уставка по умолчанию **`(_:8131:106) Разреш.вх.сигн.`** = ***`нет`***

Эти два параметра не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться в защите, основанной на принципе сравнения направлений. Защита, основанная на принципе сравнения направлений, выполняется с использованием сигналов **`Направление`** и **`>Разрешение сраб.`**.

Значение параметра	Описание
`нет`	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.

Значение параметра	Описание
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал **Направление** и входной сигнал **>Разрешение сраб.** становятся доступными. Если значение параметра **Разреш.вх.сигн.** установлено на ***да***, то пуск выдержки времени и отключение ступени возможно только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**. Входной сигнал **>Разрешение сраб.** должен быть логически связан с разрешающим сигналом, который поступает с противоположного конца линии (информация о прямом направлении от выходного сигнала **Направление**); см. также пример в главе *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*.

Параметр: Ненаправл.пуск

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:107) Ненаправл.пуск** = ***при U< и отсут.памяти***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
при U< и отсут.памяти	Выберите данное значение параметра, если работа ступени должна носить ненаправленный характер при отсутствии сохраненных значений напряжения в памяти устройства, а определение направления должно выполняться при низких значениях напряжения (при близких трехфазных КЗ). Отсутствие в памяти устройства сохраненных значений напряжения может происходить в случае, если выключатель и трансформатор напряжения линии отключены. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Выберите данное значение параметра, если определение направления должно осуществляться при любых обстоятельствах, даже при возникновении близких трехфазных КЗ.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:8131:3) Пороговое значение** = ***1,50 A*** (для первой ступени)

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:8131:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Значение параметра Задержка срабатывания задается исходя из согласования с уставками времени энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

.Типовые примеры ступенчатой выдержки времени представлены в разделах *6.16.9 Указания по применению функции определения направления для параллельных линий* и *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение 0,95.

Для высокоточных измерений можно уменьшить значение уставки параметра **Коэффициент возврата**, например, до 0,98. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения отклика, то значение параметра **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:101) Задержка на возврат** = ***0 с***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать это значение уставки, если возврат ступени должен происходить максимально быстро.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение параметра **Задержка на возврат** ≠ ***0 с***. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

6.16.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	45 °
Общие данные				
_:8131:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8131:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8131:105	НезавВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8131:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:8131:107	НезавВыдВр 1:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8131:104	НезавВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8131:106	НезавВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8131:10	НезавВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:8131:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8131:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8131:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:8131:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:8131:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8131:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8131:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:8131:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8131:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:8132:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8132:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8132:105	НезавВыдВр 2:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8132:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:8132:107	НезавВыдВр 2:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8132:104	НезавВыдВр 2:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8132:106	НезавВыдВр 2:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8132:10	НезавВыдВр 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:8132:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8132:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8132:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:8132:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:8132:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8132:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8132:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8132:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.:ДВх				
_:8132:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8132:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8132:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

6.16.4.4 Список сообщений

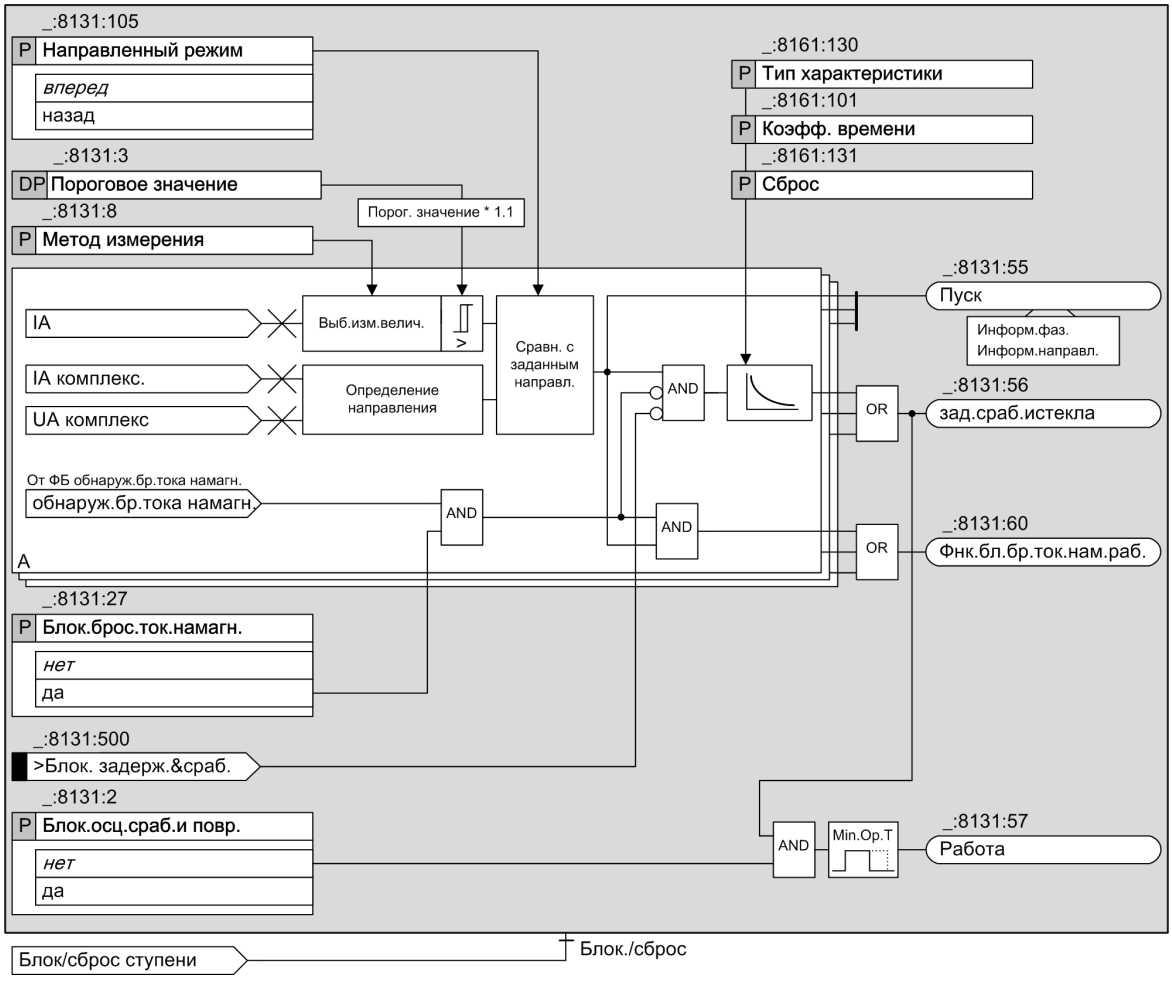
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:8131:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:8131:501	НезавВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:8131:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:8131:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:8131:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:8131:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:8131:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:8131:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8131:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:8131:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:8131:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:8131:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:8131:300	НезавВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:8131:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8131:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:8132:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:8132:501	НезавВыдВр 2:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:8132:84	НезавВыдВр 2:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:8132:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:8132:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:8132:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:8132:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:8132:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8132:66	НезавВыдВр 2:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:8132:67	НезавВыдВр 2:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:8132:68	НезавВыдВр 2:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:8132:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:8132:300	НезавВыдВр 2:Направление	ACD	O
_:8132:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8132:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.16.5 Описание ступени МТЗ с инверсной выдержкой времени

6.16.5.1 Описание

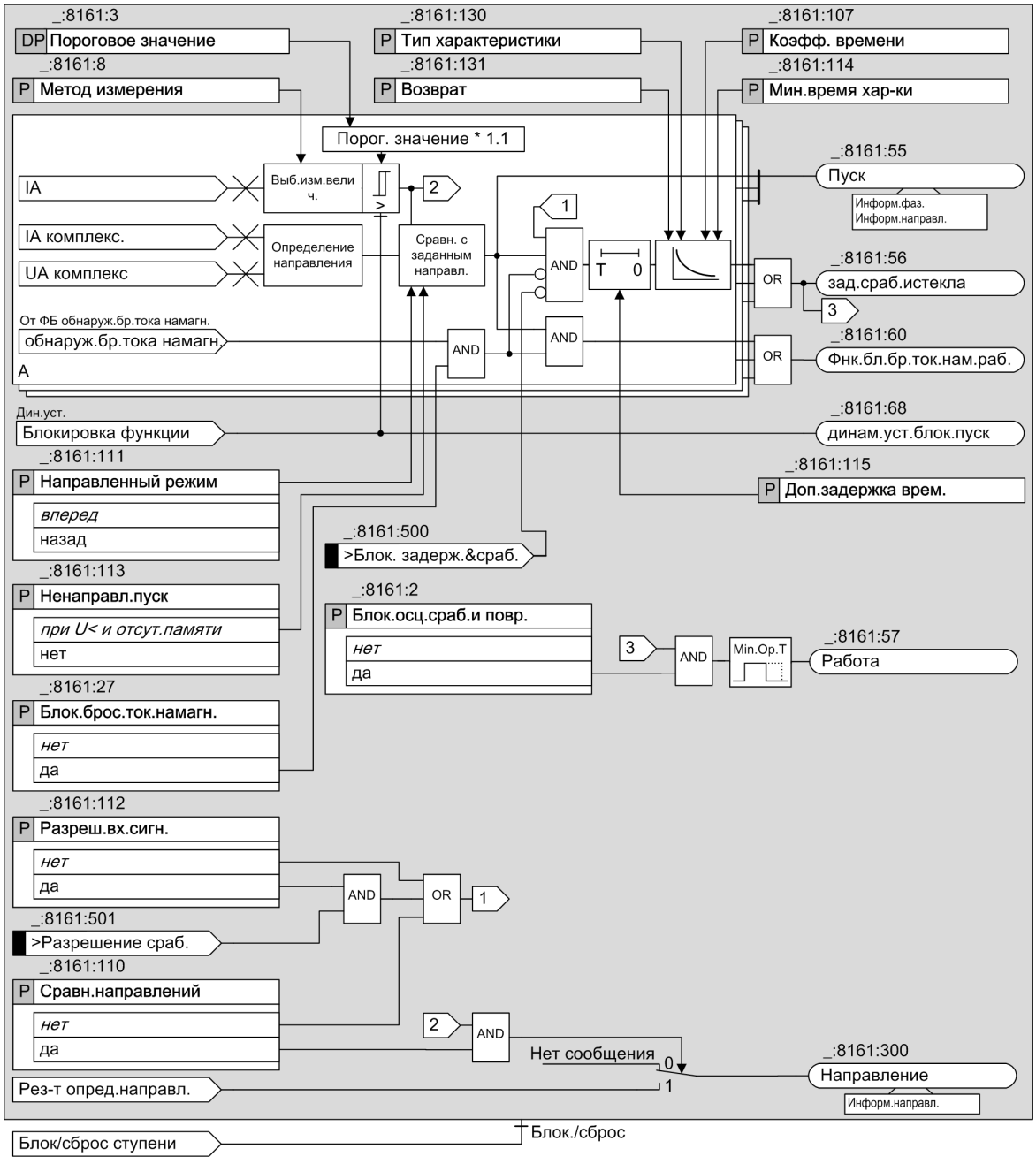
Логика базовой функциональности



[lodoci6b-060213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-226 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от междуфазных КЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[lodocp33-121013, 2, ru_RU]

Рисунок 6-227 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от междуфазных КЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени – Расширенная функциональность

Направленный режим (Базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** чтобы задать, в прямом или обратном направлении будет работать ступень.

Определение направления работает через ступени (см. главу *6.16.7.1 Описание*).

Ненаправл.пуск, работа с напряжениями по памяти (Расширенная функциональность)

При близких трехфазных КЗ все фазные напряжения снижаются практически до 0. В этом случае определение направления может осуществляться только при работе с напряжениями по памяти (см. главу *6.16.7.1 Описание*). Если запомненные значения напряжений отсутствуют в памяти устройства защиты, то в этом случае работу ступени защиты определяет параметр **Ненаправл.пуск**. При значении ***при U< и отсут.памяти*** срабатывание функции в данной ситуации происходит без определения направления. При значении ***нет*** срабатывание функции не происходит.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Активация данного режима работы осуществляется с помощью параметра **Сравн.направлений**. Если значение параметра установлено ***да***, то при превышении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение **Направление**. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от уставки направления срабатывания ступени защиты.

При построении защиты, основанной на принципе сравнения направлений, можно использовать параметр **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал **>Разрешение сраб.**. Если значение параметра **Разреш.вх.сигн.** установлено на ***да***, то пуск выдержки времени и срабатывание ступени возможно только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**.

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

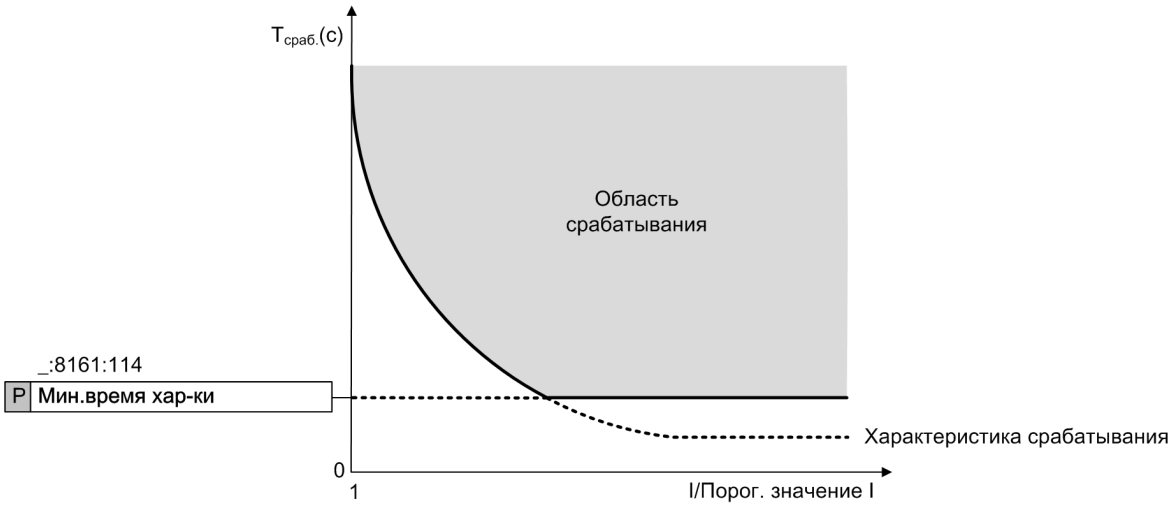
Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствие с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время Тсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация расценивается как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время срабатывания (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно задать минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение.



[DwDocp01_040715-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-228 Минимальное время характеристики

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать определенное время задержки , которое будет складываться с временем инверсной характеристики. С помощью этой уставки вся кривая смещается по оси времени вверх на это дополнительное время.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Блокировка посредством входного сигнала **>Блок. ступень** (см. главу *6.16.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. раздел *6.16.3.1 Описание*)
- Посредством функции **динамических настроек** (имеется только в режиме расширенной функциональности, см. подзаголовок **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.12.7.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала срабатывания, используется сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от ФБ ОбнБроскаТока (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в разделе *6.12.6.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.7.1 Описание*.

6.16.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:8161:111) Направленный режим** = ***вперед***

Параметр **Направленный режим** используется для задания направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении шин).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8161:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** используется, чтобы задать, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений не устанавливайте **значение уставки** срабатывания ступени меньше 0,1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:8161:110) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:8161:112) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Эти два параметра не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться в защите, основанной на принципе сравнения направлений. Защита, основанная на принципе сравнения направлений, выполняется с использованием сигналов **Направление** и **>Разрешение сраб.**.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.

Значение параметра	Описание
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал **Направление** и входной сигнал **>Разрешение сраб.** становятся доступными. Если значение параметра **Разреш.вх.сигн.** установлено на ***да***, то пуск выдержки времени и отключение ступени возможно только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**. Входной сигнал **>Разрешение сраб.** должен быть логически связан с разрешающим сигналом, который поступает с противоположного конца линии (информация о прямом направлении от выходного сигнала **Направление**); см. также пример в главе *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*.

Параметр: Ненаправл.пуск

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8161:113) Ненаправл.пуск** = ***при U< и отсут.памяти***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
при U< и отсут.памяти	Выберите данное значение параметра, если работа ступени должна носить ненаправленный характер при отсутствии сохраненных значений напряжения в памяти устройства, а определение направления должно выполняться при низких значениях напряжения (при близких трехфазных КЗ). Отсутствие в памяти устройства сохраненных значений напряжения может происходить в случае, если выключатель и трансформатор напряжения линии отключены. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Выберите данное значение параметра, если определение направления должно осуществляться при любых обстоятельствах, даже при возникновении близких трехфазных КЗ.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:8161:130) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики выдержки времени согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:8161:114) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для функции МТЗ с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию - 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр является обязательным только для согласования времени в схемах повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время задержки инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время задержки.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:8161:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 c***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать определенное время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики.

Если настройка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр является обязательным только для согласования по времени в схемах автоматического повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:8161:3) Пороговое значение** = ***1,50 A***

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты. Обратитесь к разделу *6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок* для получения дополнительной информации.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:8161:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:8161:131) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.16.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	45 °

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:8161:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8161:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8161:111	ИнвВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8161:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:8161:113	ИнвВыдВр 1:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8161:110	ИнвВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8161:112	ИнвВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8161:10	ИнвВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:8161:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8161:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8161:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:130	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:8161:131	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:8161:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8161:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8161:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8161:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:8161:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8161:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8161:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.16.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:8161:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:8161:501	ИнвВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:8161:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:8161:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:8161:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:8161:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:8161:53	ИнвВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:8161:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8161:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:8161:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:8161:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:8161:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:8161:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:8161:300	ИнвВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:8161:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8161:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.16.6 Описание ступени с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

6.16.6.1 Описание

Структура этой ступени идентична структуре ступени с расширенной функциональностью с направленной обратно зависимой характеристикой выдержки времени (*6.16.4.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

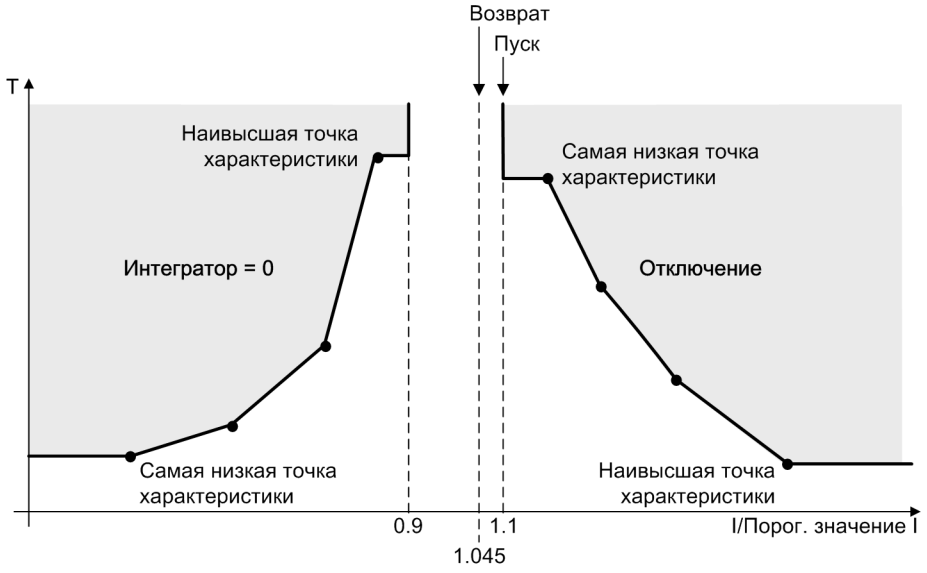
С помощью направленной, определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику отключения, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики на основе этих значений. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Характеристики пуска и возврата на базе определяемой пользователем характеристики

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время вычисляется в соответствии с выбранной кривой инверсной характеристики. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешанным временем значения 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация расценивается как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат или возврат согласно заданной характеристике. Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешанного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-229 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике (направленной)

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.16.6.2 Указания по применению и вводу уставок

По структуре данная ступень аналогична направленной ступени с обратнозависимой характеристикой. Разница состоит лишь в том, что вы можете задать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания.

Параметр: `Пары ток/время` (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику срабатывания.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: `Коэфф. времени`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Коэфф. времени`** = ***`1`***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1***.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:115) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.16.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:110	Польз.хар-ка #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:112	Польз.хар-ка #:Нена-правл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:109	Польз.хар-ка #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:111	Польз.хар-ка #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Польз.хар-ка #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Польз.хар-ка #:Дина-мические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:115	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19	Польз.хар-ка #:Порого-вое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.16.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Польз.хар-ка #:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Исправно	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:309	Польз.хар-ка #:Направление	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.16.7 Определение направления

6.16.7.1 Описание

Общие данные

Для каждой фазы предусмотрен отдельный измерительный орган определения направления. Если в одной из фаз значение протекающего тока превышает заданную уставку, то для данной фазы происходит пуск функции определения направления. При многофазных КЗ определение направления осуществляется для каждой фазы индивидуально. При совпадении определенного направления с уставкой происходит срабатывание ступени защиты (см. описание логики работы ступени защиты).

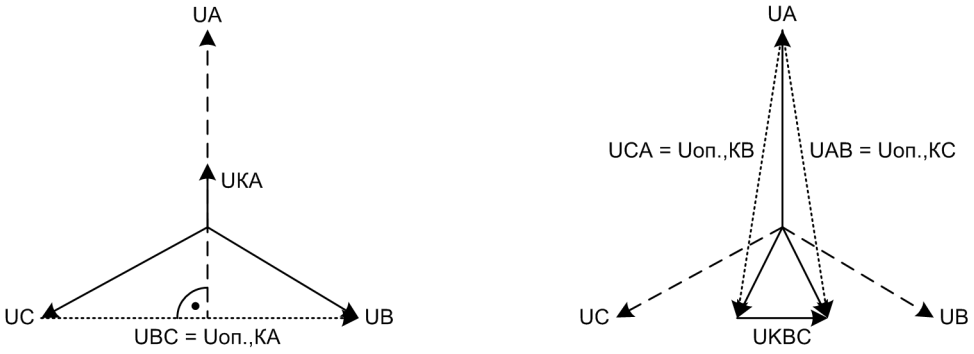
Определение направления основано на вычислении угла между током КЗ и опорным напряжением.

Измерения для определения направления

Определение направления основано на вычислении угла между током КЗ поврежденной фазы и линейным напряжением неповрежденных фаз (кросс-поляризация). Данный метод позволяет точно определять направление при близких однофазных или двухфазных КЗ.

Значение линейного напряжения вычисляется из фазных.

При однофазных замыканиях на землю угол между кросс-поляризованным напряжением (опорным напряжением) и напряжением КЗ является вертикальным (*Рисунок 6-230*, слева). При двухфазных замыканиях угол между напряжением поврежденной фазы и опорным напряжением может изменится до 30° в зависимости от глубины просадки напряжения (*Рисунок 6-230*, справа).



[dwdocp02-240611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-230 Использование поперечно-поляризованных напряжений при определении направления повреждения

В следующей таблице приведено соответствие измеряемых величин для определения направления при разных видах повреждений.

Таблица 6-3 Измерения для определения направления

Пороговое значение	**Измеряющий элемент**							
	A		**B**		**C**		**Земля**	
Превышающее	**Ток**	**Напряжение**	**Ток**	**Напряжение**	**Ток**	**Напряжение**	**Ток**	**Напряжение**
A	I_A	U_{BC}	–	–	–	–	–	–
B	–	–	I_B	U_{CA}	–	–	–	–
C	–	–	–	–	I_C	U_{AB}	–	–
Земля	–	–	–	–	–	–	I_r	U_0
A, Земля	–	U_{BC}	–	–	–	–	I_r	U_0
B, Земля	–	–	I_B	U_{CA}	–	–	I_r	U_0
C, Земля	–	–	–	–	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, B	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	–	–	–	–
B, C	–	–	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	–	–
A, C	I_A	U_{BC}	–	–	I_C	U_{AB}	–	–
A, B, Земля	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	–	–	I_r	U_0
B, C, Земля	–	–	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, C, Земля	I_A	U_{BC}	–	–	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, B, C	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	–	–
A, B, C, Земля	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	I_r	U_0

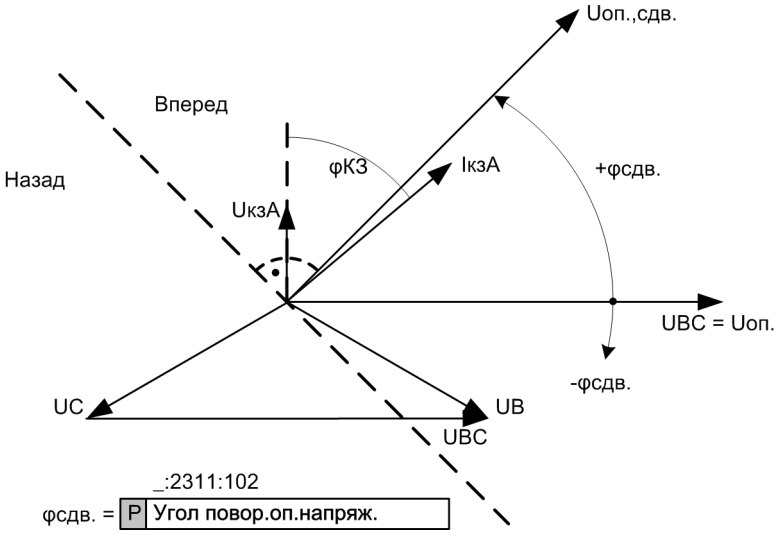
Работа по памяти

Сохраненные значения напряжения используются для определения направления в случае сильного снижения напряжения, например, при близких трехфазных КЗ. Если по истечению 2 с необходимое для определения направления напряжение не появляется, то используется ранее определенное

направление. Если в памяти устройства отсутствуют сохраненные значения напряжения (например, при включении на КЗ), то работа ступени защиты определяется параметром **Ненаправл.пуск**.

Определение направления

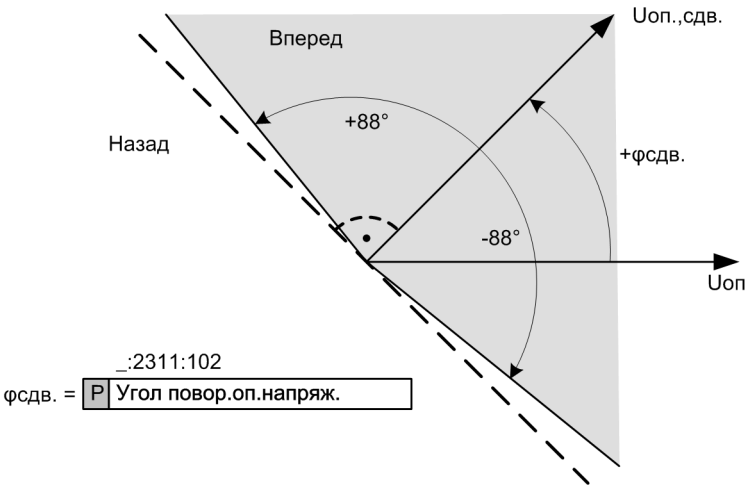
Как было упомянуто в разделе **Общие данные**, определение направления основано на вычислении угла между током КЗ поврежденной фазы и линейным напряжением неповрежденных фаз (опорное напряжение). Если принимать во внимание разные состояния системы и разные области применения, опорное напряжение может поворачиваться на регулируемый угол (параметр **Угол повор.оп.напряж.**). Это позволяет переместить вектор опорного напряжения к вектору тока КЗ. Следовательно, направление будет точно определено. На *Рисунок 6-231* приведена векторная диаграмма при однофазном замыкании на землю фазы А. Вектор тока КЗ I_{KA} отстает от вектора напряжения КЗ на угол $\varphi_{кз}$. В этом случае вектор опорного напряжения U_{BC} необходимо сдвинуть в прямом направлении (против хода часовой стрелки) на угол, определяемый параметром **Угол повор.оп.напряж.**. В данном случае значение угла составляет +45°.



[dwdocp33-070611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-231 Сдвиг опорного напряжения, фазный измерительный орган

Сдвинутое опорное напряжение определяет прямое и обратное направление; см. *Рисунок 6-232*. Считается, что замыкание произошло в прямом направлении, если вектор тока КЗ составляет угол ±88° с вектором сдвинутого опорного напряжения $V_{оп,сдв}$. Если вектор тока КЗ находится в данном диапазоне, то устройство определяет замыкание в прямом направлении. В зеркальном диапазоне устройство определяет обратное направление. В промежуточном диапазоне направление является неопределенным.



[dwdocp34-240611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-232 Характеристика прямого направления функции определения направления

Диаграмма направленности

При активизации входного сигнала **>Тест.направленн.** определение направления осуществляется даже в том случае, если не превышена уставка по току. Определение направления может быть осуществлено, если значение тока и напряжения будет больше, чем приблизительно 7% от их вторичных номинальных значений.

6.16.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Угол повор.оп.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Угол повор.оп.напряж.** = *45°*

Направленность характеристики, определяющая **прямое** и **обратное** направление, задается параметром **Угол повор.оп.напряж.**. Угол КЗ, как правило, имеет индуктивный характер и расположен в диапазоне от 30° до 60°. В большинстве случаев стандартная настройка в +45° может быть использована для надежного определения направления.

Некоторые ориентировочные значения данного угла приведены ниже (*Таблица 6-4*). Обратите внимание, что при однофазных замыканиях на землю вектор опорного напряжения (напряжение неповрежденной фазы) располагается вертикально относительно напряжения КЗ. Значения угла поворота:

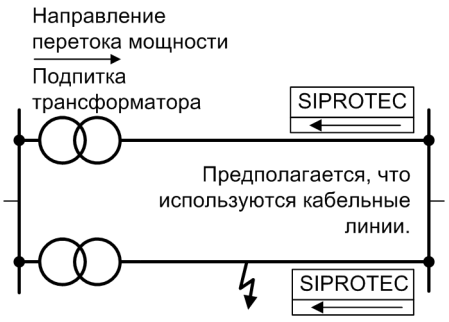
Угол повор.оп.напряж. = 90 - φкз — фазный измерительный орган (повреждения на землю)

Обратите внимание, что при КЗ в контуре фаза-фаза опорное напряжение сдвигается на угол от 0° (удаленное КЗ) до 30° (близкое КЗ) в зависимости от степени снижения напряжения (см. *Рисунок 6-231*). Это можно учесть, воспользовавшись средним значением, равным 15°.

Угол повор.оп.напряж. = 90 - φкз — 15° фазный измерительный орган (междуфазные повреждения)

Таблица 6-4 Пример задания значений

Применение	$Фкз_{типичный}$	Уставка **Угол повор.оп.напряж.**
	60°	Диапазон от 30° до 0° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 15°

Применение	Фкз типичный	Уставка Угол повор.оп.напряж.
	30°	Диапазон от 60° до 30° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 45°
	30°	Диапазон от 60° до 30° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 45°

Входной сигнал: >Тест.направленн.

При активизации входного сигнала **>Тест.направленн.** определение направления осуществляется даже в том случае, если не превышена уставка по току. Это позволяет произвести проверку определения направления при наладке устройства, не изменяя уставки срабатывания ступеней защиты.

6.16.8 Динамическое изменение уставок от других функций

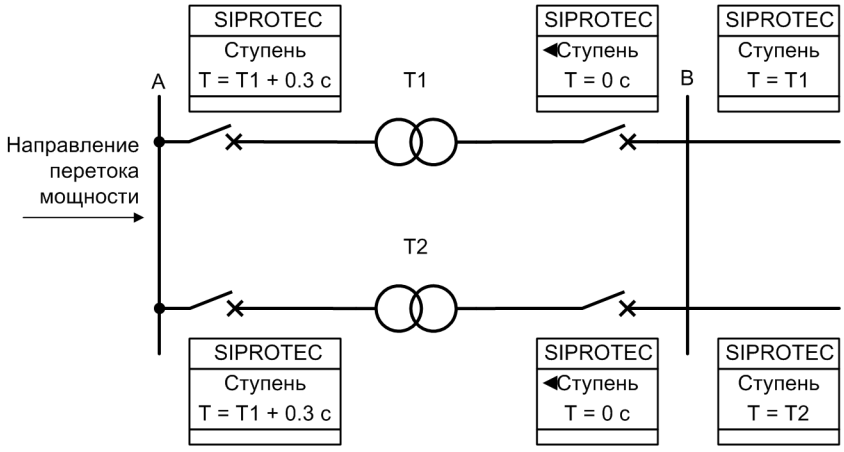
Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.7.1 Описание* и главе *6.12.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)*.

6.16.9 Указания по применению функции определения направления для параллельных линий

Параллельные линии или трансформаторы

Неиспользование функции определения направления для параллельных линий или трансформаторов с односторонним питанием (см. *Рисунок 6-233*) вызовет отключение трансформатора T2 при КЗ на трансформаторе T1. В отличие от описанного выше случая, орган определения направления устройства защиты на шинах B запретит срабатывание защиты на отключение выключателя на параллельной линии. На *Рисунок 6-233* направленная максимальная токовая защита устанавливается в отмеченных стрелкой местах. Прямое направление ступени защиты соответствует направлению в сторону защищаемого объекта (от шин в линию). Это направление может не совпадать с направлением протекания мощности в нормальном режиме.

Выдержка времени набирается на устройстве защиты, расположенного со стороны питания. Т.к. мощность нагрузки может протекать только в одном направлении, то выдержку времени можно не вводить на устройствах с направленными защитами.



[dwdocp05-240611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-233 Параллельные линии при наличии трансформатора

Условные обозначения для *Рисунок 6-233*

Ступень ►:	Направленная ступень, **прямое** направление
Ступень:	Ненаправленная ступень
T:	Ступенчатая выдержка времени

6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений

Определяемое направление может использоваться для построения защиты кабельных линий с двухсторонним питанием, основанной на сравнении направлений. Данная защита используется для селективного отключения поврежденного участка (например, участка кольцевой сети). Отключение поврежденного участка происходит быстро, т.к. не происходит накапливания выдержек времени.

Для реализации данной защиты необходимо наличие канала передачи данных между устройствами защиты. Информация об определенном направлении передается по каналу передачи данных (интерфейс защиты или протокол МЭК 61850 GOOSE) или по контрольным кабелям.

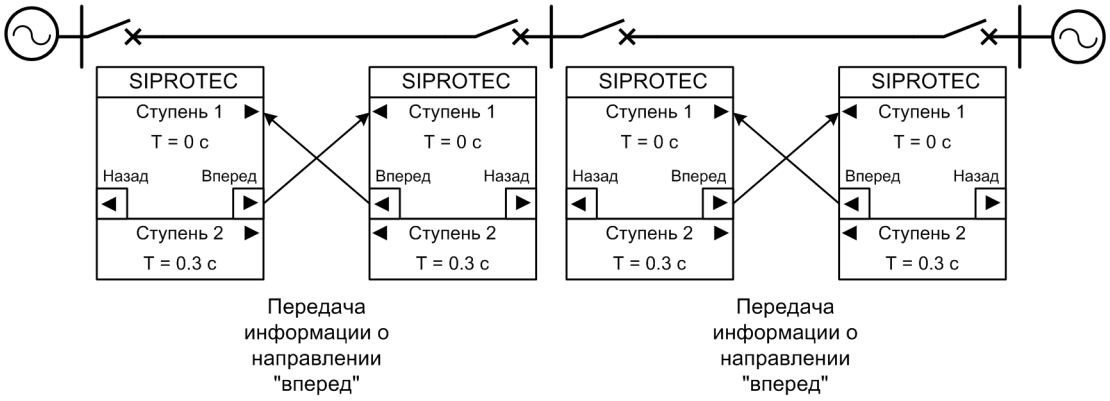
Принцип построения защиты

Принцип построения защиты представлен на *Рисунок 6-234*. 2 устройства защиты линии (одно устройство расположено в начале защищаемой линии, а другое находится в конце защищаемой линии) работают совместно. Информация о появлении **КЗ в прямом направлении** передается от одного устройства к другому. Ступень направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени на обоих устройствах работает в прямом направлении (1-я ступень). Однако данная ступень не введена в работу в состоянии покоя. Данная ступень вводится в работу только при получении сообщения **КЗ в прямом направлении** от устройства защиты с противоположного конца линии. Если введенная ступень защиты также определяет наличие КЗ в прямом направлении, то считается, что КЗ произошло на защищаемой линии, и срабатывание ступени произойдет без выдержки времени. Т. к. работа данной защиты основана на обмене разрешающими сигналами (а не на обмене блокирующими сигналами), то вводить выдержку времени нет необходимости.

Вторая ступень направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени введена в работу одновременно с первой ступенью (и используется в качестве резервной). Этим обеспечивается полная селективность в следующих ситуациях:

- При одностороннем питании или при "слабом" питании одного из конца линии: В этом случае разрешающий сигнал не формируется.
- Неисправность канала передачи данных: В этом случае разрешающий сигнал не передается.

Для организации быстродействующей селективной защиты секций шин, данный принцип построения защиты можно объединить с принципом обратной блокировки. Данный принцип защиты в данном документе не рассматривается.



[dwdocp07-240611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-234 Принцип построения защиты, основанной на принципе сравнения направлений (защита на основе обмена разрешающими сигналами)

Условные обозначения для *Рисунок 6-234*

Ступень ►:	Ступень настроена на работу в **прямом** направлении; 1 ступень работает без выдержки времени, 2 ступень имеет выдержку времени.
►, ◄:	При превышении уставки ступень максимальной токовой защиты указывает направление (прямое или обратное)

Целостность канала передачи данных проверяется специальным методом. Если для передачи данных используются контрольные кабели, то рекомендуется применять соединение по замкнутой схеме. В устройстве предусмотрена логическая схема, отвечающая за контроль исправности дискретного входа при его неактивности в течение большого промежутка времени. В отличие от работы по блокирующей схеме, при неисправности канала передачи данных излишнего срабатывания произойти не может. Поэтому отказ канала передачи данных не является критической неисправностью, но в любом случае она должна быть выявлена и устранена.

Защита, основанная на принципе сравнения направлений, может функционировать по блокирующей схеме. Работа по блокирующей схеме может использоваться во всех режимах работы энергосистемы, а также и при одностороннем питании (или при наличии "слабого" питания конца линии). Однако при работе по блокирующей схеме необходимо вводить выдержку времени (обычно 100 мс) для ступени защиты, таким образом, блокирующий сигнал будет получен своевременно при любых обстоятельствах. Также необходимо проверять работоспособность канала передачи данных для того, чтобы избежать излишнего срабатывания при повреждениях, приводящих к системной аварии.

Конфигурирование ступени, логическая схема работы

Для конфигурации ступени выполните следующие действия:

- Параметр **Направленный режим** для обеих ступеней должен быть установлен равным ***вперед***.
- Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** первой ступени должны быть установлены равными ***да***. Выполнение данных указаний необходимо, т.к. пуск первой ступени происходит только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**. Кроме того, отображение определенного направления происходит только при превышении уставки.
- Первая ступень может работать без выдержки времени. Вторая ступень должна иметь выдержку времени.

- Информация об определенном первой ступенью защиты направлении ***вперед*** от сигнала **Направление** должна быть передана на противоположный конец линии. Маршрут передачи информации об определенном направлении зависит от способа передачи данных.
- Логическая схема CFC должна быть использована в принимающем устройстве для логической связи приходящей информации о направлении (информация о направлении ***вперед***) с принимаемыми разрешающими сигналами (в зависимости от способа передачи данных).

6.17 Направленная МТЗ, земля

6.17.1 Обзор функций

Функция **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности** (ANSI 67N):

- Определяет короткие замыкания на землю, затрагивающие электрооборудование
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на землю на параллельных линиях или трансформаторах с односторонним питанием
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на землю на кабельных линиях с двухсторонним питанием или в кольцевых сетях

6.17.2 Структура функции

Функция **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности** может использоваться в функциональных группах защиты, которые обеспечивают измерения тока и напряжения нулевой последовательности. Предлагаются 2 типа функций:

- **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности – расширенная функциональность** (67N Dir.OC-gnd-A)
- **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности – базовая функциональность** (67N Dir.OC-gnd-B)

Базовая функциональность будет использоваться для стандартных применений. Расширенная функциональность обеспечивает больший объем функций и подразумевает использование в более сложных случаях.

В зависимости от версии устройства, заводскими настройками для МТЗ предусмотрено 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности – расширенная функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **Направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 Функция **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 Ступень **МТЗ с логарифмически-инверсной характеристикой**
- 1 Ступень **МТЗ с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба**
- 1 Ступень **МТЗ с пользовательской характеристикой**

Функция **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности - базовая функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

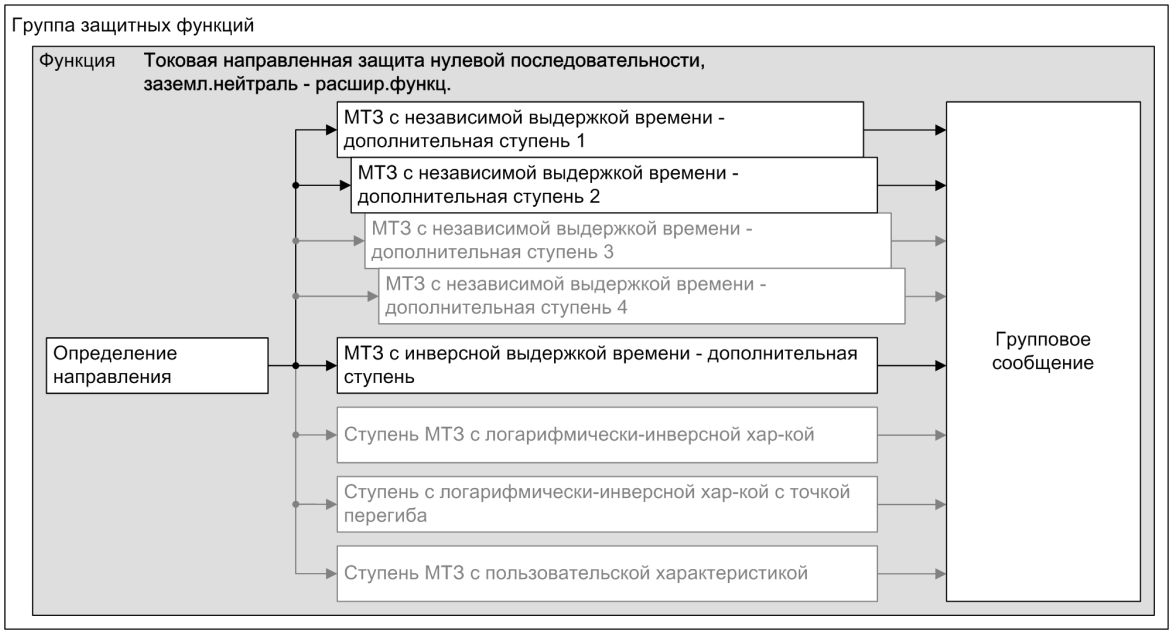
- Максимум 4 ступени **Направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени – базовая функциональность**
- 1 Ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени - базовая функциональность**

Ссылаясь на *Рисунок 6-235* и *Рисунок 6-236* несконфигурированные предварительно ступени показаны серым. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек времени.

Направленность характеристики срабатывания задается на функциональном уровне и применяется ко всем ступеням защиты (см. *Рисунок 6-235* и главу *6.17.9.1 Описание*). Это гарантирует, что все ступени используют одинаковый источник определения направления. Каждая ступень может быть настроена на работу в прямом или обратном направлении.

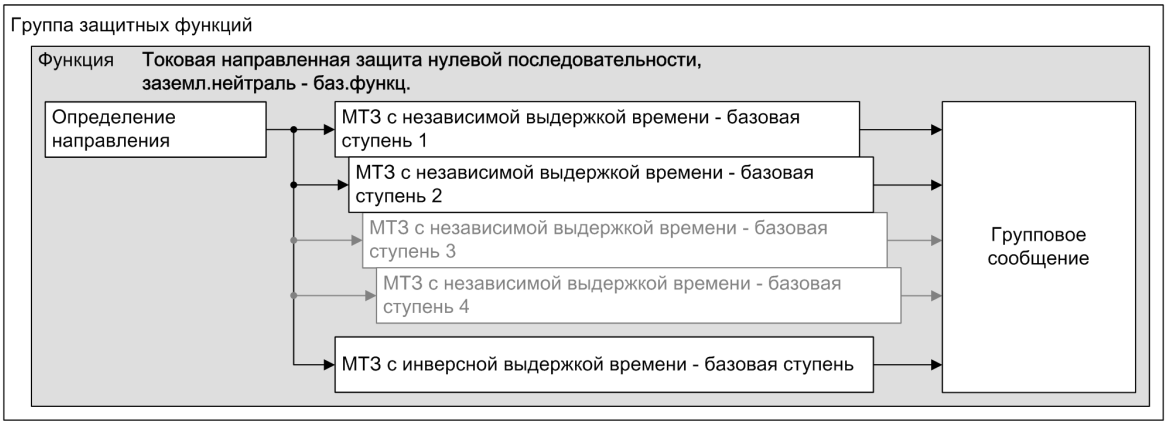
Группы сообщений выходной логики формируют на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции по схеме ИЛИ:

- Пуск
- Срабатывание



[dwrdirad-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-235 Структура/реализация функции направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, расширенная функциональность)



[dwrdirba-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-236 Структура/реализация функции направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, базовая функциональность)

Если указанные ниже внутренние функции присутствуют в устройстве, то они могут влиять на значения срабатывания и выдержки времени ступеней или могут блокировать их действие. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Автоматическое повторное включение (АПВ)
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

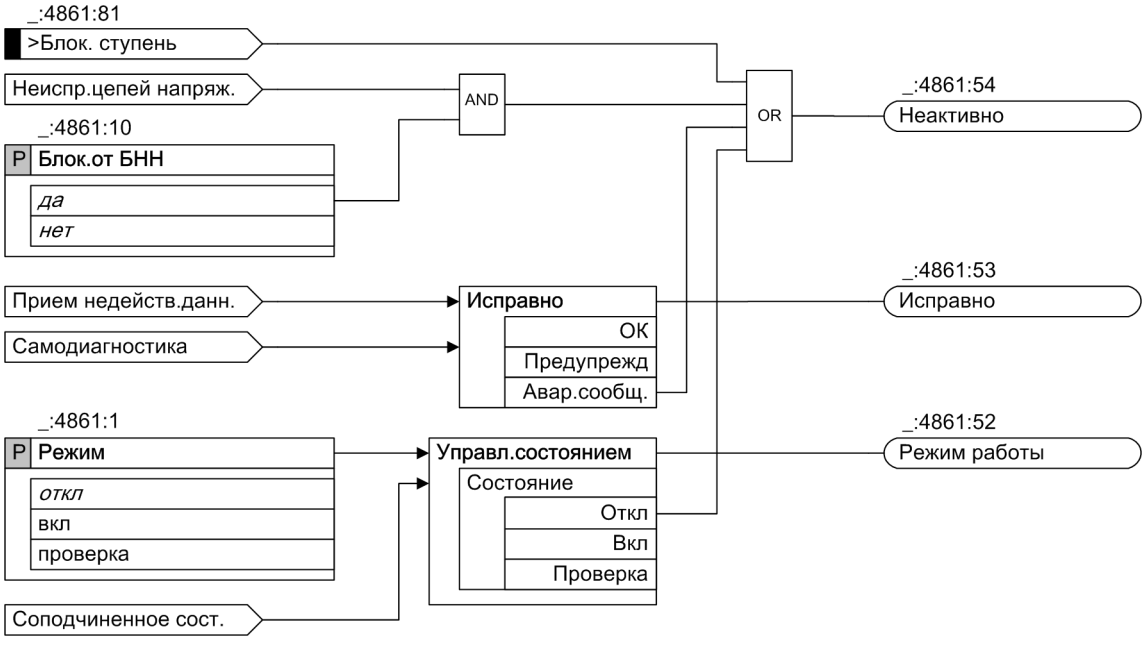
Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.17.3 Управление ступенью

6.17.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логическая схема работы ступени защиты. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lostacon-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-237 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени при исчезновении измеряемого напряжения

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступени могут быть заблокированы. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения**
- Из внешнего источника через сигнал на дискретном входе *>отключение* функционального блока **Выключатель трансформатора напряжения**, который связыван с отключением выключателя трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок. по повр. в цепях изм. напр.`** может быть выставлен либо на блокировку, либо разблокировку ступени при срабатывании функции **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения**.

6.17.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Блок.от БНН`

- Рекомендуемая уставка **`(_:4861:10) Блок.от БНН`** = ***да***

Параметр **`Блок.от БНН`** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях измерения напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

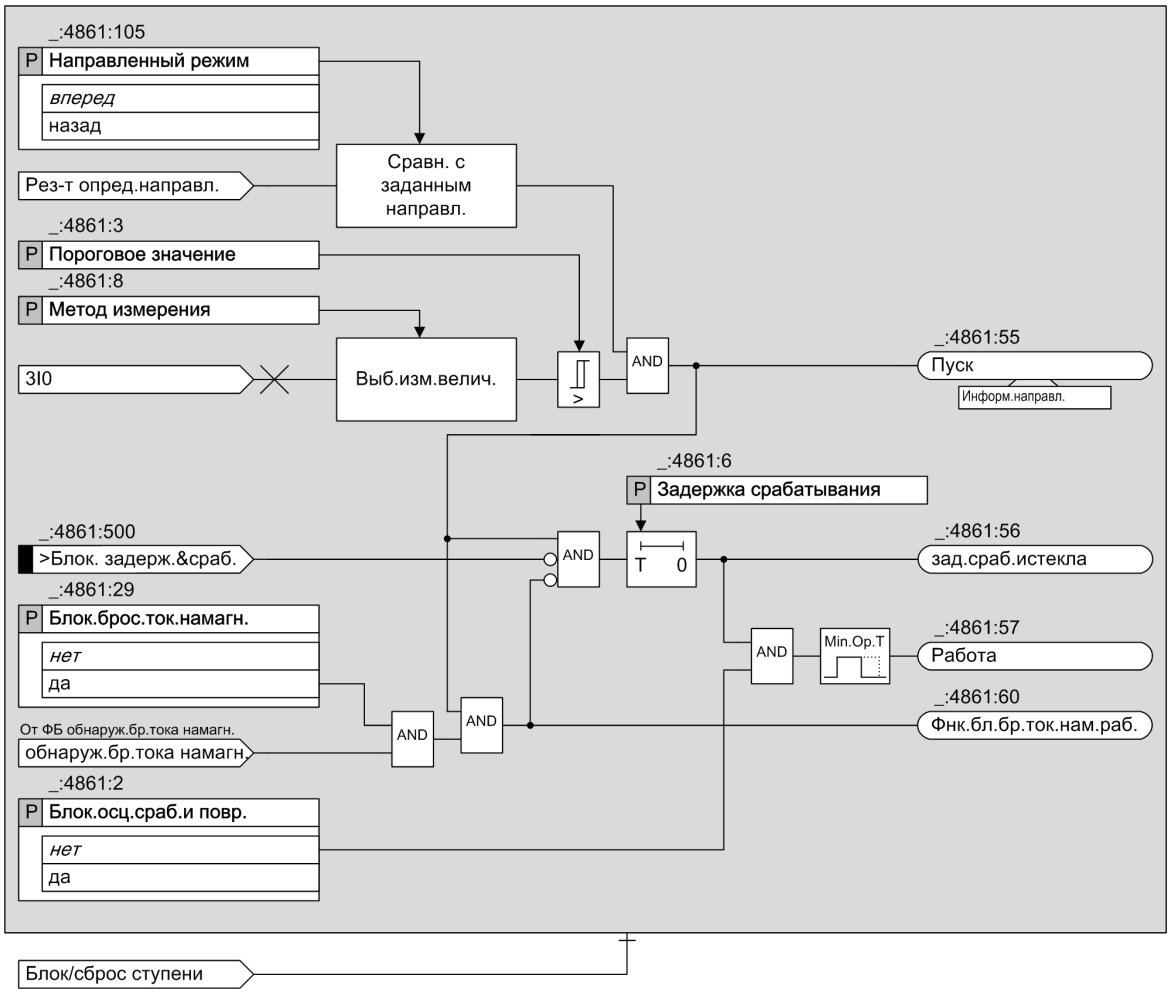
- Внутренняя функция **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения** сконфигурирована и введена в работу.
- Дискретный входной сигнал *>отключение* функционального блока **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень направленной МТЗ блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т.к. правильная работа функции определения направления не гарантируется при наличии повреждений в цепях измерения напряжения.
нет	Ступень направленной МТЗ не блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения.

6.17.4 Описание ступени направленной МТЗ с независимой выдержкой времени

6.17.4.1 Описание

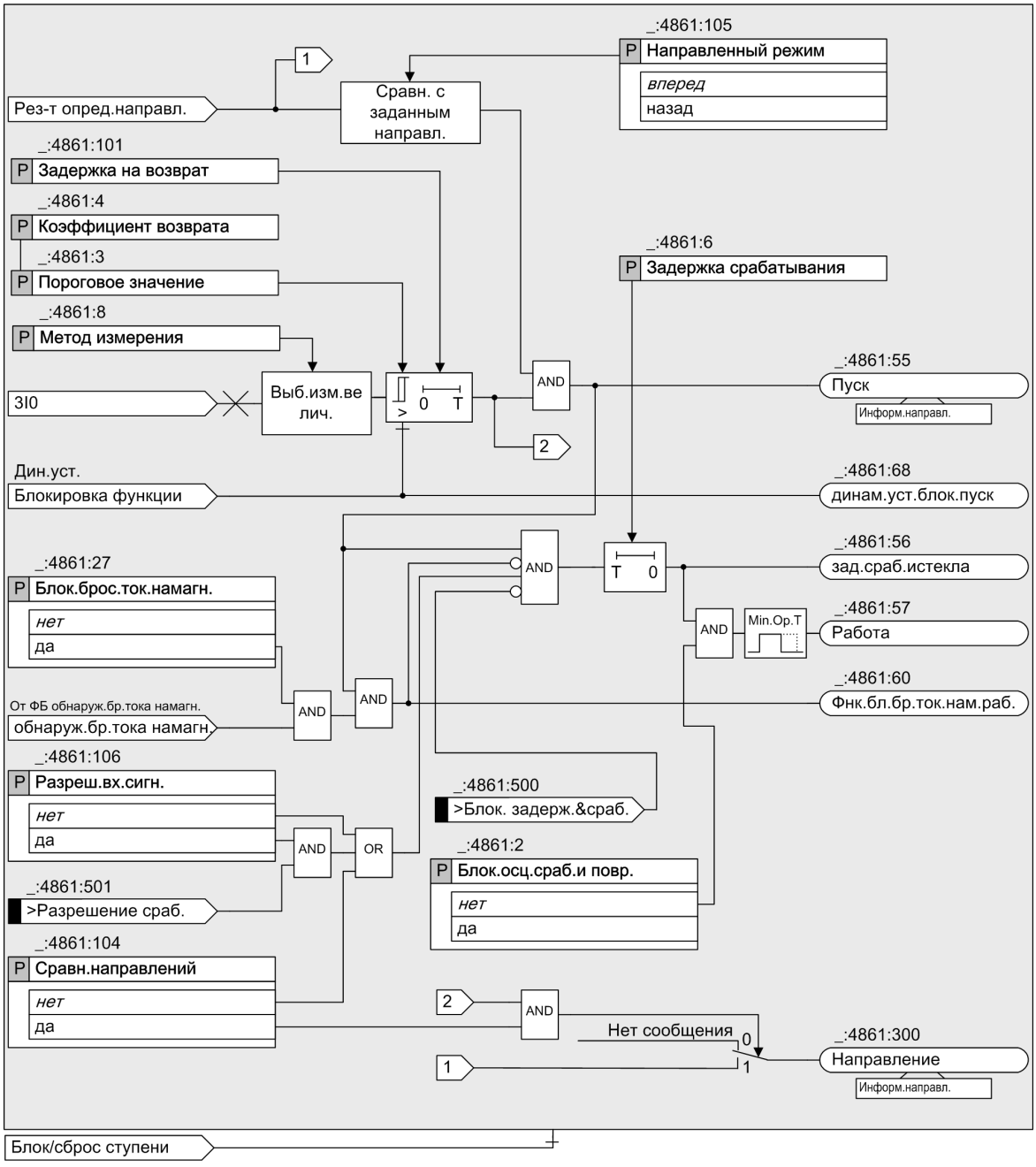
Логика базовой функциональности



[lodirovb-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-238 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, базовая функциональность)

Логика расширенной функциональности



[lodirova-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-239 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, расширенная функциональность)

Измеряемая величина (базовая и расширенная функциональность)

Функция использует ток нулевой последовательности (3I0) в качестве критерия появления КЗ на землю.

В зависимости от параметра уставки типа подключения **Точка измер. I 3ф** ток нулевой последовательности измеряется или рассчитывается. В зависимости от применяемого типа терминала ТТ диапазон 3I0 **Пороговое значение** изменяется, исходя из следующей таблицы.

Таблица 6-5 Диапазон пороговых значений

Тип подключения I 3ф	**Ток замыкания на землю**	**Тип клеммы ТТ**	**Диапазон уставок порогового значения (вторичный)**
Трехфазный	Рассчитанный	4 x для целей защиты	от 0,030 A до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 A до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 A до 1,600 A
x + Iн x + Iн отд.	Измеренное	4 x для целей защиты	от 0,030 A до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 A до 1,600 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 A до 1,600 A

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **`Метод измерения`**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***`осн. гармоника`*** или рассчитанное значение ***`действ. знач.`***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Направленный режим (базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **`Направленный режим`** для определения того, в каком направлении работает ступень - прямом или обратном.

Определение направления работает для всех ступеней (см. раздел *6.17.9.1 Описание*).

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Блокировка посредством входного сигнала *>Блок. ступень* (см. главу *6.17.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. раздел *6.17.3.1 Описание*)
- Посредством динамических уставок (доступных только в типах с расширенной функциональностью, см. **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций*)

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональность)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от функционального блока Обнаружение броска тока намагничивания (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от **ФБ ОбнБроскаТока** описана в разделе *6.13.6.1 Описание*.

Задержка на возврат (Расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины снижается ниже уставки возврата, то происходит возврат защиты. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. В этот момент выдержка

времени на срабатывание продолжает набираться. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Активация данного режима работы осуществляется с помощью параметра **Сравн.направлений**. Если значение параметра установлено ***да***, то при превышении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение *Направление*. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от направления уставки срабатывания ступени защиты.

При построении защиты, основанной на принципе сравнения направлений, можно использовать параметр **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал *>Разрешение сраб.*. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск выдержки времени на срабатывание, а следовательно, и формирование сигнала срабатывания ступени, возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Следующие функции, если они имеются в устройстве, могут оказывать влияние на ступень МТЗ:

- Автоматическое повторное включение
- Обнаружение холодного пуска
- Активация динамических уставок по дискретному входу

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций*.

6.17.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:4861:105) Направленный режим** = ***вперед***

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для определения направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении к шинам).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:4861:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы можете использовать параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или расчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует использовать данный метод при стандартном процессе.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:4861:104) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:4861:106) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться в защите, основанной на принципе сравнения направлений. Защита, основанная на принципе сравнения направлений, выполняется с использованием сигналов *Направление* и *>Разрешение сраб.* .

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал *Направление* и входной сигнал *>Разрешение сраб.* становятся доступными. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск задержки на срабатывание и сигнал срабатывания ступени возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*. Входной сигнал *>Разрешение сраб.* должен быть соединен с информацией о срабатывании с противоположного конца (информация о прямом направлении от выходного сигнала *Направление*). См. также пример в главе *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:4861:26) Динамические уставки** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства не обязательно.
да	Если внешние и внутренние функции (**АПВ** или **Определение холодного пуска**) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение уставки необходимо изменить на ***да***. Это делает параметры конфигурации, на которые влияют **АПВ**/**Холодный пуск**/**Дискретный вход**, так же как и динамические уставки **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени видимыми и позволяет выставлять уставки для специфического воздействия.

За дальнейшими примечаниями по заданию уставок обратитесь к главе *6.13.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* функции **МТЗ нулевой последовательности**.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:4861:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания Uкз трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция обнаружения броска тока намагничивания трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:4861:3) Пороговое значение** = ***1.20 A***

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты.

Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *6.13.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4861:4) Коэффициент возврата** = ***0.95***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0.95***.

Для высокоточных измерений можно уменьшить значение уставки параметра **Коэффициент возврата**, например, до 0.98. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемая уставка **(_:4861:101) Задержка на возврат** = ***0 с***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать задержку на возврат 0 с, т.к. возврат ступени защиты должен осуществляться как можно быстрее.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение параметра **Задержка на возврат** ≠ ***0 с***. Это необходимо для согласования защит по времени. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:4861:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 с*** (для первой ступени)

Значение параметра **Задержка срабатывания** устанавливается исходя из согласования с уставками времени энергосистемы (по ступенчатому принципу).

Примеры задания выдержек времени приведены в разделах *6.16.9 Указания по применению функции определения направления для параллельных линий* и *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*.

6.17.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:4861:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:4861:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:4861:105	НезавВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:4861:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:4861:104	НезавВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:4861:106	НезавВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:4861:10	НезавВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:4861:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:4861:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:4861:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4861:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:4861:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:4861:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:4861:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4861:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:4861:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4861:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:4861:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:4861:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:4861:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4861:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Общие данные				
_:4862:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:4862:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:4862:105	НезавВыдВр 2:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:4862:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:4862:104	НезавВыдВр 2:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:4862:106	НезавВыдВр 2:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:4862:10	НезавВыдВр 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:4862:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4862:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:4862:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4862:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:4862:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:4862:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:4862:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:4862:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:4862:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4862:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.:ДВх				
_:4862:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:4862:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:4862:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4862:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

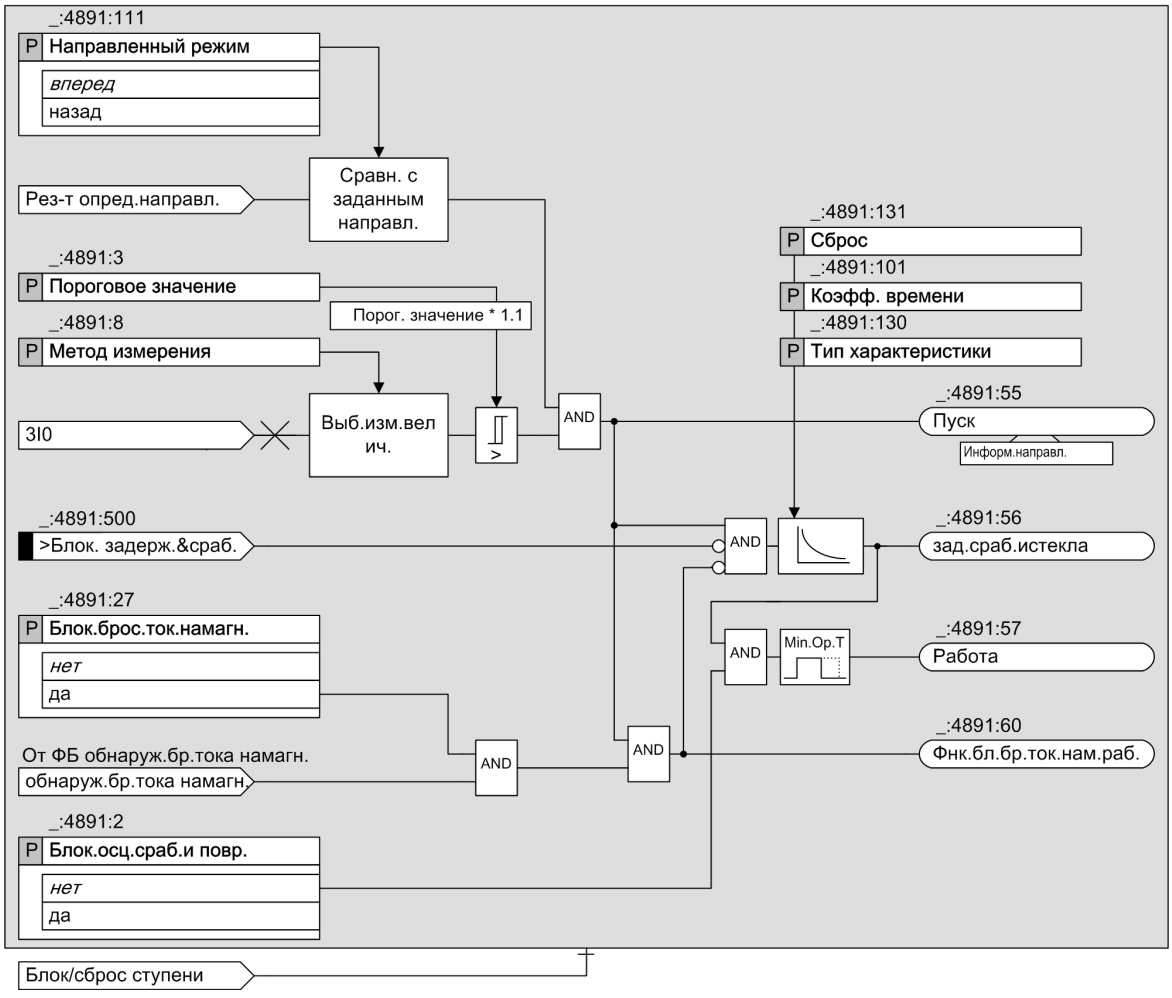
6.17.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
НезавВыдВр 1			
_:4861:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:4861:501	НезавВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:4861:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:4861:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:4861:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:4861:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:4861:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:4861:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:4861:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:4861:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:4861:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:4861:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:4861:300	НезавВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:4861:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:4861:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:4862:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:4862:501	НезавВыдВр 2:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:4862:84	НезавВыдВр 2:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:4862:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:4862:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:4862:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:4862:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:4862:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:4862:66	НезавВыдВр 2:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:4862:67	НезавВыдВр 2:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:4862:68	НезавВыдВр 2:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:4862:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:4862:300	НезавВыдВр 2:Направление	ACD	O
_:4862:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:4862:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.17.5 Описание ступени направленной МТЗ с инверсной выдержкой времени

6.17.5.1 Описание

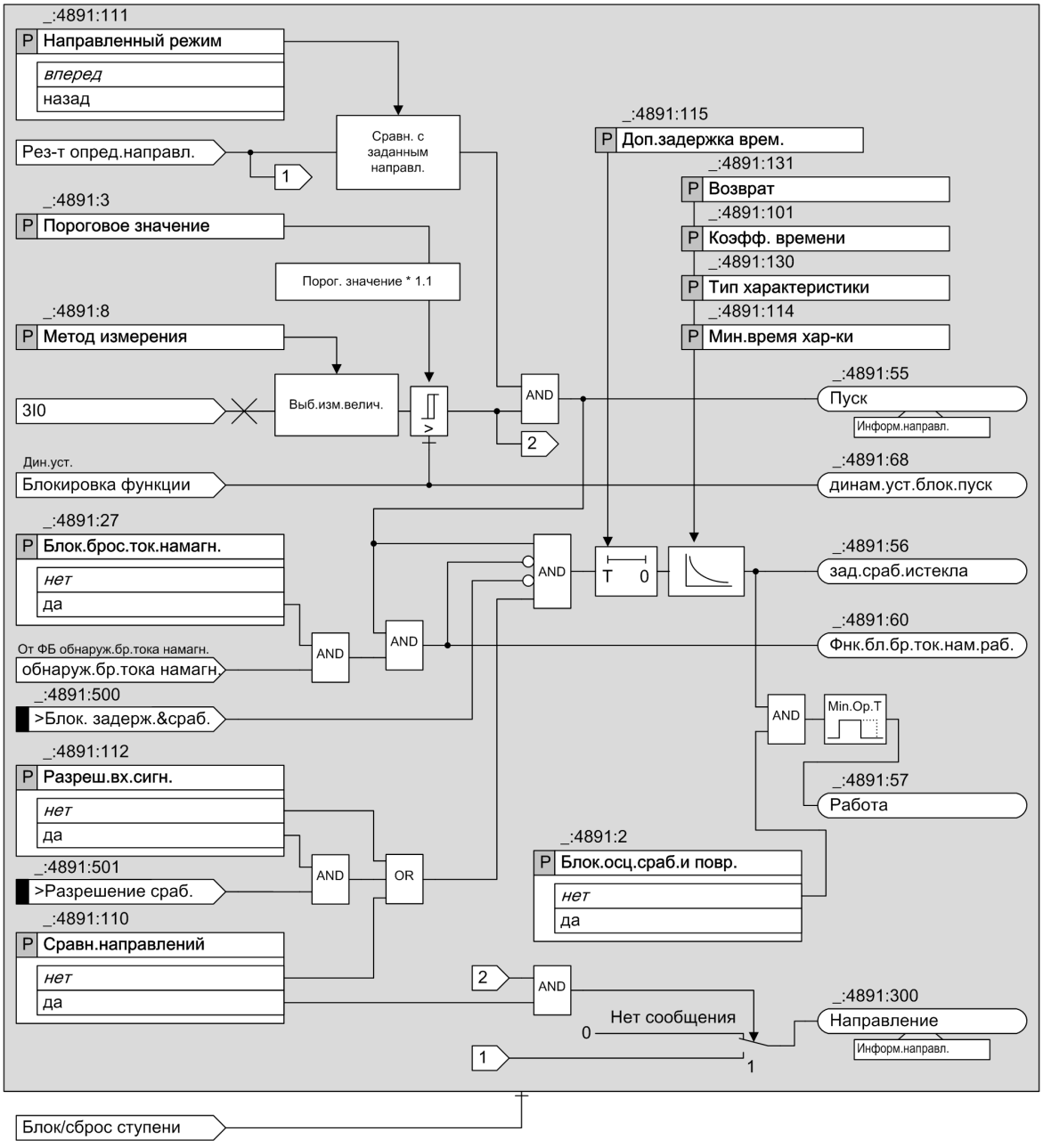
Логика базовой функциональности



[lodiinvb-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-240 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (от КЗ на землю, базовая функциональность)

Логика расширенной функциональности



[lodiinva-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-241 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (от КЗ на землю, расширенная функциональность)

Измеряемая величина (базовая и расширенная функциональность)

Функция использует ток нулевой последовательности (3I0) в качестве критерия определения КЗ на землю.

В зависимости от параметра уставки типа подключения **Точка измер. I 3ф** ток нулевой последовательности измеряется или рассчитывается. В зависимости от типа клемм ТТ диапазон 3I0 **Пороговое значение** изменяется, исходя из следующей таблицы.

Таблица 6-6 Диапазон пороговых значений

Тип подключения точки измерения **I 3ф**	**Ток замыкания на землю**	**Тип клеммы ТТ**	**Диапазон уставок порогового значения (вторичный)**
Трехфазный	Рассчитанный	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
x + Iн x + Iн отд.	Измеренное	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 до 1,600 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Направленный режим (базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для определения того, в каком направлении работает ступень - прямом или обратном.

Определение направления работает для всех ступеней (см. раздел *6.17.9.1 Описание*).

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

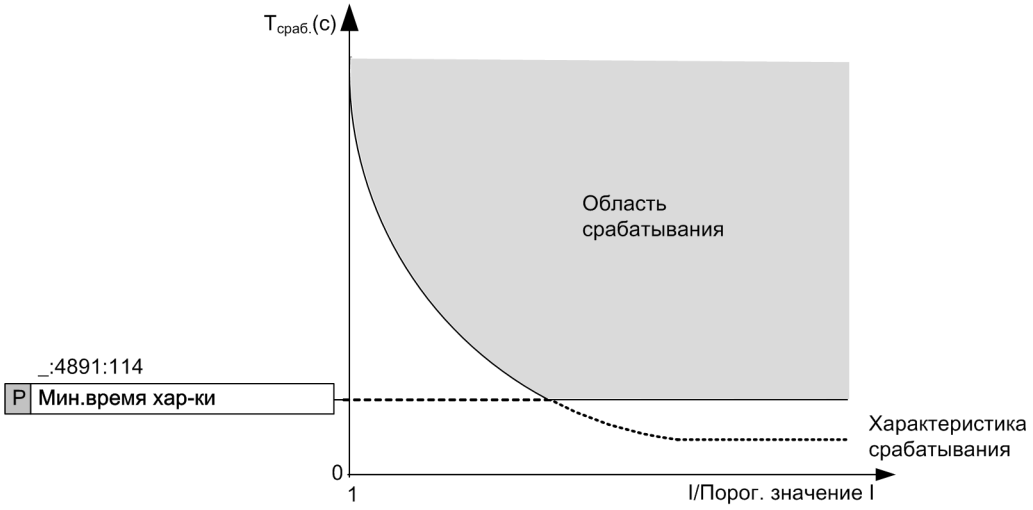
Когда значение сигнала на входе превышает пороговое значение с коэффициентом 1,1, в расчет принимается инверсная характеристика выдержки времени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. Стоит только средневзвешенному времени превысить значение 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раза (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Имеется возможность изменять характеристику возврата. Вы можете выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной характеристике (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция индукционного реле) соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время кривой (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение.



[DwMinTime_20140708-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-242 Минимальное время кривой

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно определить время, которое будет складываться с временем инверсной характеристики. С помощью этой уставки вся кривая смещается по оси времени на это дополнительное определенное время.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка посредством дискретного входного сигнала *>Блок. ступень* (см. главу *6.17.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях измерения напряжения (см. раздел *6.17.3.1 Описание*)
- Посредством динамических уставок (доступных только в типах с расширенной функциональностью, см. **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций*)

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональность)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и аварий не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от **ФБ ОбнБроскаТока** описана в разделе "Блокировка срабатывания от функции ОбнБроскаТока".

Для получения более подробной информации обратитесь к *6.13.6.1 Описание*.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Активация данного режима работы осуществляется с помощью параметра **Сравн.направлений**. Если значение параметра установлено **да** то при превы-

шении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение *Направление*. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от направления срабатывания ступени защиты.

Параметр **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал *>Разрешение сраб.* доступны с защитой по сравнению направлений. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск выдержки времени на срабатывание, а следовательно, и формирование сигнала срабатывания ступени, возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Следующие функции, если они имеются в устройстве, могут оказывать влияние на ступень МТЗ:

- Автоматическое повторное включение
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций*.

6.17.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:4891:111) Направленный режим** = ***вперед***

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для задания направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении к шинам).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4891:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы можете использовать параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Выберите этот метод измерения, если необходимо подавлять гармонические составляющие или броски токов переходных процессов. Siemens рекомендует использовать данную уставку в качестве стандартного метода.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:110) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:4891:112) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться защитой, основанной на принципе сравнения направлений. Защита, основанная на принципе сравнения направлений, выполняется с использованием сигналов *Направление* и *>Разрешение сраб.*.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал *Направление* и входной сигнал *>Разрешение сраб.* становятся доступными. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск задержки на срабатывание и сигнал срабатывания ступени возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*. Входной сигнал *>Разрешение сраб.* должен быть соединен с информацией о срабатывании с противоположного конца (информация о прямом направлении от выходного сигнала *Направление*). См. также пример в главе *6.16.10 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*.

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:4891:26) Динамические уставки** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства не обязательно.
да	Если внешние и внутренние функции (**АПВ** или **Обнаружение холодного пуска**) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение уставки необходимо изменить на ***да***. Это делает параметры конфигурации, на которые влияют **АПВ**/**Холодный пуск**/**Дискретный вход**, так же, как и динамические уставки **Пороговое значение**, **Коэфф. времени** и **Ступень блокирована** ступени видимыми и позволяет выставлять уставки для специфического воздействия.

За дальнейшими указаниями по заданию уставок обратитесь к главе *6.13.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* функции **МТЗ нулевой последовательности**.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция ОбнБроскаТока трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:4891:114) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для ступени с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно задать минимальную выдержку времени. Задержка на отключение инверсной характеристики выдержки времени никогда не опускается ниже минимальной выдержки времени на отключение. Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр является обязательным только для согласования по времени в схемах автоматического повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время задержки инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время задержки.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 с***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать определенное время задержки в дополнение к задержке инверсной характеристики.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр является обязательным только для согласования по времени в схемах автоматического повторного включения. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:4891:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю, которое должно быть обнаружено.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в значении уставки срабатывания. Ступень запустится только при 10% превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:4891:130) Тип характеристики** = ***МЭК нормально инверсная***

Устройство имеет все обычные инверсные характеристики выдержки времени согласно МЭК и ANSI. В случае необходимости для вашего конкретного применения выберите **Тип характеристики**.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:4891:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **Коэфф. времени** получают из схемы согласования ступеней по времени, которая используется в энергосистеме.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:4891:131) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.17.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:4891:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:4891:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:4891:111	ИнвВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:4891:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4891:110	ИнвВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:4891:112	ИнвВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:4891:10	ИнвВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:4891:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:4891:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:4891:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4891:130	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:4891:131	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:4891:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:4891:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:4891:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:4891:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4891:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:4891:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:4891:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4891:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:4891:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

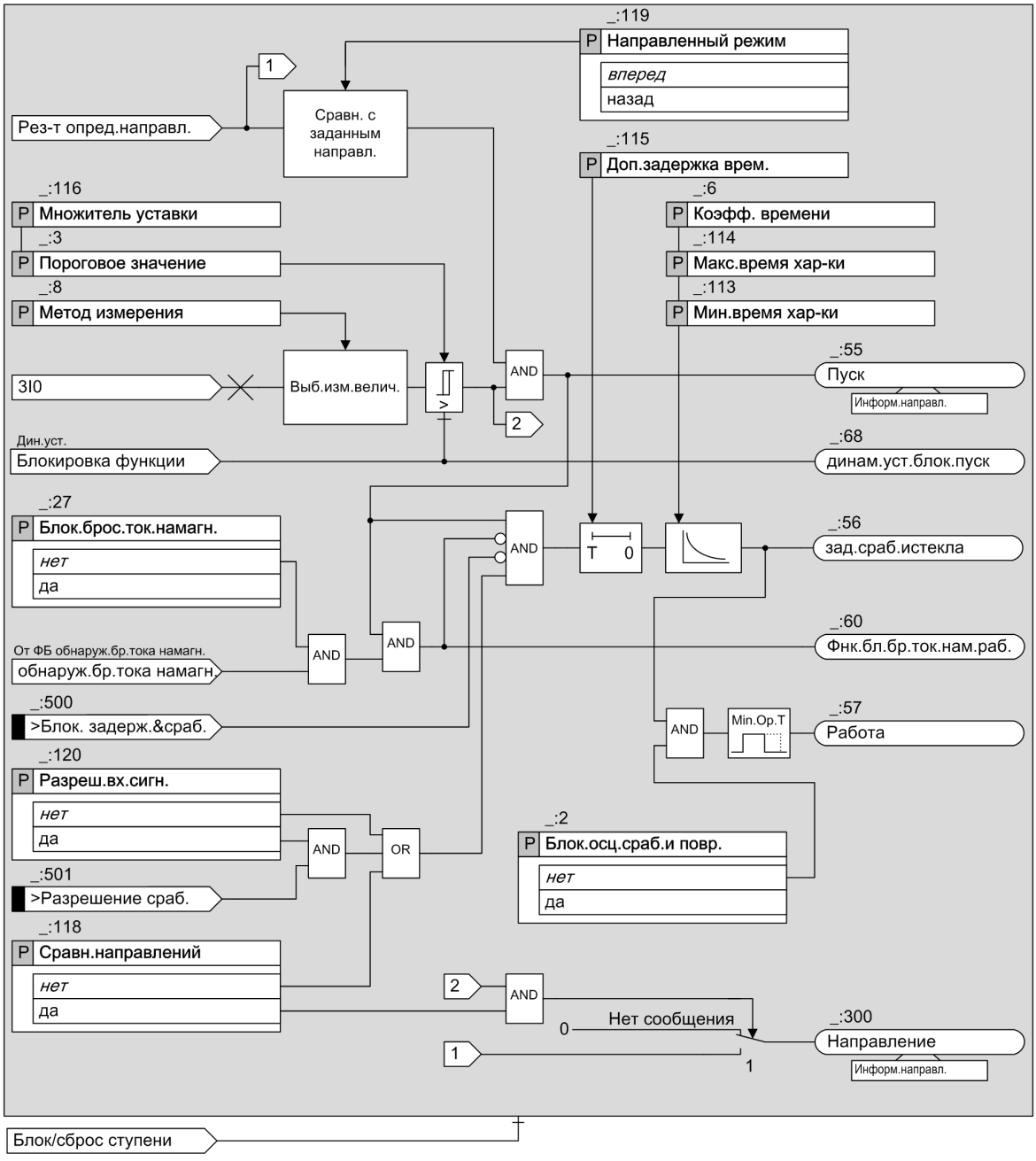
6.17.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр 1			
_:4891:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:4891:501	ИнвВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:4891:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:4891:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:4891:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:4891:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:4891:53	ИнвВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:4891:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:4891:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:4891:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:4891:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:4891:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:4891:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:4891:300	ИнвВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:4891:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:4891:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.17.6 Описание ступени направленной МТЗ с логарифмически инверсной выдержкой времени

6.17.6.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodiloin-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-243 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от коротких замыканий на землю с логарифмически-инверсной характеристикой

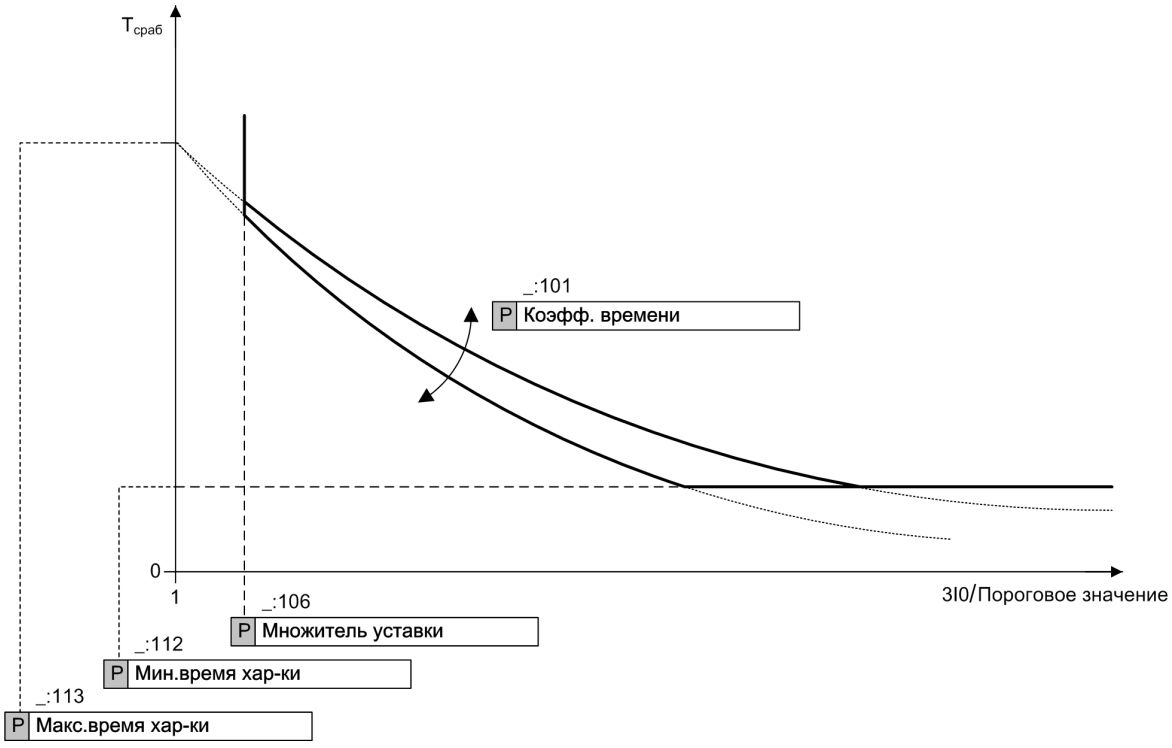
Кроме характеристики срабатывания, данный тип ступени практически идентичен ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени – расширенная функциональность** (см. главу *6.17.5.1 Описание*).

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.17.5.1 Описание*.

Характеристика срабатывания

При срабатывании функции используется логарифмически инверсная характеристика выдержки времени. Значение времени $T_{сраб}$ рассчитывается при превышении величины 95 % порогового значения пуска ступени. Интегратор суммирует значение $1/T_{сраб}$. Если интегральное значение становится равным 1, ступень срабатывает.

Характеристика, используемая для расчета значения времени $T_{сраб}$, показана на следующем рисунке. Параметр **Множитель уставки** определяет начало характеристики. Параметр **Макс.время хар-ки** определяет начальное значение характеристики. Параметр **Коэфф. времени** изменяет наклон характеристики. Параметр **Мин.время хар-ки** определяет нижнюю границу времени.



[dwloginv-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 6-244 Характеристика срабатывания логарифмически-инверсной характеристики

Время срабатывания рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{сраб.} = T_{макс.} - T_d \ln\left(\frac{3I0}{I_{порог.перв.} \times I_{мно.}}\right)$$

[fomula01-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Где

$T_{макс}$	Максимальное время характеристики (параметр **Макс.время хар-ки**)
T_d	Коэффициент выдержки времени (параметр **Коэфф. времени**)
$T_{сраб}$	Время срабатывания
3I0	Измеряемый ток нулевой последовательности
$I_{порог.}$	Пороговое значение (параметр **Пороговое значение**)
$I_{мн}$	Множитель порогового значения (параметр **Множитель уставки**)

Если рассчитанное время меньше $T_{мин}$ (параметр **Мин.время хар-ки**), используется время $T_{мин}$.

6.17.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Помимо характеристики, этот тип ступени идентичен типу защиты от замыканий на землю с инверсной выдержкой времени согласно МЭК и ANSI (расширенная функциональность) (см. главу *6.17.5.1 Описание*).

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.17.5.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Выбор типа ступени

Выбирайте этот тип ступени, если задержка на срабатывание должна зависеть от уровня тока согласно кривой логарифмической характеристики.

Динамические уставки: Уставка

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***1.20 A***

Определите значение срабатывания в соответствии с применением. При этом для ступеней с выдержкой времени в ступенчатой характеристике необходимо учитывать уставку ступеней более высокого и более низкого порядка согласно карте селективности.

Параметр: Множитель уставки

- Уставка по умолчанию **(_:116) Множитель уставки** = ***1.1***

Параметр **Множитель уставки** можно использовать для определения начала характеристики по оси тока (по отношению к пороговому значению).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

ПРИМЕР

Пороговое значение (Вторичный ток)	$I_{порог.}$ = 1.2 A
Множитель уставки	$I_{мн.}$ = 1.1
Значение срабатывания (Вторичный ток)	I_{PU} = 1.2 A ×1.1 = 1.32 A

Динамические уставки: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:6) Коэфф. времени** = ***1.250 c***

Параметр **Коэфф. времени** можно использовать для изменения наклона кривой характеристики.

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Макс.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:114) Макс.время хар-ки** = ***5.800 c***

Параметр **Макс.время хар-ки** определяет начальное значение характеристики (для 3I0 = **Пороговое значение**).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:113) Мин.время хар-ки** = ***1.200 c***

Параметр **Мин.время хар-ки** определяет нижнюю границу времени (при больших токах).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Рекомендуемая уставка **(_:115) Доп.задержка врем.** = ***0 c***

Вы можете задать дополнительную независимую от тока выдержку времени. Эта дополнительная задержка предназначена для специальных применений.

Siemens рекомендует выставлять это время на ***0 c***, так чтобы эта выдержка не влияла на работу ступени.

6.17.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Лог.инв.-Т #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Лог.инв.-Т #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:119	Лог.инв.-Т #:Направ-ленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Лог.инв.-Т #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:118	Лог.инв.-Т #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:120	Лог.инв.-Т #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Лог.инв.-Т #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Лог.инв.-Т #:Динамиче-ские уставки		• нет • да	нет
_:27	Лог.инв.-Т #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:6	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
_:113	Лог.инв.-Т #:Мин.время хар-ки		0.000 с до 60.000 с	1.200 с
_:114	Лог.инв.-Т #:Макс.время хар-ки		0.000 с до 60.000 с	5.800 с
_:116	Лог.инв.-Т #:Множи-тель уставки		1.00 до 4.00	1.10
_:115	Лог.инв.-Т #:Доп.задержка врем.		0.000 с до 60.000 с	0.000 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Лог.инв.-Т #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:40	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:111	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Лог.инв.-Т #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:112	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с

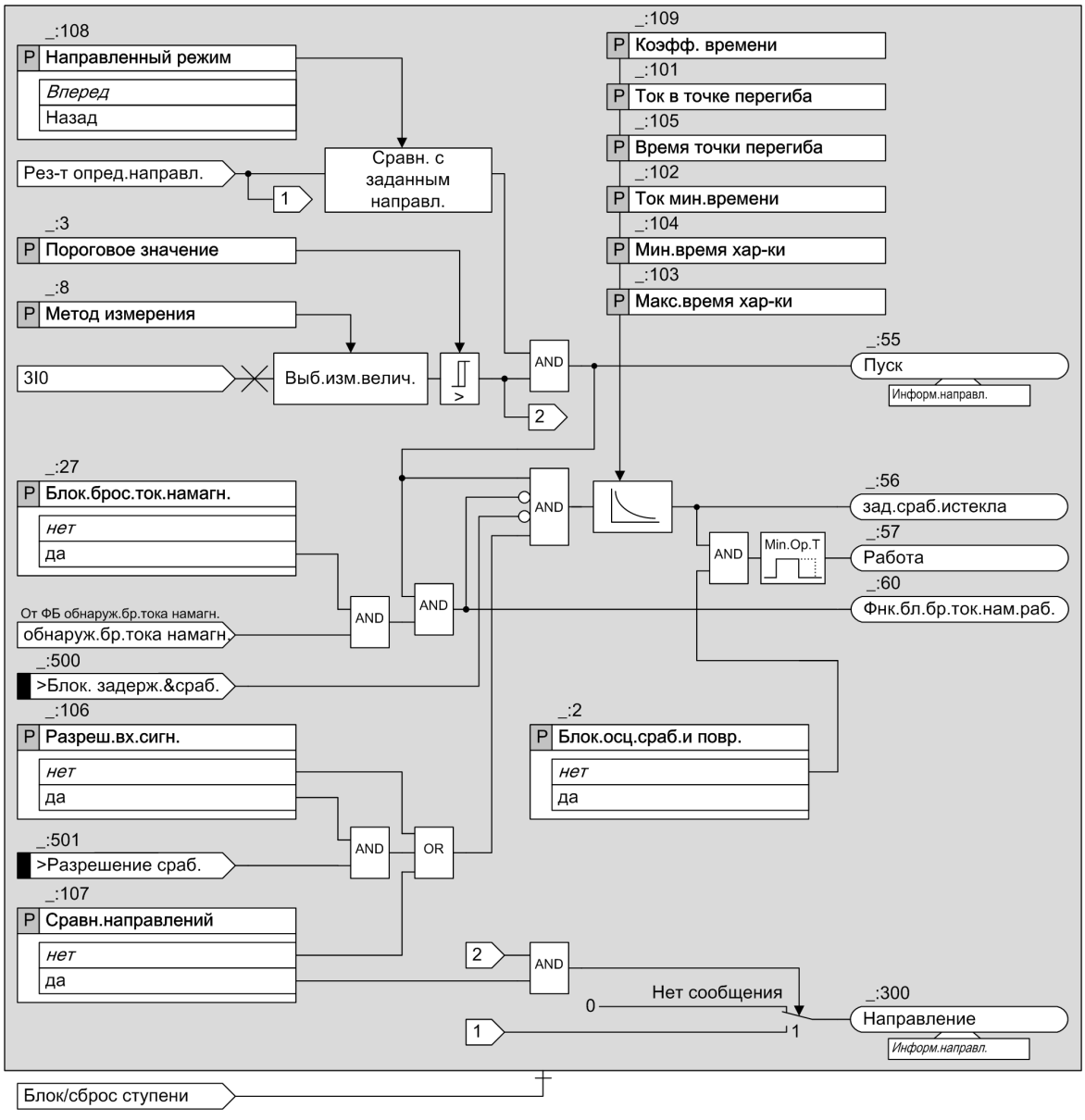
6.17.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Лог.инв.-Т #			
_:81	Лог.инв.-Т #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Лог.инв.-Т #:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:84	Лог.инв.-Т #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Лог.инв.-Т #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Лог.инв.-Т #:Неактивно	SPS	O
_:52	Лог.инв.-Т #:Режим работы	ENS	O
_:53	Лог.инв.-Т #:Исправно	ENS	O
_:60	Лог.инв.-Т #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:66	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Лог.инв.-Т #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Лог.инв.-Т #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:55	Лог.инв.-Т #:Пуск	ACD	O
_:300	Лог.инв.-Т #:Направление	ACD	O
_:56	Лог.инв.-Т #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Лог.инв.-Т #:Работа	ACT	O

6.17.7 Описание ступени направленной МТЗ с логарифмически-инверсной выдержкой времени с точкой перегиба

6.17.7.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodilokn-280812-02.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-245 Логическая схема направленной МТЗ, включенной на ток нулевой последовательности с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба

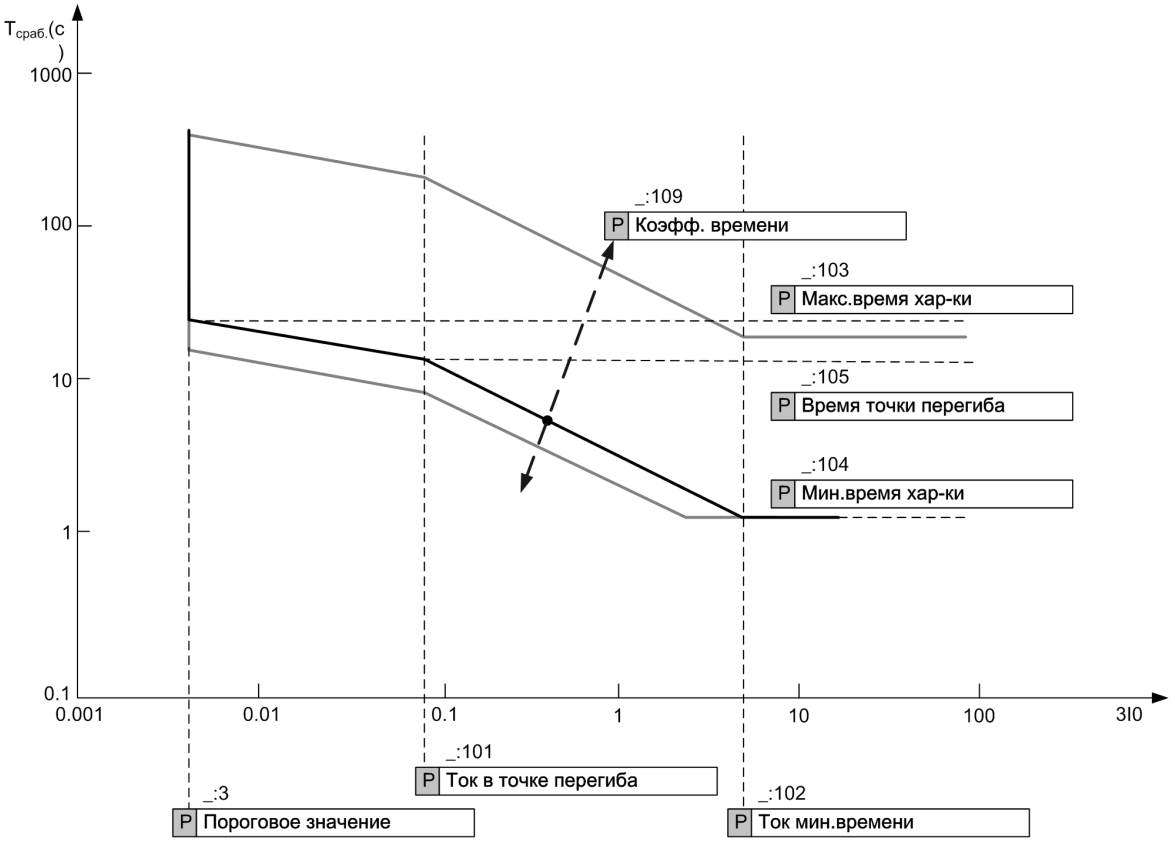
Кроме характеристики срабатывания, данный тип ступени практически идентичен функции **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью** (см. главу *6.17.5.1 Описание*). Различие заключается в том, что динамическое изменение уставок функционально недоступно.

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.17.5.1 Описание*.

Характеристика срабатывания

При срабатывании функции используется логарифмически инверсная характеристика выдержки времени. Значение времени $T_{срaб}$ рассчитывается при превышении величины тока 95 % порогового значения пуска ступени. Интегратор суммирует значение $1/T_{срaб}$. Если интегральное значение становиться равным 1, ступень срабатывает.

Характеристика, используемая для расчета значения времени $T_{срaб}$, показана на следующем рисунке. Характеристика состоит из двух участков с различным наклоном. Для определения логарифмически-инверсной характеристики с точкой перегиба используются 7 параметров. Параметр **Макс.время хар-ки** определяет начальное значение времени характеристики и соответствует значению 3I0 **Пороговое значение**. Переходная точка определяется параметром **Ток в точке перегиба** и параметром **Время точки перегиба**. Параметр **Мин.время хар-ки** соответствует нижней границе по времени, а параметр **Ток мин.времени** определяет величину тока, при котором характеристика будет ограничиваться по времени параметром **Мин.время хар-ки**. Параметр **Коэфф. времени** служит в качестве коэффициента.



[dwloinkn-300913, 3, ru_RU]

Рисунок 6-246 Характеристика срабатывания для логарифмически инверсной характеристики с точкой перегиба (в примере **Пороговое значение** = ***0,004 A***)

6.17.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Кроме характеристики срабатывания данный тип ступени практически идентичен функции **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью** (см. главу *6.17.5.1 Описание*). Различие заключается в том, что динамическое изменение уставок функционально недоступно.

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.17.5.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***1.20 A***

Вы можете использовать параметр **Пороговое значение** для определения значения срабатывания ступени в соответствии с конкретным применением.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:6) Коэфф. времени** = *0.2*

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Точка перегиба

- Уставка по умолчанию **(_:101) Ток в точке перегиба** = *1.300 A*
- Уставка по умолчанию **(_:105) Время точки перегиба** = *23.60 c*

Вы можете использовать параметр **Ток в точке перегиба** и параметр **Время точки перегиба** для определения точки перегиба характеристики срабатывания.

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Минимальное время характеристики срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:104) Мин.время хар-ки** = *0.80 c*
- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток мин.времени** = *1.500 A*

С помощью параметров **Мин.время хар-ки** и **Ток мин.времени** точка характеристики срабатывания определяется по наибольшему току, при котором время срабатывания минимально.

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Максимальное время характеристики срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:103) Макс.время хар-ки** = *93.00 c*

Вы можете использовать параметр **Макс.время хар-ки** для определения начального значения характеристики срабатывания (для 3I0 = **Пороговое значение**).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

6.17.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	ЛогИнвВт.пер.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:108	ЛогИнвВт.пер.#:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	ЛогИнвВт.пер.#:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:107	ЛогИнвВт.пер.#:Сравн. направлений		• нет • да	нет
_:106	ЛогИнвВт.пер.#:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.от БНН		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:27	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	ЛогИнвВт.пер.#:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:109	ЛогИнвВт.пер.#:Коэфф. времени		0.05 до 1.50	0.20
_:101	ЛогИнвВт.пер.#:Ток в точке перегиба	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.300 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.500 A
_:105	ЛогИнвВт.пер.#:Время точки перегиба		0.00 с до 100.00 с	23.60 с
_:102	ЛогИнвВт.пер.#:Ток мин.времени	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	7.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:104	ЛогИнвВт.пер.#:Мин.время хар-ки		0.00 с до 30.00 с	0.80 с
_:103	ЛогИнвВт.пер.#:Макс.время хар-ки		0.00 с до 200.00 с	93.00 с

6.17.7.4 Список сообщений

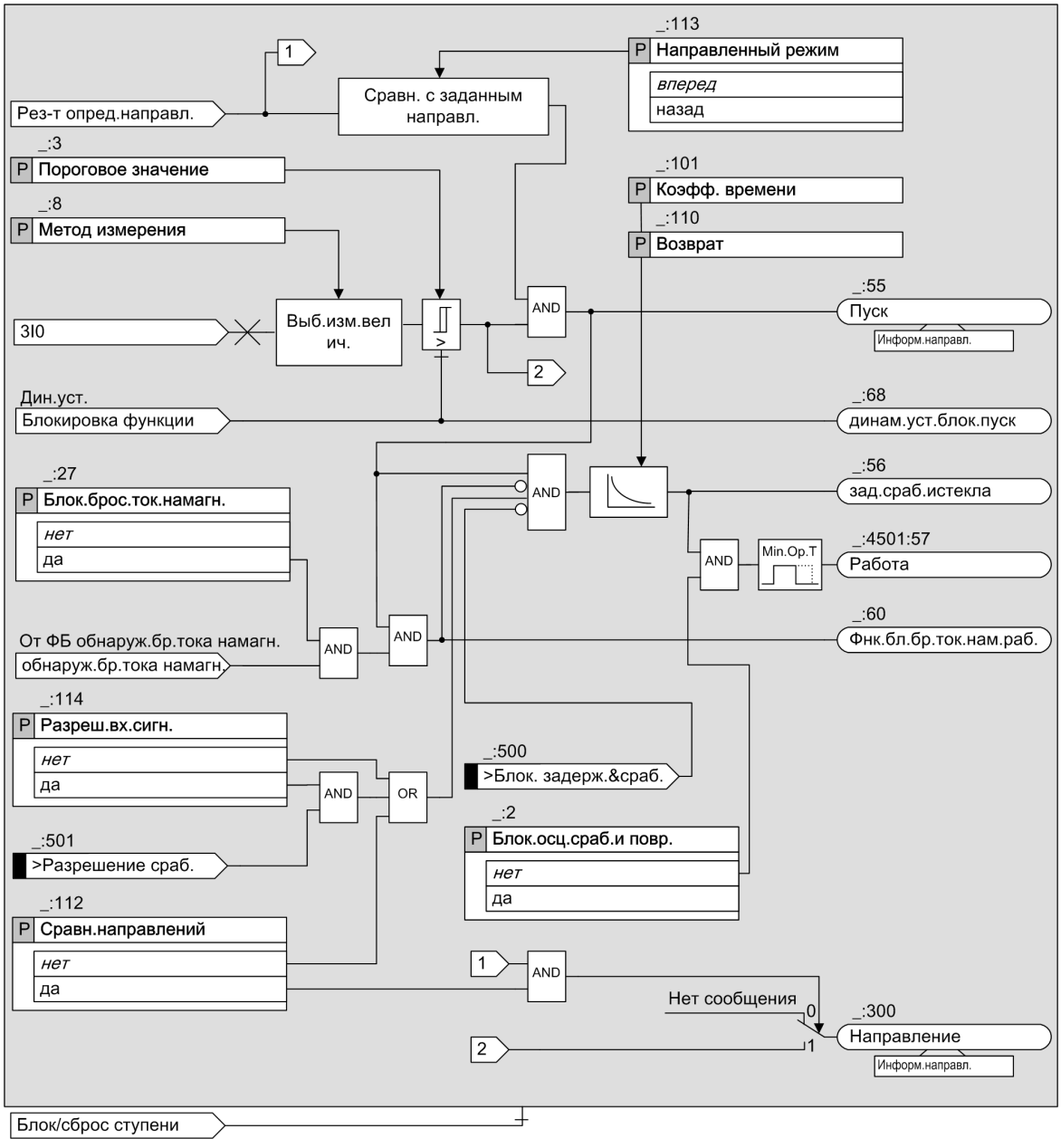
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень #			
_:81	ЛогИнвВт.пер.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	ЛогИнвВт.пер.#:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:500	ЛогИнвВт.пер.#:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	ЛогИнвВт.пер.#:Неактивно	SPS	O
_:52	ЛогИнвВт.пер.#:Режим работы	ENS	O
_:53	ЛогИнвВт.пер.#:Исправно	ENS	O
_:60	ЛогИнвВт.пер.#:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:55	ЛогИнвВт.пер.#:Пуск	ACD	O
_:300	ЛогИнвВт.пер.#:Направление	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:56	ЛогИнвВт.пер.#:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	ЛогИнвВт.пер.#:Работа	ACT	O

6.17.8 Описание ступени направленной МТЗ с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

6.17.8.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodirusr-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-247 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Данная ступень структурируется аналогично ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью** (см. главу *6.17.5.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания.

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.17.5.1 Описание*.

Определяемая пользователем характеристика

С помощью направленной, определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристической кривой на основании этих значений. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

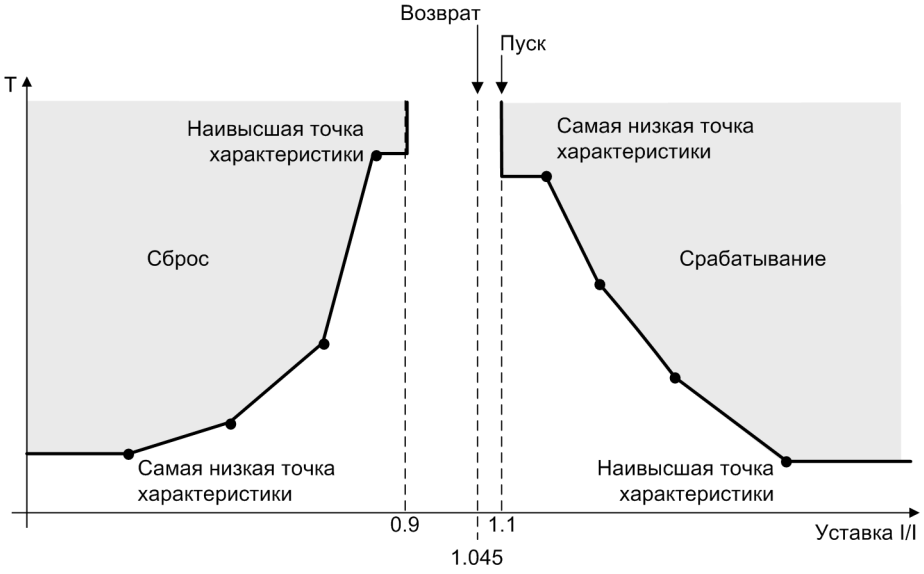
Характеристики пуска и возврата на базе определяемых пользователем кривых

Если измеряемое значение в 1,1 раза превышает значение уставки, то в работу вводится заданная характеристика.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого из характеристики срабатывания определяется время, которое соответствует актуальному значению тока. Стоит только средневзвешенному времени превысить значение 1, ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1.045 раза (0.95 x 1.1 x пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Вы можете изменять характеристику возврата с помощью уставок. Вы можете выбрать мгновенный возврат (суммированное время удаляется) или возврат согласно заданной характеристике (уменьшение суммированного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция индукционного реле) соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

На следующем рисунке показаны характеристики пуска и возврата для направленной определяемой пользователем кривой.



[dwpidrbe-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-248 Срабатывание и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.17.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень структурируется аналогично ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью** . Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания. Руководящие указания по заданию других параметров ступени приведены в главе *6.17.5.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: `Пары значений ток/время` (для характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** parameter to ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Вы можете изменить уставку возврата и потом, если захотите сместить характеристику возврата.

Значения по времени необходимо задавать в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: `Коэфф. времени`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Коэфф. времени`** = ***`1`***

Вы можете использовать параметр **`Коэфф. времени`**для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **`Коэфф. времени`** является производным графика ступенчатой выдержки времени, который используется в энергосистеме. Если нет ступенчатой выдержки времени, а следовательно и не требуется смещение характеристической кривой, оставьте **`Коэфф. времени`** установленным на ***`1`***.

Параметр: `Возврат`

- Уставка по умолчанию **`(_:110) Возврат`** = ***`эмуляция диска`***

Вы можете использовать параметр **`Возврат`**, чтобы определить будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = диск ротора) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
`эмуляция диска`	Эта уставка должна быть задана как для кривой срабатывания, так и для характеристики возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
`мгновенный`	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: `Пары значений ток/время` (характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка определяется характеристической кривой, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** parameter to ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Вы можете изменить уставку возврата и потом, если захотите сместить характеристику возврата.

Значения по времени необходимо задавать в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.17.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:113	Польз.хар-ка #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:112	Польз.хар-ка #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:114	Польз.хар-ка #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Польз.хар-ка #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Польз.хар-ка #:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.17.8.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Польз.хар-ка #:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Исправно	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O

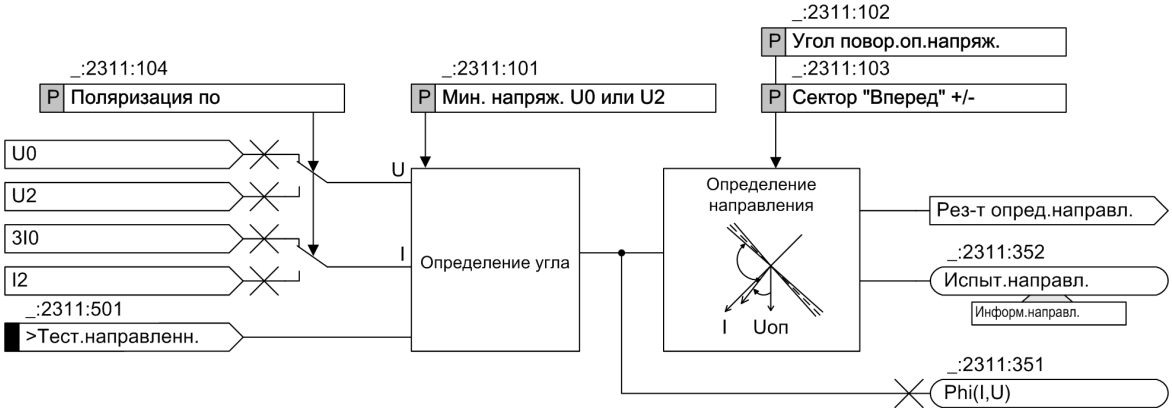
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:300	Польз.хар-ка #:Направление	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.17.9 Определение направления

6.17.9.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логика определения направления. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



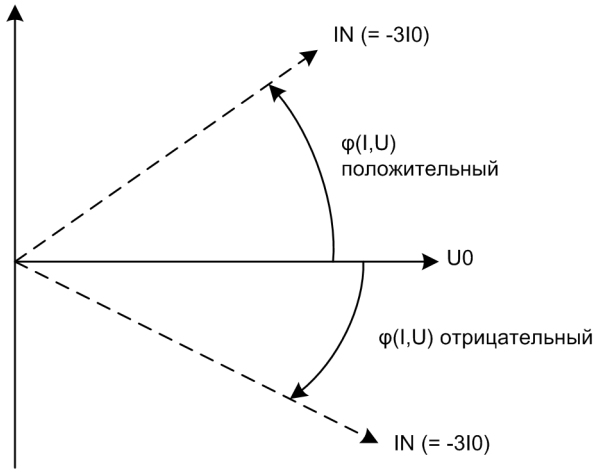
[lodirdet-280812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-249 Логическая схема определения направления

Измеряемый параметр для определения направления

С помощью параметра **Поляризация по** вы определяете, будет ли направление определяться по составляющим нулевой последовательности 3I0 и U0 или по составляющим обратной последовательности I2 и U2, которые появляются в сети во время замыканий.

Угол между IN (=-3I0) и U0 (между –I2 и U2 соответственно, в случае использования составляющих обратной последовательности) доступен как функционально измеряемое значение. Данная величина существует только во время замыканий в сети.



[DwUlkenn-240812-01.vsd, 1, ru_RU]

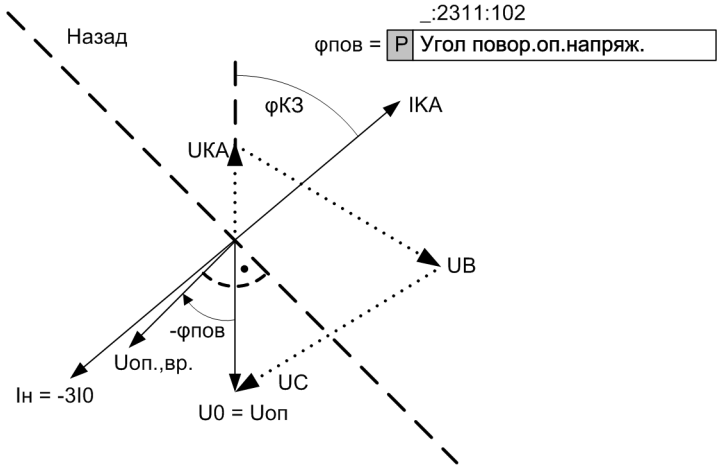
Рисунок 6-250 Определение измеряемых величин

Пуск функции определения направления

Если ток нулевой последовательности 3I0 превышает пороговое значение срабатывания ступени и выбранное напряжение (U0 или U2) также превышает параметр **`Мин. напряж. U0 или U2`**, функция определения направления пускается.

Определение направления по составляющим нулевой последовательности

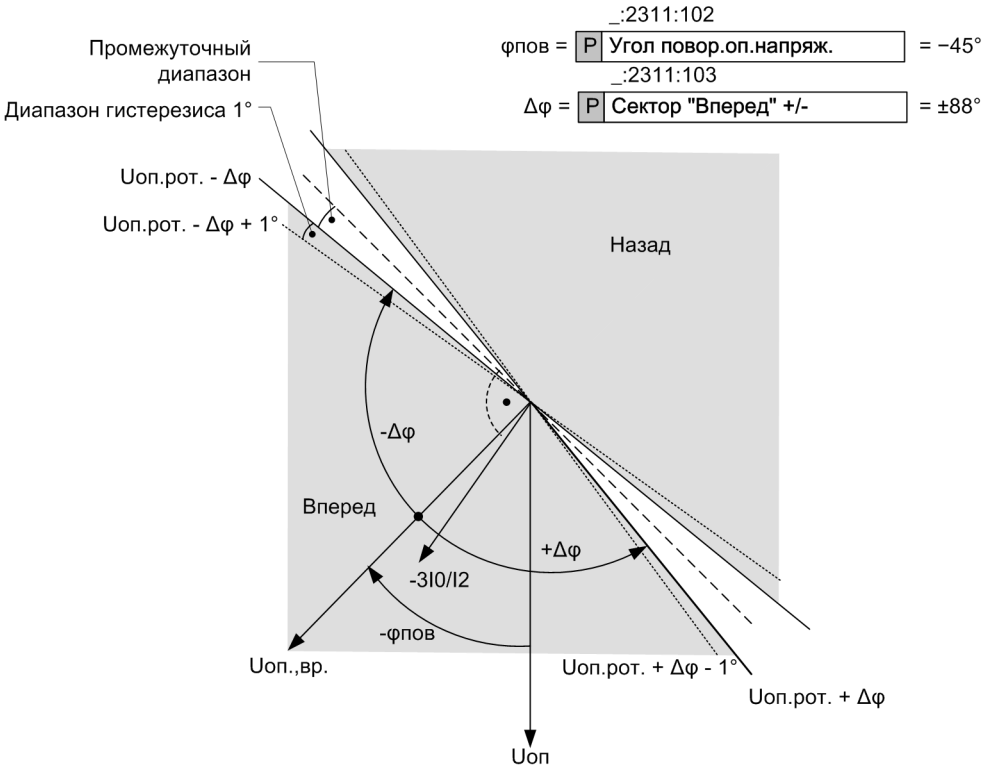
Направление определяется вычислением фазового угла между током КЗ -3I0 и опорным напряжением **Uоп.вращ.**. В отличии от функции **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени от междуфазных коротких замыканий**, которая работает с напряжением неповрежденной фазы в качестве опорного, напряжение повреждения U0 само по себе является опорным для функции **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности**. Если принимать во внимание разные состояния системы и разные области применения, опорное напряжение U0 может поворачиваться на регулируемый угол (параметр **`Угол повор.оп.напряж.`**). Это позволяет переместить вектор опорного напряжения к вектору тока КЗ -3I0. Следовательно, имеем надежный результат определения направления. *Рисунок 6-251* иллюстрирует соотношение для однофазного КЗ на землю фазы A. Ток повреждения имеет сдвиг по фазе 180° по отношению к току IкзA и отстает от напряжения повреждения на угол повреждения φкз. Опорное напряжение U0 поворачивается на угол φпов, равный -45°.



[dwroreze-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-251 Поворот вектора опорного напряжения, направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени, функция защиты от замыканий на землю по составляющим нулевой последовательности

Повернутое опорное напряжение **Uоп.вращ.** и параметр **`Сектор "Вперед" +/-`** определяют диапазоны в прямом и обратном направлении, см. *Рисунок 6-252*. Диапазон в прямом направлении рассчитывается как ± Δφ° вокруг вектора опорного напряжения **Uоп.вращ.**. Δφ задается с помощью параметра **`Сектор "Вперед" +/-`**. Если вектор тока КЗ -3I0 находится в данном диапазоне, то устройство определяет замыкание в прямом направлении. Если вектор тока КЗ находится в данном диапазоне, то устройство определяет замыкание в обратном направлении. В промежуточном диапазоне направление является неопределенным.



[dwforrev-281013, 1, ru_RU]

Рисунок 6-252 Прямая/обратная характеристика направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени, функция защиты от замыканий на землю

Определение направления по составляющим обратной последовательности

Метод работает так же, как и с составляющими нулевой последовательности. Вместо 3I0 и U0 для определения направления используются составляющие обратной последовательности I2 и U2.

Характеристика прямого направления функции определения направления

При активизации входного сигнала *>Тест.направленн.* определение направления осуществляется даже в случае, если не превышена уставка по току. Направление может быть определено, как только ток 3I0 и напряжение U0 нулевой последовательности превысят прибл. 7 % от вторичных номинальных значений фазного тока и напряжения.

6.17.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Мин. напряж. U0 или U2`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:2311:101) Мин. напряж. U0 или U2`** = ***`2 В`***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью. Базовая функция использует фиксированное значение, равное 2В.

Используйте параметр **`Мин. напряж. U0 или U2`** для задания минимального напряжения нулевой или обратной последовательности с целью определения направления. Минимальное напряжение

должно быть отстроено от максимального несимметричного режима работы энергосистемы плюс погрешности трансформатора напряжения.

Т.к. погрешности в измерении отдельных трансформаторов напряжения не суммируются, решающее влияние на погрешность измерения оказывает несимметрия первичной сети.

Siemens рекомендует отслеживать рабочее напряжение нулевой последовательности U0 защищаемого объекта (например, линии) посредством рабочих измеряемых величин устройства и обеспечивать максимальное значение с точностью в 50 %.

ПРИМЕР

Максимальная рабочая измеряемая величина напряжения нулевой последовательности U0 = 0,5 В втор.

Мин. напряж. U0 или U2 = 1,5 * 0,5 В = 0,75 В втор.

Если у вас нет информации о максимальном несимметричном режиме работы энергосистемы, Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Угол повор.оп.напряж. / Сектор "Вперед" +/-

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:102) Угол повор.оп.напряж.** = ***-45°***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***88°***

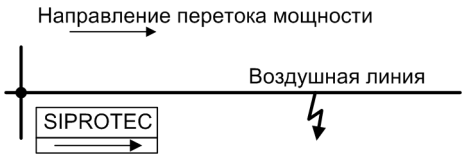
Параметр **Сектор "Вперед" +/-** не доступен для функции с базовой функциональностью. Базовая функция использует фиксированное значение, равное 88°.

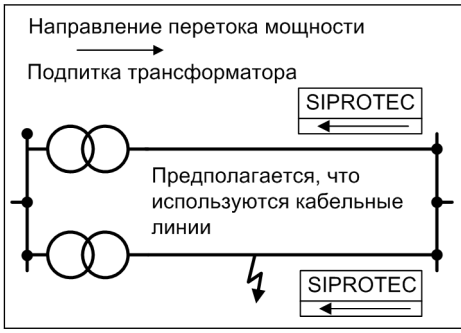
Характеристика направленности, т.е. область диапазонов прямого и обратного направлений, устанавливается с помощью параметров **Угол повор.оп.напряж.** и **Сектор "Вперед" +/-**. Угол КЗ, как правило, имеет индуктивный характер и расположен в диапазоне от -30° до -60°. В большинстве случаев стандартная настройка в -45° может быть использована для надежного определения направления.

Некоторые ориентировочные значения данного угла приведены ниже *Таблица 6-7*. Заметьте, что для однофазных замыканий на землю опорным является напряжение нулевой последовательности U0. Значения угла поворота:

Угол повор.оп.напряж. = -φk измерительные элементы фаза-земля (однофазные замыкания на землю)

Таблица 6-7 Пример задания значений

Применение	**φk тип.**	**Уставка** **Угол повор.оп.напряж.**
	60°	-60°
	30°	-30°

	30°	-30°

Параметр: **Поляризация по**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Поляризация по** = ***нул.последов.***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью. Siemens рекомендует использовать составляющие нулевой последовательности для определения направления.

Используйте параметр **Поляризация по** для выбора значений для определения направления.

Значение параметра	Описание
нул.последов.	Выберите ***нул.последов.*** для определения направления посредством составляющих нулевой последовательности U0 и 3I0. Siemens рекомендует использовать составляющие нулевой последовательности для определения направления.
обр. последов.	Выберите ***обр. последов.*** для определения направления посредством составляющих обратной последовательности U2 и I2. Составляющие обратной последовательности могут использоваться в случае, если напряжение нулевой последовательности слишком мало из-за неблагоприятных условий по сопротивлению нулевой последовательности, или если параллельная линия влияет на составляющие нулевой последовательности.

Входной сигнал: ***>Тест.направленн.***

При активизации входного сигнала *>Тест.направленн.* определение направления осуществляется даже в том случае, если не превышена уставка по току. Это позволяет произвести проверку определения направления при наладке устройства, не изменяя уставки срабатывания ступеней защиты.

6.17.9.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Мин. напряж. U0 или U2		0.150 В до 20.000 В	2.000 В
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	-45 °
_:2311:103	Общие данные:Сектор "Вперед" +/-		0 ° до 90 °	88 °
_:2311:104	Общие данные:Поляризация по		• нул.последов. • обр. последов.	нул.последов.

6.17.9.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:352	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
_:2311:351	Общие данные:Phi(I,U)	MV	O

6.17.10 Динамическое изменение уставок от других функций

6.13.7.1 Описание и *6.13.7.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* описывают влияние других функций на динамические уставки.

6.18 Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени

6.18.1 Обзор функций

Функция **Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени** (ANSI 46):

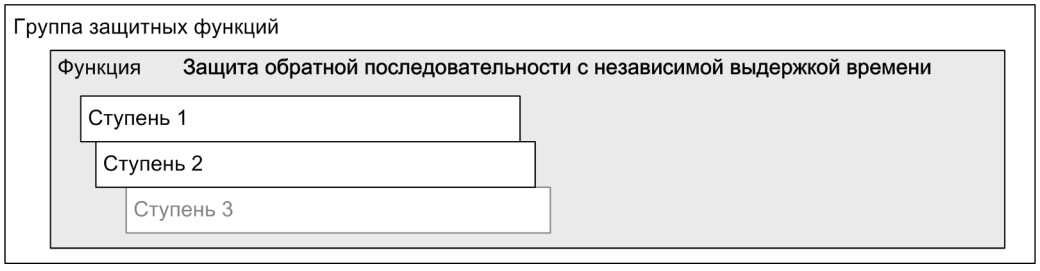
- Реагирует на однофазные или двухфазные короткие замыкания, и обладает более высокой чувствительностью в сравнении с классической максимальной токовой защитой.
- Обеспечивает защиту электрических машин от несимметричной нагрузки.
- Обеспечивает сигнализацию при возникновении несимметричной нагрузки в электроэнергетической системе
- Реагирует на обрыв проводов в первичной системе.
- Реагирует на короткие замыкания во вторичных цепях и неправильную полярность подключения ТТ.

6.18.2 Структура функции

Функция **Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени** может применяться в функциональных группах защиты, использующих токовые измерения.

Функция **Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени** по умолчанию имеет две ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени.

Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

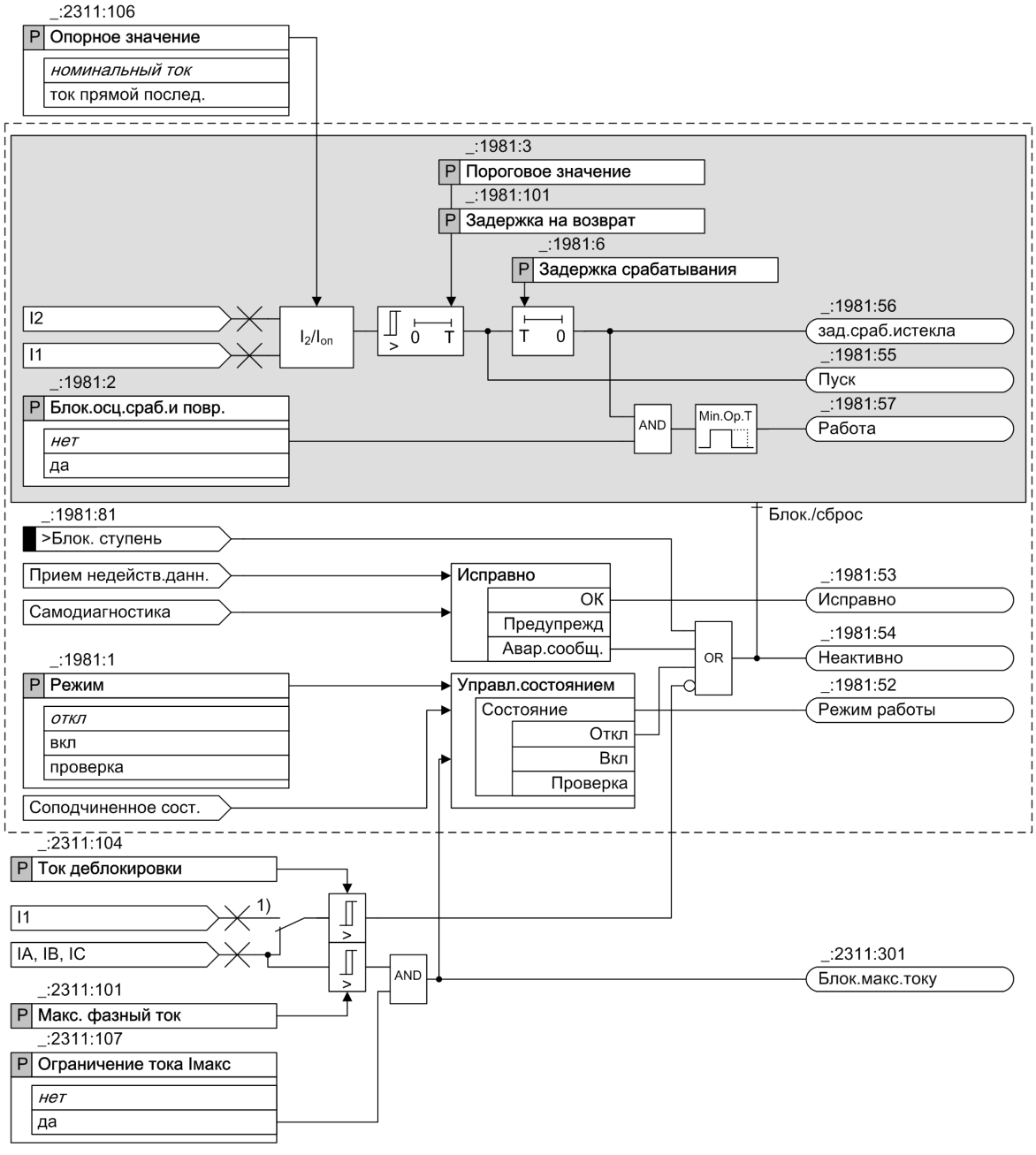


[dwnspstr-271112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-253 Структура/реализация функции

6.18.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logiknsp-070312-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-254 Логическая схема ступени: Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени

(1) Переключение на I1 уставкой **(_:2311:106) Опорное значение** = ***ток прямой послед.***

Метод измерения

Из 3-фазных токов вычисляются векторы тока основной гармоники. Из данных векторов вычисляются составляющие прямой и обратной последовательностей. Затем значение тока обратной последовательности приводится к номинальному току защищаемого объекта или к току прямой последователь-

ности. Базовая величина, к которой осуществляется приведение, определятся соответствующей уставкой.

Базисная величина

Параметр **Опорное значение** задается для всех ступеней.

Параметр **Опорное значение** определяет базисную величину, к которой приводится значение тока обратной последовательности: номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном.об}$ или ток прямой последовательности I_1. При приведении к I_1 повышается чувствительность защиты к повреждениям, характеризующимся малыми токами.

Ограничение по току/Максимальный фазный ток

Параметры **Ограничение тока Iмакс** и **Макс. фазный ток** устанавливаются для всех ступеней.

При установленных параметрах **Ограничение тока Iмакс** и **Макс. фазный ток** функция защиты может выводиться из работы. При включенном ограничении функция прекращает работу в случае превышения максимального фазного тока.

Номинальный ток

Параметр **Ток деблокировки** задается для всех ступеней.

Уставка тока деблокировки определяет минимальный ток, при котором функция защиты вводится в работу.

Блокировка ступени

Блокировка приведет к возврату пустившейся ступени защиты.

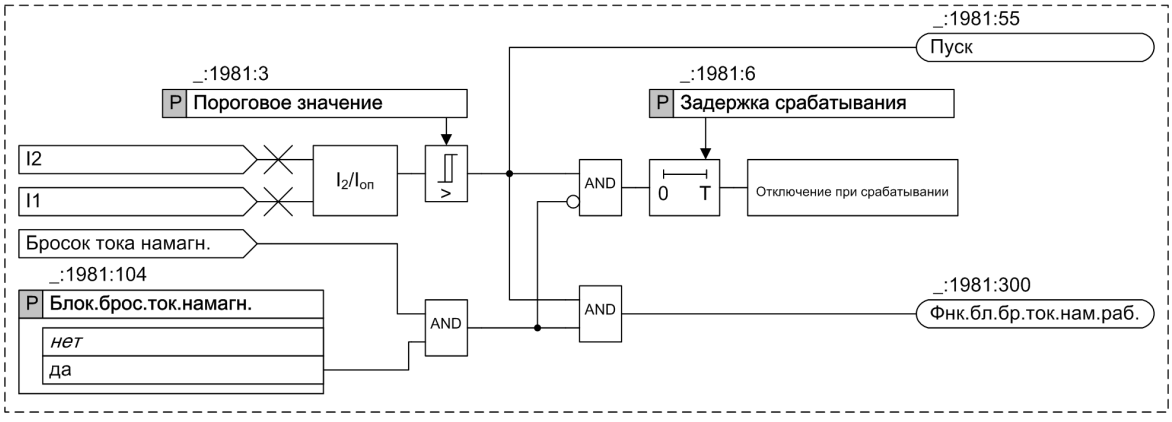
В дополнение блокировки по току (см. **Ограничение тока Iмакс/Макс. фазный ток**) ступени защиты также могут блокироваться следующим образом:

- Посредством сигнала **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- При обнаружении броска тока намагничивания (в случае если используется функция обнаружения броска тока намагничивания)
- При отклонении частоты от заданного допустимого диапазона

При срабатывании функции ОбнБроскаТока

Если в устройстве предусмотрена функция ОбнБроскаТока, то работа защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

На приведенном ниже рисунке показана только та часть логики ступени, на работу которой оказывает влияние функция ОбнБроскаТока.



[loinrnsp-070312-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-255 Часть логической схемы работы функции защиты, на которую оказывает влияние функция ОбнБроскаТока

6.18.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Опорное значение

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:106) Опорное значение** = ***I2/Iном.об***

Параметр **Опорное значение** определяет базовую величину, относительно которой измеряется величина тока обратной последовательности($I_2/I_{ном, об}$ или I_2/I_1). Данная базовая величина относится ко всем ступеням защиты.

Значение параметра	Описание
$I_2/I_{ном.об}$	Значение тока обратной последовательности приводится к номинальному току защищаемого объекта. Данную уставку рекомендуется применять при выполнении защиты электрических машин, т. к. для данного оборудования допустимые значения различных величин приводятся в относительных единицах, где в качестве базисного значения выступает номинальный ток. Данная уставка также может применяться и для других случаев.
I_2/I_1	Использование тока прямой последовательности в качестве базисного значения повышает чувствительность защиты. Данную уставку рекомендуется использовать для защиты от обрыва фазных проводов в первичной системе.

Уставка данного параметра выбирается исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Ограничение тока Iмакс/Макс. фазный ток

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:2311:107) Ограничение тока Iмакс** = ***нет***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Макс. фазный ток** = ***10,0 A при 1 A***

Если токовая защита обратной последовательности должна вводиться в работу только в случае непревышения фазным током определенного значения, то уставку параметра **Ограничение тока Iмакс** необходимо сменить с уставки по умолчанию ***нет*** на ***да***. Максимальный верхний предел определятся параметром **Макс. фазный ток**. Для отстройки от режима насыщения трансформатора уставку рекомендуется выбирать в 10 раз большей, чем номинальный фазный ток.

Параметр: Ток деблокировки

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Ток деблокировки** = ***0,05 A при 1 A***

Для выполнения точных вычислений симметричных составляющих токов необходимо, чтобы измеренное значение вторичного тока было не менее 5 % от его номинального значения. Для устройств с номинальным током 1 A это значение составляет 0.05 A, для устройств с номинальным током 5 A – 0.25 A.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:1981:3) Пороговое значение** = ***10 %***

Уставка параметра **Пороговое значение** зависит от конкретных условий применения. Для сигнализации повреждений в электрических машинах достаточно выставить пороговое значение равным 10 %.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:1981:6) Задержка срабатывания** = ***1500 мс***

Уставка параметра **Задержка срабатывания** зависит от конкретных условий применения. Данную уставку необходимо согласовывать с другими защитами. Не следует задавать слишком маленькую выдержку времени. Значение параметра по умолчанию обычно удовлетворяет всем необходимым условиям. При выполнении защиты двигателей данная выдержка времени зависит от допустимого времени работы с несимметричной нагрузкой.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

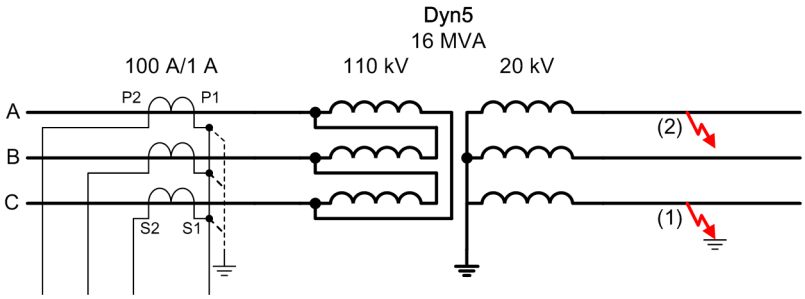
- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:1981:104) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

При помощи параметра **Блок.брос.ток.намагн.** защита может быть отстроена от броска тока намагничивания трансформатора. Если трансформатор входит в защищаемую зону, то данный параметр должен иметь уставку **да**.

Резервная защита трехобмоточного трансформатора

Токовая защита обратной последовательности может быть использована в качестве резервной защиты стороны высшего напряжения трансформатора, чувствительной к однофазным и двухфазным КЗ, характеризующимся малыми токами. Данная защита также чувствительна к однофазным повреждениям на стороне низкого напряжения, которые не сопровождаются появлением токов нулевой последовательности на стороне высшего напряжения трансформатора (например, при схеме соединения Dyn).

В следующем примере поясняется достижимая чувствительность. На *Рисунок 6-256* показан пример, включающий соответствующие технические данные.



[dw1p2pku-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-256 Однофазное и двухфазное КЗ в трансформаторе

(1) 1) Однофазное замыкание на землю.

(2) 2) Двухфазное КЗ.

Измеряемый ток приводится к номинальному току трансформатора **(_:2311:106) Опорное значение** = ***I2/Iном.об***).

Если значение уставки пуска защиты на стороне высшего напряжения равно 12 % (**(_:1981:3) Пороговое значение** = ***12 %***) от номинального тока трансформатора, данное значение соответствует току на вторичном трансформаторе 0,1 А. При этом достигается следующая чувствительность и сила тока.

1) Однофазное КЗ

$$I_{повр;ф-з} = 3 \cdot \frac{U_{ВС}}{U_{НС}} \cdot \frac{I_{ТТ,перв}}{I_{ТТ,стор.}} \cdot I_2 = 3 \cdot \frac{110\,kV}{20\,kV} \cdot \frac{100\,A}{1\,A} \cdot 0.1\,A = 165\,A$$

[foeinpk1-261012-01.tif, 1, ru_RU]

Чувствительность:

$$\frac{I_{повр;ф-з}}{I_{ном,тр.НС}}[\%] = \frac{I_{повр;ф-з}}{\frac{S_{ном,тр.}}{\sqrt{3} \cdot U_{НС}}} \cdot 100\,\% = \frac{165\,A}{\frac{16\,MVA}{\sqrt{3} \cdot 20\,kV}} \cdot 100\,\% = 36\,\%$$

[foeinpk2-261012-01.tif, 1, ru_RU]

2) Двухфазное КЗ

$$I_{повр;ф-ф} = \sqrt{3} \cdot \frac{U_{ВС}}{U_{НС}} \cdot \frac{I_{ТТ,перв}}{I_{ТТ,втор}} \cdot I_2 = \sqrt{3} \cdot \frac{110\,kV}{20\,kV} \cdot \frac{100\,A}{1\,A} \cdot 0.1A = 95\,A$$

[fozwpok3-261012-01.tif, 1, ru_RU]

Чувствительность:

$$\frac{I_{повр;ф-ф}}{I_{ном,\ ттрНС}}[\%] = \frac{I_{повр;ф-ф}}{\frac{S_{ном,\ ттр}}{\sqrt{3}\cdot U_{НС}}}\cdot 100\,\% = \frac{95\ A}{\frac{16\,MVA}{\sqrt{3}\cdot 20\,kV}}\cdot 100\,\% = 21\%$$

[fozwepk4-261012-01.tif, 1, ru_RU]

Т. к. данное к. з. является повреждением на стороне низшего напряжения, выдержка времени (**_:1981:6) Задержка срабатывания**) должна согласовываться с временем подчиненных защитных устройств.

Воздушные и кабельные линии электропередачи

Токовая защита обратной последовательности может использоваться в сетях из воздушных и кабельных линий электропередачи для обнаружения несимметричных повреждений, сопровождающихся малыми токами, к которым обычная максимальная токовая защита оказывается нечувствительной.

В данном случае измеряемый ток необходимо приводить к номинальному току защищаемого объекта (**_:2311:106) Опорное значение** = ***I2/Iном.об***).

Следовательно:

Двухфазное КЗ с током I приводит к возникновению тока обратной последовательности:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}\cdot I = 0.58\cdot I$$

[fozwepk5-261012-01.tif, 1, ru_RU]

Однофазное КЗ с током I приводит к возникновению тока обратной последовательности:

$$I_2 = \frac{1}{3}\cdot I = 0.33\cdot I$$

[foeinpk6-261012-01.tif, 1, ru_RU]

Если защита должна срабатывать только при возникновении КЗ, то уставка пуска должна выбираться исходя из тока, возникающего при двухфазном КЗ. Возникновение двухфазного КЗ предполагается при отношении тока обратной последовательности к базовой величине, составляющем более 60 %. В качестве базисной величины следует принимать номинальный ток защищаемого объекта. Чтобы избежать излишнего срабатывания функции при перегрузках, компания Siemens рекомендует использовать значение пуска, составляющее около 65 % (**_:1981:3) Пороговое значение**). Выдержку времени срабатывания (**_:1981:6) Задержка срабатывания**) необходимо согласовать с другими защитами от КЗ.

Обрыв первичной системы

Для повышения чувствительности (исключения влияния токов нагрузки) при регистрации защиты от обрыва фазных проводов в первичной системе задайте значение стандартизации в параметре I_2/I_1 (**(_:2311:106) Опорное значение** = ***I2/I1***). В случае обрыва одной фазы отношение токов обратной последовательности к токам нулевой последовательностей описывается следующим уравнением, использующим полные сопротивления обратной и нулевой последовательностей (Z_2, Z_0).

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{1+\frac{\sum Z_2}{\sum Z_0}}$$

[fountpk7-261012-01.tif, 1, ru_RU]

В сетях с изолированной или заземленной с одной стороны нейтралью полное сопротивление нулевой последовательности бесконечно большое, и, следовательно, отношение всегда будет равняться 1. Для сетей, имеющих заземление нейтралей с двух сторон, полное сопротивление нулевой последовательности принимается равным полному сопротивлению обратной последовательности, следовательно,

отношение будет равняться 0.5. В случае обрыва во вторичных цепях данные величины также применимы.

В случае обрыва двух фаз протекание тока возможно только при наличии заземленных нейтралей с двух сторон. В данном случае отношение $I_2/I_1 = 1$. Указанное отношение задается в том случае, когда возможно наличие однофазной нагрузки. Значение уставки задается исходя из максимально возможной величины однофазной нагрузки. Для уставки в 10 % фазный ток может иметь значение 30 %.

Для отстройки защиты от срабатывания при КЗ необходимо задать уставку, ограничивающую максимальный ток, при котором функция еще введена в работу, например, равную 1,2 $I_{ном.об}$ (**(_:2311:107) Ограничение тока Iмакс** = ***да***; **(_:2311:101) Макс. фазный ток** = ***1,2 A для трансформатора 1 A*** при идеальной коррекции защищаемого объекта). Значение тока вычисляется исходя из коэффициента трансформации ТТ.

Уставки для ступеней защиты выбираются исходя из типа сети, в которой установлено устройство защиты. Уставка 25 % (**(_:1981:3) Пороговое значение** = ***25%***) обеспечивает достаточно высокую чувствительность. Возникновение неисправностей во вторичных цепях ТТ также приведет к отключению защищаемого оборудования. Чтобы предотвратить излишние срабатывания во время циклов АПВ, нужно устанавливать большое время задержки отключения. Достаточную надежность обеспечивает время 60 с (**(_:1981:6) Задержка срабатывания** = ***60,00 c***).

6.18.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:106	Общие данные:Опорное значение		• ток прямой послед. • номинальный ток	номинальный ток
_:2311:107	Общие данные:Ограничение тока Iмакс		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:Макс. фазный ток	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A
_:2311:104	Общие данные:Ток деблокировки	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
Незав.Т 1				
_:1981:1	Незав.Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:1981:2	Незав.Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:1981:3	Незав.Т 1:Пороговое значение		5.0 % до 999.9 %	10.0 %
_:1981:4	Незав.Т 1:Коэффициент возврата		0.40 до 0.99	0.95
_:1981:104	Незав.Т 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:1981:101	Незав.Т 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:1981:6	Незав.Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.50 с
Незав.Т 2				
_:1982:1	Незав.Т 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:1982:2	Незав.Т 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:1982:3	Незав.Т 2:Пороговое значение		5.0 % до 999.9 %	65.0 %
_:1982:4	Незав.Т 2:Коэффициент возврата		0.40 до 0.99	0.95
_:1982:104	Незав.Т 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:1982:101	Незав.Т 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:1982:6	Незав.Т 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.18.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:Блок.макс.току	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Незав.Т 1			
_:1981:81	Незав.Т 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:1981:52	Незав.Т 1:Режим работы	ENS	O
_:1981:53	Незав.Т 1:Исправно	ENS	O
_:1981:54	Незав.Т 1:Неактивно	SPS	O
_:1981:56	Незав.Т 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:1981:300	Незав.Т 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:1981:55	Незав.Т 1:Пуск	ACD	O
_:1981:57	Незав.Т 1:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Незав.Т 2			
_:1982:81	Незав.Т 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:1982:52	Незав.Т 2:Режим работы	ENS	O
_:1982:53	Незав.Т 2:Исправно	ENS	O
_:1982:54	Незав.Т 2:Неактивно	SPS	O
_:1982:56	Незав.Т 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:1982:300	Незав.Т 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:1982:55	Незав.Т 2:Пуск	ACD	O
_:1982:57	Незав.Т 2:Работа	ACT	O

6.19 Защита от снижения тока

6.19.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения тока** (ANSI 37):

- Обнаруживает проходящий ток в присоединении после отключения вводного выключателя
- Обнаруживает потери нагрузок
- Обнаруживает и защищает насосы от режима холостого хода

6.19.2 Структура функции

Функция **Защита от снижения тока** используется в функциональных группах защиты с измерением тока.

Функция **Защита от снижения тока** имеет одну ступень защиты, настроенную на заводе. Функция обеспечивает одновременную работу не более двух ступеней защиты. Ступени защиты имеют одинаковую логическую структуру.

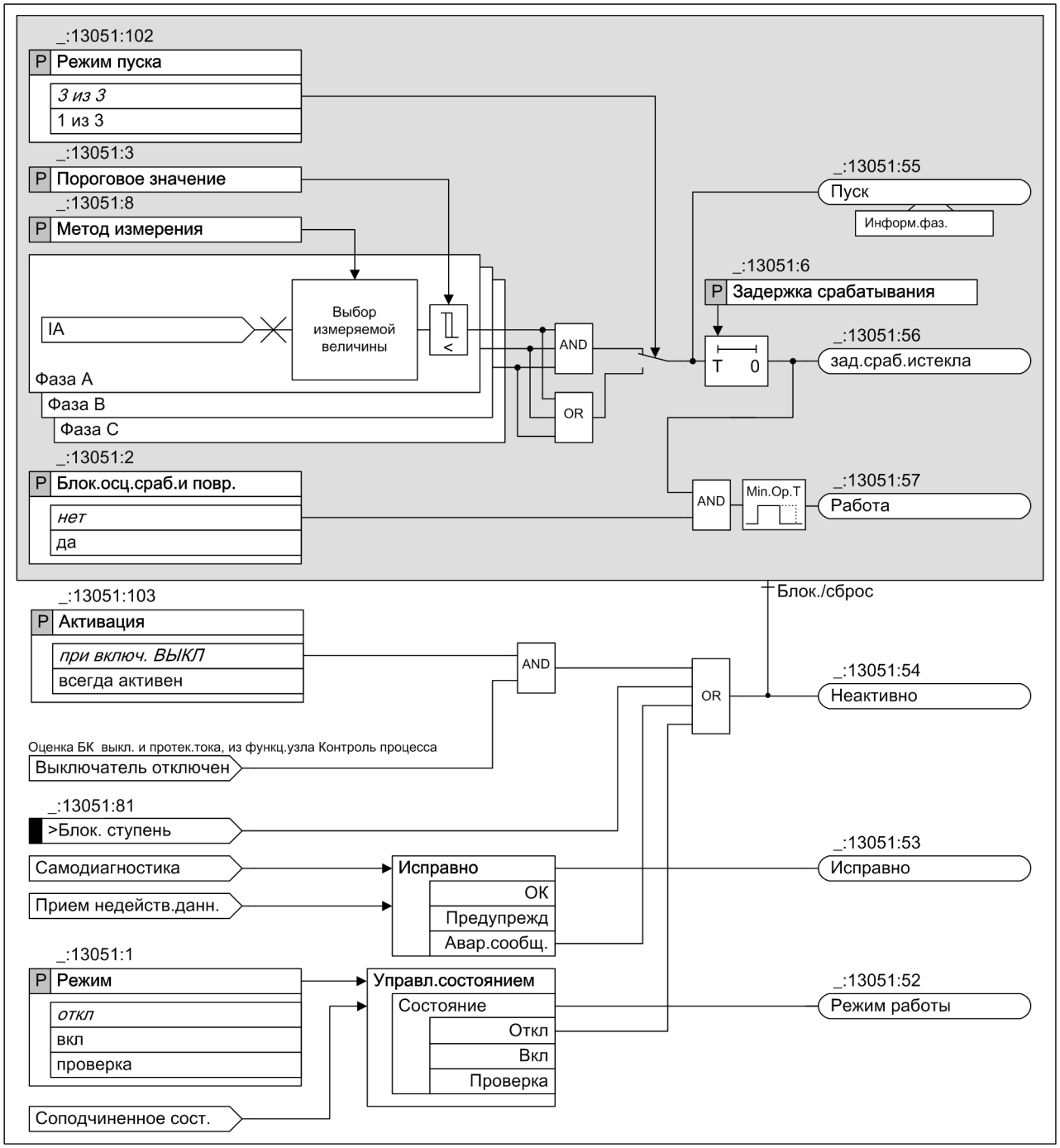


[lostuundcu-150813, 2, ru_RU]

Рисунок 6-257 Структура/реализация функции

6.19.3 Описание ступени защиты минимального тока

Логическая схема ступени



[loundcur-200713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-258 Логическая схема защиты минимального тока

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** определяет, какой из двух методов ***осн. гармоника*** или ***действ. знач.*** использует ступень для вычисления тока.

- Измерение основной гармоники:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения тока и выполнять цифровую фильтрацию основной гармоники.
- Измерение действующего (среднеквадратического) значения параметра:
  Метод измерения определяет среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Режим пуска

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние снижения тока (***3 из 3***) или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Блокировка ступени

При блокировке выполняется возврат сработавшей ступени защиты. Блокировать ступень можно как изнутри так и снаружи с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

Активация и блокировка ступени в зависимости от состояния выключателя

Параметр **Активация** определяет, всегда ли активна ступень **37 ЗащМинТок** или она активна только тогда, когда блок-контакты выключателя показывают, что он не находится в состоянии **отключен**.

Если локальный выключатель **отключен**, функция **37 ЗащМинТок** должна быть заблокирована и срабатывание не должно происходить. Положение выключателя определяется как **отключен**, если выполняется следующее условие:

- Положение выключателя должно определяться как отключенное посредством связанных дискретных входов сообщения **Положение**. Дискретные входы должны быть подключены к блок-контактам выключателя.

Ступень всегда будет активна, если сообщение **Положение** не ранжировано на дискретные входы, даже если для параметра **Активация** задано значение ***при включ. ВЫКЛ***.

Дополнительные сведения см. в разделе *5.7.1 Обзор* главы "Контроль процесса".

6.19.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Активация

- Уставка по умолчанию **(_:13051:103) Активация** = ***при включ. ВЫКЛ***

Значение параметра	Описание
при включ. ВЫКЛ	**37 ЗащМинТок** активна, только когда положение выключателя определено как **включен**. Предварительное условие: сообщение **Положение** ранжируется на дискретные входы для получения информации о положении выключателя через его блок-контакты. Если это не так, функция всегда будет активна.
всегда активен	Ступень **37 ЗащМинТок** всегда активна, независимо от положения выключателя.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13051:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** определяет, использует ли отключающая ступень ***осн. гармоника***(стандартный метод) или расчетные значения ***действ. знач.***

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Этот метод измерения подавляет высшие гармоники или броски тока при переходных процессах. Siemens рекомендует использовать данный метод в качестве настройки по умолчанию.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).

Параметр: Режим пуска

- Уставка по умолчанию **(_:13051:102) Режим пуска** = ***3 из 3***

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние снижения тока (***3 из 3***) или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13051:3) Пороговое значение** = ***0,050 A***

Задайте значение параметра **Пороговое значение** (уставку срабатывания) в соответствии с конкретным случаем применения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:13051:6) Задержка срабатывания** = ***0,05 c***

Задержка срабатывания должна быть задана в соответствии с конкретным применением. Общие указания по применению не предоставляются.

6.19.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:13051:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13051:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13051:103	Ступень 1:Активация		• всегда активен • при включ. ВЫКЛ	при включ. ВЫКЛ
_:13051:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:13051:102	Ступень 1:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	3 из 3
_:13051:3	Ступень 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13051:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.19.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:13051:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13051:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:13051:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:13051:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:13051:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:13051:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13051:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.20 Защита от перевозбуждения

6.20.1 Обзор функций

Защита от перевозбуждения (ANSI 24) используется для обнаружения повышения магнитного потока или условий превышения индукции в генераторах и трансформаторах. Такая защита ограничивает оборудование от чрезмерных тепловых перегрузок, вызванных большими вихревыми токами.

Значения индукции фиксируются косвенным образом, путем анализа отношения напряжения к частоте (также именуемого пределом в "вольтах на герц"). Перевозбуждение вызывает появление избыточных токов намагничивания, а снижение частоты ведет к увеличению потерь при восстановлении намагничивания.

Опасность перевозбуждения возникает в случаях, если происходит отключение питания, а функции управления напряжением и частотой в остальной системе реагируют недостаточно быстро или если присутствует несимметрия питания.

6.20.2 Структура функции

Функция **защиты от перевозбуждения** используется с группами функций защиты, имеющими трехфазные входы напряжения. Функция поставляется вместе со следующими заводскими уставками ступеней:

- Зависимая ступень, представляющая регулируемую характеристическую кривую (тепловую характеристику), определяемую пользователем
- Независимая ступень, обеспечивающая задержку с использованием временной компоненты

С помощью этой функции обеспечивается одновременная работа следующего максимального количества ступеней: одна зависимая ступень с характеристиками, определяемыми пользователем, и две независимые ступени.

Группа сообщений выходной логики (см. следующий рисунок) использует логическую функцию "ИЛИ" из сообщений ступеней защиты для формирования следующих групповых сообщений функции **защиты от перевозбуждения** в целом:

- Пуск
- Сообщение о сраб.



[dwovexuf-080513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-259 Структура/реализация функции

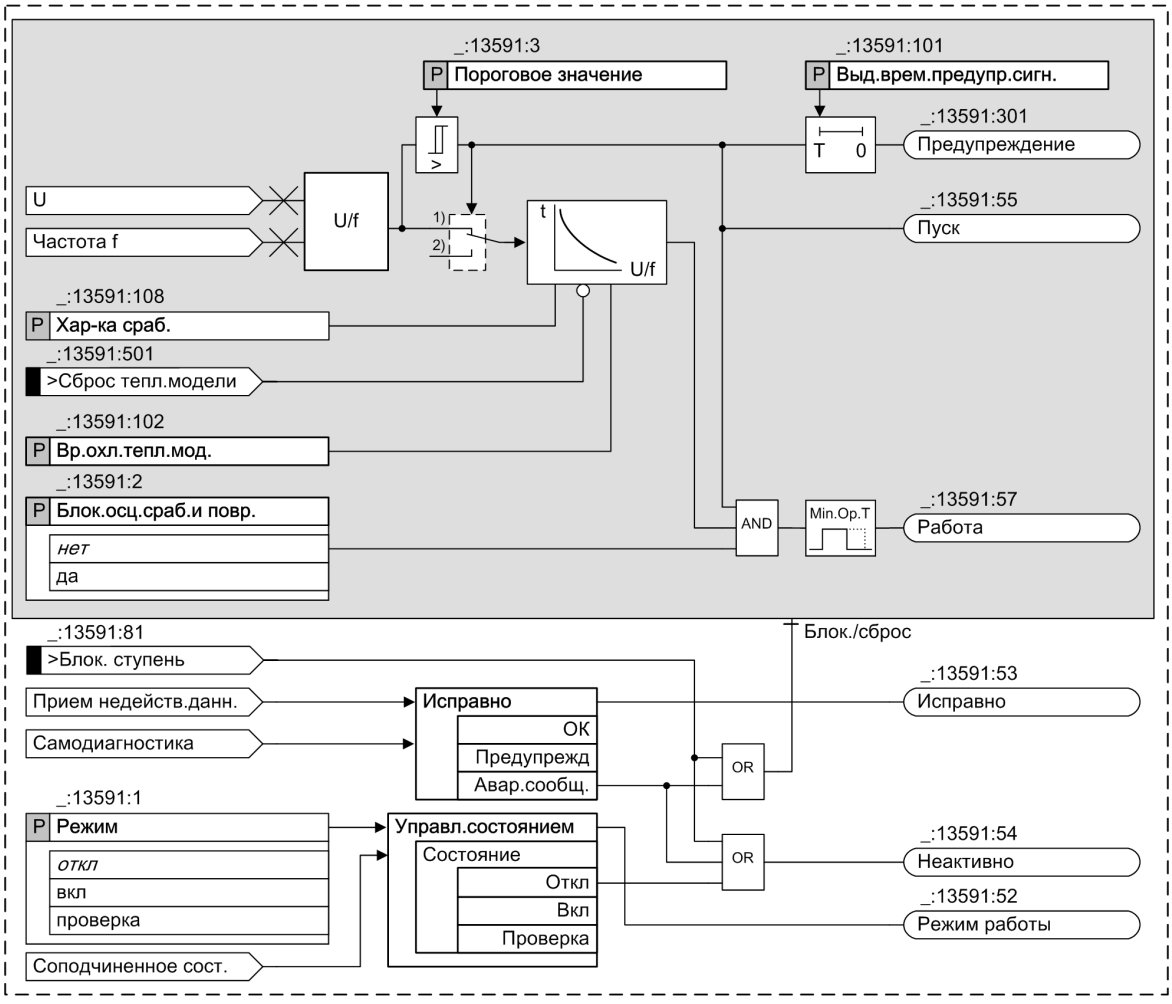
Функция измеренного значения

Измеряемая величина	Описание
(_:2311:322) U/f	Измеренное значение В/Гц

6.20.3 Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень)

6.20.3.1 Описание

Логика



[lothchuf-080513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-260 Логика защиты от перевозбуждения

(1) Нагрев
(2) Охлаждение

Метод измерения В/Гц

Входными величинами функции защиты являются непрерывные измерения напряжения и частоты. Для обработки данных о напряжении используются напряжения фаза-фаза. Измерение частоты производится по алгоритму разности углов (см. *6.32.1 Обзор функций*). Обе величины формируют отношение В/Гц. Защитой используются относительные значения, приведенные к номинальным величинам.

Таким образом, отношение получается из следующего выражения:

$$\frac{U/U_{ном,об.}}{f/f_{ном}}$$

[foverufn-080523-01.tif, 1, ru_RU]

где

B	Измеренное междуфазное напряжение (максимальное напряжение фаза-фаза)
$U_{ном, объек.}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта
ф	Измеренная частота
$F_{ном}$	Номинальная частота

Функция защиты рассматривает только первичные величины защищаемого объекта. Расхождение между первичным номинальным напряжением ТН и защищаемого объекта корректируется автоматически.

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях следует учитывать, что все измерения проводятся в относительных величинах.

Дополнительные сведения представлены в разделе *10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения*.

Функция сравнивает рассчитанные величины измеренного отношения В/Гц с величиной уставки и тепловой характеристикой, определяемой пользователем.

В зависимости от характеристической кривой сигнал отключения **тепловой** защиты формируется после заранее определенной задержки.

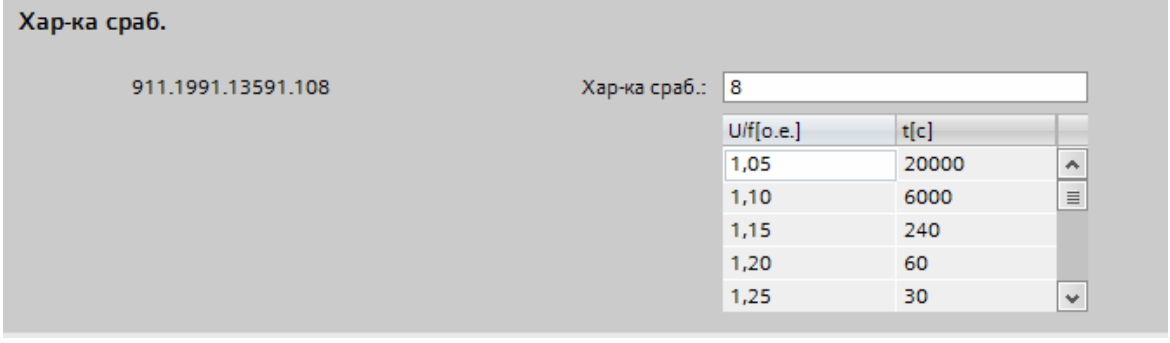
Тепловая характеристика

Пользователь может определить любую характеристику. Это позволяет максимально точно подстроить защитную характеристику для любого защищаемого объекта. Если превышена заданная величина уставки (параметр **(_):13591:3) Пороговое значение**), инициируется сравнение величины с характеристикой срабатывания. Формируется сообщение(*(_):13591:55) Пуск*). Кроме этого формируется сообщение(*(_):13591:301) Предупреждение*).

Если достигается значение срабатывания, то выдается сообщение срабатывания. Пуск вызывает процесс интегрирования зависимой выдержки времени. По аналогии с тепловой моделью, величина уставки всегда равна 100 % (см. раздел Тепловая характеристика).

Если значение падает ниже уставки, команда на отключение сбрасывается и **внутренний счетчик** в соответствии с характеристикой охлаждения (параметр **(_):13591:102) Вр.охл.тепл.мод.**) начинает уменьшаться. Коэффициент возврата зафиксирован на уровне 0,98 * **Пороговое значение**.

Пользователь может задать не более 30 пар значений В/Гц и времени срабатывания "t". Характеристика срабатывания по умолчанию подходит к стандартному трансформатору.

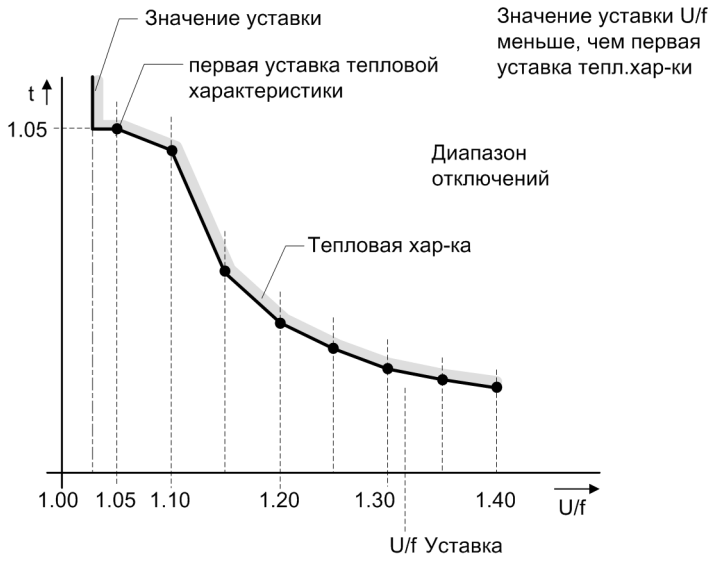


[scaulskn-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-261 Справочные данные для регулировки зависимой характеристики срабатывания

Параметр **Пороговое значение** (порог срабатывания) следующим образом влияет на оценку характеристики срабатывания:

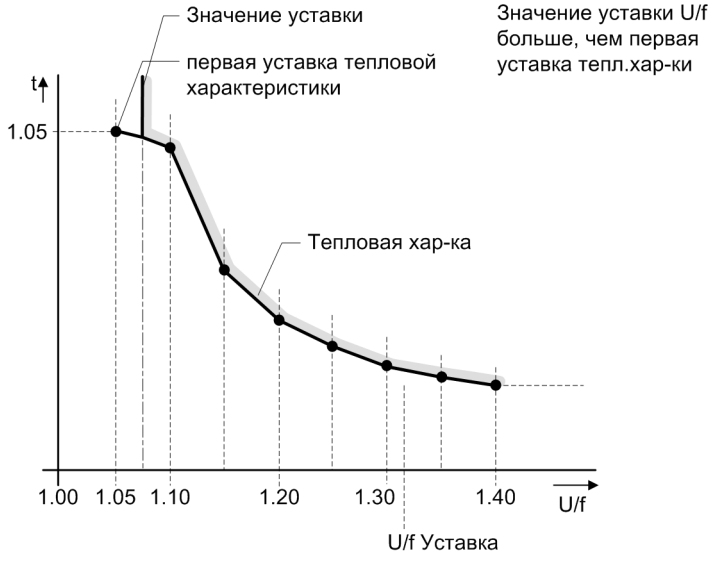
Полная характеристика срабатывания для случая, когда параметр **Пороговое значение** оказывается меньше первой точки характеристики, представленная на *Рисунок 6-262*.



[dwovexak-210313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-262 Зона отключения для зависимой ступени

Полная характеристика срабатывания для случая, когда параметр **Пороговое значение** больше первой точки характеристики, представлен на *Рисунок 6-263*.



[dwovexab-210313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-263 Зона отключения для зависимой ступени

Пороговое значение сигнальной ступени

Если превышено значение **Пороговое значение**, запускается таймер выдержки (параметр **(_:13591:101) Выд.врем.предупр.сигн.**). По истечении выдержки времени появляется сообщение (*(_:13591:301) Предупреждение*).

Тепловая характеристика

Время, полученное на основании характеристики срабатывания и связанное с величиной В/Гц; устанавливается равным 100 %. При каждом вызове функции время будет увеличиваться в соответствии с величиной U/f соответствующего интервала. При превышении величины 100 % инициируется отключение. Если величина В/Гц изменяется, связанное с ней время, полученное по характеристике срабатывания, устанавливается в качестве нового значения 100 % величины.

Во избежание слишком продолжительного охлаждения тепловая память предусматривает внутреннее ограничение на уровне 150 %. Уровень *заполнения* тепловой памяти обеспечивается в виде функции времени измерения.

Измеряемая величина	Описание
(_:13591:321) U/fтеп	Интегральная величина нагрева в %. Если величина достигает 100 %, происходит отключение.

Время охлаждения

Если величина падает ниже уставки (**(_:13591:3) Пороговое значение**), отключение в соответствии с зависимой (тепловой) характеристикой срабатывания сбрасывается. В течение заданного времени охлаждения (**Вр.охл.тепл.мод.**) интегральная величина нагрева (содержимое счетчика) до 0. Этот параметр задается в секундах. Параметр определяет время охлаждения от 100 до 0 %.

Сброс тепловой модели

Дискретное входное сообщение *(_:13591:501) >Сброс тепл.модели* может служить для сброса интегральной величины нагрева до нулевого значения. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметров также приведет к сбросу тепловой модели.

Блокировка ступени

Функцию можно заблокировать, используя сигнал *(_:13591:81) >Блок. ступень*. Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции.

6.20.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Тепловая перегрузка, действующая в течение долгого времени, ухудшает работу электрического оборудования, например синхронных двигателей, генераторов и трансформаторов, и может привести к повреждению. При использовании зависимой характеристики срабатывания, определяемой пользователем, защита от перевозбуждения обеспечивает возможность регулировки в соответствии с конкретными уставками защиаемого оборудования.

Далее представлены рекомендованные уставки:



ПРИМЕЧАНИЕ

Следует помнить, что одним из требований, обеспечивающих правильную работу функции, является правильный ввод системных уставок.

Дополнительные рекомендации по вводу уставок содержатся в следующих системных параметрах:

- Отрегулированная номинальная частота
- Отрегулированное номинальное напряжение защищаемого объекта
- Отрегулированное номинальное напряжение трансформатора напряжения в применимой точке измерения

Параметр: Значение уставки

- Уставка по умолчанию **(_:13591:3) Пороговое значение** = ***2 000***

  Параметр **Пороговое значение** используется для описания предельного значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Для трансформаторов в большинстве случаев используется уставка по умолчанию. Значение уставок для защит генераторов может оказаться меньше. Эти величины представлены в данных производителя.

Параметр: `Задержка выдачи сигнала`

- Уставка по умолчанию **`(_:13591:101) Выд.врем.предупр.сигн.`** = ***`10.00 c`***

  При использовании параметра **`Выд.врем.предупр.сигн.`** время может определяться тем, какое предупреждающее сообщение должно быть задержано после срабатывания. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Это время должно явным образом превышать время реакции регуляторов. Подходящим является значение 10 с.

Параметр: `Время охлаждения тепловой модели`

- Уставка по умолчанию **`(_:13591:102) Вр.охл.тепл.мод.`** = ***`3600 c`***

Параметр **`Вр.охл.тепл.мод.`** определяет характеристики охлаждения тепловой модели. В случае отсутствия конкретных технических требований можно использовать значение по умолчанию.

Параметр: `Пары значений В/Гц/время` (рабочая характеристика)

С помощью этого параметра определяется количество точек, устанавливаемых на тепловой характеристике срабатывания. Это необходимо для расчета. Количество точек определяет точность отображения заданной характеристики срабатывания. Регулировка величины производится индивидуально.

Задайте пары значений В/Гц/время для каждой точки характеристической кривой. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать. Графики срабатывания по умолчанию относятся к стандартному трансформатору Siemens.



ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.



ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что значения В/Гц, которые оказываются меньше соответствующих значений в низшей точке характеристической кривой, не увеличивают время отключения. До низшей точки характеристической кривой график должен идти параллельно оси В/Гц. Значения В/Гц, которые оказываются больше наивысшей точки характеристической кривой, не уменьшают время отключения. От наивысшей точки характеристической кривой график должен идти параллельно оси В/Гц.

Изучите информацию, приведенную в разделе *6.20.4.1 Описание* под заголовком "Характеристика срабатывания".

6.20.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Независ. Т 1`				
_:13621:1	Независ. Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13621:2	Независ. Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13621:3	Независ. Т 1:Пороговое значение		1.00 до 1.40	1.40
_:13621:6	Независ. Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
`Общие данные`				
_:13591:1	Тепл.хар-ка:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13591:2	Тепл.хар-ка:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13591:3	Тепл.хар-ка:Пороговое значение		1.00 до 1.20	1.10
_:13591:101	Тепл.хар-ка:Выд.врем.предупр.сигн.		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:13591:102	Тепл.хар-ка:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 100000 с	3600 с

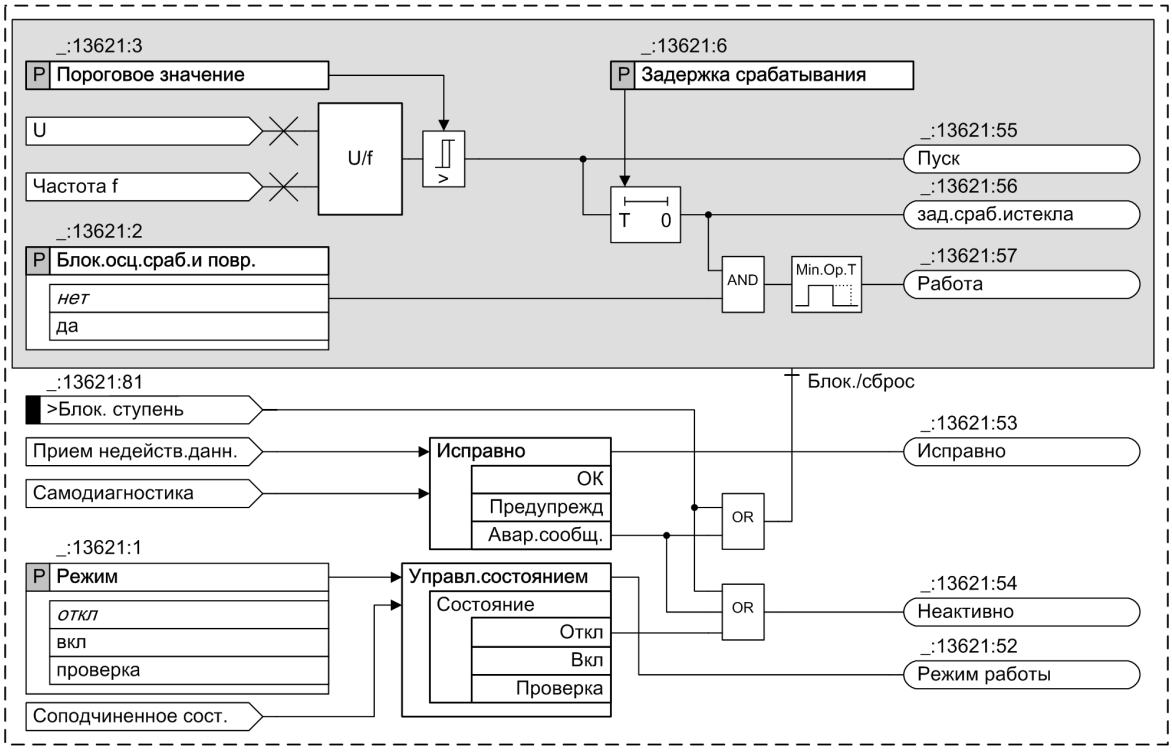
6.20.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:322	Общие данные:U/f	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
df/dt сниж.1			
_:13621:81	Независ. T 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13621:54	Независ. T 1:Неактивно	SPS	O
_:13621:52	Независ. T 1:Режим работы	ENS	O
_:13621:53	Независ. T 1:Исправно	ENS	O
_:13621:55	Независ. T 1:Пуск	ACD	O
_:13621:56	Независ. T 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13621:57	Независ. T 1:Работа	ACT	O
Тепл.хар-ка			
_:13591:81	Тепл.хар-ка:>Блок. ступень	SPS	I
_:13591:501	Тепл.хар-ка:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13591:54	Тепл.хар-ка:Неактивно	SPS	O
_:13591:52	Тепл.хар-ка:Режим работы	ENS	O
_:13591:53	Тепл.хар-ка:Исправно	ENS	O
_:13591:55	Тепл.хар-ка:Пуск	ACD	O
_:13591:301	Тепл.хар-ка:Предупреждение	ACT	O
_:13591:57	Тепл.хар-ка:Работа	ACT	O
_:13591:321	Тепл.хар-ка:U/fтеп	MV	O

6.20.4 Ступень с независимой характеристикой срабатывания

6.20.4.1 Описание

Логика



[lodtchuf-080513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-264 Логика работы ступени с независимой характеристикой срабатывания

Метод измерения

Эта ступень оценивает также значение В/Гц, которое идентично входному значению зависимой ступени.

Параметры, связанные с измерениями, представлены в разделе Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень).

Описание работы ступени

Ступень состоит из уставки и ступени выдержки времени. Если значение В/Гц превышает значение уставки, (**(_:13621:3) Пороговое значение**), то ступень отключается после окончания времени регулируемой задержки. Выдержка времени задается при помощи параметра **(_:13621:6) Задержка срабатывания**.

Коэффициент возврата для **Пороговое значение** зафиксирован на уровне 98 %.

6.20.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Эта ступень может применяться для быстрого отключения при наличии больших значений В/Гц. В этом случае действие ступени преобладает над действием зависимой ступени.

Параметр: `Значение уставки`

- Уставка по умолчанию **`(_:13621:3) Пороговое значение`** = ***`2 000`***

  Параметр **`Пороговое значение`** служит для описания величины перевозбуждения, вызывающего срабатывание функции отключения. Значение по умолчанию соответствует приемлемому верхнему пределу.

Параметр: `Задержка отключения`

- Уставка по умолчанию **`(_:13621:6) Задержка срабатывания`** = ***`1.00 c`***

  При использовании параметра **`Задержка срабатывания`** время может определяться тем, какое предупреждающее сообщение должно быть задержано после срабатывания. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Значение по умолчанию чаще всего применяется для уставок, описанных в предыдущем разделе.

6.20.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Независ. Т 1`				
_:13621:1	Независ. Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13621:2	Независ. Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13621:3	Независ. Т 1:Пороговое значение		1.00 до 1.40	1.40
_:13621:6	Независ. Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
`Общие данные`				
_:13591:1	Тепл.хар-ка:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13591:2	Тепл.хар-ка:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13591:3	Тепл.хар-ка:Пороговое значение		1.00 до 1.20	1.10
_:13591:101	Тепл.хар-ка:Выд.врем.предупр.сигн.		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:13591:102	Тепл.хар-ка:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 100000 с	3600 с

6.20.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
`Общие данные`			
_:2311:322	Общие данные:U/f	MV	O
`Групп.сообщ.`			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
`df/dt сниж.1`			
_:13621:81	Независ. Т 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13621:54	Независ. Т 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:13621:52	Независ. Т 1:Режим работы	ENS	O
_:13621:53	Независ. Т 1:Исправно	ENS	O
_:13621:55	Независ. Т 1:Пуск	ACD	O
_:13621:56	Независ. Т 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13621:57	Независ. Т 1:Работа	ACT	O
Тепл.хар-ка			
_:13591:81	Тепл.хар-ка:>Блок. ступень	SPS	I
_:13591:501	Тепл.хар-ка:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13591:54	Тепл.хар-ка:Неактивно	SPS	O
_:13591:52	Тепл.хар-ка:Режим работы	ENS	O
_:13591:53	Тепл.хар-ка:Исправно	ENS	O
_:13591:55	Тепл.хар-ка:Пуск	ACD	O
_:13591:301	Тепл.хар-ка:Предупреждение	ACT	O
_:13591:57	Тепл.хар-ка:Работа	ACT	O
_:13591:321	Тепл.хар-ка:U/fтеп	MV	O

6.21 Защита от несимметричной нагрузки

6.21.1 Обзор функций

Функция **Защита от несимметричной нагрузки** обнаруживает несимметричные нагрузки или обрыв в цепях электрических машин (генераторов и двигателей). Несимметричные нагрузки создают магнитное поле, вращающееся в противоположном направлении на удвоенной частоте ротора. Скин-эффект приводит к локальному перегреву на поверхности стержней ротора в промежутке между пазовыми клиньями и обмоточными связками. Другим следствием несимметричных нагрузок является перегрев демпферной обмотки.

6.21.2 Структура функции

Функция **Защиты от несимметричной нагрузки** используется в группе защитных функций. Функция **Защиты от несимметричной нагрузки** предварительно сконфигурирована одной ступенью. В данной функции одновременно могут работать максимум 2 ступени.

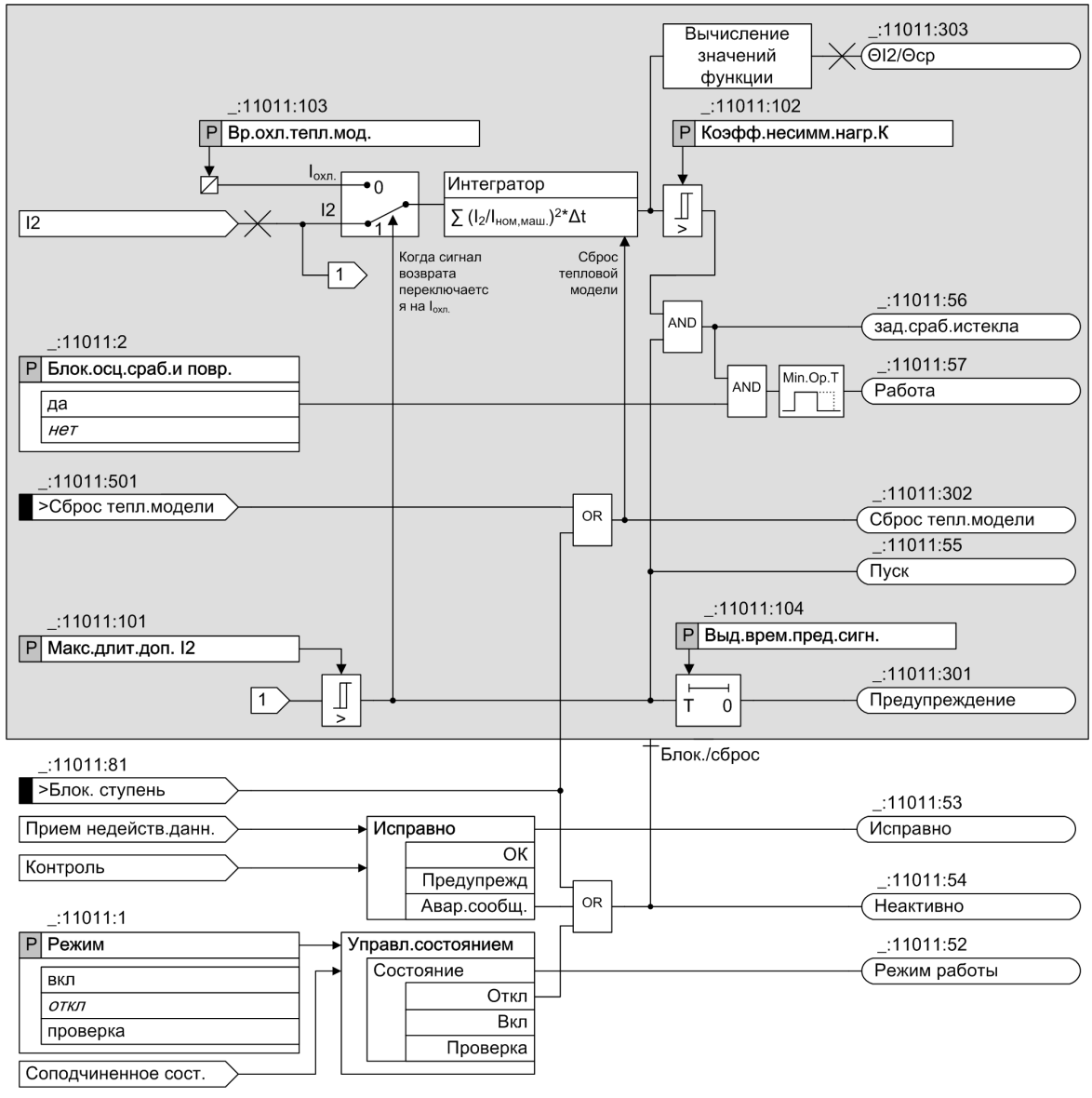


[dwunbla-240913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-265 Структура/реализация функции

6.21.3 Описание функции

Логическая схема ступени



[lounbala-090812-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-266 Логическая схема защиты от несимметричной нагрузки

Метод измерения

Ступень использует ток обратной последовательности I_2 в качестве измеряемой величины. Ток обратной последовательности рассчитывается из измеряемых фазных токов в соответствии с уравнением симметричных составляющих.

Сигнальная ступень

Если ток обратной последовательности I_2 постоянно превышает параметр **`Макс.длит.доп. I2`**, сигнал *Предупреждение* выдается по истечению установленного времени **`Выд.врем.пред.сигн.`**.

Ступень с тепловой характеристикой

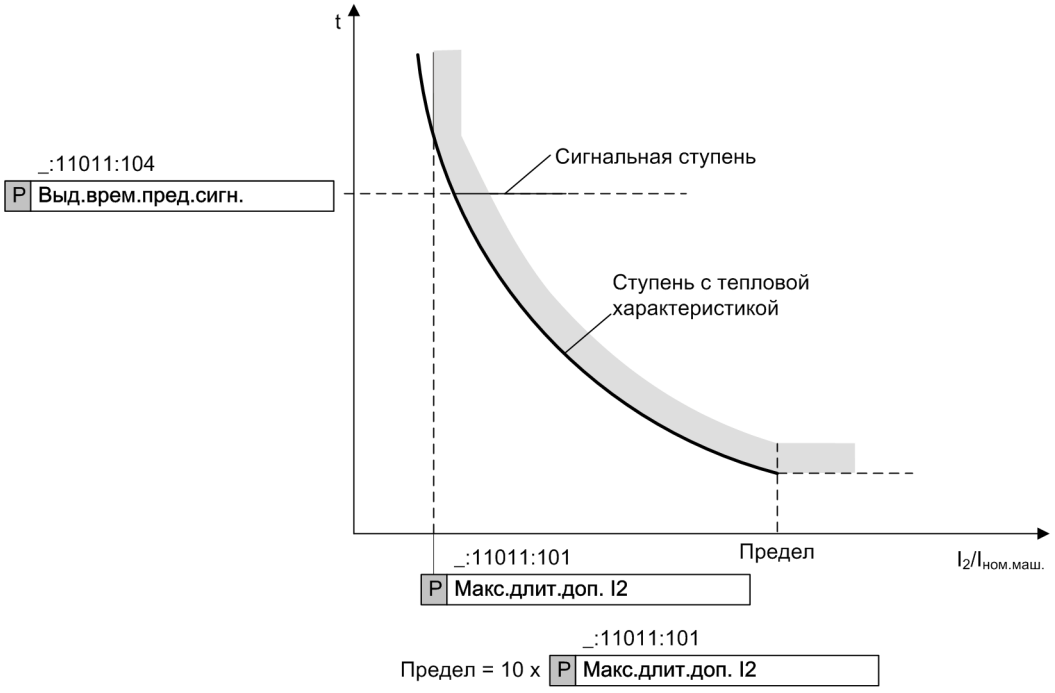
Производители электрических машин определяют значение разрешенной несимметричной нагрузки согласно следующей формуле:

$$t_{I2доп.} = \frac{K}{\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2}$$

[forbanI1-030812-02.tif, 1, ru_RU]

Где:

$t_{I2доп.}$	Допустимое время тока обратной последовательности
Коэфф.несимм.нагр.K	Коэффициент несимметричной нагрузки машины (параметр **Коэфф.несимм.нагр.K**)
$I_2/I_{ном.маш.}$	Фактический ток несимметричной нагрузки в относительных единицах (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)



[dwunbalo-230913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-267 Характеристика срабатывания защиты от несимметричной нагрузки

Параметр **Коэфф.несимм.нагр.K** выбирается исходя из технических данных машины. Он представляет допустимое время работы двигателя при 100% несимметричной нагрузке. Данный коэффициент обычно изменяется от 5 с до 40 с. Нагрев защищаемого объекта начинает отсчитываться, как только ток обратной последовательности I_2 превышает параметр **Макс.длит.доп. I2**. Время срабатывания рассчитывается из текущего тока обратной последовательности I_2 интегральным методом измерения по тепловой характеристике. Как только результат интегрирования достигает параметра **Коэфф.несимм.нагр.K** срабатывает ступень с тепловой характеристикой.

Ограничение характеристики срабатывания

Чтобы избежать излишнего срабатывания ступени с тепловой характеристикой в условиях несимметричных коротких замыканий (например, 2-фазное короткое замыкание), входной ток I_2 ограничивается верхним пределом. Предельное значение в 10 раз превышает значение **Макс.длит.доп. I2**. Если I_2 превышает предел, время срабатывания функции отсается постоянным.

Кроме того, память тепловой ступени ограничена 200% от **Коэфф.несимм.нагр.К**. Ограничение позволяет избежать слишком длительного охлаждения после затянувшегося отключения короткого замыкания (например, в случае внешних повреждений энергосистемы).

Время охлаждения тепловой модели

Тепловая модель переходит в режим охлаждения как только ток обратной последовательности I_2 становится ниже **Макс.длит.доп. I2**. Устройством рассчитывается процесс охлаждения в соответствии с параметром **Вр.охл.тепл.мод.**. Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** определяет время, необходимое, чтобы оборудование остыло со 100 % до 0 %. Если параметр **Вр.охл.тепл.мод.** выставлен на 0, тепловая модель сбрасывается немедленно.

Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** зависит от конструкции машины, в частности, демпферной обмотки. Предварительная нагрузка учитывается в том случае, если несимметричная нагрузка появляется снова во время цикла охлаждения. Устройство защиты, таким образом, срабатывает за меньший промежуток времени.

Расчет рабочих величин

Следующая формула используется для расчета функционального измеренного значения ΘI2/Θсраб:

$$\Theta I2/\Theta сраб. = \frac{\sum_{0}^{t}\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2 \cdot \Delta t}{K} 100\ \%$$

[forunbl2-030812-02.tif, 1, ru_RU]

где

ΘI2/Θсраб	Величина, отображающая тепловой перегрев от несимметричной нагрузки в долях от величины срабатывания
$\sum_{0}^{t}\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2 \cdot \Delta t$	Интеграл измерения тепловой модели составляющих
K	Коэффициент несимметричной нагрузки машины (параметр **Коэфф.несимм.нагр.К**)
$I_2/I_{ном.маш.}$	Несимметричная нагрузка в относительных единицах (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)

Если значение достигает 100 %, происходит срабатывание функции.

6.21.4 Указания по применению и вводу уставок

Функция используется для защиты электрических машин. Вы можете получить необходимые уставки из технических данных синхронных генераторов и двигателей. Пример уставки применен для варианта использования генератора.

Параметр: Макс.длит.доп. I2, Выд.врем.пред.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:11011:101) Макс.длит.доп. I2** = ***10,0 %***
- Уставка по умолчанию **(_:11011:104) Выд.врем.пред.сигн.** = ***15 с***

Если ток обратной последовательности I_2 превышает **Макс.длит.доп. I2**, ступень пускается, а после заданной выдержки времени выдается предупреждающий сигнал **Выд.врем.пред.сигн.**.

Параметр **Макс.длит.доп. I2** приводится в процентах от номинального тока защищаемого объекта.

Значение уставки параметра **Макс.длит.доп. I2** зависит от следующих составляющих:

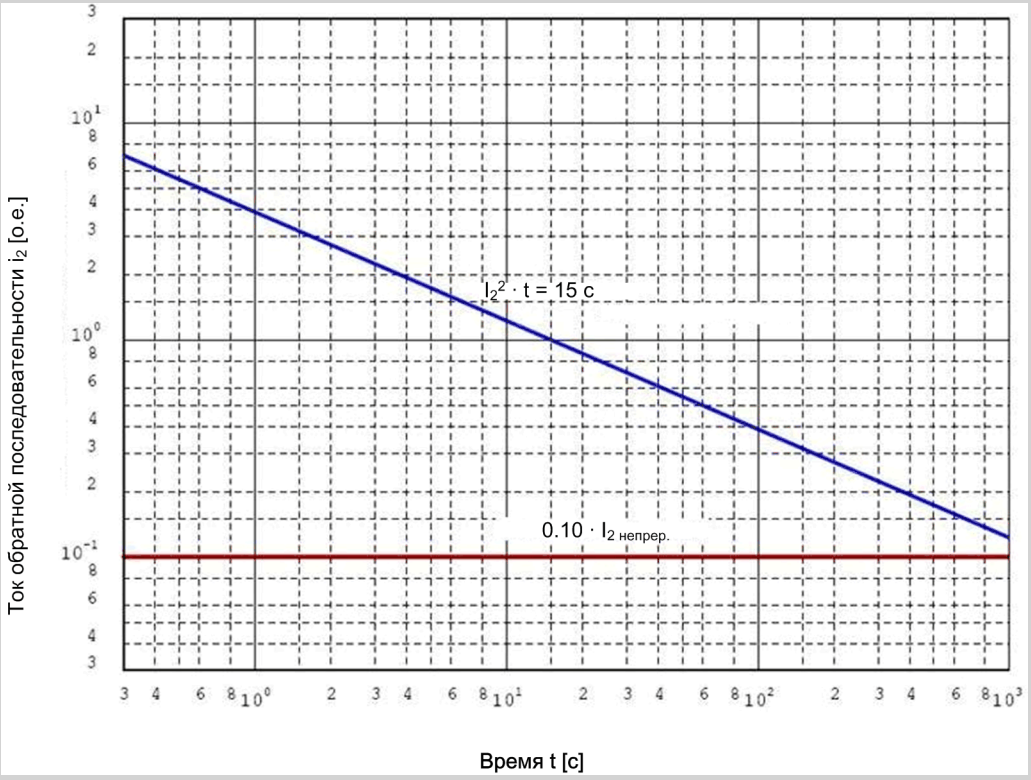
- Конструкция машины (синхронная машина с явнополюсным или неявнополюсным ротором)
- Система охлаждения (прямое или косвенное охлаждение)
- Размер машины

В зависимости от стандартов IEEE C50.12 и МЭК 60034-1, параметр приводится в диапазоне между 5 % и 12 %. Для уставки параметра **Макс.длит.доп. I2** требуются технические данные машины. Технические данные машины приведены на листе технических данных производителя машин.

ПРИМЕР

Следующий пример показывает задание значения для параметра **Макс.длит.доп. I2**. В примере выбрано значение 10%.

Во избежание слишком быстрой выдачи сигнала *Предупреждение* Siemens рекомендует большую выдержку. Пригодной для практического использования является уставка параметра **Выд.врем.пред.сигн.** в диапазоне от 10 до 20 с. В примере выбрано 15 с.



[dwunbloc-030812, 1, ru_RU]

Рисунок 6-268 Пример характеристики несимметричной нагрузки, предоставляемой производителем электрических машин

Параметр: Коэфф.несимм.нагр.K

- Уставка по умолчанию **(_:11011:102) Коэфф.несимм.нагр.K = *15 с***

Коэфф.несимм.нагр.K можно получить из характеристики несимметричной нагрузки в соответствии с *Рисунок 6-268*. Вы можете определить время, соответствующее **Коэфф.несимм.нагр.K** в точке I_2 / $I_{ном.маш.}$ = 1. В данном примере это значение p.u. 10 , которое соответствует времени, равном 15 с. Как показано в примере, время часто записывается прямо на кривую характеристики.

Параметр: **Вр.охл.тепл.мод.**

- Уставка по умолчанию **(_:11011:103) Вр.охл.тепл.мод.** = ***1500 с***

Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** определяет время, необходимое для охлаждения тепловой модели защищаемого объекта до исходного значения. Если производитель машины не предоставляет данную информацию, значение уставки **Вр.охл.тепл.мод.** можно рассчитать из значений уставки **Коэфф.несимм.нагр.К** и **Макс.длит.доп. I2** по формуле из следующего примера.

ПРИМЕР

$$\text{Вр.охл.тепл.мод.} = \frac{\text{Коэфф.несимм.нагр.К}}{(\text{Макс.длит.доп.I 2})^2}$$

[forbala2-290812-02.tif, 1, ru_RU]

Макс.длит.доп. I_2	= 10,0 % (соотв. 0,1)
Коэфф.несимм.нагр.К	= 15 с
Время охлаждения тепловой модели	= 1500 с

6.21.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Тепл.ступень 1				
_:11011:1	Тепл.ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11011:2	Тепл.ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11011:101	Тепл.ступень 1:Макс.длит.доп. I2		3.0 % до 30.0 %	10.0 %
_:11011:102	Тепл.ступень 1:Коэфф.несимм.нагр.К		1.0 с до 100.0 с	15.0 с
_:11011:103	Тепл.ступень 1:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 50000 с	1500 с
_:11011:104	Тепл.ступень 1:Выд.врем.пред.сигн.		0.0 с до 60.0 с;∞	15.0 с

6.21.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Тепл.ступень 1			
_:11011:81	Тепл.ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11011:501	Тепл.ступень 1:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:11011:53	Тепл.ступень 1:Исправно	ENS	O
_:11011:54	Тепл.ступень 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11011:52	Тепл.ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:11011:302	Тепл.ступень 1:Сброс тепл.модели	SPS	O
_:11011:301	Тепл.ступень 1:Предупреждение	ACD	O
_:11011:55	Тепл.ступень 1:Пуск	ACD	O
_:11011:56	Тепл.ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11011:57	Тепл.ступень 1:Работа	ACT	O
_:11011:303	Тепл.ступень 1:ΘI2/Θср	MV	O

6.22 Мгновенное отключение при больших токах

6.22.1 Обзор функций

Функция **Мгновенного отключения при больших токах** выполняет следующие задачи:

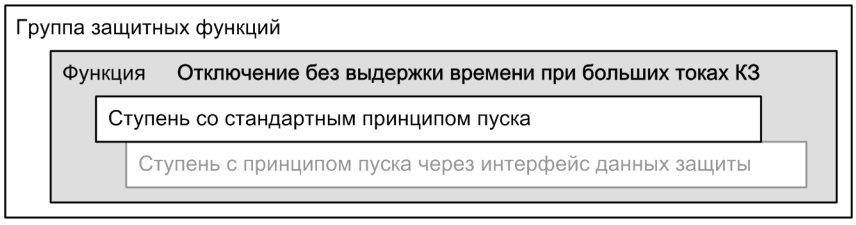
- Мгновенное отключение при включении на существующее повреждение, например, когда включен заземляющий нож.
- Мгновенное отключение при высоких значениях токов, превышающих уставку самой грубой ступени МТЗ.

6.22.2 Структура функции

Функция **Мгновенного отключения при высоких токах** имеет два различных типа характеристик:

- Ступень со стандартным принципом пуска
- Ступень с пуском через интерфейс данных защиты (данный вариант доступен только при наличии интерфейса данных защиты)

Ступень со стандартным принципом пуска, используется как предустановленная заводом-изготовителем.

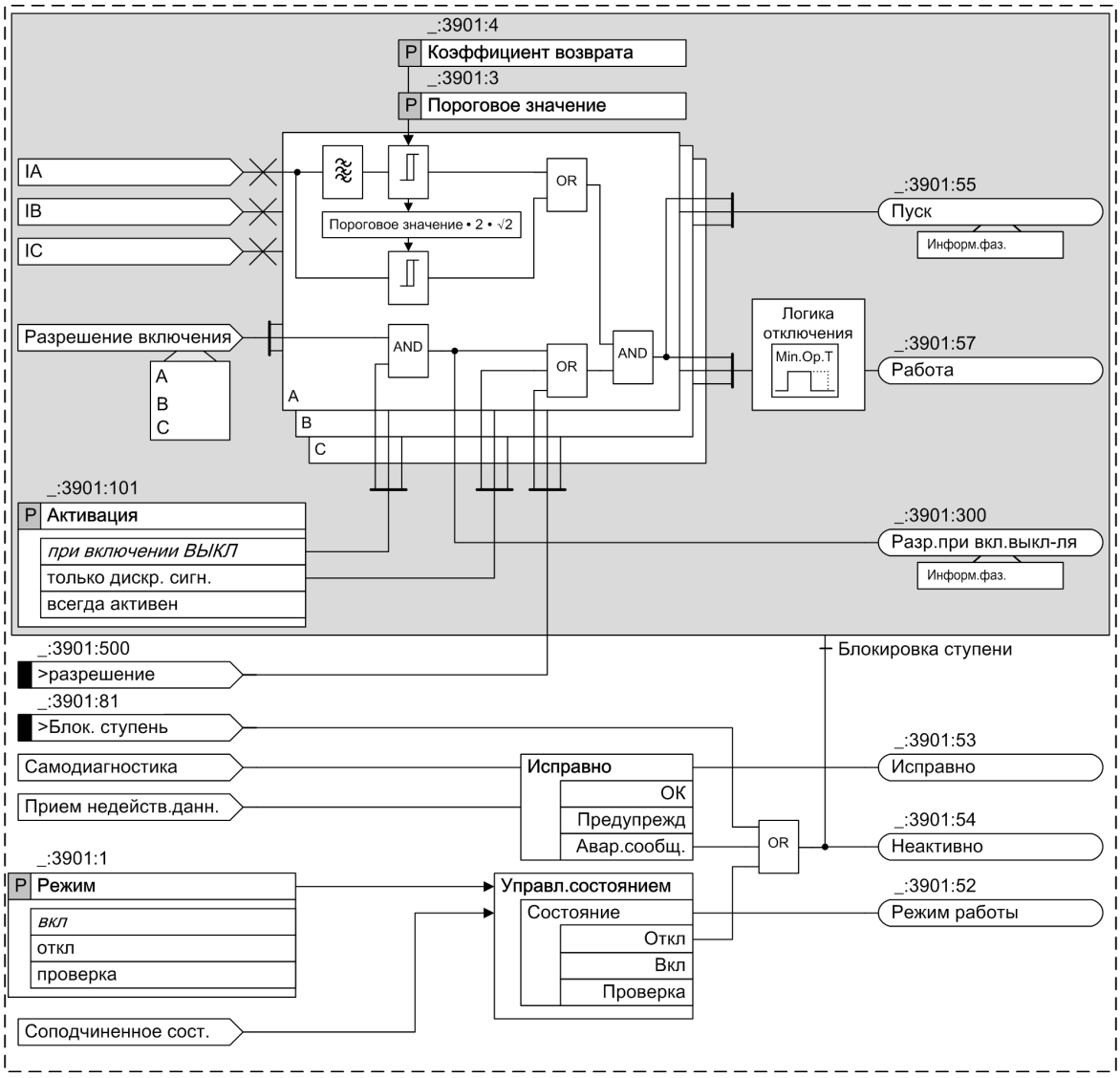


[dwihcstr-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-269 Структура/реализация функции

6.22.3 Стандартный принцип пуска

Логика



[lohlore3-160611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-270 Логическая схема функции мгновенного отключения при больших токах со стандартным принципом пуска

Активация

С помощью параметра **Активация** можно задать условия пуска ступени.

- ***при включении ВЫКЛ***

Пуск ступени при данной уставке происходит при включении выключателя (перед этим выключатель был отключен). Способ формирования сигнала значения *Разр.при вкл.выкл-ля* описан в разделе *5.8.6.1 Обзор*.

- ***всегда активен***

Ступень всегда активна и, следовательно, не зависит от включения выключателя.

- ***только дискр. сигн.***

Ступень пускается (деблокируется) только при активном дискретном входном сигнале *>разрешение*.

Метод измерений, Уставка

Ступень может использовать два различных метода измерений.

- Измерение составляющей основной гармоники

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники. Таким образом выполняется исключение апериодической составляющей. Среднеквадратичное значение составляющей промышленной частоты сравнивается с уставкой.

- Оценка нефильтрованной измеряемой величины:

  Если величина тока превысит Уставку

  с коэффициентом ≥ 2·√2·относительно порогового значения,

  то для данной ступени дополнительно будут использоваться нефильтрованные измерения. Таким образом, можно достичь малого времени отключения.

6.22.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Активация

- Уставка по умолчанию **(_:3901:101) Активация** = ***при включении ВЫКЛ***

С помощью параметра **Активация** можно задать условия пуска ступени.

Значение параметра	Описание
при включении ВЫКЛ	Выбирайте данную уставку пуска ступени, только когда выключатель включен.
всегда активен	Выбирайте данную уставку пуска (деблокировки) ступени статически.
только дискр. сигн.	Выбирайте данную уставку для пуска ступени от внешнего сигнала.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3901:3) Пороговое значение** = ***10,0 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***50,0 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Ступень функционирует независимо от положений удаленных выключателей. По этой причине значение **Пороговое значение** следует задавать таким, чтобы ток сквозного замыкания не вызывал срабатывания ступени. Таким образом, используйте эту ступень только в том случае, если возможно согласование по току для защищаемого объекта, а именно, для трансформаторов, параллельных реакторов или длинных линий с низким сопротивление источника. В остальных случаях необходимо вывести данную ступень.

ПРИМЕР

Пример расчета согласования тока для воздушной линии 110 кВ сечением проводов 150 мм²

s (длина) = 100 км;

R_1/s = 0,21 Ом/км;

X_1/s = 0,43 Ом/км;

Так как ступень является ненаправленной, то при расчетах необходимо учитывать максимальную мощность КЗ в начале линии или на противоположном конце:

Sкз" = 3,5 ГВА (сверхпереходное, так как функция может реагировать на первое пиковое значение)

Трансформатор тока: 600 A / 5 A

Сопротивление линии $Z_л$ и минимальное сопротивление источника $Z_{ист}$ вычисляются на основе следующего:

Полное сопротивление линии $Z_л$ и сопротивление источника $Z_{ист.}$

$$Z_1/s = \sqrt{0.21^2 + 0.43^2}\ \Omega/km = 0.479\ \Omega/km$$

$$Z_л = 0.479\ \Omega/km \cdot 100\ km = 47.9\ \Omega$$

$$Z_{ист.} = \frac{100\ kV2}{3500\ MVA} = 3.46\ \Omega$$

[foglchzv-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Максимальный ток трехфазного сквозного повреждения $I''_{КЗ}$ при этом равен (при напряжении источника 1,1 $U_{ном}$):

$$I''_{кз} = \frac{1.1 \cdot U_н}{\sqrt{3} \cdot (Z_{ист.} + Z_Л)} + \frac{1.1 \cdot 110\ kV}{\sqrt{3} \cdot (3.46\ \Omega + 47.9\ \Omega)} = 1360\ A$$

[foglchik-170309-01.tif, 1, ru_RU]

С учетом коэффициента запаса 10% получим следующее значение уставки:

- **Пороговое значение** (перв.) $= 1.1 \cdot 1360\ A = 1496\ A$
- **Пороговое значение** (втор.) $= 1.1 \cdot \frac{1360\ A}{600\ A} \cdot 5\ A = 12.5\ A$

[foglnste-170309-01.tif, 1, ru_RU]

КЗ произошло на защищаемой линии, если ток КЗ превышает значение 1496 A (первичных) или 12,5 A (вторичных). Поврежденная линия может быть мгновенно отключена.

ПРИМЕЧАНИЕ

Расчеты выполнены в абсолютных величинах, что обеспечивает достаточную точность для воздушных линий. Сложные расчеты требуются только в том случае, если комплексные сопротивления источника и линии имеют очень сильно различающиеся углы.

Параметр: **Коэффициент возврата**

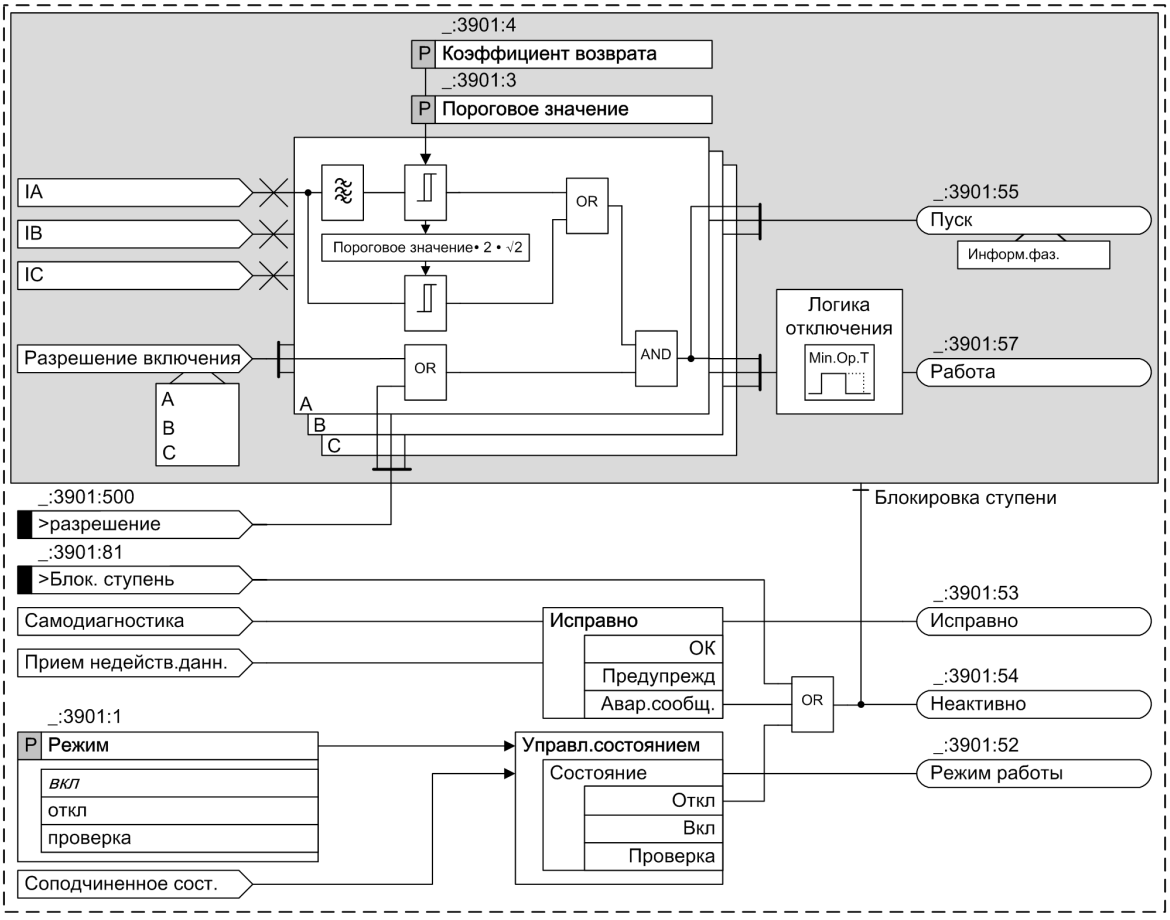
- Рекомендуемое значение уставки **(_:3901:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,90***. Для получения высокоточных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** может быть увеличено. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.22.5 Принцип пуска через интерфейс данных защиты

Данная ступень может применяться только в случае наличия в устройстве интерфейса данных защиты.

Логика



[lohinre3-160611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-271 Логическая схема функции мгновенного отключения при больших токах с принципом пуска через интерфейс данных защиты

Разрешение

Если одновременно выполняются следующие условия, то происходит пуск ступени (присутствует внутренний сигнал **Разрешение**) (дополнительная информация приведена в разделе *5.4.4.1 Обзор функций*):

- На защищаемый объект не подано напряжение, то есть удаленные выключатели отключены или
- Происходит включение выключателя со стороны местного конца

Эти условия распознаются автоматически, если выключатель отключен или включен только что.

Кроме того, ступень может быть активирована через дискретный входной сигнал **>разрешение**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для разрешения внутреннего пуска ступени устройства по всем концам защищаемого объекта должны обладать информацией о положении выключателя (необходимо, чтобы к устройству были подведены блок-контакты, и выполнено ранжирование соответствующих дискретных входных сигналов.

Метод измерений, Уставка

Ступень может использовать два различных метода измерений.

- Измерение составляющей основной гармоники

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровое выделение составляющих основной гармоники. Таким образом выполняется исключение апериодической составляющей. Измерение среднеквадратического (действующего) значения.

- Оценка нефильтрованной измеряемой величины:

  Если величина тока превысит Уставку

  с коэффициентом ≥ 2·√2·относительно порогового значения,

  то для данной ступени дополнительно будут использоваться нефильтрованные измерения. Таким образом, можно достичь малого времени отключения.

6.22.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3901:3) Пороговое значение** = ***2,5 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***12,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Выберите достаточно большое значение, чтобы защита не срабатывала по среднеквадратичному значению броска тока намагничивания, который возникает при включении выключателя на локальном конце. Сквозные токи повреждения учитывать не обязательно, так как пуск ступени выполняется только в том случае, когда выключатели отключены на всех удаленных концах защищаемого объекта, или когда пуск ступени выполняется по дискретному входу *>разрешение*.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3901:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,90***. Для получения высоко точных измерений, значение коэффициента возврата может быть уменьшено. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение коэффициента возврата можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.22.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Стандарт 1				
_:3901:1	Стандарт 1:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:3901:101	Стандарт 1:Активация		• при включении ВЫКЛ • только дискр. сигн. • всегда активен	при включении ВЫКЛ
_:3901:3	Стандарт 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	50.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3901:4	Стандарт 1:Коэффициент возврата		0.50 до 0.90	0.90

6.22.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Стандарт 1			
_:3901:500	Стандарт 1:>разрешение	SPS	I
_:3901:81	Стандарт 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:3901:54	Стандарт 1:Неактивно	SPS	O
_:3901:52	Стандарт 1:Режим работы	ENS	O
_:3901:53	Стандарт 1:Исправно	ENS	O
_:3901:300	Стандарт 1:Разр.при вкл.выкл-ля	ACT	O
_:3901:55	Стандарт 1:Пуск	ACD	O
_:3901:57	Стандарт 1:Работа	ACT	O

6.23 Трехфазная защита от повышения напряжения

6.23.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения 3-фазного напряжения** (ANSI 59) используется для:

- контроля за допустимым диапазоном напряжения
- защиты оборудования (например, оборудования электрической станции) от повреждений, связанных с перенапряжениями
- деления энергетической системы (например, парки ветряных электростанций)

Появление перенапряжений в энергетической системе в основном связано с неправильной работой регулятора напряжения трансформатора или с наличием длинных слабонагруженных линий электропередач.

При наличии в защищаемой сети реакторов устройство релейной защиты должно быстро отключать линию при их неисправности (например, при ликвидации КЗ). Т.к. при неисправности реактора может возникнуть опасное для изоляции повышенное напряжение.

Повышенное напряжение на конденсаторных батареях может быть вызвано резонансом с индуктивным сопротивлением линии или трансформатора.

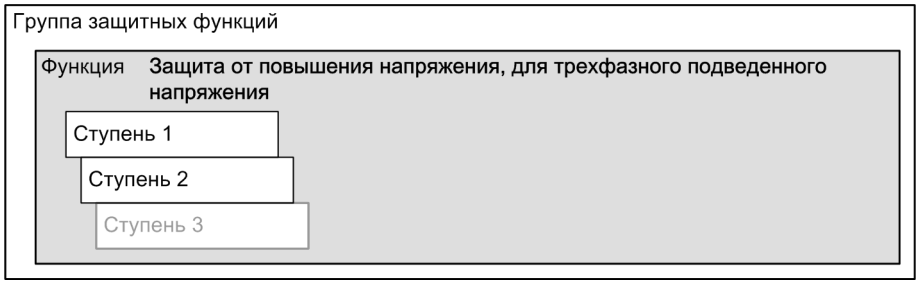
Наличие повышенного напряжения на электрических подстанциях может быть вызвано одним из следующих факторов:

- неправильное ручное управление системой возбуждения
- Неисправность автоматики регулирования напряжения трансформатора
- полный сброс нагрузки генератора
- отделение генератора от сети или его работа в "островном" режиме

6.23.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения 3-фазного напряжения** имеет две ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

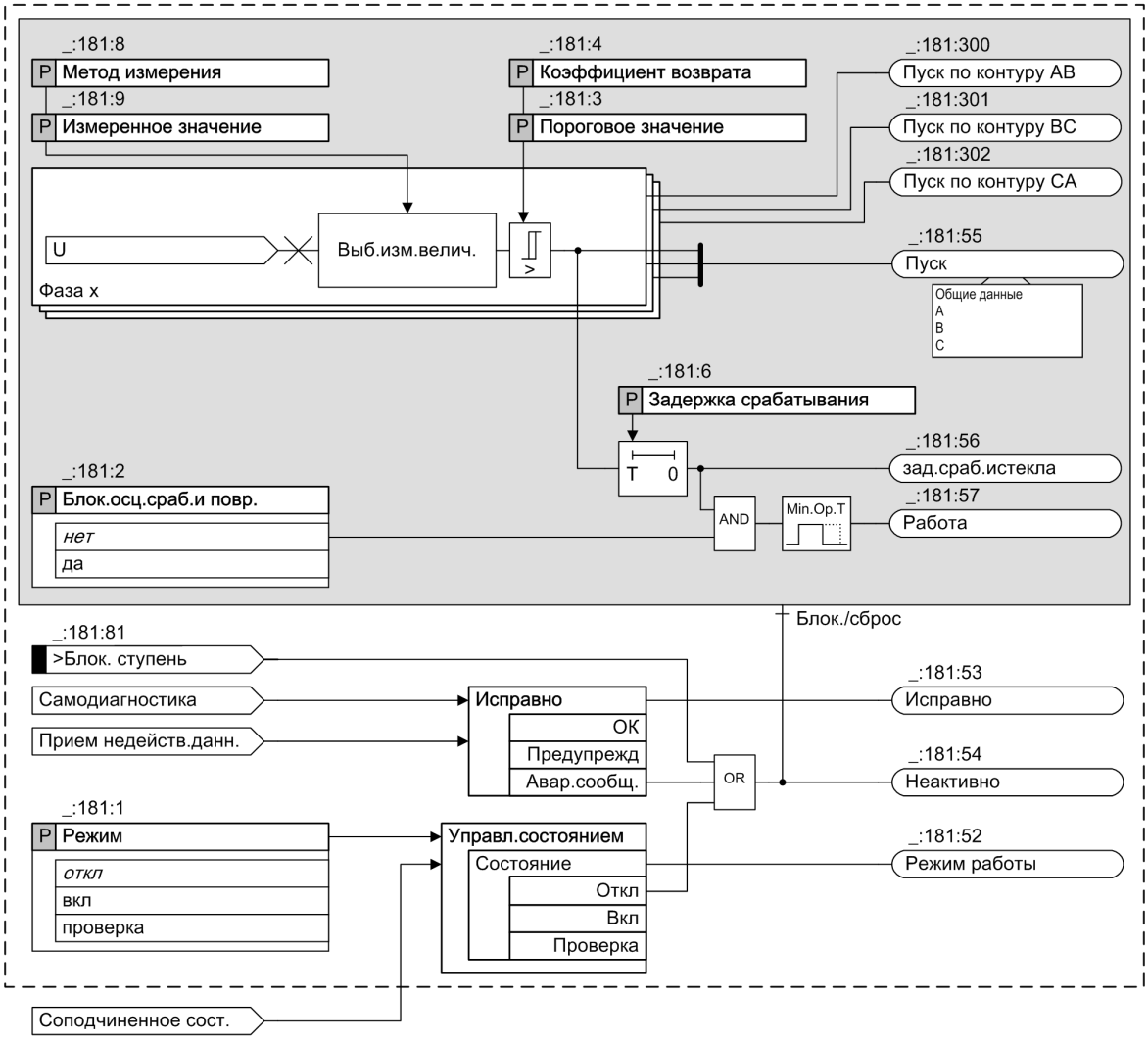


[dw3phovp-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-272 Структура/реализация функции

6.23.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lo3phasi-090611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-273 Логическая схема защиты от повышения напряжения для трехфазных напряжений

Метод измерения

С помощью параметра **Метод измерения** вы выбираете соответствующий метод измерения в зависимости от применения защиты.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение значения параметра ***действ. знач.***:

  Метод измерения определяет амплитуду напряжения из дискретизированных значений согласно определяющей формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Используйте параметр **Измеренное значение**, чтобы определить, будет ли отключающая ступень анализировать линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или фазные напряжения U_A, U_B и U_C.

Если измеренное значение задается как линейное напряжение, функция сообщает о сработавших измерительных органах.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень**.

6.23.4 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕР

Пример выбора уставок для двухступенчатой защиты от повышения напряжения

В данном примере описывается выбор уставок для двухступенчатой защиты от повышения напряжения. Будут рассмотрены значения уставок **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**.

- 1. Ступень:

  Для определения установившегося перенапряжения задайте уставку срабатывания для первого элемента на 10 % выше чем максимальное ожидаемое значение линейного напряжения. При установке параметра **Измеренное значение** равным междуфазному напряжению и вторичному номинальному напряжению 100 В, вторичное задаваемое значение параметра первого элемента перенапряжения рассчитывается следующим образом:

Пороговое значение: на 10 % выше $U_{ном}$

$U_{уставки, втор} = 1,1\ U_{ном, втор} = 1,1 \cdot 100\ В = 110\ В$

Предполагается, что номинальное первичное напряжение защищаемого объекта и трансформатора напряжения совпадают. Если значения отличаются, то уставку срабатывания следует скорректировать.

Для параметра **Задержка срабатывания** установите значение 3 с.

- 2. Ступень:

  Вторая ступень защиты от повышения напряжения предназначена для срабатывания при импульсных (кратковременных) перенапряжениях. Здесь выбрано большое значение срабатывания, например в 1,5 раза выше номинального напряжения. Значение выдержки времени для данной ступени обычно принимают от 0,1 до 0,2 с.

Ступень	Значения уставок	
	Пороговое значение	Выдержка времени
1	Выдержка времени 1,1 $В_{ном.}$	3 с
2	1,5 $U_{ном}$	от 0.1 с до 0.2 с

6.23.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
НезавВыдВр 1				
_:181:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:181:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:181:9	НезавВыдВр 1:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:181:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:181:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:181:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:181:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
НезавВыдВр 2				
_:182:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:182:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:182:9	НезавВыдВр 2:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:182:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:182:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	130.000 В
_:182:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:182:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.23.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:181:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:181:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:181:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:181:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:181:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:181:300	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:181:301	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:181:302	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:181:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:181:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:182:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:182:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:182:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:182:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:182:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:182:300	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:182:301	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:182:302	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:182:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:182:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.24 Защита от повышения напряжения прямой последовательности

6.24.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** (ANSI 59) используется для:

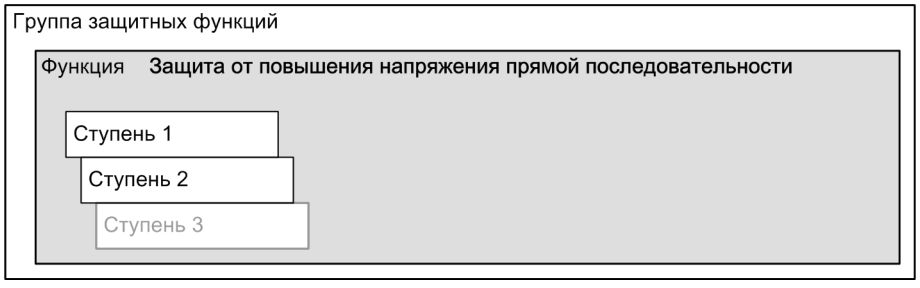
- Обнаружения симметричных устойчивых перенапряжений
- Контроля диапазона напряжения, если напряжение прямой последовательности является определяющей величиной

Несимметричные перенапряжения, например, вызванные замыканиями на землю и несимметричными повреждениями, не обнаруживаются при анализе напряжения прямой последовательности.

6.24.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** имеет 2 ступени с заводскими уставками. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

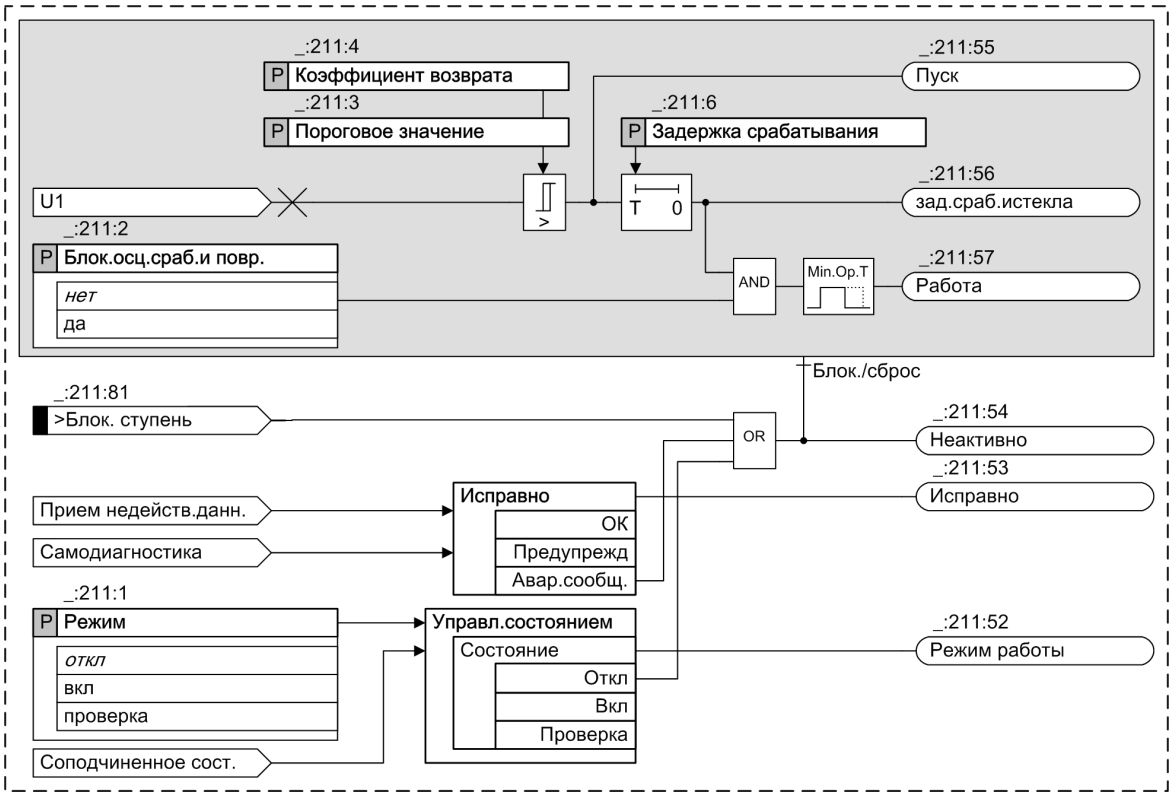


[dwovpu1s-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-274 Структура/реализация функции

6.24.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logovpu1-090611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-275 Логическая схема ступени: Защита максимального напряжения прямой последовательности

Метод измерения

Для ступени используется напряжение прямой последовательности. Напряжение прямой последовательности вычисляется из измеренного фазного напряжения в соответствии с определяющим уравнением.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень**.

6.24.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:211:3) Пороговое значение** = ***65 V***

Пороговое значение устанавливается в соответствии с определением системы прямой последовательности.

Задайте значение параметра Пороговое значение (уставку срабатывания) в соответствии с конкретным случаем использования.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:211:6) Задержка срабатывания** = ***3 c***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:211:4) Коэффициент возврата** = ***0.95***

Значение по умолчанию ***0.95*** подходит для большинства применений. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например, до величины 0,98.

Общие примечания

Если имеет место значительное перенапряжение, первая ступень защиты может выполнить отключение за короткое время. Если перенапряжение не такое большое, вторая ступень может либо только выдать предупредительную сигнализацию о превышении уставки (см. Работа в качестве функции контроля) либо отключить с большей задержкой, чтобы позволить регулятору напряжения вернуть напряжение обратно в рамки номинального диапазона.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень работала только на сигнал, то формирование сообщения о срабатывании и запись в журнале повреждений можно отменить с помощью параметра **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.24.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:211:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:211:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:211:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	65.000 В
_:211:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:211:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:212:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:212:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:212:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	75.000 В
_:212:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:212:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.24.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:211:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:211:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:211:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:211:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:211:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:211:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:211:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:212:81	Ступень 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:212:54	Ступень 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:212:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:212:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:212:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:212:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:212:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.25 Защита от повышения напряжения обратной последовательности

6.25.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения по напряжению обратной последовательности** (ANSI 47) используется для:

- Контроля энергосистемы и электрических машин при несимметрии напряжений
- Определение разрешения срабатывания для максимальной токовой защиты в случае несимметричных повреждений

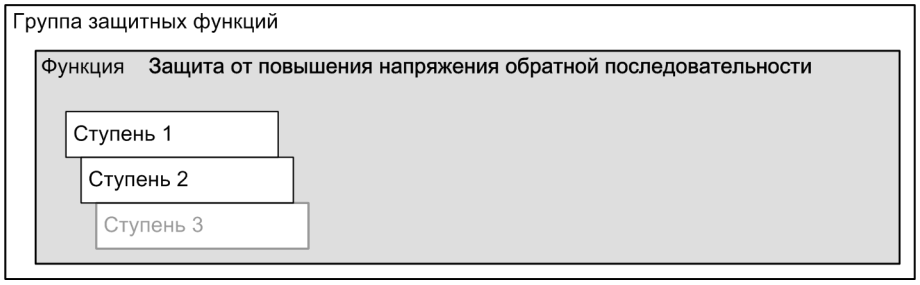
Несимметрия напряжений может быть вызвана рядом различных причин:

- Наиболее распространенной причиной является несимметричная нагрузка, например, вызванная разными потребителями в отдельных фазах.
- Другими причинами могут быть КЗ в энергосистеме, например, в трансформаторе или в установках для компенсации реактивной мощности.
- Несимметрия напряжений также может быть вызвана обрывом фазы, например, при перегорании однофазного предохранителя, обрыве провода и т.п.

6.25.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности** имеет 2 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

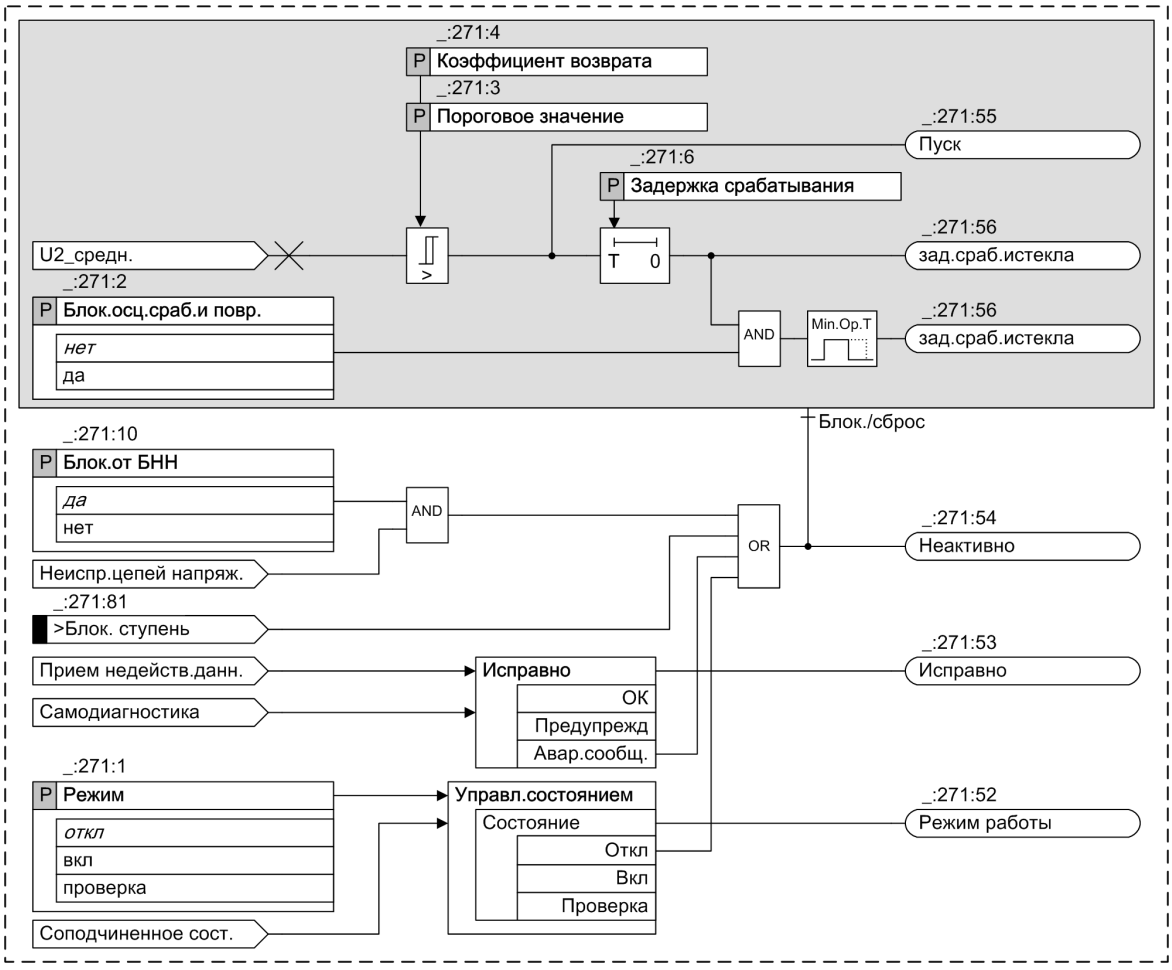


[dwu2ovps-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-276 Структура/реализация функции

6.25.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lou23pol-090611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-277 Логическая схема ступени: Защита максимального напряжения обратной последовательности

Метод измерения

Для ступени используется напряжение обратной последовательности. Напряжение обратной последовательности вычисляется из измеренного фазного напряжения в соответствии с определяющим уравнением.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- При пуске функции **Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения** (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала **>Открыт** от функционального блока **Выключатель ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.25.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:271:3) Пороговое значение**= ***5,8 В*** [14]

Уставка **Пороговое значение** выбрана в соответствии с определением системы обратной последовательности.

Укажите **Пороговое значение** (порог срабатывания) для конкретного применения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:271:6) Задержка срабатывания**= ***3 с***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:271:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Для достижения высокой точности измерений можно уменьшить **Коэффициент возврата**, например до 0,98.

Задав очень низкое пороговое значение, можно увеличить коэффициент возврата (например, до 0,90), чтобы избежать "дребезга" ступени.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:271:10) Блок.от БНН** = ***да***

Используя уставку **Блок.от БНН**, можно контролировать поведение отключающей ступени при исчезновении измеряемого напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **функция внутреннего мониторинга обнаружения неисправностей** в цепях измерительного напряжения.
- Сигнал дискретного входа **>Открыт** функционального блока **автоматического выключателя ТН** подключен к цепи выключателя ТН (см. главу *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

[14] Конкретные пределы уставки зависят от данных трансформаторов и соединений.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень имела только информационную функцию, то генерацию сообщений об операциях с выключателем и регистрацию повреждений можно отключить с помощью уставки **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.25.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:271:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:271:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:271:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:271:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	10.046 В
_:271:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:271:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:272:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:272:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:272:10	Ступень 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:272:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	15.588 В
_:272:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:272:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.25.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:271:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:271:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:271:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:271:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:271:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:271:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:271:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:272:81	Ступень 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:272:54	Ступень 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:272:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:272:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:272:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:272:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:272:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.26 Защита от превышения напряжения нулевой последовательности

6.26.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности/напряжению смещения** (ANSI 59):

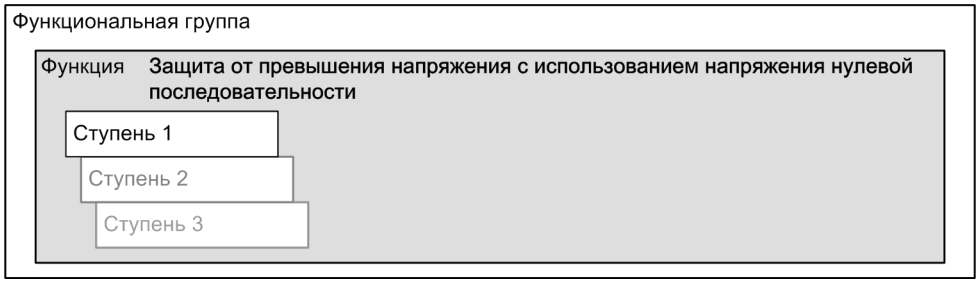
- Данная защита используется в изолированных или компенсированных сетях для обнаружения замыканий на землю
- При необходимости защита может определить, в какой фазе произошло замыкание на землю
- Служит для обнаружения замыканий на землю в обмотках статора электрических машин.

6.26.2 Структура функции

Функция **Защиты от повышения напряжения нулевой последовательности** используется в группах функций защиты, действующих на основе измерения напряжения.

Заводские настройки функции **Защита от превышения напряжения нулевой последовательности** устанавливают одну ступень срабатывания. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени.

Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

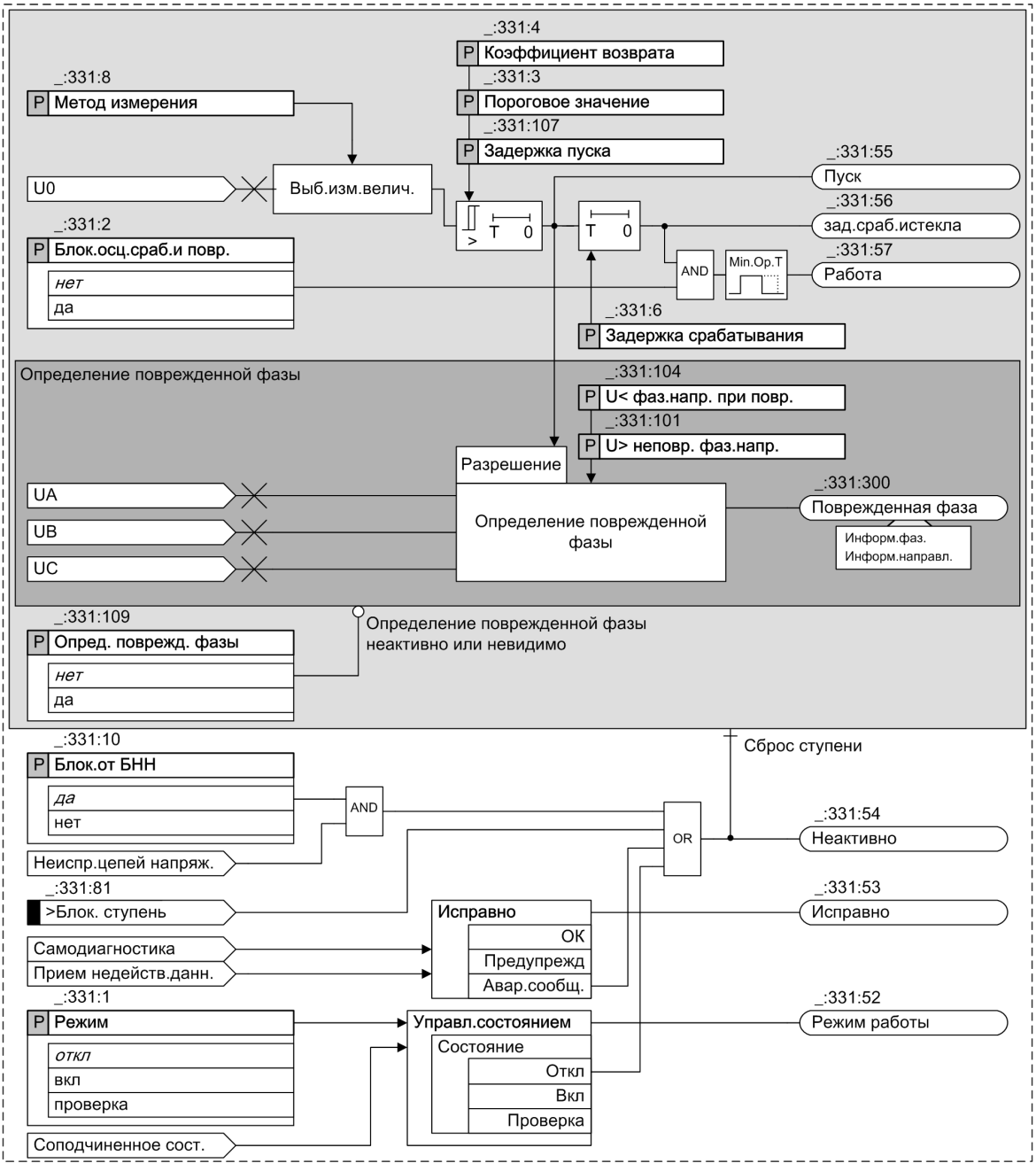


[dwu0ovps-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-278 Структура/реализация функции

6.26.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[loovpu03-090611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-279 Логическая схема работы защиты от повышения напряжения нулевой последовательности

Измеряемая величина, метод измерения

Устройство измеряет напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U_0. Если устройство не может определить напряжение как измеряемый параметр, напряжение нулевой последовательности U_0 рассчитывается из измеренных фазных напряжений U_A, U_B и U_C.

С помощью параметра **Метод измерения** вы выбираете соответствующий метод измерения в зависимости от применения защиты.

- Измерение ***осн. гармоника*** (стандартный фильтр):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение ***действ. знач.*** значения параметра (реальное среднеквадратичное значение):

  Метод измерения определяет амплитуду напряжения из дискретизированных значений согласно определяющей формуле для среднеквадратичного значения.

- ***шир. фильтр осн. гарм.*** (составляющие основной гармоники, треугольное окно фильтрации в 2 периода):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники. Фильтр с увеличенной длиной по сравнению со стандартным фильтром и использование треугольного окна дает в частности сильное ослабление гармоник и неустойчивых повреждений. Фильтр с увеличенной длиной вызывает повышение времени пуска по сравнению со стандартным фильтром (см. Технические данные).

Пуск, возврат

Ступень сравнивает **Пороговое значение** с напряжением нулевой последовательности U_0. Параметр **Задержка пуска** позволяет вам отложить пуск ступени на заданное время.

Значение параметра **Коэффициент возврата** определяет коэффициент возврата по отношению к значению **Пороговое значение**.

Обнаружение поврежденной фазы

Параметр **Опред. поврежд. фазы** определяет, будет или не будет производиться определение поврежденной фазы. Определение поврежденной фазы осуществляется после пуска ступени функции. Если в двух фазах превышена уставка **U> неповр. фаз.напр.**, а в третьей значение остается ниже уставки **U< фаз.напр. при повр.**, то считается, что в последней фазе произошло повреждение, и выдается сигнал.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение повреждения в цепях измеряемого напряжения** (см. *8.3.2.1 Обзор функций* Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала **>Открыт** от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.26.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:331:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Данный метод измерения подавляет гармоники или броски напряжения при переходных процессах. Siemens рекомендует использовать эти уставки в качестве стандартного метода.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При использовании данного метода измерений запрещается устанавливать **пороговое значение** срабатывания ступени менее 10 В.
шир. фильтр осн. гарм.	Для реализации особенно сильного ослабления гармоник и переходных процессов выберите этот метод измерения. В отличие от стандартного фильтра, длительность окна данного фильтра составляет 2 периода. Помните, что в этом случае время срабатывания отключающей ступени незначительно увеличится (см. раздел "Технические данные").

Параметр: Задержка пуска

- Рекомендуемая уставка **(_:331:107) Задержка пуска** = ***0 мс***

Параметр **Задержка пуска** позволяет вам задержать анализ измеренных величин (генерировать пуск) в зависимости от наличия напряжения нулевой последовательности. Выдержка времени на срабатывание может потребоваться, если после возникновения КЗ ожидается долгий переходный процесс вследствие большой емкости относительно земли линий электропередач.
Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **Задержка пуска** = ***0 мс***.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:331:3) Пороговое значение** = ***30 В*** [15]

Пороговым значением функции является напряжение нулевой последовательности U_0. Устройство вычисляет напряжение нулевой последовательности U_0 либо из измеренной величины напряжения обмотки ТН соединенной в разомкнутый треугольник, либо из 3-фазных напряжений.
Заданное значение зависит от режима заземления нейтрали системы:

- Т.к. напряжение нулевой последовательности появляется в изолированных или компенсированных сетях только при замыканиях на землю, то значение уставки не имеет большого значения. Значение уставки должно находиться в диапазоне от 20 до 40 В. Более высокая чувствительность (или меньшее значение уставки) может потребоваться в случае замыкания на землю через большое активное сопротивление повреждения.
- Для сетей с заземленной нейтралью можно задавать меньшее значение уставки. Данная уставка должна быть выше максимального возможного напряжения нулевой последовательности, вызванного несимметричным режимом работы.

ПРИМЕР

Для изолированных сетей

Остаточное напряжение измеряется с помощью обмотки соединенной в разомкнутый треугольник:

- При несимметричном замыкании на землю к устройству подводится напряжение нулевой последовательности, равное 100 В.
- Пороговое значение следует установить таким образом, чтобы ступень срабатывала при 50 % от значения полного напряжения нулевой последовательности.

[15] Конкретные пределы уставки зависят от данных трансформаторов и соединений.

- Полное напряжение нулевой последовательности составляет 100 В/√3 = 57,7 В.
  Заданное значение: 0,5 * 57,7 В = 28,9 В ≈ 30 В

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:4) Коэффициент возврата** = ***0.95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Коэффициент возврата можно уменьшить, например до 0,98, чтобы получить более точное измерение.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:331:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** позволяет предотвратить срабатывание функции при появлении напряжения нулевой последовательности в переходном режиме. Настройка зависит от конкретного применения.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемая уставка **(_:331:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях измерения напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **функция внутреннего мониторинга обнаружения неисправностей** в цепях измерительного напряжения.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **автоматического выключателя ТН** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Опред. поврежд. фазы

- Уставка по умолчанию **(_:331:109) Опред. поврежд. фазы** = ***нет***

Параметр **Опред. поврежд. фазы** определяет поведение ступени при определении замыкания конкретной фазы на землю.

Значение параметра	Описание
нет	Фаза, поврежденная при замыкании на землю, не определяется. Выберите уставку по умолчанию, если вы не хотите использовать ступень для обнаружения замыканий на землю. Например, при использовании в заземленных системах.
да	Срабатывание будет происходить в зависимости от значения напряжения нулевой последовательности. Устройство будет определять поврежденную фазу. Выберите данное значение при использовании в изолированных или компенсированных сетях.

Параметр: U< фаз.напр. при повр.

- Уставка по умолчанию **(_:331:104) U< фаз.напр. при повр.** = ***30,000 В*** [16]

[16] Конкретные пределы уставки зависят от данных трансформаторов и соединений.

Установите соответствующее значение порога в параметре **U< фаз.напр. при повр.** для определения поврежденной фазы. Задаваемое значение - это фазное напряжение.

Это значение должно быть меньше минимального значения фазного напряжения в нормальном режиме. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию **U< фаз.напр. при повр.** = ***30,000 В***.

Параметр: U> неповр. фаз.напр.

- Уставка по умолчанию **(_:331:101) U> неповр. фаз.напр.** = ***75,000 В*** [17]

Установите значение порога для двух неповрежденных фаз в параметре **U> неповр. фаз.напр.**. Задаваемое значение - это фазное напряжение.

Это значение должно быть больше максимального значения фазного напряжения в нормальном режиме, но меньше минимального значения линейного напряжения. Например, при $U_{ном}$ = 100 В, следует установить значение 75 В. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию **U> неповр. фаз.напр.** = ***75,000 В***.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень работала только на сигнал, то формирование сообщения о срабатывании и запись в журнале повреждений можно отменить с помощью параметра **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.26.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:331:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:331:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:331:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:331:109	Ступень 1:Опред. поврежд. фазы		• нет • да	нет
_:331:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • шир. фильтр осн. гарм. • действ. знач.	осн. гармоника
_:331:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	30.000 В
_:331:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:331:107	Ступень 1:Задержка пуска		0.00 с до 320.00 с	0.00 с
_:331:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:331:101	Ступень 1:U> неповр. фаз.напр.		0.300 В до 340.000 В	75.000 В
_:331:104	Ступень 1:U< фаз.напр. при повр.		0.300 В до 340.000 В	40.000 В

[17] Конкретные пределы уставки зависят от данных трансформаторов и соединений.

6.26.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:331:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:331:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:331:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:331:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:331:300	Ступень 1:Поврежденная фаза	ACT	O
_:331:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:331:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:331:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.27 Защита от повышения напряжения по любому напряжению

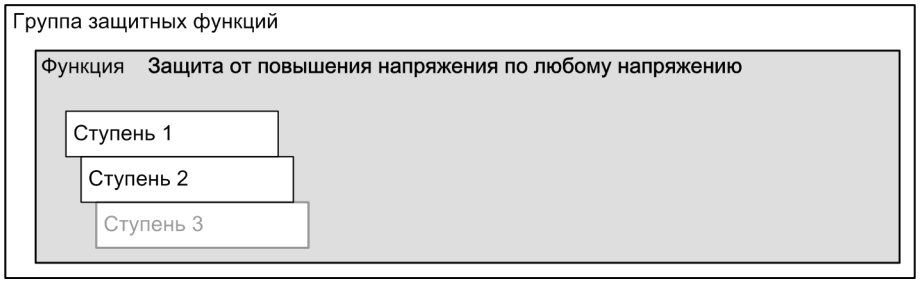
6.27.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** (ANSI 59) обнаруживает повышение напряжения по любой 1 фазе и предназначена для конкретных применений.

6.27.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** относится к группе защитных функций, использующих измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** предусматривает две ступени с заводскими уставками. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

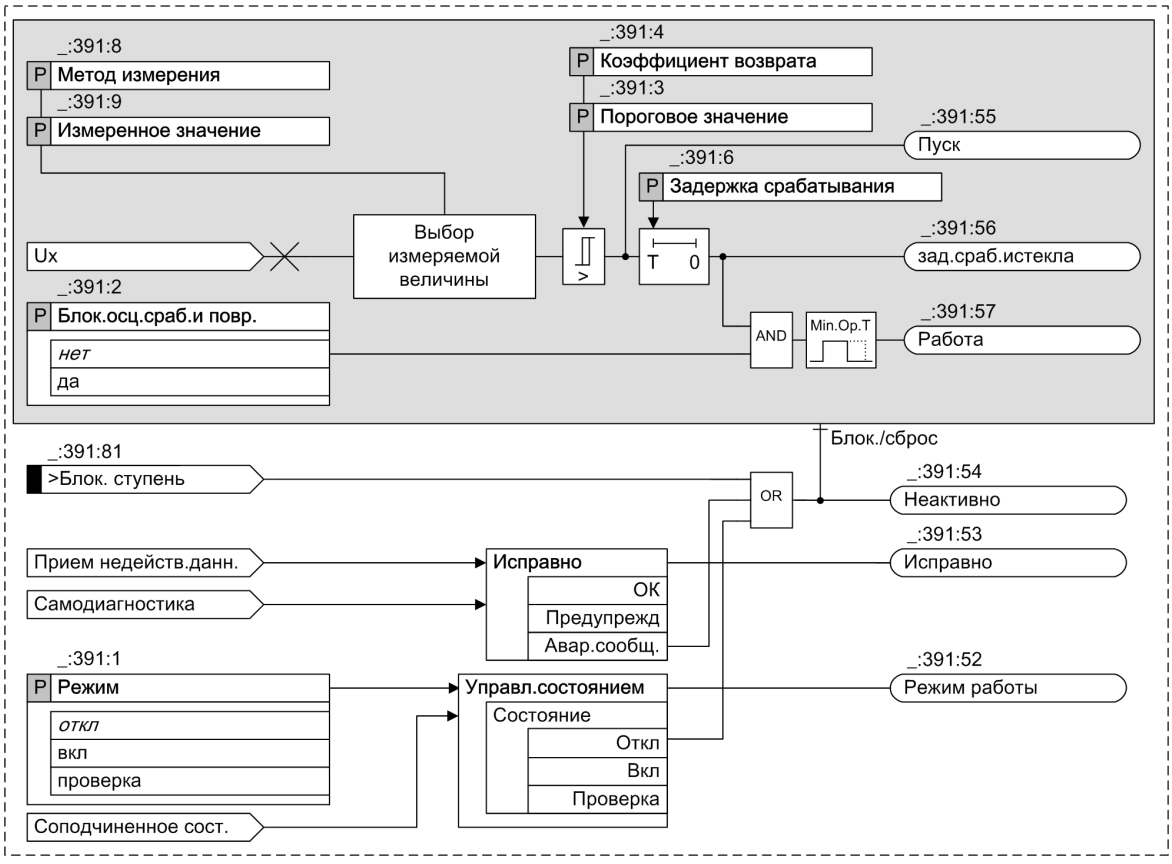


[dwovpuxs-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-280 Структура/реализация функции

6.27.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louxovpr-211212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-281 Логическая схема ступени: Защита максимального напряжения по любому напряжению

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение значения параметра ***действ. знач.***:

  Метод измерения определяет амплитуду напряжения из дискретизированных значений согласно определяющей формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** позволяет определить, использует ли ступень измеренные величины напряжения (непосредственно заведенные в устройство) или вычисленные линейные напряжения.

Если функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.27.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:391:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** определяет тип метода измерений для ступеней защиты: только составляющие основной гармоники (тип метода по умолчанию) или вычисление действующего значения.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Этот метод измерения подавляет высшие гармоники или броски напряжения при переходных процессах. Siemens рекомендует использовать данный метод в качестве уставки по умолчанию.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При использовании данного метода измерений запрещается устанавливать **пороговое значение** срабатывания ступени менее 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Уставка по умолчанию **(_:391:9) Измеренное значение** = ***UA измер.***

Параметр **Измеренное значение** используется для определения напряжения, которое контролируется ступенью.

Объем уставок зависит от типа подключения трансформаторов напряжения и ранжирования измеряемых величин на точку измерения напряжения. Вы можете найти примеры подключения трансформаторов напряжения в Приложении.

Доступны следующие варианты уставок:

- Измеряемое фазное напряжение U_A (***UA измер.***)
- Измеряемое фазное напряжение U_B (***UB измер.***)
- Измеряемое фазное напряжение U_C (***UC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA измер.***)
- Измеряемое напряжение нейтрали Uн (***Uн измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB расчетное***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC расчетное***)

- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA расчетное***)
- Вычисляемое напряжение U0 (***U0 расч.***)

Выбор зависит от конкретного применения.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:391:3) Пороговое значение** = ***110 V***

Задайте значение параметра **Пороговое значение** (уставку срабатывания) в соответствии с конкретным случаем использования.

В зависимости от измеренного значения, **Пороговое значение** устанавливается как **Измеренное напряжение** или как **Линейное значение**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:391:6) Задержка срабатывания** = ***3 c***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:391:4) Коэффициент возврата** = ***0.95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например, до величины 0,98.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень работала только на сигнал, то формирование сообщения о срабатывании и запись в журнале повреждений можно отменить с помощью параметра **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.27.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:391:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:391:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:391:9	Ступень 1:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • Uн измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:391:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:391:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:391:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:391:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:392:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:392:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:392:9	Ступень 2:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • Uн измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:392:8	Ступень 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:392:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	130.000 В
_:392:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:392:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.27.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:391:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:391:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:391:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:391:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:391:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:391:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:391:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:392:81	Ступень 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:392:54	Ступень 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:392:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:392:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:392:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:392:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:392:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.28 Трехфазная защита от снижения напряжения

6.28.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения напряжения** (ANSI 27) используется для:

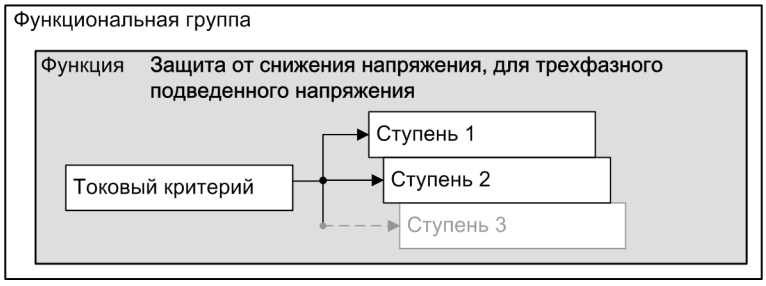
- контроля за допустимым диапазоном напряжения
- Защиты оборудования (например, оборудования электрической станции) от повреждений, связанных со снижением напряжения
- Управления отключениями или разгрузкой потребителей

6.28.2 Структура функции

Функция **СнижНапр3ф** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функции **СнижНапр3ф** имеет 2 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Функция защиты построена таким образом, что один критерий протекания тока может действовать на все ступени защиты от снижения напряжения (см. *Рисунок 6-282*). Если для группы защитных функций отсутствует измерение тока, то реализовать критерий протекания тока **возможно** только при помощи соответствующего входного дискретного сигнала.

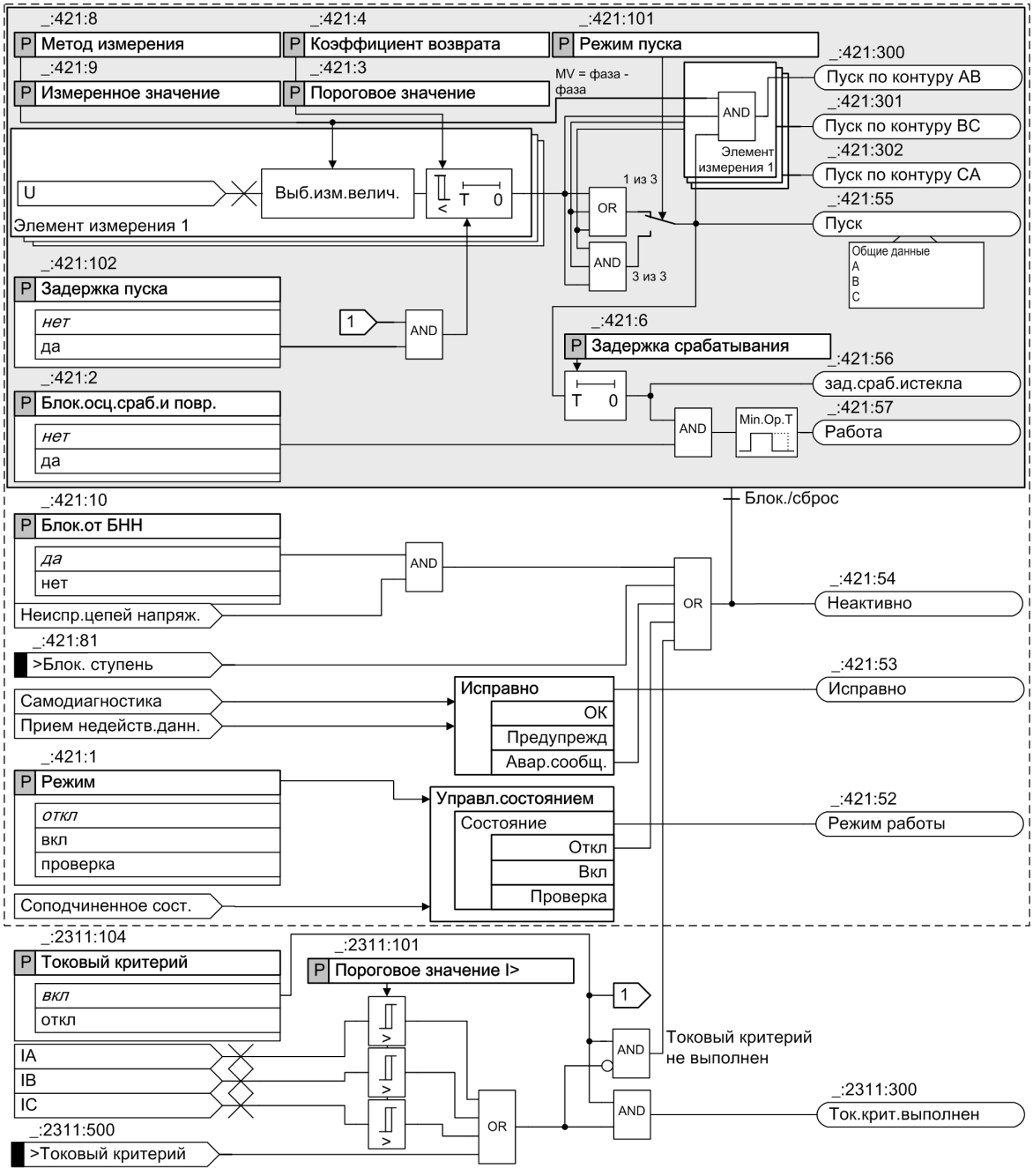


[dwstru3p-110211-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-282 Структура/реализация функции

6.28.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louvp3ph-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-283 Логическая схема ступени: Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

Метод измерения

Метод измерения Используйте уставку **Метод измерения**, чтобы выбрать соответствующий метод измерения, в зависимости от применения.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  Метод измерения определяет амплитуду напряжения из дискретизированных значений согласно определяющей формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Используйте параметр **Измеренное значение**, чтобы определить, будет ли отключающая ступень анализировать линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или фазные напряжения U_A, U_B и U_C.

Если измеренное значение задается как линейное напряжение, функция сообщает о сработавших измерительных органах.

Режим пуска

Используйте уставку **Режим пуска** для определения того, сработает ли отключающая ступень в том случае, когда существует незначительное превышение порогового значения для одного измерительного элемента (***1 из 3***) или когда существует незначительное превышение порогового значения для всех 3 измерительных элементов (***3 из 3***).

Выдержка времени на срабатывание

Параметр **Задержка пуска** становится доступным и имеет значение только при использовании критерия по наличию тока (значение параметра **Токовый критерий** = ***вкл***).

Если при использовании критерия протекания тока отключается выключатель, то функции обнаружения снижения напряжения и контроля протекания тока конфликтуют друг с другом. В зависимости от значения уставок для обнаружения снижения напряжения и контроля протекания тока возможна ситуация, когда снижение напряжения будет обнаружено прежде, чем произойдет возврат функции контроля протекания тока. В этом случае отключающая ступень запустится на короткий промежуток времени. Для предотвращения кратковременного пуска отключающей ступени в ситуации, когда отключается выключатель, используйте параметр **Задержка пуска**. Это позволит задержать пуск примерно на 40 мс.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Параметр **Токовый критерий** работает для всех отключающих ступеней.

Если активирован параметр **Токовый критерий** , то защита минимального напряжения будет пускаться только в том случае, если превышен минимальный задаваемый ток (**Пороговое значение I>**). Если значение тока меньше этой минимальной уставки, то отключающие ступени блокируются.

Также можно **установить** критерий протекания тока при использовании дискретного входа**>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-283* показано влияние критерия протекания тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:104) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита минимального напряжения активна. Уставку можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение повреждения в цепях измеряемого напряжения** (см. Раздел *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Выключатель ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения повреждения в цепях напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.28.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Режим пуска

- Рекомендуемая уставка **(_:421:101) Режим пуска** = ***1 из 3***

Значение параметра **Режим пуска** определяет, при каком условии будет происходить срабатывание ступени защит: если понижение зафиксировал один измерительный орган (***1 из 3***) или понижение зафиксировано тремя измерительными органами (***3 из 3***).

Значение параметра	Описание
1 из 3	Выберите данное значение, если функция используется для защиты или если необходимо контролировать диапазон изменения напряжения. Компания Siemens рекомендует использовать ***1 из 3*** как уставку по умолчанию. Данная характеристика срабатывания функции использовалась в предыдущих модификациях устройства (SIPROTEC 4, SIPROTEC 3).
3 из 3	Выберите данное значение, если срабатывание ступени защиты должно приводить к отделению защищаемого объекта от энергосистемы (например, парки ветряных электростанций).

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:421:102) Задержка пуска** = ***нет***

Параметр **Задержка пуска** становится доступным только при использовании критерия по наличию тока (значение параметра **Токовый критерий** = ***вкл***). Если критерий по наличию тока не используется, то выдержку времени можно не вводить.

Параметр **Задержка пуска** определяет, будет ли использоваться выдержка времени (приблизительно 40 мс). Выдержка времени позволяет избежать мгновенного срабатывания ступени при отключении выключателя.

Значение параметра	Описание
нет	Выберите данное значение, если необходимо мгновенное срабатывание ступени. При данном значении параметра срабатывание функции, а где это необходимо и отключение, будет происходить максимально быстро. Учтите, что проведение переключений (например, отключение выключателя) может привести к мгновенному срабатыванию ступени защиты (в зависимости от значения заданных уставок). Выдержка времени в 50 мс должна быть введена для предотвращения ошибочных срабатываний функции.
да	Выберите данное значение, если переключения (например, отключение выключателя) не должны приводить к срабатыванию функции. Учтите, что срабатывание функции происходит через 40 мс. Данная задержка суммируется с собственным временем срабатывания функции.

6.28.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:104	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
_:2311:101	Общие данные:Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
НезавВыдВр 1				
_:421:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:421:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:421:10	НезавВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:421:9	НезавВыдВр 1:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:421:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:421:101	НезавВыдВр 1:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:421:102	НезавВыдВр 1:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:421:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение		0.300 В до 175.000 В	80.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:421:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:421:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
НезавВыдВр 2				
_:422:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:422:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:422:10	НезавВыдВр 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:422:9	НезавВыдВр 2:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:422:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:422:101	НезавВыдВр 2:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:422:102	НезавВыдВр 2:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:422:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение		0.300 В до 175.000 В	65.000 В
_:422:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:422:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.28.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	Неактивно SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	Неактивно SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:421:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:421:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:421:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:421:53	НезавВыдВр 1:Исправно	ENS	O
_:421:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:421:300	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру AB	Неактивно SPS	O
_:421:301	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру BC	Неактивно SPS	O
_:421:302	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру CA	Неактивно SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:421:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:421:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:422:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:422:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:422:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:422:53	НезавВыдВр 2:Исправно	ENS	O
_:422:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:422:300	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру AB	Неактивно SPS	O
_:422:301	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру BC	Неактивно SPS	O
_:422:302	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру CA	Неактивно SPS	O
_:422:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:422:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.29 Защита от снижения напряжения прямой последовательности

6.29.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения напряжения прямой последовательности** (ANSI 27) используется для:

- контроля за допустимым диапазоном напряжения
- Защиты оборудования (например, оборудования электрической станции) от повреждений, связанных со снижением напряжения
- Защиты двигателей и генераторов от недопустимых режимов и возможной потери устойчивости в случае снижения напряжения

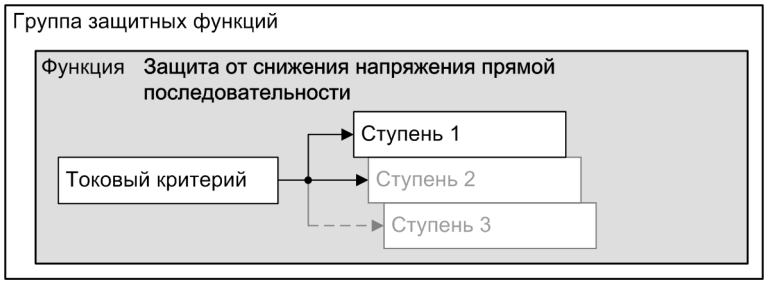
Двухфазные короткие замыкания или замыкания на землю, ведущие к несимметричному снижению напряжения, не оказывают заметного влияния на напряжение прямой последовательности, по сравнению с тремя однофазными измерительными системами. Поэтому данная функция, в частности, подходит для оценки проблем устойчивости.

6.29.2 Структура функции

Функция **Защита от снижения напряжения прямой последовательности** используется в группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Защита от снижения напряжения прямой последовательности** имеет 2 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Критерий наличия тока влияет на работу всех ступеней данной защиты (см. *Рисунок 6-284* Если для группы защитных функций отсутствует измерение тока, то реализовать критерий по наличию тока **возможно** только при помощи соответствующего входного дискретного сигнала.

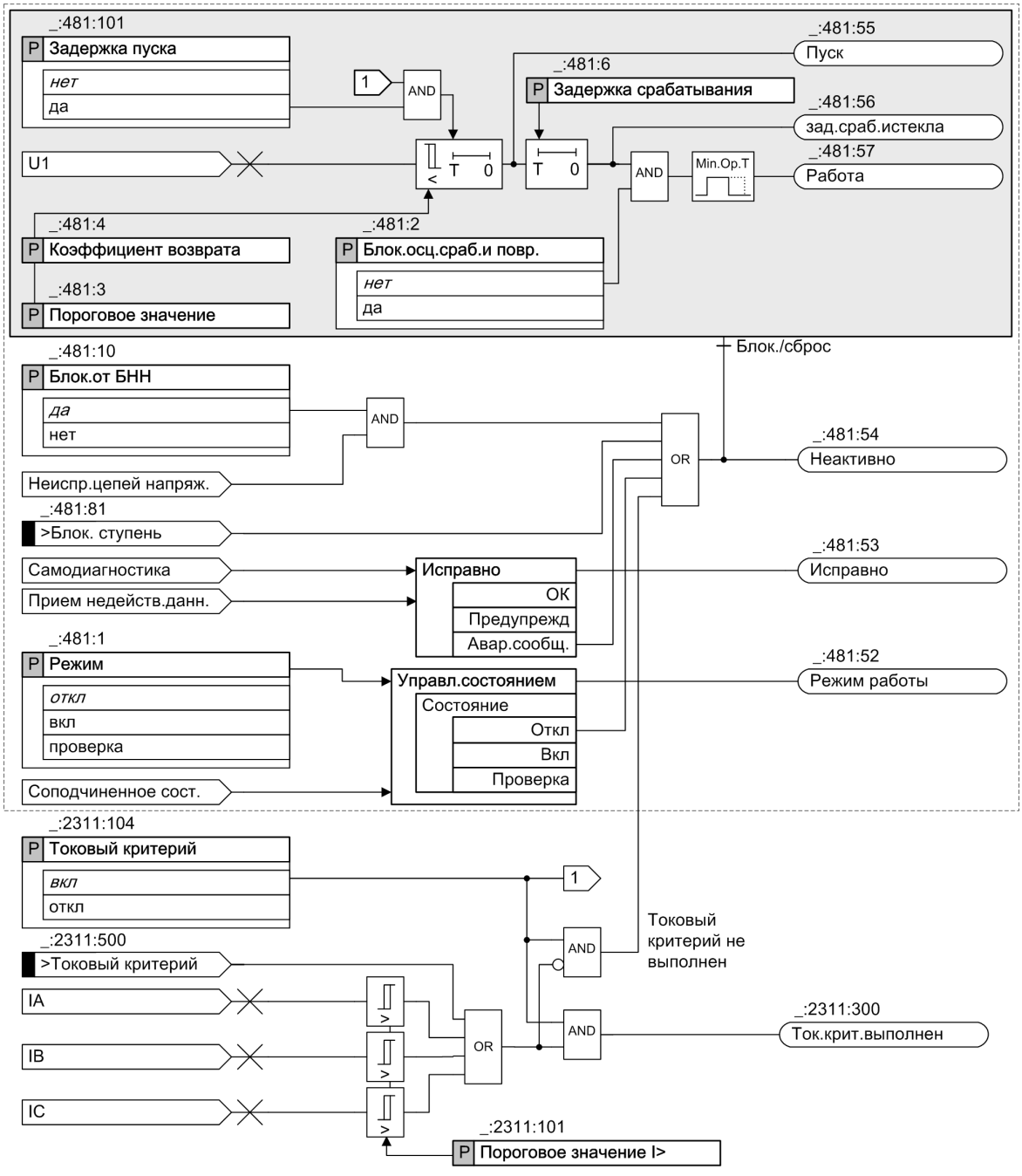


[dwstuvu1-110211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-284 Структура/реализация функции

6.29.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louv3pu1-021012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-285 Логическая схема ступени: Защита от снижения напряжения прямой последовательности

Метод измерения

Для ступени используется напряжение прямой последовательности. Напряжение прямой последовательности вычисляется из измеренного фазного напряжения в соответствии с определяющим уравнением.

Задержка пуска

Параметр **Токовый критерий** становится доступным и имеет значение только при использовании критерия протекания тока (значение параметра **Задержка пуска** = ***вкл***).

Если при использовании критерия протекания тока отключается выключатель, функции обнаружения снижения напряжения и отпускания протекания тока конфликтуют друг с другом. В зависимости от заданного порога для обнаружения снижения напряжения и критерия протекания тока возможна ситуация, когда снижение напряжения будет обнаружено прежде, чем произойдет возврат критерия протекания тока. В этом случае отключающая ступень запустится на короткий промежуток времени. Для предотвращения кратковременного пуска отключающей ступени в ситуации, когда отключается выключатель, используйте параметр **Задержка пуска**. Это позволит задержать пуск примерно на 40 мс.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Критерий наличия тока работает для всех ступеней.

Когда активирован параметр **Токовый критерий**, защита от снижения напряжения будет пускаться только в том случае, если минимальный задаваемый ток (**Пороговое значение I>**) превышен по крайней мере в одной фазе. Если значение тока меньше этой минимальной уставки, то отключающие ступени блокируются.

Для критерия протекания тока можно задать значение **выполняется** с помощью дискретного входного сигнала **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-285* показано влияние критерия протекания тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:104) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита от снижения напряжения активна. Уставку можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- При пуске функции **Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли отключающая ступень заблокирована или останется в работе при обнаружении исчезновения измеряемого напряжения.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения исчезновение измеряемого напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.29.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:481:3) Пороговое значение** = ***46 В***

Задайте значение параметра **Пороговое значение** (уставку срабатывания) в соответствии с конкретным случаем применения. Стандартная уставка используется, если функция должна срабатывать при снижении контролируемого напряжения до значения в 80 % от номинального значения.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:481:101) Задержка пуска** = ***нет***

Параметр **Задержка пуска** становится доступным только при использовании токового критерия (значение параметра **Токовый критерий** = ***вкл***). Если токовый критерий не используется, то выдержку времени можно не вводить.

Параметр **Задержка пуска** определяет, будет ли использоваться выдержка времени (приблизительно 40 мс). Выдержка времени позволяет избежать мгновенного срабатывания ступени при отключении выключателя.

Значение параметра	Описание
нет	Выберите данное значение, если необходимо мгновенное срабатывание ступени. При данном значении параметра срабатывание функции, а где это необходимо и отключение, будет происходить максимально быстро. Учтите, что проведение переключений (например, отключение выключателя) может привести к мгновенному срабатыванию ступени защиты (в зависимости от значения заданных уставок). Для предотвращения ошибочных срабатываний функции должна быть введена выдержка времени в 50 мс.
да	Выберите данное значение, если переключения (например, отключение выключателя) не должны приводить к срабатыванию функции. Учтите, что срабатывание функции происходит через 40 мс. Данная задержка суммируется с собственным временем срабатывания функции.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:481:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:481:4) Коэффициент возврата** = ***1,05***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение 1,05. Для получения высокоточных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:481:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **функция Обнаруж.неиспр.цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **автоматического выключателя ТН** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Ступень защиты не заблокирована.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Токовый критерий** = ***вкл***

В зависимости от главной схемы трансформаторы напряжения (ТН) могут находиться как со стороны питания, так и со стороны нагрузки. Эти два места расположения трансформатора напряжения влияют на работу функции после отключения выключателя:

- Если ТН расположены со стороны питания, то они будут измерять напряжения.
- Если ТН расположены со стороны нагрузки, то напряжение будет отсутствовать.

Значение параметра	Описание
вкл	Если ТН расположены со стороны нагрузки, то можно использовать токовый критерий для надежного возврата функции при снижении тока ниже минимального значения (параметр Пороговое значение I>).
откл	Если токовый критерий не используется, то ступени защиты минимального напряжения остаются в работе до полного исчезновения напряжения.

Параметр: Пороговое значение I>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Пороговое значение I>** = ***0,05 A***

Параметр **Пороговое значение I>** используется для определения отключенного положения выключателя. Siemens рекомендует задавать значение параметра **Пороговое значение I>** равное 5% от значения номинального тока. При вторичном номинальном токе трансформатора тока в 1 А значение параметра **Пороговое значение I>** будет равно 0,05 А.

Если чувствительность параметра **Пороговое значение I>** задается слишком высокой, то длительные переходные процессы во вторичной цепи трансформатора тока могут увеличить время возврата функции. Увеличьте значение уставки для ускорения возврата функции.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень работала только на сигнал, то формирование сообщения о срабатывании и запись в журнале повреждений можно отменить с помощью параметра **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.29.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:104	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
_:2311:101	Общие данные:Пороговое значение I>	1 А при 100 Iном	0.030 А до 10.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 50.000 А	0.250 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 10.000 А	0.050 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 50.000 А	0.250 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А
Ступень 1				
_:481:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:481:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:481:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:481:101	Ступень 1:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:481:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	46.000 В
_:481:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:481:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:482:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:482:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:482:10	Ступень 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:482:101	Ступень 2:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:482:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	40.000 В
_:482:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:482:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.29.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:481:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:481:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:481:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:481:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:481:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:481:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:481:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 2			
_:482:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:482:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:482:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:482:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:482:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:482:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:482:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.30 Защита от снижения напряжения по любому напряжению

6.30.1 Обзор функций

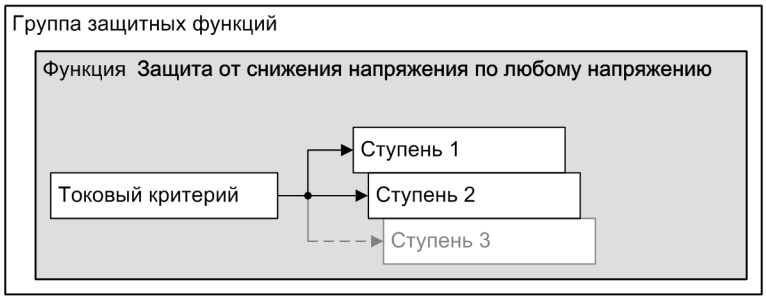
Функция **Защита от снижения напряжения по любому напряжению** (ANSI 27) обнаруживает повышение напряжения по любой 1 фазе и предназначена для конкретных применений.

6.30.2 Структура функции

Структура функции. Функция **Защита от снижения напряжения по любому напряжению** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от снижения напряжения по любому напряжению** имеет 2 ступени с заводскими уставками. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Критерий наличия тока влияет на работу всех ступеней данной защиты (см. *Рисунок 6-286*).

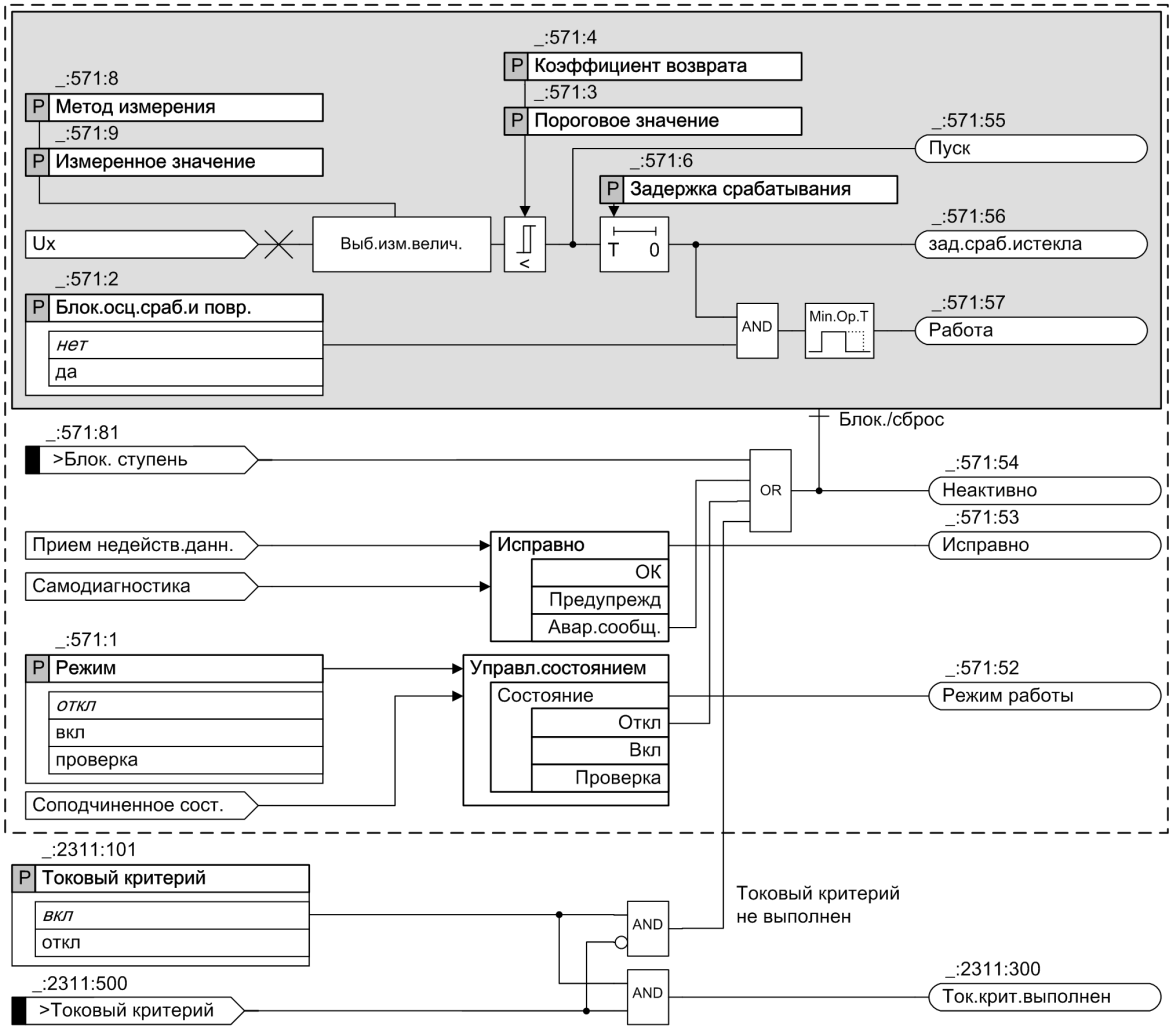


[dwstuvux-110211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-286 Структура/реализация функции

6.30.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louvpuxx-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-287 Логическая схема ступени: Защита минимального напряжения по любому напряжению

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция используется в 1-фазных функциональных группах, параметр **Измеренное значение** недоступен.

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

- Измерение составляющей основной гармоники:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать дискретизированные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  Метод измерения определяет амплитуду напряжения из дискретизированных значений согласно определяющей формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** позволяет определить, использует ли ступень измеренные величины напряжения (непосредственно заведенные в устройство) или вычисленные линейные напряжения.

Если функция используется в 1-фазных функциональных группах, параметр **Измеренное значение** недоступен.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Критерий наличия тока работает для всех ступеней.

При введенном параметре **Токовый критерий** защиты от снижения напряжения пускается только в том случае, когда критерий протекания тока задан как **выполнено** через сигнал на дискретном входе **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-287* показано влияние критерия протекания тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:101) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита минимального напряжения активна. Уставку можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Блокировать ступень можно как изнутри так и снаружи с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.30.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемая уставка **(_:571:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** определяет тип метода измерений для ступеней защиты: только составляющие основной гармоники (тип метода по умолчанию) или вычисление действующего значения.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Этот метод измерения подавляет высшие гармоники или броски напряжения при переходных процессах. Siemens рекомендует использовать этот параметр как значение по умолчанию.
действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При использовании данного метода измерений запрещается устанавливать **пороговое значение** срабатывания ступени менее 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Уставка по умолчанию **(_:571:9) Измеренное значение** = ***UA измер.***

Параметр **Измеренное значение** используется для определения напряжения, которое контролируется ступенью.

Объем уставок зависит от типа подключения трансформаторов напряжения и ранжирования измеряемых величин на точку измерения напряжения. Вы можете найти примеры подключения трансформаторов напряжения в Приложении.

Доступны следующие варианты уставок:

- Измеряемое фазное напряжение U_A (***UA измер.***)
- Измеряемое фазное напряжение U_B (***UB измер.***)
- Измеренное фазное напряжение V_C ***UC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA измер.***)
- Измеряемое напряжение нейтрали Uн (***Uн измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB расчетное***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC расчетное***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA расчетное***)
- Вычисляемое напряжение U0 (***U0 расч.***)

Выбор зависит от конкретного применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция используется в 1-фазных функциональных группах, параметр **Измеренное значение** недоступен.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:571:3) Пороговое значение** = ***75 V***

Задайте значение параметра **Пороговое значение** (уставку срабатывания) в соответствии с конкретным случаем использования.
В зависимости от параметра **Измеренное значение**, значение **Пороговое значение** задается или как **измеряемое напряжение** или как **линейное напряжение**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:571:6) Задержка срабатывания** = ***3 c***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:571:4) Коэффициент возврата** = ***1,05***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***1.05***. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть изменено, например, на 1.02.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:101) Токовый критерий** = ***вкл***

Значение параметра	Описание
вкл	В зависимости от случая применения может понадобиться, чтобы ступень была введена (не заблокирована) только при определенном протекающем токе (см. примечания).
откл	Мониторинг протекания тока не имеет значения для случая применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Из-за возможности гибкого выбора варианта измерения напряжения, сама функция не фиксирует ток, соответствующий напряжению. Пользователь должен создать подходящую функцию мониторинга протекания тока с помощью дополнительной логики (CFC), которую необходимо подключить к дискретному входному сигналу **>Токовый критерий**.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы отключающая ступень работала только на сигнал, то формирование сообщения о срабатывании и запись в журнале повреждений можно отменить с помощью параметра **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.30.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
Ступень 1				
_:571:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:571:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:571:9	Ступень 1:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • Uн измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:571:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:571:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	80.000 В
_:571:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:571:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:572:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:572:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:572:9	Ступень 2:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • Uн измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:572:8	Ступень 2:Метод измерения		• осн. гармоника • действ. знач.	осн. гармоника
_:572:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	65.000 В
_:572:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:572:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.30.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	Неактивно SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	Неактивно SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:571:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:571:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:571:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:571:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:571:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:571:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:571:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:572:81	Ступень 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:572:54	Ступень 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:572:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:572:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:572:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:572:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:572:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.31 Функция определения места повреждения (ОМП)

6.31.1 Обзор функций

Функция **ОМП** служит для измерения расстояния до места повреждения в случае КЗ.

Быстрое определение места повреждения и, соответственно, быстрое устранение неисправности увеличивает готовность линии передачи электроэнергии в энергосистеме. Определение места повреждения основано на вычислении полного сопротивления контура измерения при коротком замыкании.

6.31.2 Структура функции

Функция **ОМП** используется в функциональной группе защит **Линия**.



[dwstrufo-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-288 Структура/реализация функции

Для вычисления места повреждения необходима предварительная регистрация фазных токов и напряжений. Функция **ОМП** содержит все необходимые контрольные параметры.

Вычисление места повреждения начинается только, если пустилась или сработала как минимум одна из функций: **Дистанционная защита**, **Дифференциальная защита**, **Защита от замыканий на землю** или **МТЗ**.

6.31.3 Описание функции

Условия пуска

ОМП является отдельной функцией с собственной памятью измеряемых параметров и собственными алгоритмами фильтрации. Чтобы определить верный измерительный контур и наиболее благоприятный интервал времени для сохранения измеренной переменной, необходима только команда пуска от защиты. Определение места повреждения может быть начато как при срабатывании защиты, так и при каждом ее пуске. Если другое устройство защиты отключает повреждение, вычисление места повреждения также возможно при каждом пуске. При повреждении за пределами защищаемой линии сообщение о месте повреждения может не отражать реального места нахождения повреждения, так как измеряемые параметры могут быть искажены, например, центральной подпиткой.

Определение места повреждения

Записанные значения выборки напряжения короткого замыкания и напряжения "замораживаются" сразу после срабатывания защиты. Таким образом, в измеренное значение не вносится ошибка во время процесса отключения, даже при использовании быстродействующих выключателей. Измеряемые параметры и расчеты полного сопротивления автоматически фильтруются, и в заданном окне данных отображается только измеренное значение установившегося режима.

После отключения короткого замыкания измеренные значения анализируются, и на основании замеров контуров короткого замыкания вычисляется место повреждения. Если место повреждения не может быть вычислено, выводится сообщение *Ошибка ОМП*.

Результаты расчета функции ОМП

Выводятся следующие результаты вычисления места повреждения:

- Контур короткого замыкания определяется из реактивного сопротивления повреждения
- Реактивное сопротивление повреждения X в омах первичных
- Активное сопротивление повреждения R в омах первичных
- Полное сопротивление повреждения в полярных координатах (амплитуда в омах, фаза в градусах)
- Расстояние до места повреждения ***d*** на линии пропорционально реактивному сопротивлению в километрах или милях, вычисленного на основании заданного удельного реактивного сопротивления линии
- Расстояние до места повреждения ***d*** в процентах от длины линии, вычисленного на основании заданного удельного реактивного сопротивления линии и заданной длины линии
- Выбранный контур короткого замыкания для определения места повреждения

ПРИМЕЧАНИЕ

Определение расстояния в километрах, милях или процентах является релевантным только для однородных участков линии. Если линия содержит участки с различными удельными реактивными сопротивлениями (например, воздушно-кабельная линия), вы можете проанализировать реактивное сопротивление, полученное от ОМП, для отдельного вычисления расстояния до места повреждения.

Коррекция измеряемых величин для параллельных линий

В случае замыканий на землю на двухцепных линиях на значения, полученные для вычисления сопротивления, оказывает влияние сопротивление взаимоиндукции нулевой последовательности. Если не принимать специальных мер, это приведет к ошибкам измерения и ошибкам вычисления сопротивления. По этой причине устройство обладает функцией компенсации влияния взаимоиндукции параллельной линии. Данная компенсация влияния взаимоиндукции параллельной линии учитывает в уравнении линии ток нулевой последовательности параллельной линии и, таким образом, компенсирует ее влияние, подобно тому, как это происходит при определении расстояния в дистанционной защите. Для компенсации необходимо завести ток нулевой последовательности параллельной линии в устройство защиты. Функция компенсации влияния взаимоиндукции параллельной линии применима только к повреждениям на защищаемой линии. Компенсация невозможна при внешних замыканиях, включая замыкания на параллельной линии.

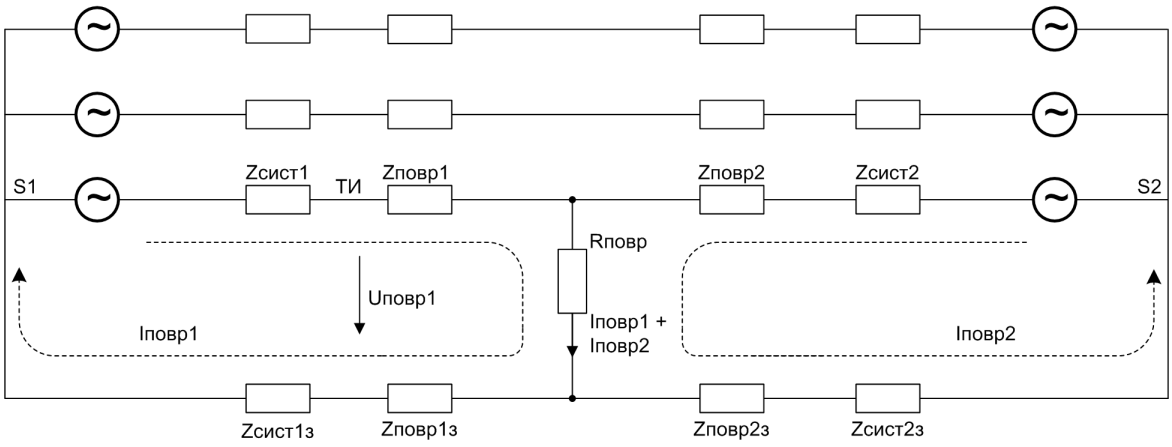
Вы можете активизировать и деактивизировать функцию компенсации влияния взаимоиндукции параллельной линии с помощью уставки **Комп.парал.лин.**.

Компенсация влияния тока нагрузки для линий с двухсторонним питанием

В случаях повреждения на линиях с двухсторонним питанием и при передаче мощности нагрузки (см. следующий рисунок), на напряжение Y_{F1} оказывает влияние не только напряжение источника питания E_1, но и напряжение второго источника питания E_2, если оба источника напряжения питают общее сопротивление замыкания R_F. Если не принимать специальных мер, это приведет к ошибкам измерения и вычисления сопротивления, так как компонент тока I_{F2} не может быть измерен в точке измерения M. Для длинных и сильно нагруженных линий данная ошибка измерения может быть значительной в главном (для вычисления расстояния) компоненте X полного сопротивления повреждения.

Функция ОМП имеет возможность компенсации влияния нагрузки, которая корректирует данную ошибку измерений при однофазных замыканиях. Коррекция активной составляющей сопротивления R невозможна. Однако, погрешность измерения в данном случае не критична, так как только реактивная составляющая X влияет на определение расстояния до места повреждения.

Компенсация влияния тока нагрузки работает при однофазных замыканиях. При этом для компенсации анализируются как прямая последовательность, так и нулевая последовательность. Вы можете активизировать и деактивизировать функцию компенсации влияния тока нагрузки с помощью уставки **Компенсация нагрузки**.



[dwfailur-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-289 Токи и напряжения замыкания на линиях с двухсторонним питанием

ТИ	Точка измерения
S1, S2	Напряжение источника питания (ЭДС)
Iповр1, Iповр2	Составляющие полного тока КЗ
Iповр1 + Iповр2	Полный ток КЗ
Uповр1	Напряжение КЗ в точке измерения
Rповр	Общее переходное сопротивление
Zповр1, Zповр2	Сопротивления относительно точки КЗ
Zповр1э, Zповр2э	Полные сопротивления повреждения
Zсист1, Zсист2	Внешние полные сопротивления
Zсист1з, Zсист2з	Внешние полные сопротивления замыкания на землю

6.31.4 Указания по применению и вводу уставок

Функции требуются следующие данные линии, чтобы вычислять расстояние до места повреждения:

- Удельное реактивное сопротивление линии на километр или милю
- Длина линии, чтобы правильно отображать расстояние до места повреждения в процентах от длины линии
- Коэффициенты компенсации тока нулевой последовательности в формате KR и KX или K0

ПРИМЕЧАНИЕ

Видимость уставки **Комп.парал.лин.** зависит от выбранного формата уставок раздела **Линия**.

Уставка **Комп.парал.лин.** доступна, если вы завели параллельную линию в устройство.

Параметр: Пуск

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пуск** = ***при пуске***

Уставка **Пуск** используется, чтобы задать критерий пуска определения места повреждения.

Значение параметра	Описание
при пуске	Вычисление места повреждения начинается после возврата пустившейся функции.
при отключении	Вычисление места повреждения начинается при срабатывании функции защиты.

Параметр: Компенсация влияния параллельной линии

- Значение по умолчанию **(_:102) Комп.парал.лин.** = ***нет***

Если вы хотите использовать компенсацию влияния параллельной линии для двухцепных линий, задайте уставку **Комп.парал.лин.** равной ***да***.

Значение параметра	Описание
нет	С помощью данной уставки компенсация влияния параллельной линии выводится из работы.
да	С помощью данной уставки компенсация влияния параллельной линии вводится в работу.

Для работы функции компенсации влияния параллельной линии должны быть выполнены следующие условия:

- Ток нулевой последовательности параллельной линии правильной полярности заведен на дополнительный токовый вход.
- Задать для входа тока параллельной линии правильный коэффициент фазных токов.
- Задать полные сопротивления системы параллельных линий в данных линии.

Параметр: Компенсация тока нагрузки

- Уставка по умолчанию **(_:103) Компенсация нагрузки** = ***нет***

Уставка **Компенсация нагрузки** может использоваться для коррекции погрешности измерения при однофазных замыканиях на линиях с двухсторонним питанием. Так происходит на ВЛ без заземления или с неблагоприятными условиями заземления опор, на которых при однофазных замыканиях может возникать большое переходное сопротивление.

Значение параметра	Описание
нет	С помощью данной уставки компенсация влияния тока нагрузки выводится из работы.
да	С помощью данной уставки компенсация влияния тока нагрузки вводится в работу.

6.31.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Функция ОМП				
_:1	Функция ОМП:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Функция ОМП:Пуск		• при срабатывании • при действ. пуске	при действ. пуске
_:102	Функция ОМП:Комп.парал.лин.		• нет • да	да
_:103	Функция ОМП:Компенсация нагрузки		• нет • да	нет

6.31.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Функция ОМП			
_:54	Функция ОМП:Неактивно	SPS	O
_:52	Функция ОМП:Режим работы	ENS	O
_:53	Функция ОМП:Исправно	ENS	O
_:302	Функция ОМП:Акт.сопр.КЗ, перв.	MV	O
_:303	Функция ОМП:Реакт.сопр.КЗ, перв.	MV	O
_:308	Функция ОМП:Акт.сопр.КЗ, втор.	MV	O
_:309	Функция ОМП:Реакт.сопр.КЗ, втор.	MV	O
_:304	Функция ОМП:Расст.до поврежд.	MV	O
_:305	Функция ОМП:Расст.до поврежд.в%	MV	O
_:306	Функция ОМП:Контур повреждения	ENS	O
_:307	Функция ОМП:ОМП невозм.	ENS	O

6.32 Защита от повышения частоты

6.32.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения частоты** (ANSI 81O):

- Обнаруживает повышение частоты в энергосистемах или электрических машинах.
- Контролирует диапазон частот и выводит сообщения о повреждениях.
- Отключает источники генерации при критических значениях частоты системы.
- Обеспечивает дополнительную защиту турбины при отказе ограничителя скорости вращения.

Отклонение частоты возникает из-за небаланса между генерируемой и потребляемой энергией. Повышение частоты вызвано отключением нагрузки ("островная" энергосистема), отключением от сети или вследствие неполадок контроллера частоты. Повышение частоты влечет за собой риск самовозбуждения электрических машин, подключенных к ненагруженным длинным линиям.

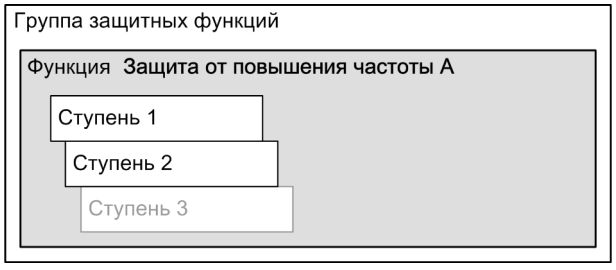
Защита от повышения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях (выбирается из библиотеки функций DIGSI). Функциональные конфигурации отличаются используемыми методами измерения частоты.

6.32.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения частоты** принадлежит к группе защит, работающих с измеренным напряжением.

Функция защиты от повышения частоты имеет две предустановленные заводом — изготовителем ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум три отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Параметры **`Возврат дифф.защиты`** и **`Мин.напряжение`** устанавливаются для всех ступеней.

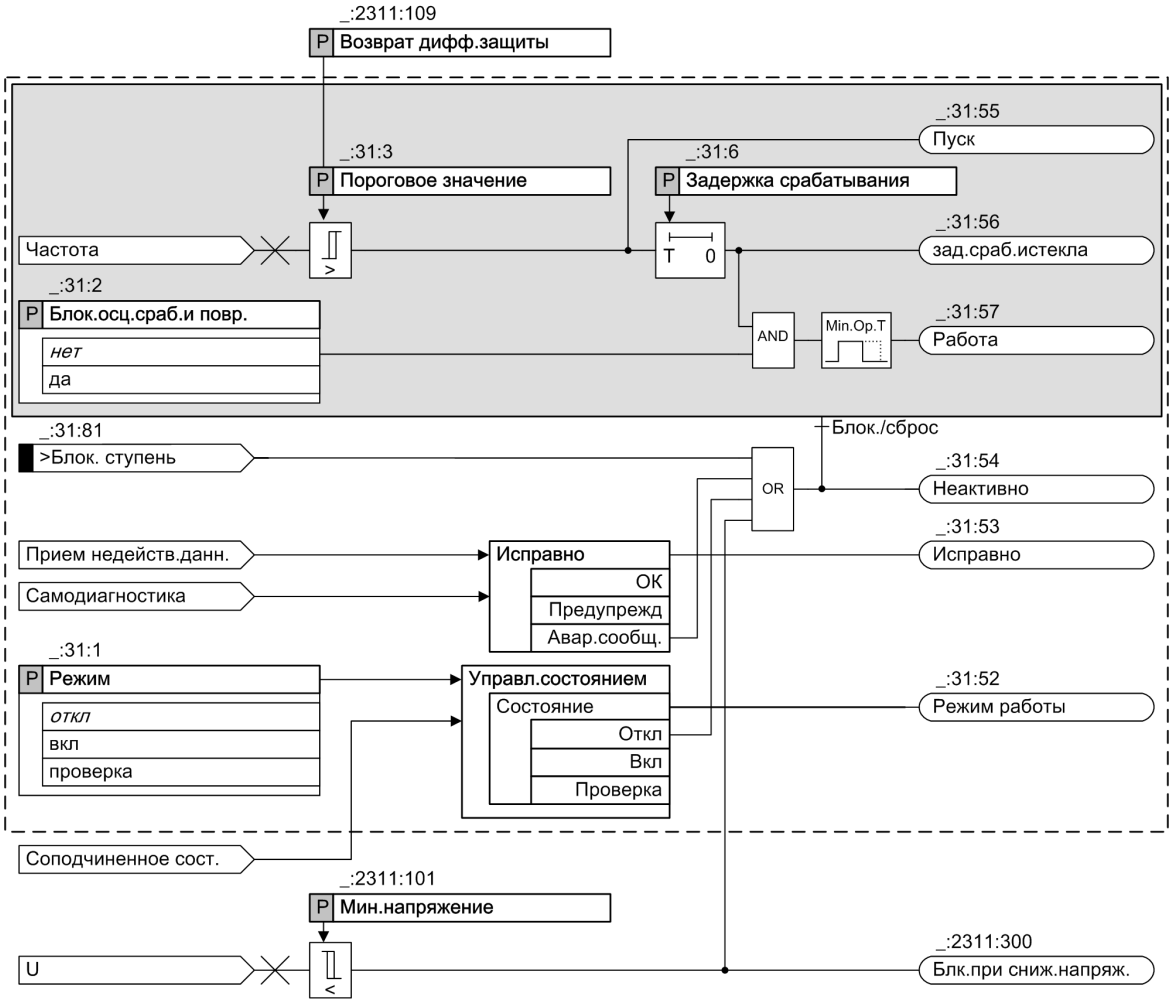


[dwstofqp-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-290 Структура/реализация функции

6.32.3 Ступень защиты от повышения частоты

Логическая схема ступени



[lostofqp-040411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-291 Логическая схема работы ступени защиты от повышения частоты

Метод измерения частоты

Защита от повышения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях. Эти конфигурации работают с разными методами измерения частоты. Выбор метода измерения частоты осуществляется в зависимости от применения.

- Метод по разнице углов (функциональная конфигурация A)

  Метод по разнице углов определяет вектор напряжения прямой последовательности в многофазных системах. В случае однофазного подключения он всегда обрабатывает вектор подведенного напряжения. Так как изменение угла вектора напряжения за данное время пропорционально изменению частоты, то отсюда можно вычислить текущее значение частоты.

- Метод фильтрации (функциональная конфигурация B)

  Метод фильтрации обрабатывает значения мгновенного напряжения и определяет текущее значение частоты с помощью подходящей комбинации фильтров. Функция защиты по частоте автоматически выбирает наибольшее напряжение в качестве измеряемой величины. В многофазном подключении линейное напряжение всегда наибольшее. Если в многофазном подключении выбранное напряжение более недоступно, функция автоматически переключается на измерение следующего максимального напряжения. Функция работает даже с одним напряжением.

Оба метода измерения характеризуются высокой точностью и коротким временем пуска. Значения помех, таких как гармонические, высокочастотные, скачкообразные изменения фаз во время коммутации и компенсации в результате качания мощности, эффективно подавляются.

Поведение за пределами рабочего диапазона

Отслеживание выборок частоты обеспечивает дополнительный диапазон ограничения рабочего диапазона частоты. Если ступень запустилась в рабочем диапазоне частоты, и измеряемое напряжение выше заданного минимального напряжения, то пуск удерживается. Возврат пуска возможен только при блокировке.

Блокировка ступени

Блокировка приведет к возврату пустившейся ступени защиты. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка через логический дискретный вход *>Блок. ступень*
- Внутренняя блокировка, если напряжение становится меньше **Мин.напряжение**

6.32.4 Указания по применению и вводу уставок

Метод измерения частоты

Метод измерения частоты выбирается с помощью функциональной конфигурации в библиотеке функций DIGSI. Буква, стоящая в конце имени функции, обозначает метод измерения.

С помощью применения двух различных методов измерения частоты, можно выполнить резервирование. Путем объединения сигналов срабатывания обеих функций через логический элемент И в CFC может быть реализован метод принятия **решения 2-из-2**. Это позволяет повысить надежность защиты.

Метод измерения частоты	Описание
Метод по разнице углов (функциональная конфигурация A)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для защиты электрических машин.
Метод фильтрации (функциональная конфигурация B)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для энергосистем.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:31:3) Пороговое значение** = ***51.50 Гц*** при $f_{ном}$ = 50 Гц

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение срабатывания ступени защиты от повышения частоты в зависимости от конкретного применения. Типовым значением предупредительного уровня в системах с номинальной частотой 50 Гц является 51.50 Гц.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:31:6) Задержка срабатывания** = ***10 с***

Параметр **Задержка срабатывания** используется для отстройки срабатывания функции при возникновении возмущений (например, при переключениях). Для использования в целях сигнализации можно выставить довольно большие значения выдержки времени.

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендованное значение уставки **(_:2311:101) Мин.напряжение** = **37,5 В**

Для **блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65% от номинального напряжения защищаемого объекта.

При определении уставки следует учитывать выбранный метод измерения и подключение. Если используется напряжение прямой последовательности, то необходимо помнить, что максимальное напряжение равно напряжению фаза-земля. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:109) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Благодаря высокоточному измерению частоты рекомендуемое значение параметра для **Возврат дифф.защиты** может оставаться на частоте 20 МГц. Если в вашем конкретном применении необходим последующий возврат отключающей ступени, то необходимо увеличить уставку разности возврата. Например, если значение пуска (параметр **Пороговое значение**) отключающей ступени установлено равным 51,5 Гц и **Возврат дифф.защиты** равно 100 мГц, возврат отключающей ступени произойдет на частоте 51,4 Гц.

Пример задания уставок защиты от повышения частоты для генераторов

Если ограничитель скорости не работает должным образом, то защита от повышения частоты выдает дополнительный сигнал о неисправности. Превышение скорости вращения может быть вызвано отключением нагрузки или возмущениями в ограничителе скорости (например, в изолированной энергосистеме).

Предельное значение частоты может быть задано в 1.03 $f_{ном}$. Если скорость вращения машины не восстановится до нормальной, то она может быть отключена второй 2-й ступенью с уставкой, равной, например, 1,08 $f_{ном.}$. Для отстройки от излишних срабатываний необходимо выставить достаточную выдержку времени для предупредительной сигнализации или отключения.

В данном применении используются две ступени защиты от повышения частоты. В следующей таблице приведены варианты уставок.

Ступень	Чем вызвано	Значения уставок		
		При $f_{ном.}$ = 50 Гц	При $f_{ном.}$ = 60 Гц	Выдержка времени
f1>	Предупреждение или отключение	51,50 Гц	61,80 Гц	20,00 с
f2>	Останов	54,00 Гц	64,80 Гц	5,00 с

ПРИМЕЧАНИЕ

В данной таблице показан один из возможных вариантов уставок защиты по частоте. Значения уставок могут отличаться в зависимости от области применения.

6.32.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:2311:109	Общие данные:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:31:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:31:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:31:3	Ступень 1:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	1.00 Гц
_:31:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 2				
_:32:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:32:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:32:3	Ступень 2:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	1.00 Гц
_:32:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	5.00 с

6.32.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:31:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:31:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:31:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:31:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:31:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:31:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:31:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:32:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:32:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:32:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:32:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:32:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:32:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:32:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.33 Защита от снижения частоты

6.33.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения частоты** (ANSI 81U) выполняет следующее:

- Обнаруживает снижение частоты в энергосистемах или электрических машинах
- Контролирует диапазон частот и выводит сообщения о повреждениях.
- Выполняет разделение энергосистем.
- Отключает нагрузку для обеспечения устойчивости энергосистем и защиты двигателей.
- Отключает генераторы при критических значениях частоты сети (например, $f < 0{,}95\ f_{ном}$)

Отклонение частоты возникает из-за небаланса между генерируемой и потребляемой энергией. Снижение частоты вызывается увеличением потребления активной энергии или уменьшением генерации. Указанные явления возникают при отключении энергосистемы, сбое генератора или вследствие неполадок контроллера мощности и частоты.

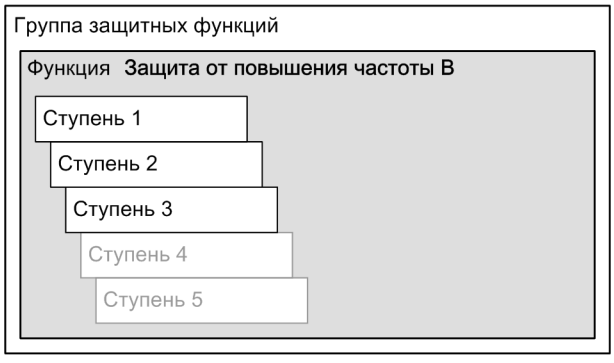
Защита от снижения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях (выбирается из библиотеки функций DIGSI). Функциональные конфигурации отличаются используемыми методами измерения частоты.

6.33.2 Структура функции

Функция **Защита от снижения частоты** принадлежит к группе защит, работающих с измеренным напряжением.

Функция **Защита от снижения частоты** имеет три предустановленные заводом-изготовителем ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум пять отключающих ступеней. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Параметры **Возврат дифф.защиты** и **Мин.напряжение** устанавливаются для всех ступеней.

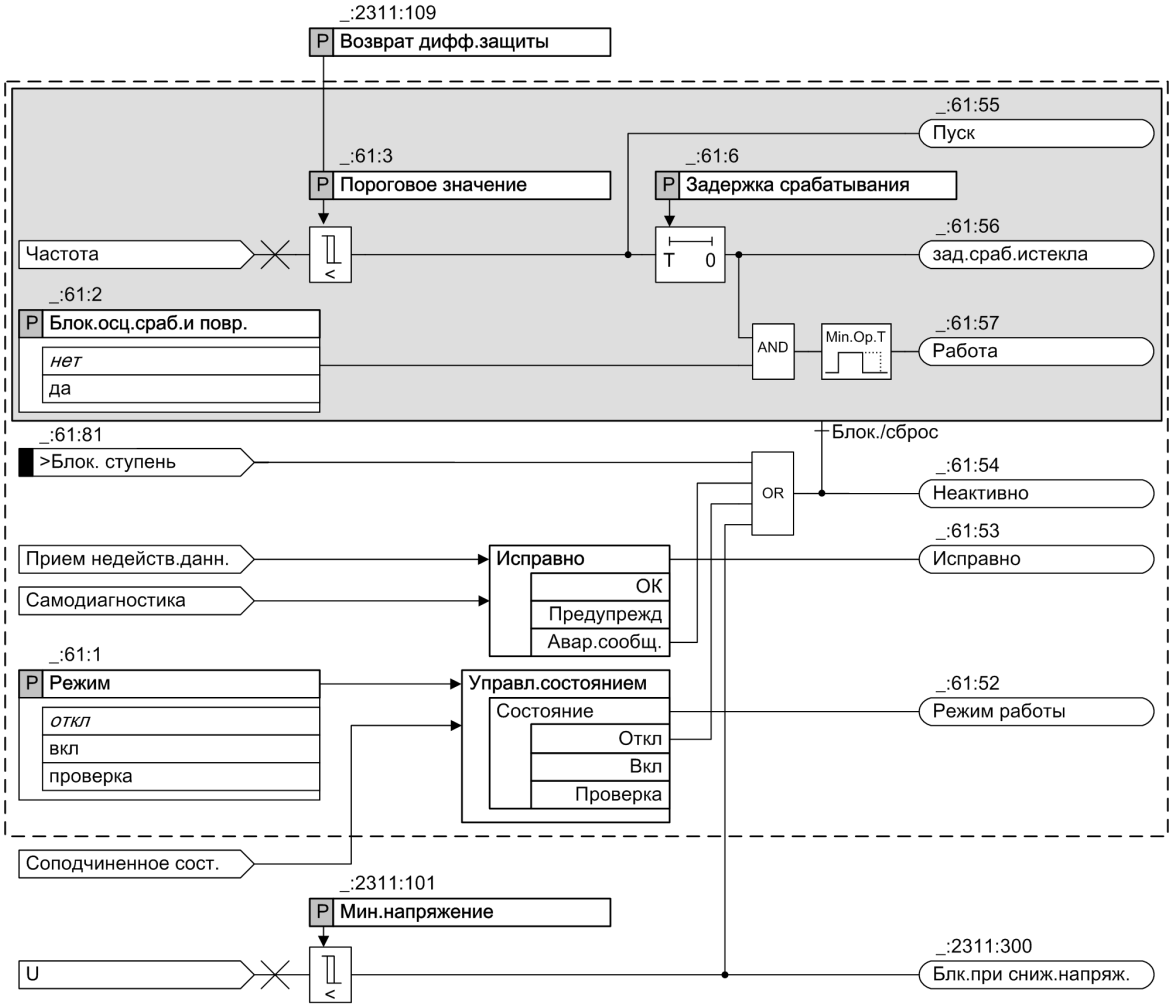


[dwstufqp-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-292 Структура/реализация функции

6.33.3 Ступень защиты от снижения частоты

Логическая схема ступени



[lostufqp-040411-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-293 Логическая схема работы ступени защиты от снижения частоты

Метод измерения частоты

Защита от снижения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях. Эти конфигурации работают с разными методами измерения частоты. Выбор метода измерения частоты осуществляется в зависимости от применения.

- Метод по разнице углов (функциональная конфигурация A)

  Метод по разнице углов определяет вектор напряжения прямой последовательности в многофазных системах. В случае однофазного подключения он всегда обрабатывает вектор подведенного напряжения. Так как изменение угла вектора напряжения за данное время пропорционально изменению частоты, то отсюда можно вычислить текущее значение частоты.

- Метод фильтрации (функциональная конфигурация B)

  Метод фильтрации обрабатывает значения мгновенного напряжения и определяет текущее значение частоты с помощью подходящей комбинации фильтров. Функция защиты по частоте автоматически выбирает наибольшее напряжение в качестве измеряемой величины. В многофазном подключении линейное напряжение всегда наибольшее. Если в многофазном подключении выбранное напряжение более недоступно, функция автоматически переключается на измерение следующего максимального напряжения. Функция работает даже с одним напряжением.

Оба метода измерения характеризуются высокой точностью и коротким временем пуска. Значения помех, таких как гармонические, высокочастотные, скачкообразные изменения фаз во время коммутации и компенсации в результате качания мощности, эффективно подавляются.

Поведение за пределами рабочего диапазона

Отслеживание выборок частоты обеспечивает дополнительный диапазон ограничения рабочего диапазона частоты. Если ступень запустилась в рабочем диапазоне частоты, и измеряемое напряжение выше заданного минимального напряжения, то пуск удерживается. Возврат пуска возможен только при блокировке.

Блокировка ступени

Блокировка приведет к возврату пустившейся ступени защиты. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала дискретного входа *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Внутренне, когда напряжение падает ниже **Мин.напряжение**

6.33.4 Указания по применению и вводу уставок

Метод измерения частоты

Метод измерения частоты выбирается с помощью функциональной конфигурации в библиотеке функций DIGSI. Буква, стоящая в конце имени функции, обозначает метод измерения.

С помощью применения двух различных методов измерения частоты, можно выполнить резервирование. Путем объединения сигналов срабатывания обеих функций через логический элемент И в CFC может быть реализован метод принятия **решения 2-из-2**. Это позволяет повысить надежность защиты.

Метод измерения	Описание
Метод по разнице углов (функциональная конфигурация A)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для защиты электрических машин.
Метод фильтрации (функциональная конфигурация B)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для энергосистем.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:61:3) Пороговое значение** = ***49,80 Гц*** при $f_{ном}$ = 50 Гц

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значения срабатывания ступени защиты от понижения частоты в зависимости от области применения. Типовым значением предупредительного уровня в системах с номинальной частотой 50 Гц является 49,8 Гц.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:61:6) Задержка срабатывания** = ***10.00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** используется для отстройки срабатывания функции при возникновении возмущений (например, при переключениях). Для использования в целях сигнализации можно выставить довольно большие значения выдержки времени.

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:101) Мин.напряжение** = **37,500 В**

Для **блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65% от номинального напряжения защищаемого объекта.

При определении уставки следует учитывать выбранный метод измерения и подключение. Если используется напряжение прямой последовательности, то необходимо помнить, что максимальное напряжение равно напряжению фаза-земля. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:109) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Благодаря высокоточному измерению частоты рекомендуемое значение параметра для **Возврат дифф.защиты** может оставаться на частоте 20 МГц. Если в вашем конкретном применении необходим последующий возврат отключающей ступени, то необходимо увеличить уставку разности возврата. Например, если величина срабатывания (параметр **Пороговое значение**) отключающей ступени задана в 49,8 Гц и параметр **Возврат дифф.защиты** на 100 мГц, то возврат ступени произойдет при значении 49,9 Гц.

Пример задания уставок защиты от снижения частоты для генераторов

Защита от снижения частоты является дополнительной защитой для турбин. Ее задачей является обеспечение объема генерируемой электростанцией энергии путем своевременного отключение от энергосистемы. После отключения от энергосистемы, контроллеры турбогенератора раскручивают его до номинальной скорости, поэтому требуемая мощность может по-прежнему подаваться с номинальной частотой

Турбогенераторы могут работать длительное время на частоте 95% от номинальной. При этом полная мощность уменьшается на такую же величину. Снижение частоты приводит не только к повышенному потреблению тока индуктивной нагрузкой, но также и грозит устойчивости системы.

Отсоединение от энергосистемы инициируется без выдержки времени при 0,95 $f_{ном}$. После отсоединения блок генератора должен восстановить нормальную частоту вращения. Если этого не происходит, то он будет отключен собственной защитой. Снижение частоты может приводить в турбине к появлению резонансных явлений и недопустимым деформациям лопаток турбины. Отключение можно задержать с помощью выдержки времени, чтобы дать контроллерам скорости достаточное время для срабатывания.

Устанавливаемое значение частоты зависит от технических данных электростанции или производителя турбины (контроль скорости). Оно составляет прибл. 0,94 $f_{ном}$.

В данном применении используются три ступени защиты от снижения частоты. В следующей таблице приведены варианты уставок.

Ступень	Чем вызвано	Значения уставок		
		при $f_{ном.}$ = 50 Гц	при $f_{ном.}$ = 60 Гц	Выдержка времени
f1<	Предупредительный сигнал	49,80 Гц	59,80 Гц	10,00 с
f2<	Отключение от энергосистемы	47,50 Гц	57,00 Гц	0,00 с
f3<	Останов	47,00 Гц	56,40 Гц	10,00 с

ПРИМЕЧАНИЕ

В данной таблице показан один из возможных вариантов уставок защиты по частоте. Значения уставок могут отличаться в зависимости от области применения и используемой турбины.

6.33.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:2311:109	Общие данные:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц
Ступень 1				
_:61:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:61:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:61:3	Ступень 1:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	1.00 Гц
_:61:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 2				
_:62:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:62:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:62:3	Ступень 2:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	1.00 Гц
_:62:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 3				
_:63:1	Ступень 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:63:2	Ступень 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:63:3	Ступень 3:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	1.00 Гц
_:63:6	Ступень 3:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с

6.33.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:61:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:61:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:61:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:61:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:61:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:61:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:61:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:62:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:62:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:62:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:62:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:62:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:62:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:62:57	Ступень 2:Работа	ACT	O
Ступень 3			
_:63:81	Ступень 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:63:54	Ступень 3:Неактивно	SPS	O
_:63:52	Ступень 3:Режим работы	ENS	O
_:63:53	Ступень 3:Исправно	ENS	O
_:63:55	Ступень 3:Пуск	ACD	O
_:63:56	Ступень 3:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:63:57	Ступень 3:Работа	ACT	O

6.34 Защита по скорости изменения частоты

6.34.1 Обзор функций

Функция **Защита по скорости изменения частоты** используется для следующего:

- Быстрое обнаружение изменения частоты
- Предотвращение небезопасных состояний, вызванных асимметрией между генерируемой и потребляемой активной мощностью
- Разделение сети
- Сброс нагрузки

6.34.2 Структура функции

Функция **Защита по скорости изменения частоты** может использоваться в функциональных группах защиты, содержащих измерения 3-фазного напряжения.

Доступны два типа функциональных блоков:

- **Повышение df/dt**
- **Понижение df/dt**

Функция **Защита по скорости изменения частоты** предварительно настроена производителем с одной ступенью повышения df/dt и одной ступенью понижения df/dt. В функции одновременно могут работать максимум пять ступеней повышения df/dt и пять ступеней понижения df/dt. Оба типа функциональных блоков имеют похожую структуру.

Проверка понижения напряжения и расчет df/dt являются общими функциями и выполняются на функциональном уровне. Все ступени используют эти общие функции.



[dwdfdt01-160113-01.tif, 1, ru_RU]

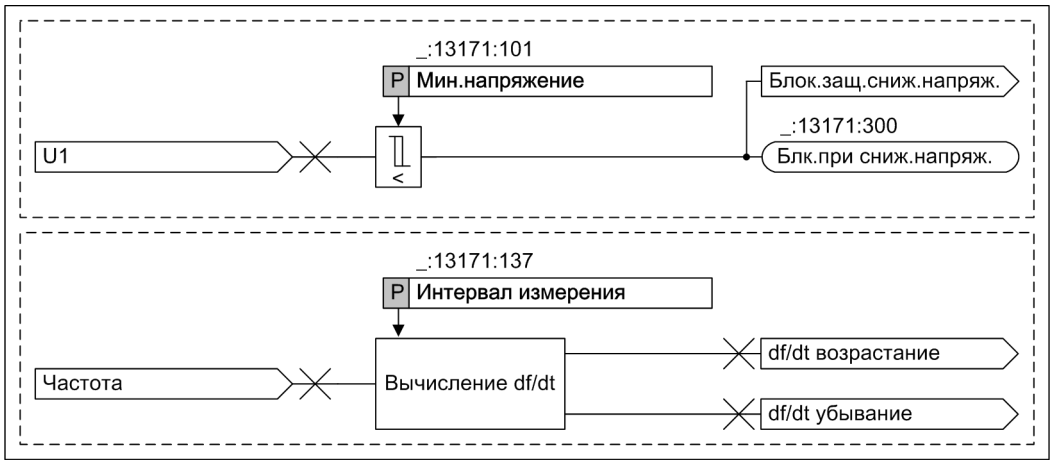
Рисунок 6-294 Структура/реализация функции

6.34.3 Общие функции (контроль снижения напряжения, вычисление df/dt)

6.34.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логика проверки понижения напряжения и расчета df/dt. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lodfdtgf-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-295 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Эта функция использует частоту, рассчитанную с помощью алгоритма угловой разности.

Дополнительные сведения см. в разделе *6.32.3 Ступень защиты от повышения частоты*.

Разность частот вычисляется за интервал времени, который можно задать (уставка по умолчанию: пять периодов).

Отношение разности частот к разности времени отражает изменение частоты, которое может быть положительным или отрицательным.

Счетчик стабилизации работает, чтобы избежать излишнего срабатывания. Этот счетчик увеличивает свое значение при превышении установленного порогового значения. Если значение падает ниже порогового, счетчик немедленно сбрасывается. Счетчик внутри установлен на 8 и активируется при каждом полупериоде системы.

Блокировка по минимальному напряжению

Если измеряемое напряжение падает ниже **Мин.напряжение**, **защита по скорости изменения частоты** блокируется, так как расчет точных значений частоты становится невозможным.

6.34.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендуемая уставка **(_:13171:101) Мин.напряжение** = ***37,500 В***

Для **Блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

Метод измерения использует вектор напряжения прямой последовательности. При определении задаваемого значения имейте в виду, что абсолютное значение вычисленного напряжения прямой последовательности равно абсолютному значению фазного напряжения. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Интервал измерения

- Уставка по умолчанию **(_:13171:137) Интервал измерения** = ***5 периодов***

Параметр **Интервал измерения** используется для оптимизации точности измерения или времени срабатывания функции. Сведения о времени срабатывания и точности измерения см. в технических данных.

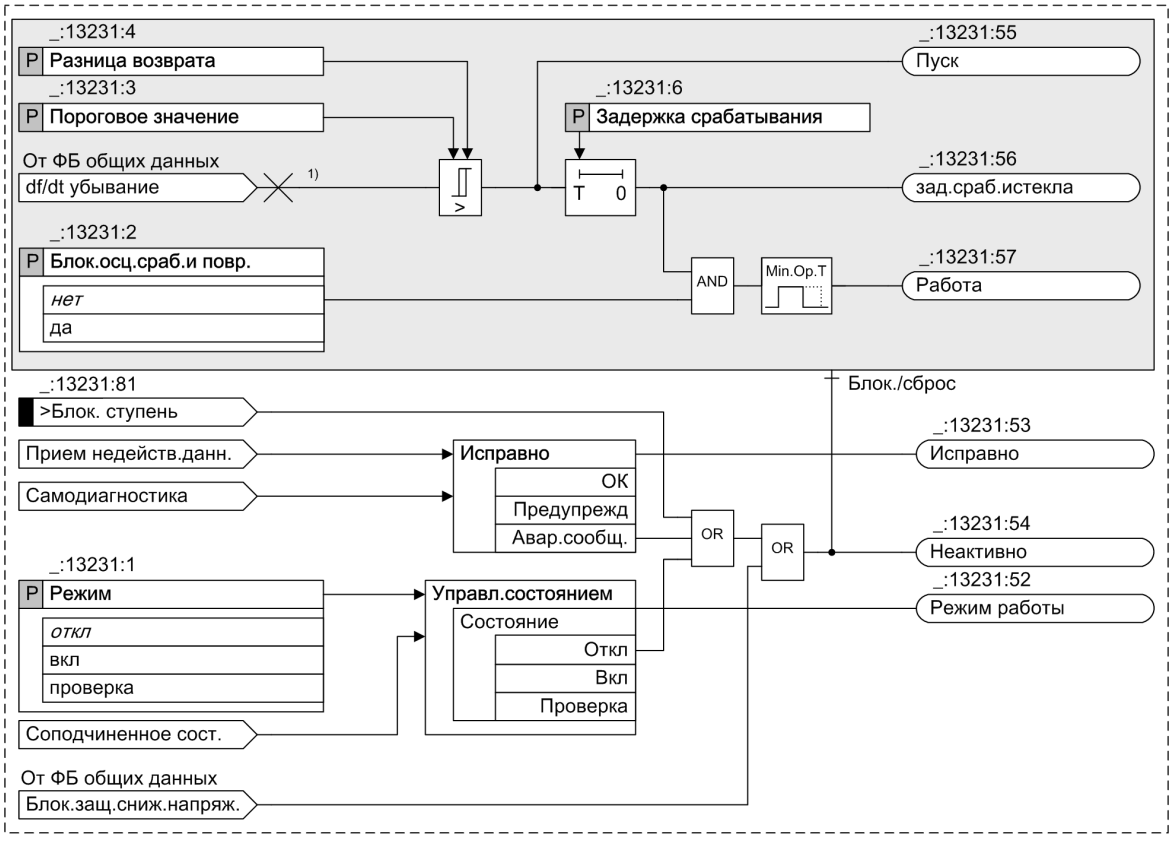
Уставка по умолчанию обеспечивает максимальную точность измерения. Если вам не требуется увеличенное время срабатывания, Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Уставка по умолчанию является разумным компромиссом между точностью измерения и временем срабатывания. Для нечувствительной уставки (высокое пороговое значение) можно установить параметр **Интервал измерения** на меньшее значение.

6.34.4 Описание ступени

6.34.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodfdtst-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-296 Логическая схема защиты по скорости изменения частоты

(1) Для типа ступени **повышение df/dt** используется значение **повышения df/dt**.

Повышение/понижение частоты

Ступень **понижение df/dt** используется для обнаружения понижения частоты, а ступень **повышение df/dt** используется для обнаружения повышения частоты.

Вы устанавливаете пороговое значение в качестве абсолютного. Вы определяете направление изменения частоты с помощью выбранного типа отключающей ступени.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Через сигнал дискретного входа *>Блок. ступень*
- Через блокировку по минимальному напряжению, когда напряжение падает ниже **Мин.напряжение**

6.34.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13231:3) Пороговое значение** = ***3,0 Гц/с***

Значение пуска зависит от применения и определяется условиями энергосистемы. В большинстве случаев необходим анализ сети. Мгновенное отключение нагрузок приводит к избытку активной мощности. Частота повышается и вызывает положительное изменение частоты. С другой стороны, отказы генераторов приводят к дефициту активной мощности. Частота падает и приводит к отрицательному изменению частоты.

Следующие отношения можно использовать в качестве примера для оценки. Они применяются к скорости изменения в начале изменения частоты (приблизительно 1 с).

$$\frac{df}{dt} = -\frac{f_{ном}}{2H} \cdot \frac{\Delta P}{S_{ном}}$$

где:

$f_{ном}$	Номинальная частота
ΔP	Изменение активной мощности $\Delta P = P_{потребления} - P_{генерации}$
$S_{ном}$	Номинальная полная мощность машин
H	Инерционная постоянная

Типовые данные для H:

Для гидротурбинных генераторов (явнополюсные машины)	H = от 1,5 с до 6 с
Для турбогенераторов (неявнополюсные роторы)	H = от 2 с до 10 с
Для промышленных турбогенераторов	H = от 3 с до 4 с

ПРИМЕР

$f_{ном}$ = 50 Гц
H = 3 с
Вариант 1: $\Delta P/S_{ном}$ = 0,12
Вариант 2: $\Delta P/S_{ном}$ = 0.48
Вариант 1: df/dt = -1 Гц/с
Вариант 2: df/dt = -4 Гц/с

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:13231:6) Задержка срабатывания** = ***1.00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** можно использовать для отстройки от излишнего срабатывания вследствие различных возмущений (например, при операциях коммутации). Если функция защиты должна пускаться быстро, задайте параметру **Задержка срабатывания** значение 0 с.

Для контроля малых изменений (< 1 Гц/с) небольшая выдержка времени поможет избежать излишних срабатываний.

Параметр: Разница возврата

- Рекомендованное значение уставки **(_:13231:4) Разница возврата** = ***0,10 Гц/с***

Параметр **Разница возврата** определяет значение возврата. Рекомендованное значение уставки ***0,10 Гц/с***.



ПРИМЕЧАНИЕ

В случае аварий в энергосистеме, особенно в случае проблем с передачей электроэнергии, и воздействия мер стабилизации напряжения через компоненты силовой электроники (компенсация реактивной мощности с помощью SVC), величина и фазный угол напряжения могут измениться. Чувствительные уставки могут привести к излишнему срабатыванию. Таким образом, целесообразно заблокировать уровень защиты от изменения частоты, если срабатывают другие функции защиты, например, по остаточному напряжению или по напряжению обратной последовательности. Для этого используйте блокирующий вход > *Блокирующая отключающая ступень* и подсоедините его через CFC.

6.34.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбщДн				
_:13171:101	ОбщДн:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:13171:137	ОбщДн:Интервал измерения		2 периода до 5 периода	5 периода
df/dt сниж.1				
_:13231:1	df/dt сниж.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13231:2	df/dt сниж. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13231:3	df/dt сниж.1:Пороговое значение		0.1 Гц/с до 20.0 Гц/с	3.0 Гц/с
_:13231:4	df/dt сниж.1:Разница возврата		0.02 Гц/с до 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с
_:13231:6	df/dt сниж.1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
df/dt повыш.1				
_:13201:1	df/dt повыш.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13201:2	df/dt повыш. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13201:3	df/dt повыш.1:Пороговое значение		0.1 Гц/с до 20.0 Гц/с	3.0 Гц/с
_:13201:4	df/dt повыш.1:Разница возврата		0.02 Гц/с до 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с
_:13201:6	df/dt повыш.1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.34.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбщДн			
_:13171:300	ОбщДн:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
df/dt сниж.1			
_:13231:81	df/dt сниж.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13231:54	df/dt сниж.1:Неактивно	SPS	O
_:13231:52	df/dt сниж.1:Режим работы	ENS	O
_:13231:53	df/dt сниж.1:Исправно	ENS	O
_:13231:55	df/dt сниж.1:Пуск	ACD	O
_:13231:56	df/dt сниж.1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13231:57	df/dt сниж.1:Работа	ACT	O
df/dt повыш.1			
_:13201:81	df/dt повыш.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13201:54	df/dt повыш.1:Неактивно	SPS	O
_:13201:52	df/dt повыш.1:Режим работы	ENS	O
_:13201:53	df/dt повыш.1:Исправно	ENS	O
_:13201:55	df/dt повыш.1:Пуск	ACD	O
_:13201:56	df/dt повыш.1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13201:57	df/dt повыш.1:Работа	ACT	O

6.35 Контроль чередования фаз

6.35.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз** обеспечивает корректную работу защиты устройства и функций контроля независимо от чередования фаз в системе или ее части.

Порядок чередования фаз устанавливается с помощью параметров. Пользователь может выбрать один из двух типов чередования фаз – ***ABC*** и ***ACB***.

Дискретные входы обеспечивают опцию переключения на противоположное установленному значению чередование фаз. Изменяя порядок чередования фаз, можно временно изменить, например, направление вращения двигателей.

Порядок чередования фаз влияет на расчет параметров токов прямой и обратной последовательности, а также на расчет междуфазных параметров. Поэтому контроль чередования фаз влияет на все защиты и функции контроля, использующие данные параметры.

Пользователь может изменить порядок чередования фаз двумя способами с помощью дискретных входов.

- Изменение порядка чередования фаз для устройства в целом.

  При этом переключаются все трехфазные точки измерения. Следовательно, будут затронуты все аналоговые входы (например, входы по току и напряжению одновременно).

- Изменение порядка чередования фаз для каждой точки измерения.

  При этом переключаются только активные точки измерения. Другие точки измерения не подвергаются воздействию.

6.35.2 Структура функции

Функция **Обратное вращение фаз** интегрирована в **Системные данные**. Сигналы в дереве каталогов проекта DIGSI 5 можно найти в пункте **Имя устройства** → **Параметры**. Здесь вы найдете параметр для установки порядка чередования фаз, а также дискретные входы, с помощью которых можно изменить порядок чередования фаз.



[dwphrein-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-297 Структура/реализация функции

6.35.3 Описание функции

Общие данные

Порядок чередования фаз системы устанавливается в устройстве с помощью параметра **Чередование фаз**. Вы найдете сигналы в дереве проекта DIGSI 5 в пункте **Имя устройства** → **Параметры** → **Системная информация** → **Общее**. Параметр можно найти в дереве проекта DIGSIСуществует два метода изменения порядка чередования фаз для различных требований эксплуатации.

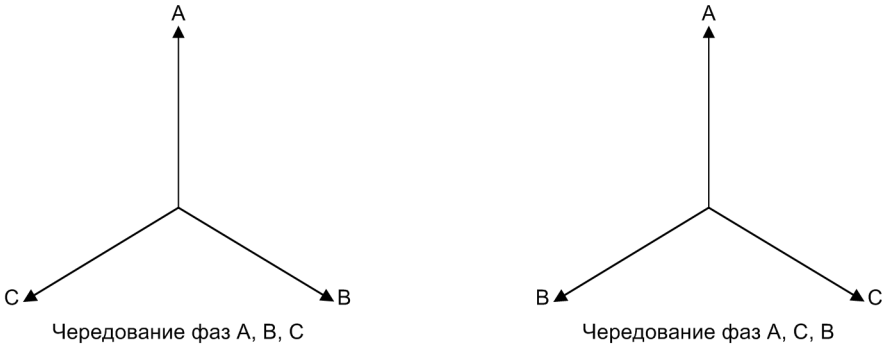
- С помощью дискретного сигнала *>Обратное черед.фаз* можно изменить порядок чередования фаз всех точек измерения.
- С помощью дискретного сигнала *>Инвертировать фазы* можно изменить порядок чередования фаз для определенной точки измерения.

  Параметр **Обр.черед.фаз**, доступный для определенной точки измерения, используется для указания фаз в точке измерения, которые должны быть изменены. Параметр может быть определен для каждой из трех точек измерения.

Принцип работы для каждого из двух механизмов описан далее.

Изменение порядка чередования фаз всех точек измерения

Направление вращения векторов токов и напряжений зависит от порядка чередования фаз. На следующем рисунке показаны определения векторов для двух чередующихся фаз.



[dwphrdrf-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-298 Векторные диаграммы при различных порядках чередования фаз

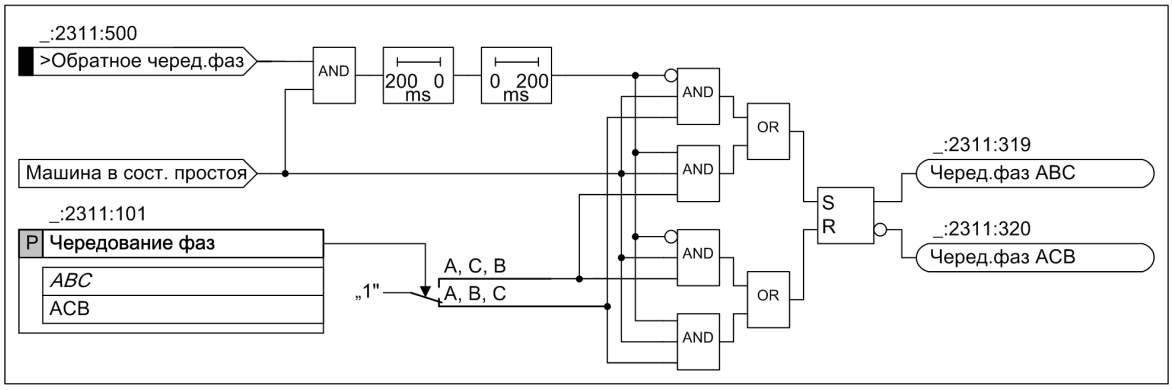
Порядок чередования фаз в энергосистеме или ее части определятся настройкой параметра **Чередование фаз**. Установленный параметр влияет на все точки измерения.

Вынужденное переключение в процессе эксплуатации между порядком чередования фаз ***ABC*** и ***ACB*** инициируется через дискретный вход *>Инвертировать фазы*. Данное переключение порядка чередования фаз происходит для всех трехфазных точек измерения одновременно.

На следующем рисунке показана логическая схема для определения текущего расположения фаз и переключателя. Индикаторы на рисунке справа отображают текущее чередование фаз. Если порядок чередования фаз устанавливается с помощью параметра **Чередование фаз** в ***ABC***, то активация дискретного входа приведет к переключению порядка чередования фаз ***ACB***.

Переключатель порядка чередования фаз доступен к использованию только во время отсутствия передачи измеренных значений. Команда на переключение должна сохраняться в течении по меньшей мере 200 мс. Изменение порядка чередования фаз возможно только при нахождении машины в состоянии останова. Если значения тока и напряжения всех трехфазных точек измерения ниже 5 % от номинального значения переменной, то такое состояние считается остановом машины.

Сброс параметра чередования фаз для установки необходимого значения должен производиться при обновлении состояния останова машины.



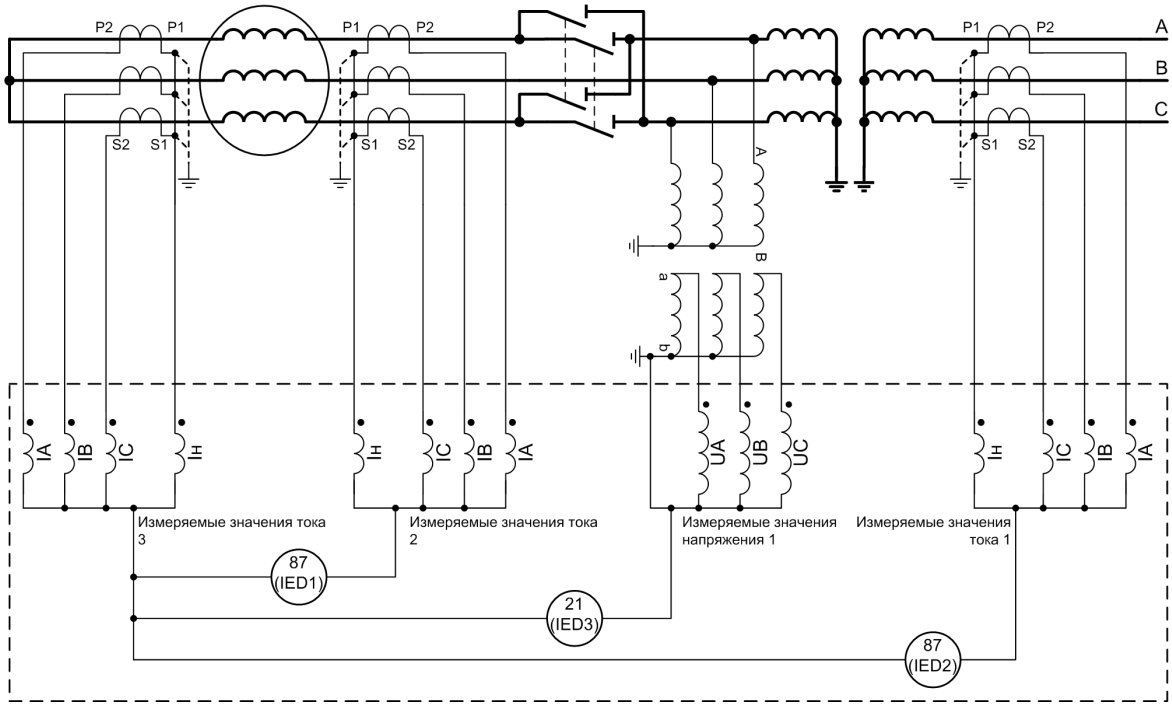
[dwphrpsys1-151013, 1, ru_RU]

Рисунок 6-299 Переключатель порядка чередования фаз

Изменение порядка чередования фаз для каждой точки измерения

Переключение порядка чередования фаз для определенной точки измерения может быть также необходимо в связи с условиями эксплуатации. Данное переключение активирует правильную работу устройства защиты при переходе от генераторного режима в двигательный (насосный).

В следующем примере показано применение переключателя на ГАЭС. Переключатель порядка чередования фаз (изменение в направлении вращения) определяет переход из генераторного режима в двигательный. В зависимости от условий работы системы определяется, какие провода и точки измерения будут переключены.



[dwphrapp-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-300 Пример применения изменения порядка чередования фаз на обратный на насосной станции

В примере показано два устройства дифференциальной защиты (ИЭУ1 и ИЭУ2) и устройство защиты по полному сопротивлению (ИЭУ3) с подключенными точками измерения.

Порядок чередования фаз безразличен для дифференциальной защиты ИЭУ1, так как на защищаемый объект не влияет возможность переключения чередования фаз.

Порядок чередования фаз важен для дифференциальной защиты ИЭУ2, так как защищаемый объект выходит за границы применения возможности переключения.

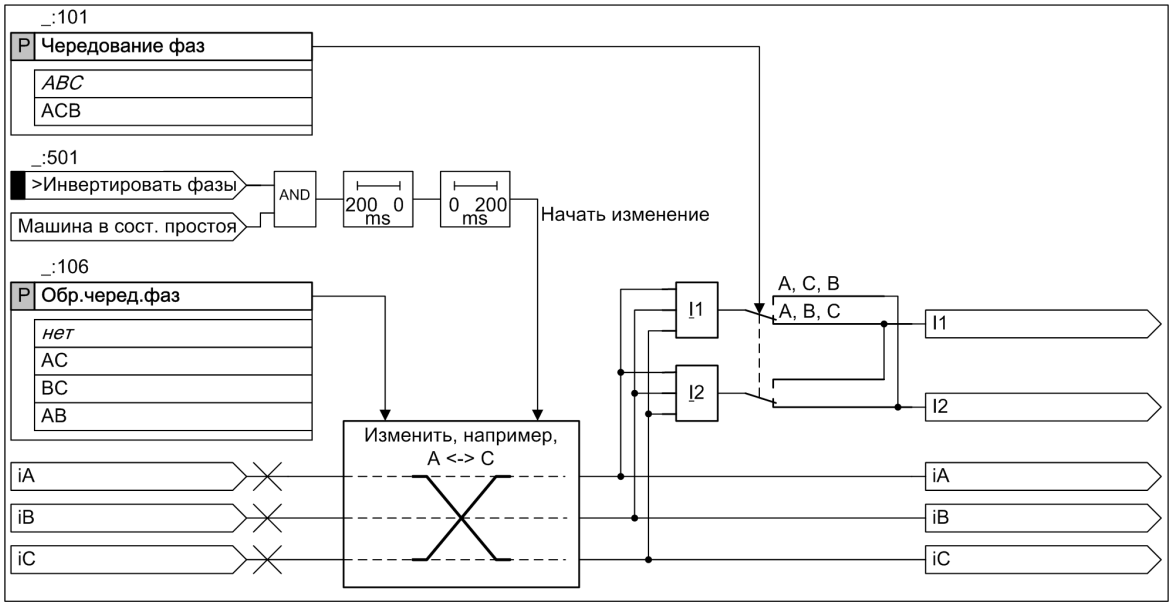
Порядок чередования фаз также важен для защиты по полному сопротивлению (ИЭУ3). Значения измеряемого напряжения 1 и значения измеряемого тока 3 имеют разный порядок чередования фаз, зависящий от положения переключателя.

Порядок чередования фаз системы устанавливается в устройстве с помощью параметра **Чередование фаз** в генераторном режиме. Параметр **Обр.черед.фаз** используется для определения фазы, перебрасываемой для соответствующей точки измерения. Информация об изменении фазы для точки измерения передается с помощью сигнала дискретного входа *>Инвертировать фазы*. Измененный порядок чередования фаз затем учитывается при расчете измеряемых величин в точке измерения.

В соответствии с *Рисунок 6-300*, устанавливается порядок чередования фаз ***ABC***. В двигательном режиме фаза A меняется с фазой C. Параметр **Обр.черед.фаз** должен иметь значение ***AC*** для точек измерения значений тока 2 и 3. Как результат, порядок чередования фаз для дифференциальной защиты ИЭУ2 и высокоомной защиты ИЭУ3 является правильным. Токи прямой последовательности и обратной последовательности рассчитываются верно.

На следующей логической схеме показан принцип определения текущего чередования фаз и измеряемых переменных на примере токов.

Переключатель порядка чередования фаз доступен к использованию только во время отсутствия передачи измеренных значений. Команда на переключение должна сохраняться в течении по меньшей мере 200 мс. Изменение порядка чередования фаз возможно только при нахождении машины в состоянии останова. Таким образом, система проверяет точки измерения, в которых необходимо переключение, если измеряемые переменные ниже 5 % от номинальных переменных. Если токи в точках измерения значений токов 2 и 3 в примере будут ниже 5 % от номинальных переменных, то будет определен режим останова машины.



[lophrgph-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-301 Величины измерения для переключаемых фаз

6.35.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Чередование фаз

- Уставка по умолчанию **(_:101) Чередование фаз** = ***ABC***

ABC	Чередование фаз A, B, C
ACB	Чередование фаз A, B, C

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:106) Обр.черед.фаз** = ***нет***

нет	Без изменения фазы
AC	Провод A поменялся местами с проводом C
BC	Провод B поменялся местами с проводом C
AB	Провод A поменялся местами с проводом B

Входной сигнал: *>Обратное черед.фаз*

Дискретный вход *>Обратное черед.фаз* используется для переключения между порядком чередования фаз ***ABC*** и ***ACB*** . Направление переключения зависит от установки параметра **Чередование фаз** . При этом порядок чередования фаз всех трехфазных точек измерения изменяется.

Входной сигнал: *>Инвертировать фазы*

Дискретный вход *>Инвертировать фазы* используется для активации установки параметра **Обр.черед.фаз** . При этом порядок чередования фаз выделенных точек измерения изменяется.

6.35.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:101	Общие данные:Чередование фаз		• ABC • ACB	ABC
Общие данные				
_:101	ТН 3ф:Ном. перв. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:102	ТН 3ф:Ном. втор. напряжение		80 В до 230 В	100 В
_:103	ТН 3ф:Коэфф.согл.Uф/Uн		0.10 до 9.99	1.73
_:104	ТН 3ф:Подключение ТН		• 3 фазн.напр. + Uн • 3 фазн.напр. • 3 лин.напр. + Uн • 3 лин.напряж.	3 фазн.напр. + Uн
_:106	ТН 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
_:111	ТН 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:107	ТН 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0

6.35.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:500	Общие данные:>Обратное черед.фаз	SPS	I
_:501	Общие данные:>Инвертировать фазы	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:319	Общие данные:Черед.фаз ABC	SPS	O
_:320	Общие данные:Черед.фаз ACB	SPS	O
_:321	Общие данные:Част.сист.вне диап.	SPS	O
_:322	Общие данные:fсист	MV	O
_:323	Общие данные:fтрасс	MV	O
Общие данные			
_:315	ТН 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O
_:316	ТН 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:317	ТН 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O

6.36 Мгновенное отключение при включении на КЗ

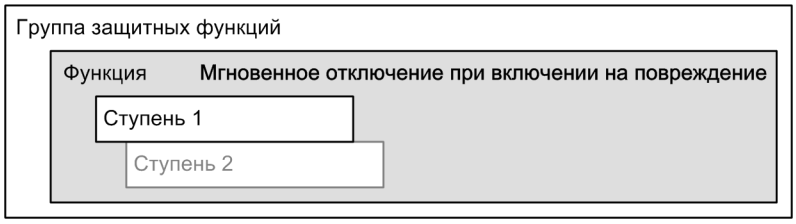
6.36.1 Обзор функций

Функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение** служит для мгновенного отключения, когда происходит включение на КЗ.

Функция не выполняет свои собственные измерения и должна быть связана с пуском (измерениями) другой защитной функции.

6.36.2 Структура функции

Функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение** может использоваться во всех функциональных группах защиты.Функция предварительно настроена с одной ступенью. В данной функции одновременно могут работать максимум две отключающих ступени. Все ступени защиты имеют одинаковую структуру.

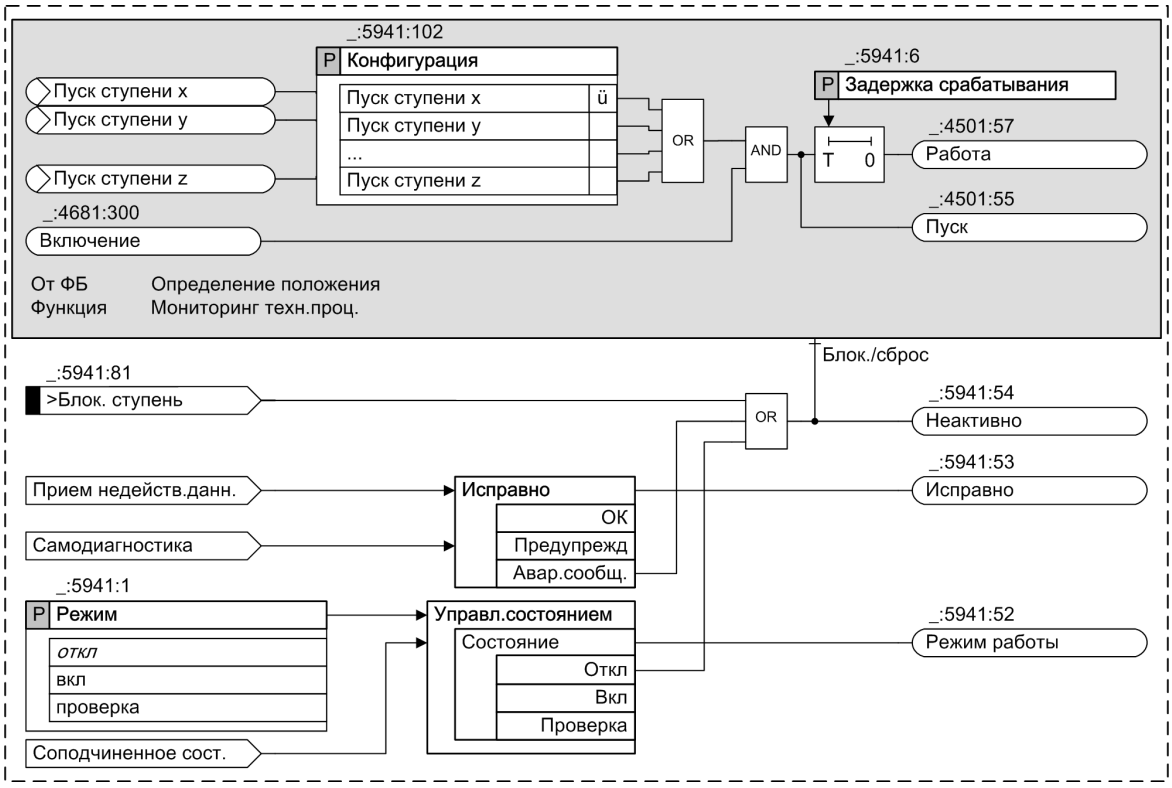


[dwstrsto-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-302 Структура/реализация функции

6.36.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logisotf-170312-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-303 Блок-схема функции мгновенного отключения при включении на повреждение

Подключение ступени

Функция предназначена для организации автоматического ускорения защит при включении на КЗ. Для этого ступень следует подключить к одному или нескольким сигналам пуска защитных функций или ступени, например, это Пуск ступени МТЗ. Таким образом, ступень функции **Включ. на КЗ** не имеет собственных функций измерения, и ему требуется сигнал пуска другой защитной функции или ступени защиты.

Ступень активируется только в том случае, если ожидается или выполняется операция включения(например, см. Раздел Защита от перегрузки).

6.36.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Конфигурация

- Уставка по умолчанию **(_:5941:102) Конфигурация** = ***нет ступени***

Параметр **Конфигурация** используется для определения, от какой защитной функции или ступени защиты будет работать функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение**.

Обычно пуски защитных функций и ступени выбираются с помощью высокого тока КЗ:

- МТЗ (фазная и нулевой последовательности)
- Направленная МТЗ (фазная и нулевой последовательности)
- Защита от замыканий на землю для систем с заземленной нейтралью

В основном используется определенная ступень защиты. Такой ступенью может быть ступень защиты, обеспечивающая самостоятельно отключение с выдержкой. Можно также использовать дополни-

тельную ступень защиты с уставками, оптимизированными для данного применения, например, с увеличенным пороговым значением и блокировкой самостоятельного отключения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:5941:6) Задержка срабатывания** = ***0.00 с***

При включении на повреждение отключение обычно должно выполняться без выдержки времени. Обычно дополнительная выдержка времени задается равной 0.

6.36.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:5941:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5941:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:5941:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:5941:102	Ступень 1:Конфигурация		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.36.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:5941:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5941:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:5941:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:5941:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:5941:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:5941:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.37 Защита от тепловой перегрузки

6.37.1 Обзор функций

ТеплПерегр (ANSI 49) используется для:

- Защиты оборудования (двигатели, генераторы, трансформаторы, конденсаторы, воздушные и кабельные линии электропередач) от тепловых перегрузок
- Контроля теплового состояния двигателей, генераторов, трансформаторов, конденсаторов, воздушных и кабельных линий электропередач

6.37.2 Структура функции

Функция **Защиты от ТеплПерегр** принадлежит к группе функций, использующих измерение тока.
Функция **Защиты от ТеплПерегр** сконфигурирована заранее и не имеет ступеней.

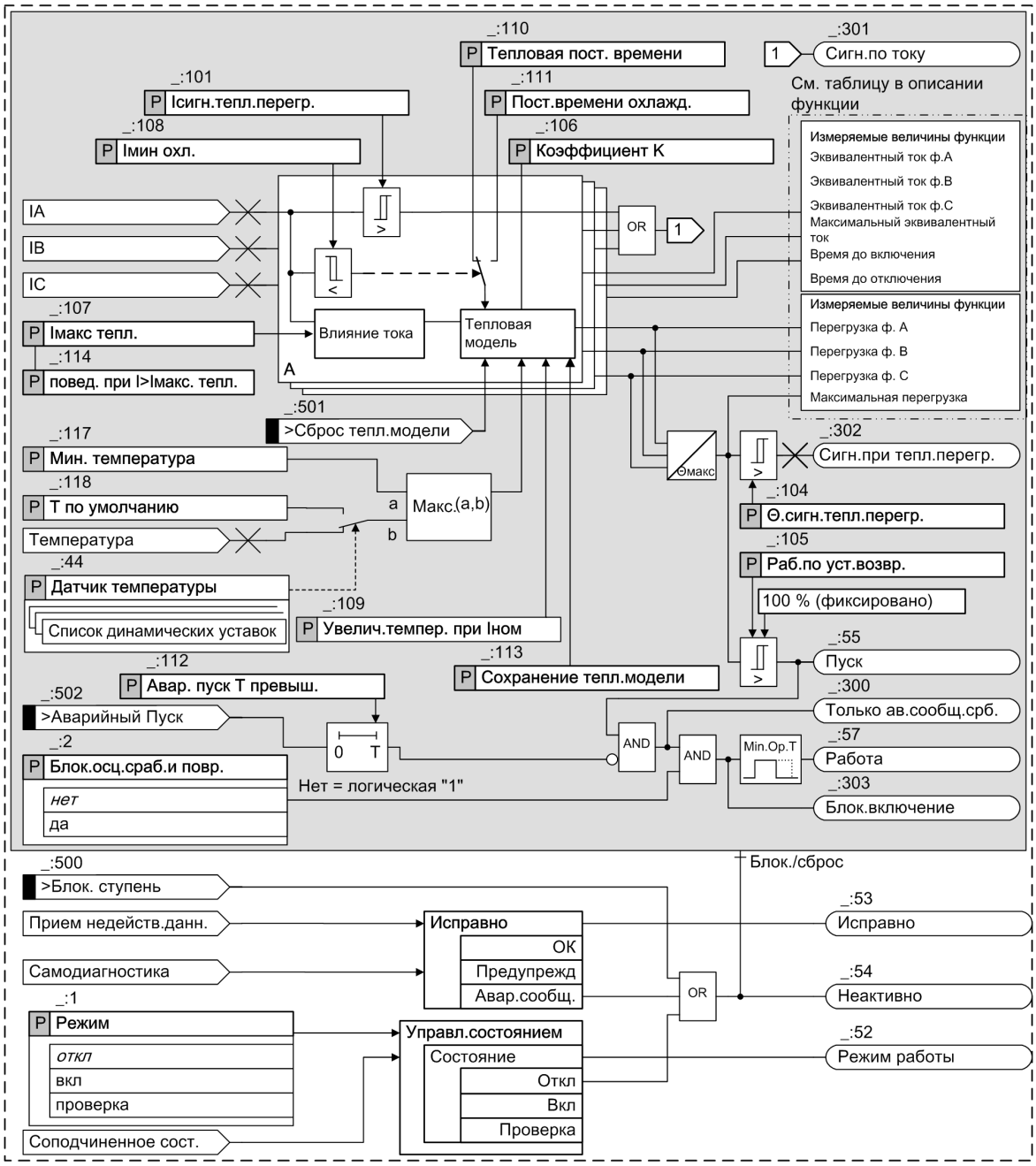


[dwtolpst-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-304 Структура/реализация функции

6.37.3 Описание функции

Логика



[lopttrdi-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-305 Логическая схема функции защиты от тепловой перегрузки

Тепловая модель

Функция защиты рассчитывает превышение температуры на основании фазных токов в соответствии с тепловой моделью для однородного объекта, в соответствии с дифференциальным уравнением

$$I_{o.e.}^2 = \tau_T \frac{d\theta}{dt} + \theta - \theta_{окр.}$$

[fo_diffgl-170914, 1, ru_RU]

Если представить

$$I_{о.е.} = \frac{I}{I_{макс.}} = \frac{I}{K \cdot I_{ном.об.}} \qquad \theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_{макс.}} = \frac{\vartheta}{K^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

$$\tau_T = R_T \cdot C_T \qquad \theta_{окр.} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\ °C}{\vartheta_{макс.}} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\ °C}{K^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

[fo_normie-170914, 1, ru_RU]

Θ	Текущая относительная температура перегрева объекта, выраженная в долях от установившейся температуры объекта при максимально допустимом длительно протекающем токе k * $I_{ном.об}$
$\Theta_{окр}$	Стандартизированная температура окружающей среды, которая с помощью $\vartheta_{окр}$ описывает связанную температуру окружающей среды В качестве температуры окружающей среды $\vartheta_{окр}$ может выступать измеренная или предварительно заданная с помощью параметра **T по умолчанию** температура окружающей среды.
$\Delta\vartheta_{ном.об.}$	Превышение температуры защищаемого объекта при номинальном токе над температурой окружающей среды
τ_{th}	Тепловая постоянная времени защищаемого объекта (нагрев/охлаждение)
k	Этот коэффициент указывает максимальный допустимый длительный фазный ток. Коэффициент соотносится с номинальным током защищаемого объекта ($k = I_{макс}/I_{ном.об}$)
$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта

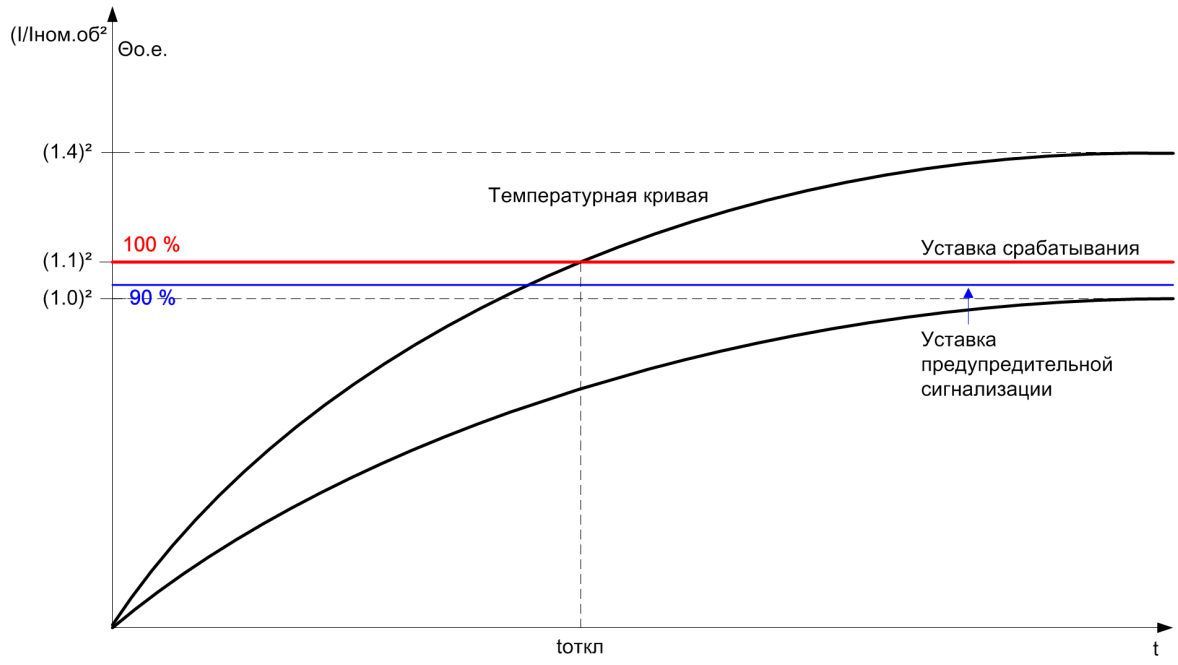
При этом $I_{ном.об}$ – это номинальный ток защищаемой стороны объекта:

- Применительно к трансформаторам определяющим является номинальный ток защищаемой обмотки, который устройство рассчитывает из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- При использовании трансформаторов с возможностью регулирования напряжения основой для расчетов будет являться неуправляемая обмотка.
- Для генераторов, двигателей и реакторов номинальным током будет являться ток, который устройство вычисляет из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- Для линий, узлов системы и шин номинальный ток защищаемого объекта задается в устройстве непосредственно.

В установившемся режиме решением дифференциального уравнения тепловой модели является экспоненциальная функция, асимптота которой представляет конечную температуру $\Theta_{кон}$. Постоянная времени τ_{th} определяет возрастание температуры. При достижении порогового значения $\Theta_{пред}$ (**Θ. сигн. тепл. перегр.**) выдается предупредительное сообщение.

Если будет превышено значение $\Theta_{откл}$ (температура отключения), то немедленно будет выдано сообщение о срабатывании защиты. Θоткл = 100 % и соответствует конечной температуре при длительном протекании максимально допустимого тока ($I_{макс}$).

Рисунок 6-306 показывает рост температуры при различных токах нагрузки.



[dwtempve-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-306 Изменение температуры при различных токах нагрузки (**Коэффициент K** = ***1,1***)

Превышение температуры рассчитывается отдельно для каждой фазы. Текущее превышение температуры можно получить из рабочих измеряемых величин. Оно отображается в процентах. Показание 100 % говорит о том, что достигнут порог срабатывания защиты от тепловой перегрузки. С порогом срабатывания сравнивается температура наиболее нагретой фазы. Это означает, что во внимание принимается наибольший из трех фазных токов.

Анализ действующих значений токов в широком частотном диапазоне также включает и гармонические составляющие. Эти гармонические составляющие вносят вклад в рост температуры защищаемого объекта.

Если протекающий ток становится меньше задаваемого минимального тока **Iмин охл.**, активируется **Пост.времени охлажд.**.

Температура окружающей среды

Тепловая модель учитывает температуру окружающей среды. Опорная температура тепловой модели равна 40°C. Если температура окружающей среды ниже опорной, допустимый тепловой предел работы объекта повышается. То есть оборудование может выдержать большие тепловые перегрузки. Если температура окружающей среды выше, условия изменяются.

Параметр **T по умолчанию** позволяет зафиксировать температуру окружающей среды. Параметр **Мин. температура** ограничивает связанную температуру окружающей среды. Если измеренная температура окружающей среды значения уставки Мин. температура, то при расчетах тепловой модели используется значение параметра Мин. температура.

Температура окружающей среды соотносится с перегревом защищаемого объекта, который задает для себя значение номинального тока (параметр **Увелич.темпер. при Iном**).

Измерение температуры окружающей среды осуществляется с помощью внутреннего резистивного датчика температуры и предоставляется функциями **RTD-блкEthernet** или **RTD-блок.посл.** в функциональной группе **Аналог. модули**. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать соответствующий датчик температуры.

Если измерение температуры выполнено с ошибками, например из-за размыкания цепи между устройством и резистивным датчиком температуры, устройство сообщает об этом. В данном случае процесс продолжается с последней измеренной температурой или значением, заданным в параметре **T по умолчанию**, в зависимости от того, какое значение будет более высоким.

Влияние тока

При расчетах используется тепловая модель, соответствующая однородному телу и имеющая ограничения для токов перегрузки (короткие замыкания, пусковые токи двигателей). Во избежание излишних срабатываний защиты от тепловой перегрузки тепловая модель должна учитывать и повышенные токи (превышение $\mathbf{I}_{\text{макс тепл.}}$). Для этого предусмотрено два алгоритма:

- Блокировка памяти тепловой модели
- Ограничение входного тока для тепловой модели. При этом возрастание температуры при больших токах **замедляется**.

Уставки предупредительной сигнализации

При превышении расчетным значением перегрева величины уставки Θ.сигн.тепл.перегр. устройством защиты выдается предупредительное сообщение Сигн.при тепл.перегр.. Это дает оперативному персоналу некоторое время до аварийного отключения, для проведения мероприятий по снижению нагрузки. Обычно **Коэффициент K** задается ***1,1*** при памяти тепловой модели для длительно протекающего номинального тока 83 %.

Кроме Θ.сигн.тепл.перегр. имеется возможность задать уставку по току Iсигн.тепл.перегр. для сигнальной ступени защиты. При превышении измеренным током данной уставки устройством выдается предупредительное сообщение Сигн.по току.

Возврат после отключения

Если температура становится меньше заданного значения **Раб.по уст.возвр.**, команда отключения возвращается. При срабатывании сигнальной ступени защиты, для надежного удержания выходного сигнала, соответствующие пороги срабатывания снижаются на величину коэффициента (см. Технические данные).

Сохранение тепловой модели при потери оперативного питания устройством защиты

С помощью параметра **Сохранение тепл.модели** пользователь может определить, следует ли сохранять данные тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты. Состояние тепловой модели можно сохранить на 500 минут без оперативного питания. Когда напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с данными рассчитанными на момент потери питания.

Если тепловая модель не сохраняется, то она будет сброшена до 0 при потере напряжения оперативного тока.

Сброс тепловой модели

Память тепловой модели можно сбросить с помощью входного сообщения **>Сброс тепл.модели**. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметрирования также приведет к сбросу памяти тепловой модели.

Аварийный запуск

При необходимости, несмотря на то что были превышены допустимые пределы температуры, можно заблокировать отключение или выполнить включение защищаемого объекта. Пока на входе имеется дискретный сигнал **>Аварийный Пуск**, отключение будет блокировано, а включение разрешено. Это не влияет на состояние памяти тепловой модели. После деактивации входа **>Аварийный Пуск** блокировка остается на заданное уставкой **Авар. пуск T превыш.** время.

Блокировка функции

Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции. Функцию можно заблокировать, используя сигнал **>Блок. ступень**.

При этом все сообщения возвращаются, а значение температуры модели устанавливается на 0.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал **Блок.включение**. Этот сигнал выдается, если температура отключения превышена, и сбрасывается, если температура опускается ниже порогового значения возврата.

Измеряемые величины

Значения	Описание	Первичные	Вторичные	% относительно
(_:601:305) Время до отключения	Ожидаемое время до срабатывания защиты на отключение	с	с	с
(_:601:304) Время до включения	Время до разрешения включения	с	с	с
(_:601:306) Перегрузка ф. A	Величина тепловой перегрузки фазы	%	%	Температуры отключения
(_:601:307) Перегрузка ф. B				
(_:601:308) Перегрузка ф. C				
(_:601:309) Макс. перегрузка	Величина тепловой перегрузки наиболее нагретой фазы	%	%	Температуры отключения
(_:601:310) Эквивал.ток ф.A	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
(_:601:311) Эквивал.ток ф.B				
(_:601:312) Эквивал.ток ф.C				
(_:601:313) Макс.эквив.ток	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока наиболее нагруженной фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток

6.37.4 Указания по применению и вводу уставок

Электродвигатели и генераторы, а также трансформаторы подвержены длительным перегрузкам. Защита от тепловой перегрузки имеет тепловую характеристику, которая может быть адаптирована к перегрузочной способности защищаемого объекта.

Параметр: Iсигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Iсигн.тепл.перегр.** = ***1,1 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Установите Уставка, равное максимальному длительно допустимому току ($I_{макс, доп}$). Получится значение уставки то же, что и для **Коэффициент K**. Параметр:

Параметр: Θ.сигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Раб.по уст.возвр.** = ***90 %***

При **Коэффициент K** равном ***1.1*** можно оставить уставку по умолчанию, так как тепловое состояние при длительном номинальном токе достигает 83%. При расчете используется тройное правило: 100% соответствует (**Коэффициент K**)^2, а x % соответствует 1^2.

$$\frac{\Theta}{\Theta_{откл}} = \frac{100\%}{k^2} = 83\%$$

[fowarnsc-100810-01.tif, 1, ru_RU]

При значении **Коэффициент K** равном 1.05, тепловая память при номинальном токе заполнена на 91%. Увеличьте значение **Θ.сигн.тепл.перегр.** до 95%.

Параметр: Раб.по уст.возвр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Раб.по уст.возвр.** = ***90 %***

Параметр **Раб.по уст.возвр.** используется для отмены пуска и отключения, когда значение падает ниже этого порогового значения. Рекомендуется значение уставки, равное предупредительному пороговому значению по температуре. Для особых случаев применения, когда требуются дополнительное охлаждение или более долгая блокировка включения, возможен выбор более низких значений установок. Обратите внимание, что расчет рабочей измеряемой величины **Время до включения** относится к этой величине.

Параметр: Авар. пуск Т превыш.

- Рекомендуемая уставка **(_:112) Авар. пуск Т превыш.** = ***6300 с***

Параметр **Авар. пуск Т превыш.** используется для уставки времени, в течение которого блокировка отключения должна оставаться активной после получения дискретного входного сигнала **>Аварийный Пуск**. При получении входного сигнала предполагается разгрузка защищаемого объекта. Время удерживания аварийного запуска следует задавать достаточно большим, с тем чтобы значение тепловой памяти снизилось ниже порога возврата после охлаждения. Величина времени должна быть одного порядка с амплитудой **Пост.времени охлажд.**. В приведенном примере принято значение 105 мин (6300 с).

Параметр: Коэффициент K

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Коэффициент K** = ***1.1***

Параметр **Коэффициент K** используется для описания предельного значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Базовым током для определения перегрузки является номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном, объекта}$ (двигатель, генератор, трансформатор). Если двигатели разработаны в соответствии с температурным классом F, а работают в соответствии с классом B, то допустимо выбирать значение, равное 1,1 крат номинального тока (**Коэффициент K** = ***1.1***). В случае с трансформаторами возможно значение коэффициентов **K** от **1,15** до не более чем **2,1**.

Параметр **Коэффициент K** может быть определен на основе термически допустимого длительного тока $I_{макс, доп}$:

$$Лоэфф. k = \frac{I_{макс. доп.}}{I_{ном, об.}}$$

[fotolpkf-100810-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные о термически допустимом длительном токе защищаемого объекта можно найти в соответствующих таблицах, графиках тепловых пределов или технических данных производителя.

ПРИМЕР

Имеются двигатель и трансформатор со следующими характеристиками:

Длительно допустимый ток: $I_{макс доп.} = 1.1 \times I_{ном двиг}$

Номинальный ток двигателя: $I_{ном. двиг} = 1100$ A

Выбранный коэффициент **K** равен 1,1

Параметр: Тепловая пост. времени

- Рекомендуемая уставка **(_:110) Тепловая пост. времени** = ***900 с (15 мин)***

Параметр **Тепловая пост. времени** определяет характеристики отключения от ступени.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Тепловая пост. времени** указан производителем электрической машины.

Например, для двигателя это значение находится в диапазоне от 10 до 30 минут. Также возможны небольшие отклонения. Практическое значение параметра **Тепловая пост. времени** составляет ***15 мин***.

Если, с другой стороны, параметр **Тепловая пост. времени** не известен, а только имеется рабочая характеристика, то постоянная времени может быть получена из нее. Для этого определите **Коэффициент K** путем вычисления максимально допустимой перегрузки по току или предположив, что **Коэффициент K** (**Коэффициент K** = ***1,1***). Время срабатывания для текущего значения тока (например, 1.5 x $I_{ном, объекта}$) может быть получено из этой характеристики срабатывания. Это значение тока должно быть близко к значению перегрузки по току.

Рабочие характеристики имеются как для холодного, так и для теплого состояния. Для вычисления постоянной времени рекомендуется использовать характеристику срабатывания для **холодного** состояния.

Для вычисления параметра **Тепловая пост. времени** используйте формулу времени срабатывания. Его необходимо преобразовать в соответствии с постоянной времени τ_{th}. В случае "холодного режима" установите значение предшествующего тока нагрузки на 0 ($I_{пред\ нагр} = 0$).

$$t = \tau_T \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,\,тр.}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{предв.нагр.}}{I_{ном,\,тр.}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,\,тр.}}\right)^2 - 1}\right)$$

[fokonsmt-270912-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕР

Для асинхронного двигателя

Коэффициент K = 1.1

Характеристика класса 10 в соответствии с ANSI: При 1.5 x $I/I_{ном, объекта}$ из характеристики получаем необходимое время срабатывания 700 с.

Следовательно, параметр **Тепловая пост. времени** может быть рассчитан:

$$700\ s = \tau_T \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5\,I_{ном.\,об.}}{I_{ном.\,об.}}\right)^2}{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5\,I_{ном.\,об.}}{I_{ном.\,об.}}\right)^2 - 1}\right) = \tau_T \cdot 0.772$$

[fokonsta-310510-02.tif, 1, ru_RU]

Результатом является уставка параметра **Тепловая пост. времени**, равная 907 с. Параметр:

Параметр: Пост.времени охлажд.

- Рекомендуемая уставка **(_:111) Пост.времени охлажд.** = ***6300 с (105 мин)***

Параметр **Пост.времени охлажд.** определяет характеристики охлаждения тепловой ступени. При остановке машины самоохлаждение (например, посредством крыльчатки) прекращается, и, следовательно, охлаждение займет значительно больше времени. Режим останова определяется путем контроля тока. Для параметра **Пост.времени охлажд.** выбирается семикратное значение тепловой постоянной времени в 6350 с (105 мин). Указанное значение получено опытным путем на практике.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Пост.времени охлажд.** является множителем тепловой постоянной времени. Его значение берется из технических данных электродвигателя.

Параметр: Iмакс тепл.

- Рекомендуемая уставка **(_:108) Iмин охл.** = ***2,5 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Параметр **Iмакс тепл.** позволяет задавать Уставка тока для параметра **повед. при I>Iмакс. тепл.**. Если вычисление идет с учетом достаточно длительного времени пуска двигателя (более 25 с), то ограничение тока следует снизить до 2 x $I/I_{ном, объекта}$.

Параметр: Iмин охл.

- Рекомендуемая уставка **(_:108) Iмин охл.** = ***0.05 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

При определении минимального тока **Iмин охл.** можно использовать ток холостого хода в качестве ориентира. Если данные отсутствуют, то установите значение 0.05 x $I/I_{ном, объекта}$. Если ток оказывается ниже этой величины, производится автоматическое переключение на **Пост.времени охлажд.**.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Рекомендуемая уставка **(_:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если обеспечивается постоянное напряжение оперативного тока для устройств присоединения, то можно оставить уставку по умолчанию.

Параметр: повед. при I>Iмакс. тепл.

- Рекомендуемая уставка **(_:114) повед. при I>Iмакс. тепл.** = ***ограничение тока***

Параметр **повед. при I>Iмакс. тепл.** используется для выбора процесса, по которому функция будет реагировать на токи короткого замыкания. Чтобы предотвратить преждевременное отключение защиты от перегрузки при низких значениях постоянной времени и высоких токах короткого замыкания, можно изменить тепловую модель. Поскольку перегрузка по току, вызванная запуском электродвигателя, также ведет к определенному нагреву обмотки статора, рекомендуется ограничивать входной ток электрических машин.

Значение параметра	Описание
ограничение тока	Входные токи ограничены значением, заданным с помощью параметра **Iмакс тепл.**. Если измеряемый ток превышает заданное значение тока, то в тепловую модель подается ограниченная величина тока. Рекомендуемое Уставка тока составляет от 2 до 2,5 $I_{ном, объекта}$.
фикс. тепл. мод.	Если значение протекающего тока превышает параметр **Iмакс тепл.**, то тепловая модель будет заблокирована на время превышения параметра. Это значение параметра обеспечивает совместимость со **старыми продуктами**!

6.37.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
49 ТеплПерегр#				
_:1	49 ТеплПерегр#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2	49 ТеплПе-регр#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	49 ТеплПе-регр#:I сигн.тепл.перегр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:104	49 ТеплПе-регр#:Θ. сигн.тепл.перегр.		50 % до 100 %	90 %
_:105	49 ТеплПерегр#:Раб.по уст.возвр.		50 % до 99 %	90 %
_:112	49 ТеплПерегр#:Авар. пуск T превыш.		0 с до 15000 с	300 с
_:106	49 ТеплПе-регр#:Коэффициент K		0.10 до 4.00	1.10
_:110	49 ТеплПе-регр#:Тепловая пост. времени		30 с до 60000 с	900 с
_:111	49 ТеплПе-регр#:Пост.времени охлажд.		30 с до 60000 с	3600 с
_:107	49 ТеплПерегр#:Iмакс тепл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	12.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 50.000 A	12.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	12.500 A
_:108	49 ТеплПерегр#:Iмин охл.	1 A при 100 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.000 A до 50.000 A	2.500 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.000 A до 50.000 A	2.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	2.500 A
_:109	49 ТеплПе-регр#:Увелич.темпер. при Iном		40 K до 200 K	70 K
_:113	49 ТеплПерегр#:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
_:114	49 ТеплПерегр#:повед. при I>Iмакс. тепл.		• ограничение тока • фикс. тепл. мод.	ограничение тока

6.37.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
49 ТеплПерегр#			
_:51	49 ТеплПерегр#:Режим(управляемый)	ENC	C
_:500	49 ТеплПерегр#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	49 ТеплПерегр#:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:502	49 ТеплПерегр#:>Аварийный Пуск	SPS	I
_:54	49 ТеплПерегр#:Неактивно	SPS	O
_:52	49 ТеплПерегр#:Режим работы	ENS	O
_:53	49 ТеплПерегр#:Исправно	ENS	O
_:301	49 ТеплПерегр#:Сигн.по току	SPS	O
_:302	49 ТеплПерегр#:Сигн.при тепл.перегр.	SPS	O
_:303	49 ТеплПерегр#:Блок.включение	SPS	O
_:55	49 ТеплПерегр#:Пуск	ACD	O
_:300	49 ТеплПерегр#:Только ав.сообщ.срб.	ACT	O
_:57	49 ТеплПерегр#:Работа	ACT	O
_:304	49 ТеплПерегр#:Время до включения	MV	O
_:305	49 ТеплПерегр#:Время до отключения	MV	O
_:306	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. A	MV	O
_:307	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. B	MV	O
_:308	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. C	MV	O
_:309	49 ТеплПерегр#:Макс. перегрузка	MV	O
_:310	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.A	MV	O
_:311	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.B	MV	O
_:312	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.C	MV	O
_:313	49 ТеплПерегр#:Макс.эквив.ток	MV	O

6.38 Защита от тепловой перегрузки 1-фазная

6.38.1 Обзор функций

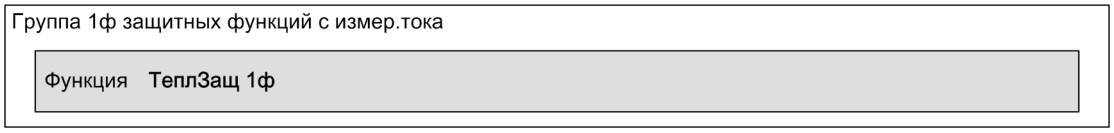
Функция **Защита от тепловой перегрузки 1-фазная** (ANSI 49) используется для:

- Защита оборудования (реакторов и резисторов в нейтральной точке трансформатора) от тепловой перегрузки

6.38.2 Структура функции

Функция **Защита от тепловой перегрузки 1-фазная** используется в 1-фазных функциональных группах защиты с измерением тока.

Функция **Защита от тепловой перегрузки, 1-фазная** сконфигурирована на заводе и не имеет ступеней.

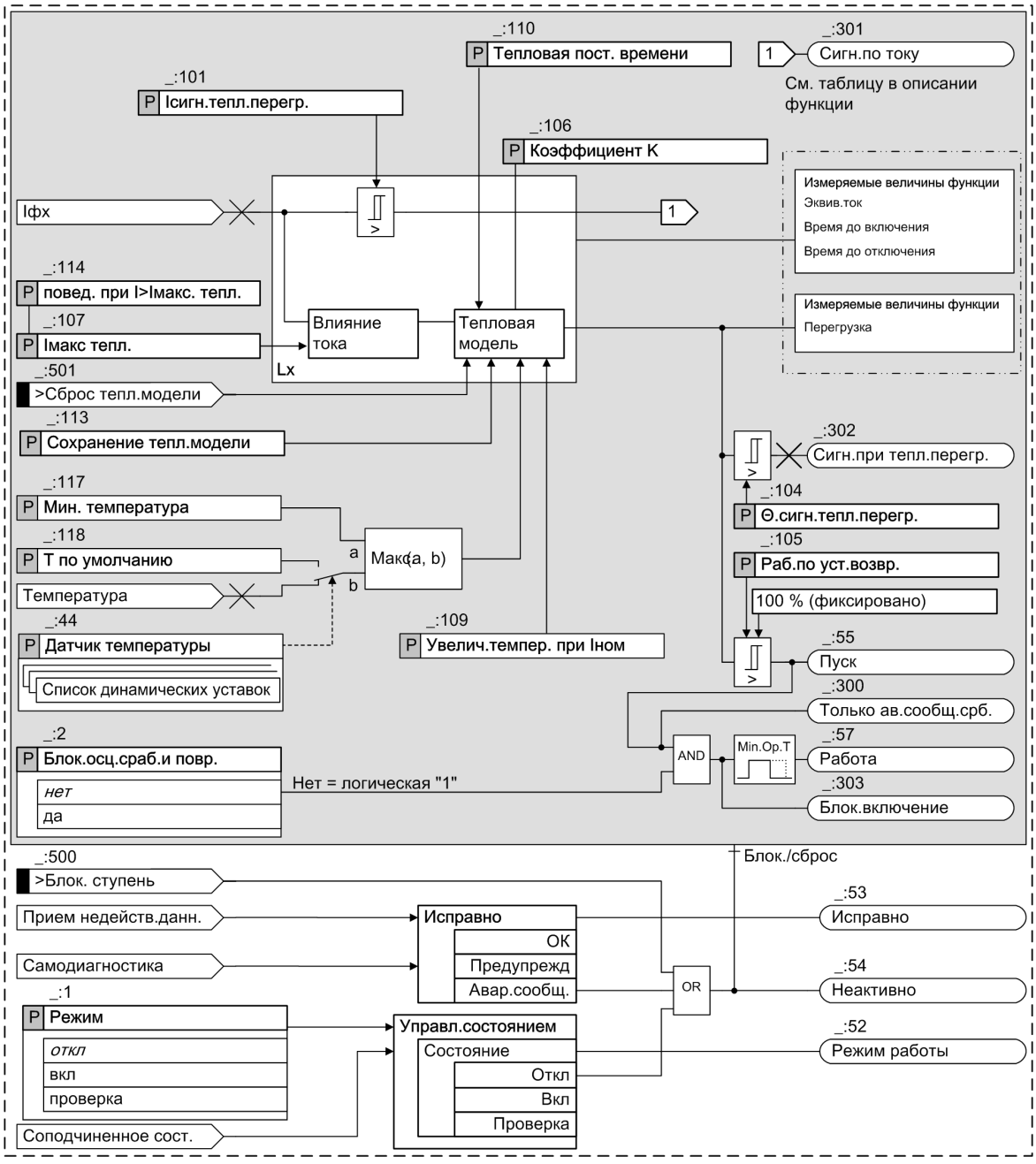


[dwtolp1p-270613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-307 Структура/реализация функции

6.38.3 Описание функции

Логика



[lotolp1p-250713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-308 Логическая схема функции защиты от тепловой перегрузки

Тепловая модель

Функция защиты рассчитывает превышение температуры на основании фазного тока в соответствии с тепловой моделью для однокорпусного объекта и тепловым дифференциальным уравнением, соответствующим этой модели.

$$I_{p.u.}^2 = \tau_T \frac{d\Theta}{dt} + \Theta - \Theta_{окр.}$$

[fodiffgl-310510-01.tif, 1, ru_RU]

При следующей стандартизации:

$$I_{p.u.} = \frac{I}{I_{макс}} = \frac{I}{k \cdot I_{ном,об.}} \qquad \Theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_{макс}} = \frac{\vartheta}{k^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном,об.}}$$

$$\tau_T = R_T \cdot C_T \qquad \Theta_{окр.} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\,°C}{\vartheta_{макс}} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\,°C}{k^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном,об.}}$$

[fonormie-310510-01.tif, 1, ru_RU]

Θ	Текущая температура относительно окончательной температуры при максимальном допустимом фазном токе k $I_{ном.об}$
Θ_U	Стандартизированная температура окружающей среды, которая с помощью $\vartheta_{окр}$ описывает связанную температуру окружающей среды. В качестве связанной температуры окружающей среды $\vartheta_{окр}$ может выступать измеренная или предварительно заданная с помощью параметра **T по умолчанию** температура окружающей среды.
$\Delta\vartheta_{ном.\,об.}$	Превышение температуры защищаемого объекта задается при номинальном токе
$\tau_т$	Тепловая постоянная времени защищаемого объекта (возрастание температуры/охлаждение)
k	Этот коэффициент указывает максимальный допустимый непрерывный фазный ток. Коэффициент соотносится с номинальным током защищаемого объекта ($k = I_{макс}/I_{ном.об}$)
$I_{ном,\,об}$	Номинальный ток защищаемого объекта

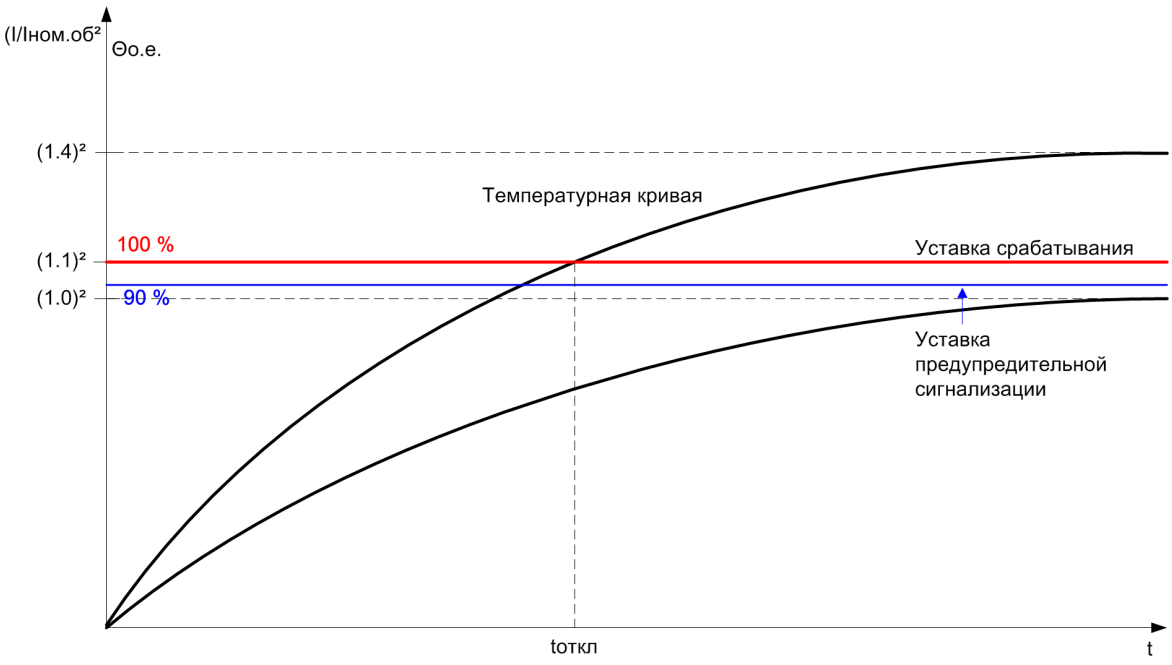
При этом $I_{ном.об}$ – это номинальный ток назначенной стороны защищаемого объекта:

- Для реакторов номинальным током будет являться ток, который устройство вычисляет из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- Для линий, узлов системы и шин номинальный ток защищаемого объекта задается в устройстве непосредственно.

В установившемся режиме решением дифференциального уравнения тепловой модели является экспоненциальная функция, асимптота которой представляет конечную температуру $\Theta_{кон}$. Постоянная времени $\tau_т$ определяет возрастание температуры. При достижении порогового значения исходной задаваемой температуры $\Theta_{пред}$ (**Θ. сигн. тепл. перегр.**) выдается предупредительное сообщение.

Если будет превышено предельное значение $\Theta_{откл}$ (температура отключения), то немедленно будет выдано сообщение об операциях с выключателем, а оборудование отключено от источника питания. Это пороговое значение задается как 100 % и соответствует конечной температуре, задаваемой при протекающем длительно допустимом токе ($I_{макс}$).

Рисунок 6-309 показывает рост температуры при различных токах перегрузки и пороговых значениях мониторинга.



[dwtempve-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-309 Сохраненные значения температуры при различных токах перегрузки (**Коэффициент K = *1,1***)

Текущее превышение температуры можно получить из рабочих измеряемых величин. Оно отображается в процентах. Показание 100 % говорит о том, что достигнут порог защиты от тепловой перегрузки.

Анализ действующих значений токов в широком частотном диапазоне также включает и гармонические составляющие. Эти гармонические составляющие вносят вклад в рост температуры защищаемого объекта.

Температура окружающей среды

Данная функция учитывает температуру окружающей среды. Опорная температура тепловой модели равна 40 °C. Если температура окружающей среды падает приведенной ниже опорной, тепловой предел повышается. На оборудование может воздействовать большее напряжение. Если температура окружающей среды выше, условия изменяются.

Параметр **T по умолчанию** позволяет зафиксировать или измерить температуру окружающей среды.

Параметр **Мин. температура** ограничивает связанную температуру окружающей среды. Если измеренная температура окружающей среды ниже минимальной температуры, минимальная температура обрабатывается в тепловой модели.

Температурой окружающей среды называется превышение температуры защищаемого объекта, и задается автоматически для номинального тока (параметр **Увелич.темпер. при Iном**).

Измерение температуры окружающей среды регистрируется с помощью внутреннего резистивного датчика температуры и предоставляется функциями **RTD-блок Ether** или **RTD-блок посл.** в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать соответствующий датчик температуры.

Если измерение температуры прерывается, например из-за размыкания цепи между устройством и резистивным датчиком температуры, устройство сообщает об этом. В данном случае процесс продолжается с последней измеренной температурой или значением, заданным в параметре **T по умолчанию**, в зависимости от того, какое значение будет более высоким.

Влияние тока

Применяется тепловая модель, соответствующая однокорпусному оборудованию и имеющая ограничения для токов перегрузки (короткие замыкания). Во избежание излишних срабатываний защиты от

перегрузки тепловая модель должна учитывать и повышенные токи (превышение $\mathbf{1}_{\text{предел}}$). Для этого предусмотрено два алгоритма:

- Блокировка памяти тепловой модели
- Ограничение входного тока для тепловой модели. При этом возрастание температуры при больших токах **задерживается**.

Уставки предупредительной сигнализации

Предупредительное пороговое значение защиты от тепловой перегрузки выдает предупредительное сообщение перед тем, как будет достигнута уставка отключения (температура отключения). Таким образом, например, в течение определенного времени можно уменьшить нагрузку и избежать отключения. Обычно **Коэффициент K** задается ***1,1*** при памяти тепловой модели для длительно протекающего номинального тока 83 %.

Кроме порогового значения сигнальной ступени по температуре защита от тепловой перегрузки также имеет и пороговое значение сигнальной ступени по току. Это токовое пороговое значение сигнальной ступени может сигнализировать о токе перегрузки за определенное время перед тем, как будет достигнуто предупредительное или отключающее пороговое значение по температуре.

Возврат после отключения

Если температура становится меньше заданного значения **Раб.по уст.возвр.**, команда отключения отменяется при срабатывании. И наоборот, токовая предупредительная уставка и предупредительная уставка по температуре уменьшаются при фиксированном пороговом значении возврата (см. Технические данные).

Характеристики в случае потери оперативного напряжения

Характеристики тепловой модели могут управляться с помощью задаваемого параметра **Сохранение тепл.модели** до момента потери оперативного напряжения. Состояние тепловой модели можно сохранить на 500 минут без оперативного питания. Когда напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с сохраненным тепловым состоянием.

Если тепловая модель не сохраняется, то она будет сброшена до 0 при потере напряжения оперативного тока.

Сброс тепловой модели

Память тепловой модели можно сбросить через дискретный вход с помощью входного сообщения **>Сброс тепл.модели**. Теперь тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметрирования также приведет к сбросу памяти тепловой модели.

Блокировка функции

Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции. Функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе **>Блок. ступень**.

При этом все сообщения возвращаются, а значение температуры модели устанавливается на 0.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал **Блок.включение**. Этот сигнал устанавливается, если температура отключения превышена, и сбрасывается, если температура опускается ниже порогового значения возврата.

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:310) Эквивал.ток	Кроме измеряемых величин температуры в процентах, также выводится и эквивалентный ток, в качестве измеряемого значения тока по отношению к температуре (А или кА). Токовый эквивалент – это первичный ток, который соответствует измеренной величине температуры в процентах в условиях установившегося режима.
(_:304) Время до включения	Параметр **Время до включения** это ожидаемое время до момента, когда можно будет выполнить повторное включение защищаемого объекта. Расчет этого значения выполняется на предположении, что токи постоянны. Затем значение тепловой модели станет меньше порога возврата.
(_:305) Время до отключения	Значение **Время до отключения** — это ожидаемое время до момента отключения (когда будет превышено значение 100 %). Расчет этого значения выполняется на предположении, что токи постоянны.
(_:306) Перегрузка	Значение **Перегрузка** показывает текущую температуру защищаемого объекта в процентах. Отключение происходит при превышении значения 100%.

6.38.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Iсигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:101) Iсигн.тепл.перегр.** = ***1,1 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Установите пороговое значение, равное максимальному длительно допустимому току ($I_{макс, доп}$). Получится значение уставки то же, что и для **Коэффициент K**.

Параметр: Θ.сигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:104) Θ.сигн.тепл.перегр.** = ***90°%***

Уставку по умолчанию **Коэффициент K** можно оставить равной 1,1, так как память теплового значения самостоятельно устанавливается на 83 % при длительном протекании номинального тока. При расчете используется правило пропорции: 100 % соответствует (**Коэффициент K**)^2, а x % соответствует 1^2.

$$\frac{\Theta}{\Theta_{откл}} = \frac{100\,\%}{k^2} = 83\,\%$$

[fowarnsc-100810-01.tif, 1, ru_RU]

При значении **Коэффициент K** равном 1,05, тепловая память при номинальном токе заполнена на 91 %. Увеличьте значение **Θ.сигн.тепл.перегр.** до 95 %.

Параметр: Раб.по уст.возвр.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:105) Раб.по уст.возвр.** = ***90°%***

Параметр **Раб.по уст.возвр.** используется для отмены пуска и отключения, когда значение падает ниже этого порогового значения. Рекомендуется значение уставки, равное пороговому значению сигнальной ступени по температуре. Для особых случаев применения, когда требуется дополнительное охлаждение или более продолжительная блокировка включения, возможен выбор более низких значений уставок.

Обратите внимание, что расчет рабочей измеряемой величины **Время до включения** относится к этой величине.

Параметр: Коэффициент K

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:106) Коэффициент K** = ***1,1***

Параметр **Коэффициент K** используется для описания предельного значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Базовым током для определения перегрузки является номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном, объекта}$ (например, кабельной линии).

Параметр **Коэффициент K** может быть определен на основе термически допустимого длительного тока $I_{макс, доп}$:

$$Лоэфф.\ k = \frac{I_{макс.\ доп.}}{I_{ном,\ об.}}$$

[fotolpkf-100810-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные о термически допустимом длительном токе защищаемого объекта можно найти в соответствующих таблицах или в технических данных от производителя.

Для кабелей допустимый длительный ток зависит от поперечного сечения, материала изоляции, конструкции и способа прокладки кабеля. Для воздушных линий допускается 10 %-ная перегрузка.

ПРИМЕР

Длительно допустимый ток

Кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена (N2XS2Y): 10 кВ 150 мм^2 (Cu)

Предельно допустимая сила тока (прокладка под землей): $I_{макс.\ доп}$ = 406 A

Выбранный **коэффициент K** равен 1,1

При этом получаем номинальный ток $I_{ном.,\ об}$= 369 A

Параметр: Тепловая пост. времени

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:110) Тепловая пост. времени** = ***900 с (15 мин)***

Параметр **Тепловая пост. времени** определяет характеристики отключения от ступени. Если данные по параметру **Тепловая пост. времени** отсутствуют, то его можно определить из кратковременно допустимого тока кабеля, например, тока односекундного короткого замыкания. Ток односекундного КЗ – это максимально допустимый ток в течение 1 секунды. Ток односекундного КЗ можно найти в технических данных кабеля. Рассчитайте **Тепловая пост. времени** в соответствии со следующей формулой:

$$\tau[мин.] = \frac{1}{60}\left(\frac{доп.\ 1\ с\ ток}{длит.\ допустимый\ ток}\right)^2$$

[fodauers-170309-07.tif, 1, ru_RU]

Если имеется информация о кратковременно допустимом токе, протекающем в течение времени, отличном от 1 секунды, то следует использовать это значение вместо тока односекундного КЗ. Результат следует умножить на время приложения тока.

Для заданного значения кратковременной предельно допустимой силы тока в течение 0,5 с используйте следующую формулу:

$$\tau[мин.] = \frac{0.5}{60}\left(\frac{доп.\ 5\ с\ ток}{длит.\ допустимый\ ток}\right)^2$$

[fodauers-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Пример для кабеля

Кабель

Длительно допустимый ток: $I_{макс. доп}$ = 406 A

Максимальный ток при длительности КЗ 1 с: $I_{1с}$ = 21,4 кА

Это определяет **Тепловая пост. времени**

$$\tau\,[\text{мин}] = \frac{1}{60}\left(\frac{21400\ \text{A}}{406\ \text{A}}\right)^2 = \frac{1}{60}\,52.7^2 = 46.29\ \text{мин}$$

[fokonsta-310510-01.tif, 1, ru_RU]

46,29 мин = 2777 с

Параметр: Iмакс тепл.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:107) Iмакс тепл.** = ***2,5 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Параметр **Iмакс тепл.** позволяет задавать пороговое значение тока для параметра **повед. при I>Iмакс. тепл.**. Можно использовать выбранное пороговое значение тока 2,5 $I_{ном, объекта}$.

Параметр: Увелич.темпер. при Iном

- Уставка по умолчанию **(_:109) Увелич.темпер. при Iном** = ***70 K***

В качестве значения превышения температуры задайте значение, возникающие при постоянной эксплуатации оборудования при номинальном токе и температуре окружающей среды ок. 40°C. Здесь номинальный ток относится к защищаемому объекту. Значение температуры см. в технических данных оборудования или измерьте. Если при измерении номинального тока используется датчик температуры, вычтите фактической значение температуры окружающей среды или температуры охлаждающего вещества из измеренного значения.

Выбрав данное задаваемое значение, в качестве ориентировочного можно использовать заданный класс температуры. Как правило, значение превышения температуры выражается в градусах Кельвина (K), которое применяется как есть. Если дана абсолютная температура, температуру окружающей среды следует вычесть. Как правило, данное значение составляет 40 °C.

Превышение температуры при максимально допустимом токе (***ϑмакс***) и **Увелич.темпер. при Iном** (***ϑном.,об.***) можно преобразовать с помощью следующей формулы:

$$k^2 = \left(\frac{\vartheta_{макс}}{\vartheta_{ном.об.}}\right)$$

[fo_ueb_for_Irated, 1, ru_RU]

ПРИМЕР:

Класс температуры **B** для непрерывной работы: допустимое превышение температуры = 80 K

В данном случае для $I_{ном}$ можно получить температуру 120 °C (80 K + 40 °C) при использовании измерительного элемента для измерения.

Температура класс **F** в качестве предельного теплового значения: допустимое превышение температуры = 105 K.

В данном случае максимальная вычисленная температура составляет 155 °C (105 K + 40 °C).

На базе этих значений также можно получить величину коэффициента K.

$$k^2 = \frac{\vartheta_{макс,об.}}{\vartheta_{ном.об.}} = \frac{105\ °\text{C}}{80\ °\text{C}} = 1.31 \qquad \rightarrow\ k = 1.146$$

[fo_bsp_kfaktor, 1, ru_RU]

При выборе задаваемого значения 1,1 для **Коэффициент K** выбранное значение может рассматриваться как установившееся.



ПРИМЕЧАНИЕ

Для электрооборудования: пределы могут варьироваться в зависимости от типа охлаждающего вещества.

Для определения задаваемого значения превышения температуры обратитесь к производителю.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если обеспечивается постоянное внешнее напряжение для устройств присоединения, то можно оставить уставку по умолчанию.

Параметр: повед. при I>Imакс. тепл.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:114) повед. при I>Imакс. тепл.** = ***ограничение тока***

Параметр **повед. при I>Imакс. тепл.** используется для выбора процесса, по которому функция будет реагировать на токи короткого замыкания. Чтобы предотвратить преждевременное отключение защиты от перегрузки при низких значениях постоянной времени и высоких токах короткого замыкания, можно изменить тепловую модель.

Уставка по умолчанию выбрана для совместимости с устройствами SIPROTEC 4. При необходимости учета дальнейшего роста температуры рекомендуется использовать процедуру **ограничение тока**.

Значение параметра	Описание
ограничение тока	Входной ток ограничен значением, заданным в параметре **Imакс тепл.**. Если измеряемый ток превышает заданное значение тока, то в тепловую модель подается ограниченная величина тока. Рекомендуемое пороговое значение тока составляет от 2 до 2,5 $I_{ном, объекта}$.
фикс. тепл. мод.	Если входной ток превысит значение параметра **Imакс тепл.**, тепловая модель будет заблокирована на время превышения. Это значение параметра обеспечивает совместимость со старыми продуктами!

Параметр: Датчик температуры

- Уставка по умолчанию **(_:44) Датчик температуры** = ***нет***

Параметр **Датчик температуры** позволяет определить датчик температуры, используемый для обнаружения температуры окружающей среды.

Датчик температуры окружающей среды (резистивный датчик температуры) используется для измерения температуры окружающей среды защищаемого объекта и подачи ее в устройство через резистивный датчик температуры. Функция **Защита от тепловой перегрузки** получает измеренное значение температуры посредством функции **RTD-блок Ether.** или**RTD-блок посл.** от функциональной группы **Аналоговые блоки**.

Параметр: T по умолчанию

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:118) T по умолчанию** = ***40 °C***

При следующих условиях **T по умолчанию** задается как температура окружающей среды:

- Датчик температуры для измерения температуры окружающей среды не подключен.
- Измерение температуры прерывается и измеренное значение температуры ниже **T по умолчанию**.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Мин. температура

- Уставка по умолчанию **(_:117) Мин. температура** = ***-20 °C***

Если измеренная температура окружающей среды снижается ниже заданного значения, заданное значение принимается в качестве температуры окружающей среды. Если защита от перегрузки работает при заданной внешней температуре и данная температура падает ниже значения, заданного в параметре **Мин. температура**, также можно использовать **Мин. температура**.

6.38.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
49 ТеплПерегр#				
_:1	49 ТеплПерегр#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	49 ТеплПерегр#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	49 ТеплПерегр#:I сигн.тепл.перегр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:104	49 ТеплПерегр#:Ѳ. сигн.тепл.перегр.		50 % до 100 %	90 %
_:105	49 ТеплПерегр#:Раб.по уст.возвр.		50 % до 99 %	90 %
_:106	49 ТеплПерегр#:Коэффициент K		0.10 до 4.00	1.10
_:110	49 ТеплПерегр#:Тепловая пост. времени		30 с до 60000 с	900 с
_:107	49 ТеплПерегр#:Iмакс тепл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	12.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 50.000 A	12.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	12.500 A
_:113	49 ТеплПерегр#:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
_:114	49 ТеплПерегр#:повед. при I>Iмакс. тепл.		• ограничение тока • фикс. тепл. мод.	ограничение тока

6.38.6 Сообщение

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
49 ТеплПерегр#			
_:500	49 ТеплПерегр#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	49 ТеплПерегр#:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:54	49 ТеплПерегр#:Неактивно	SPS	O
_:52	49 ТеплПерегр#:Режим работы	ENS	O
_:53	49 ТеплПерегр#:Исправно	ENS	O
_:301	49 ТеплПерегр#:Сигн.по току	SPS	O
_:302	49 ТеплПерегр#:Сигн.при тепл.перегр.	SPS	O
_:303	49 ТеплПерегр#:Блок.включение	SPS	O
_:55	49 ТеплПерегр#:Пуск	ACD	O
_:300	49 ТеплПерегр#:Только ав.сообщ.срб.	ACT	O
_:57	49 ТеплПерегр#:Работа	ACT	O
_:304	49 ТеплПерегр#:Время до включения	MV	O
_:305	49 ТеплПерегр#:Время до отключения	MV	O
_:306	49 ТеплПерегр#:Перегрузка	MV	O
_:310	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток	MV	O

6.39 Контроль температуры

6.39.1 Обзор функций

Функция **Контроль температуры** проверяет тепловое состояние:

- Двигатели
- Генераторы
- Трансформаторы

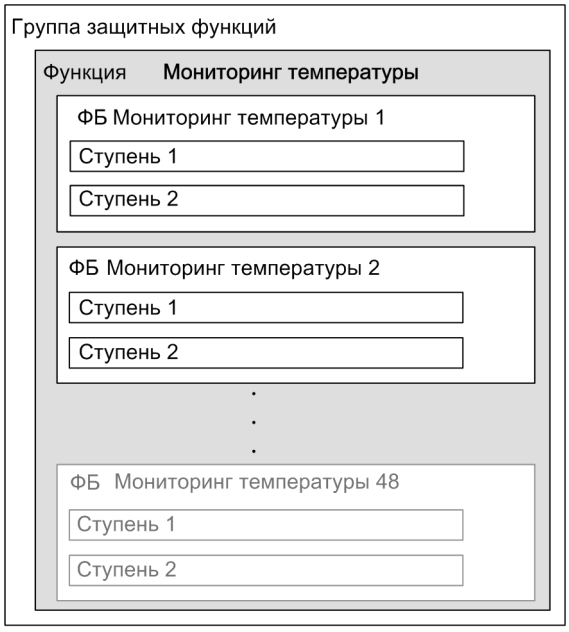
Во вращающихся машинах она также проверяет температуру подшипников на предмет нарушения граничных значений.

Температура измеряется в различных частях защищаемого объекта при помощи датчиков температуры (RTD = резистивный датчик температуры) и передаются в устройство через один или несколько блоков RTD.

Функция **Контроль температуры** получает значения измеренной температуры посредством функций **RTD-блок Ether.** или **RTD-блок послед.** от функциональной группы **Аналоговые модули**.

6.39.2 Структура функции

Функция контроля температуры может работать во всех функциональных группах защиты. Максимум 48 точек измерения температуры могут оцениваться одновременно в функции **Контроль температуры**. Каждая точка измерения температуры имеет две ступени порогового значения.

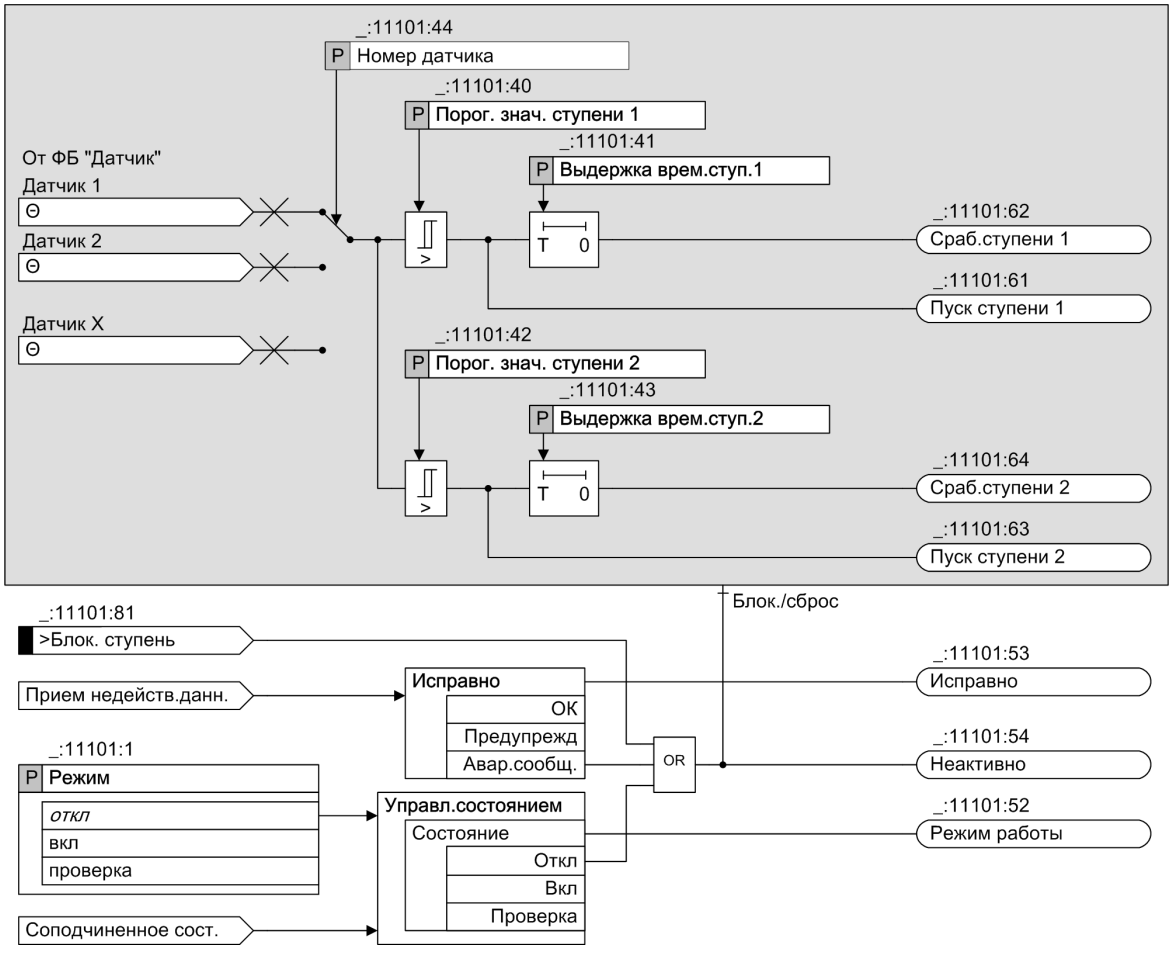


[dwstrtmp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-310 Структура/реализация функции

6.39.3 Описание функции

Логика



[lotmpsup-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-311 Логическая схема точки контроля температуры

Функциональный блок **Точка контроля температуры** (**Точка** ФБ) получает значение измеренной температуры в °C или °F как входную переменную, получаемую от функциональных блоков датчика температуры функциональной группы **Аналоговые модули**. Параметр **Номер датчика** используется для выбора датчика температуры.

2 решения пороговых величин могут выполняться для каждой точки измерения. Если значение измеренной температуры больше или равно установленной пороговой величины, ступени генерируют сигнал пуска отдельно друг от друга и, после набора выдержки времени на отключение, сигнал срабатывания.

Сообщения от точек контроля остаются доступными для дальнейшей обработки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пуск ступеней не приводит к регистрации повреждений. Сообщения о срабатывании ступеней не входят в логику отключения устройства.

6.39.4 Указания по применению и вводу уставок

Если вы используете внешний блок RTD, подключите его через интерфейс (Ethernet или последовательный) к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание на указания по конфигурации интерфейсов в главе Тип функциональной группы, аналоговый трансформатор в разделе *5.9.6.3 Связь с RTD-блоком*.

Параметр: Местополож.датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11101:46) Местополож.датчика** = ***Другое***

Вы определяете для устройства место установки датчика с помощью параметра **Местополож.датчика**. ***Масло***, ***Окруж. среда***, ***Обмотка***, ***Подшипник*** и ***Другое*** доступны для выбора. Выбор в устройстве не учитывается, он только несет информацию о среде, где происходит замер температуры.

Параметр: Номер датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11101:44) номер датчика** = ***не выбран функциональный блок***

С помощью параметра **номер датчика** вы назначаете конкретный датчик, температуру которого необходимо отслеживать, на функциональный блок **Положение**. В DIGSI вы назначаете датчик с помощью списка, который содержит все подключенные блоки RTD и их датчики.

Параметр: Порог. знач. ступени 1

- Уставка по умолчанию **(_:11101:40) Порог. знач. ступени 1** = ***100 °C***

С помощью параметра **Порог. знач. ступени 1** вы устанавливаете значение температуры, превышение которого вызовет пуск первой отключающей ступени.

Параметр: Выдержка врем.ступ.1

- Уставка по умолчанию **(_:11101:41) Выдержка врем.ступ.1** = ***5 с***

С помощью параметра **Выдержка врем.ступ.1** вы устанавливаете время, на которое сигнал о срабатывании первой отключающей ступени должен задерживаться после пуска ступени. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Если задать выдержку времени, равную ∞, сигнал о срабатывании блокируется.

Параметр: Порог. знач. ступени 2

- Уставка по умолчанию **(_:11101:42) Порог. знач. ступени 2** = ***120 °C***

С помощью параметра **Порог. знач. ступени 2** вы устанавливаете значение температуры, превышение которого вызовет пуск второй отключающей ступени.

Параметр: Выдержка врем.ступ.2

- Уставка по умолчанию **(_:11101:43) Выдержка врем.ступ.2** = ***0 с***

С помощью параметра **Выдержка врем.ступ.2** вы устанавливаете время, на которое сигнал о срабатывании второй отключающей ступени должен задерживаться после пуска ступени. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Если задать выдержку времени, равную ∞, сигнал о срабатывании блокируется.

Единицы измерения температуры

Единицы измерения температуры для изменения просмотра и анализа измеряемых значений температуры с °C на °F, адаптируйте соответствующим образом пользовательские настройки, заданные по умолчанию, DIGSI (см. *5.9.6.5 Датчик температуры*).

6.39.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 1				
_:11101:1	Точка 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11101:40	Точка 1:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11101:41	Точка 1:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11101:42	Точка 1:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11101:43	Точка 1:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 2				
_:11102:1	Точка 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11102:40	Точка 2:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11102:41	Точка 2:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11102:42	Точка 2:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11102:43	Точка 2:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 3				
_:11103:1	Точка 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11103:40	Точка 3:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11103:41	Точка 3:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11103:42	Точка 3:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11103:43	Точка 3:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 4				
_:11104:1	Точка 4:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11104:40	Точка 4:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11104:41	Точка 4:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11104:42	Точка 4:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11104:43	Точка 4:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 5				
_:11105:1	Точка 5:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11105:40	Точка 5:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11105:41	Точка 5:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11105:42	Точка 5:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11105:43	Точка 5:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 6				
_:11106:1	Точка 6:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11106:40	Точка 6:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11106:41	Точка 6:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11106:42	Точка 6:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11106:43	Точка 6:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 7				
_:11107:1	Точка 7:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11107:40	Точка 7:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11107:41	Точка 7:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11107:42	Точка 7:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11107:43	Точка 7:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 8				
_:11108:1	Точка 8:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11108:40	Точка 8:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11108:41	Точка 8:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11108:42	Точка 8:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11108:43	Точка 8:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 9				
_:11109:1	Точка 9:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11109:40	Точка 9:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11109:41	Точка 9:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11109:42	Точка 9:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11109:43	Точка 9:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 10				
_:11110:1	Точка 10:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11110:40	Точка 10:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11110:41	Точка 10:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11110:42	Точка 10:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11110:43	Точка 10:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 11				
_:11111:1	Точка 11:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11111:40	Точка 11:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11111:41	Точка 11:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11111:42	Точка 11:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11111:43	Точка 11:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
Точка 12				
_:11112:1	Точка 12:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11112:40	Точка 12:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11112:41	Точка 12:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11112:42	Точка 12:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11112:43	Точка 12:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с

6.39.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Точка 1			
_:11101:81	Точка 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11101:54	Точка 1:Неактивно	SPS	O
_:11101:52	Точка 1:Режим работы	ENS	O
_:11101:53	Точка 1:Исправно	ENS	O
_:11101:61	Точка 1:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11101:62	Точка 1:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11101:63	Точка 1:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11101:64	Точка 1:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 2			
_:11102:81	Точка 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:11102:54	Точка 2:Неактивно	SPS	O
_:11102:52	Точка 2:Режим работы	ENS	O
_:11102:53	Точка 2:Исправно	ENS	O
_:11102:61	Точка 2:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11102:62	Точка 2:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11102:63	Точка 2:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11102:64	Точка 2:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 3			
_:11103:81	Точка 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:11103:54	Точка 3:Неактивно	SPS	O
_:11103:52	Точка 3:Режим работы	ENS	O
_:11103:53	Точка 3:Исправно	ENS	O
_:11103:61	Точка 3:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11103:62	Точка 3:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11103:63	Точка 3:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11103:64	Точка 3:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 4			
_:11104:81	Точка 4:>Блок. ступень	SPS	I
_:11104:54	Точка 4:Неактивно	SPS	O
_:11104:52	Точка 4:Режим работы	ENS	O
_:11104:53	Точка 4:Исправно	ENS	O
_:11104:61	Точка 4:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11104:62	Точка 4:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11104:63	Точка 4:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11104:64	Точка 4:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 5			
_:11105:81	Точка 5:>Блок. ступень	SPS	I
_:11105:54	Точка 5:Неактивно	SPS	O
_:11105:52	Точка 5:Режим работы	ENS	O
_:11105:53	Точка 5:Исправно	ENS	O
_:11105:61	Точка 5:Пуск ступени 1	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11105:62	Точка 5:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11105:63	Точка 5:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11105:64	Точка 5:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 6			
_:11106:81	Точка 6:>Блок. ступень	SPS	I
_:11106:54	Точка 6:Неактивно	SPS	O
_:11106:52	Точка 6:Режим работы	ENS	O
_:11106:53	Точка 6:Исправно	ENS	O
_:11106:61	Точка 6:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11106:62	Точка 6:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11106:63	Точка 6:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11106:64	Точка 6:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 7			
_:11107:81	Точка 7:>Блок. ступень	SPS	I
_:11107:54	Точка 7:Неактивно	SPS	O
_:11107:52	Точка 7:Режим работы	ENS	O
_:11107:53	Точка 7:Исправно	ENS	O
_:11107:61	Точка 7:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11107:62	Точка 7:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11107:63	Точка 7:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11107:64	Точка 7:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 8			
_:11108:81	Точка 8:>Блок. ступень	SPS	I
_:11108:54	Точка 8:Неактивно	SPS	O
_:11108:52	Точка 8:Режим работы	ENS	O
_:11108:53	Точка 8:Исправно	ENS	O
_:11108:61	Точка 8:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11108:62	Точка 8:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11108:63	Точка 8:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11108:64	Точка 8:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 9			
_:11109:81	Точка 9:>Блок. ступень	SPS	I
_:11109:54	Точка 9:Неактивно	SPS	O
_:11109:52	Точка 9:Режим работы	ENS	O
_:11109:53	Точка 9:Исправно	ENS	O
_:11109:61	Точка 9:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11109:62	Точка 9:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11109:63	Точка 9:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11109:64	Точка 9:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 10			
_:11110:81	Точка 10:>Блок. ступень	SPS	I
_:11110:54	Точка 10:Неактивно	SPS	O
_:11110:52	Точка 10:Режим работы	ENS	O
_:11110:53	Точка 10:Исправно	ENS	O
_:11110:61	Точка 10:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11110:62	Точка 10:Сраб.ступени 1	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11110:63	Точка 10:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11110:64	Точка 10:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 11			
_:11111:81	Точка 11:>Блок. ступень	SPS	I
_:11111:54	Точка 11:Неактивно	SPS	O
_:11111:52	Точка 11:Режим работы	ENS	O
_:11111:53	Точка 11:Исправно	ENS	O
_:11111:61	Точка 11:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11111:62	Точка 11:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11111:63	Точка 11:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11111:64	Точка 11:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 12			
_:11112:81	Точка 12:>Блок. ступень	SPS	I
_:11112:54	Точка 12:Неактивно	SPS	O
_:11112:52	Точка 12:Режим работы	ENS	O
_:11112:53	Точка 12:Исправно	ENS	O
_:11112:61	Точка 12:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11112:62	Точка 12:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11112:63	Точка 12:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11112:64	Точка 12:Сраб.ступени 2	SPS	O

6.40 Расчет горячих точек

6.40.1 Обзор функций

Функция **Расч.наиб.гор.тчк** (ANSI 49H) служит для защиты трансформатора от теплового разрушения при увеличении рабочих токов и контроля температурного режима витков трансформатора.

Эта функция в основном используется для контроля температуры витков в трансформаторе. Крайне важно обеспечить непрерывный контроль температуры в особых или **наиболее нагретых точках**. Увеличение температуры витка может оказать значительное воздействие на трансформатор.

Наиболее часто возникает следующий косвенный ущерб:

- Уменьшение срока службы
- Образование пузырьков газа, способных вызвать пробои изоляции
- Разрушение изоляции обмоток

Расчет наиболее нагретой точки выполняется в соответствии со стандартами МЭК 60076-7 и IEEE C57.91 2011 и включает определение трех переменных, необходимых для работы функции защиты:

- Температура наиболее нагретой точки
- Относительная скорость старения
- Резерв нагрузки до выдачи предупредительной и аварийной сигнализации

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется следующая информация:

- Способы охлаждения
- Коэффициент мощности
- Температура охладителя (температура масла в защищаемом объекте)
- Размерность трансформатора
- Постоянные времени масла и витков
- Факторы, учитываемые в соответствии с МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011

Температура верхних слоев масла измеряется в точках для измерения температуры. В этом случае обеспечивается передача данных от 12 точек измерения температуры в устройство защиты посредством одной термопары. Одна из этих точек выбирается для расчета температуры наиболее нагретой точки.

6.40.2 Структура функции

Функция **расчета горячих точек** может использоваться во всех функциональных группах защиты, имеющих 3-фазный токовый вход. Функцию можно вставить в проект, просто перетащив ее из библиотеки функций DISGI 5.

Функция **расчета горячих точек** является непрерывно действующей.

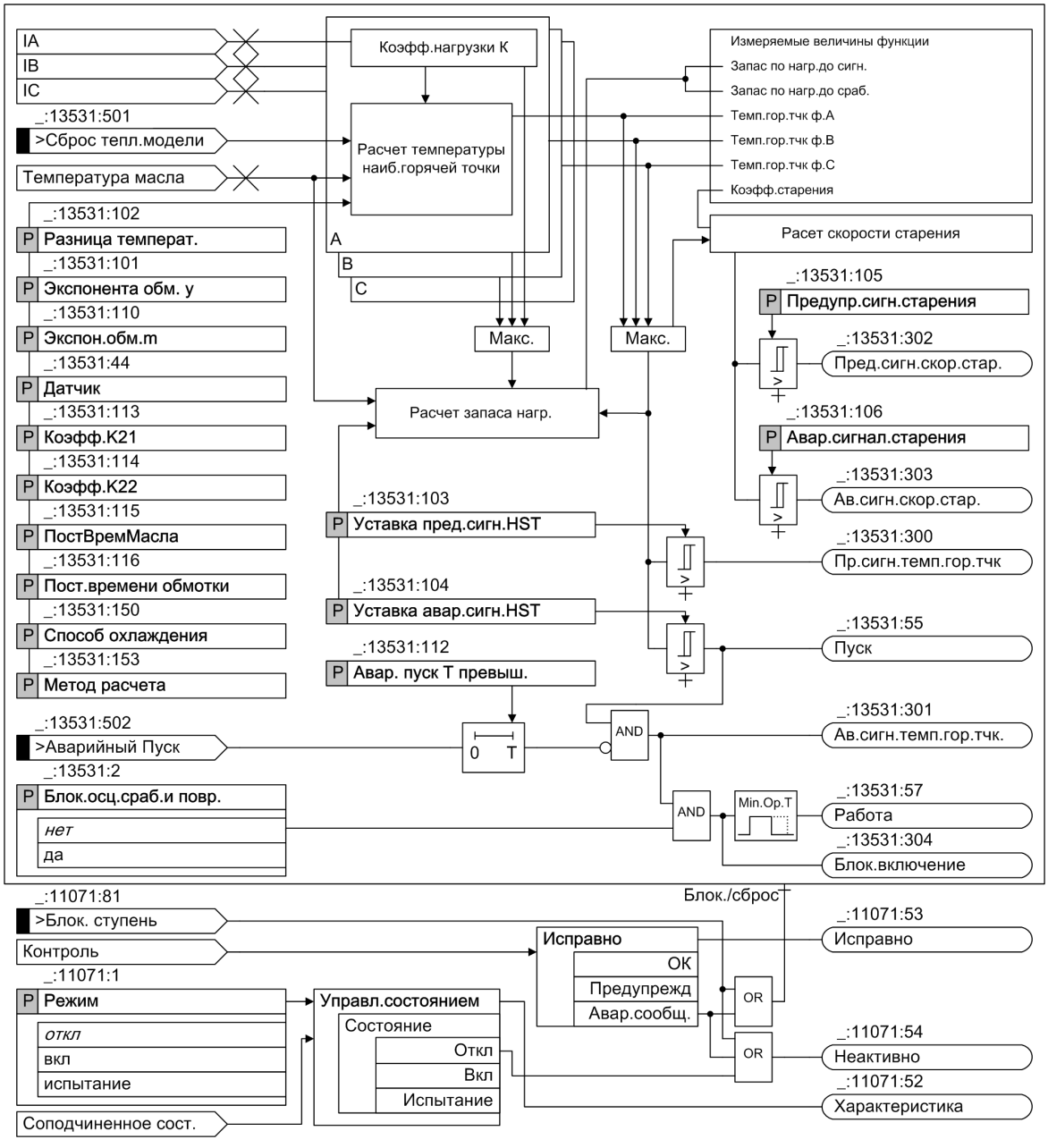


[dwhotspt-260213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-312 Структура/реализация функции

6.40.3 Описание функции

Логика работы функции



[lohotspt-300513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-313 Логическая схема функции расчета горячих точек

Расчет температуры горячих точек трансформатора может производиться в соответствии со стандартами МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. При этом рассчитываются три переменные, соответствующие функции защиты:

- Температура в горячей точке защищаемого объекта
- Относительный возраст
- Предел нагрузки до выработки предупреждающей и тревожной сигнализации

Для работы этой функции необходимо выполнять измерения температуры масла в трансформаторе. Укажите точку измерения для измерительного оборудования, соответствующую расчету температуры горячей точки.

Версии охлаждения

Расчет горячей точки зависит от способа охлаждения Воздушное охлаждение всегда доступно и осуществляется с использованием двух типов конвекции:

- **AN** (**Воздушная естественная**): Искусственная конвекция
- **AF** (**Воздушная принудительная**): Принудительная конвекция (вентиляция)

При наличии жидкостного охлаждения возможны два типа охлаждения:

- **ON** (**Масляное естественное** = конвекция потока масла): Охлаждающая жидкость (масло) перемещается в баке за счет образующейся разности температур. Охлаждающий эффект обусловлен естественной конвекцией и не является резко выраженным.
- **OF** (**Масляное принудительное** = принудительная циркуляция масла): Охлаждающая жидкость (масло) циркулирует в баке за счет работы масляного насоса. Поэтому охлаждающий эффект гораздо больше, чем при использовании способа **ON**.
- **OD** (**Масляное направленное** = направленный поток масла): Охлаждающая жидкость (масло) циркулирует в баке по определенному пути за счет работы масляного насоса. В результате поток масла может быть увеличен в точках, являющихся наиболее критичными к температуре. По этой причине охлаждение оказывается особенно эффективным, с самым малым температурным градиентом.

Расчет температуры горячих точек по стандарту МЭК 60076-7

Горячая точка защищаемого объекта является важным фактором его состояния. Наиболее горячая точка трансформатора находится на изоляции самого верхнего витка и температура этой точки связана со сроком службы трансформатора. Температура охлаждающей жидкости в трансформаторе возрастает от нижней к верхней части. Способ охлаждения влияет на величину перепада температуры.

Температура горячей точки включает три составляющие:

- Температура наиболее горячей точки в охлаждающей жидкости (определяется путем измерения)
- Составляющая, связанная с ростом температуры витка, вызванным нагрузкой трансформатора. Она определяет градиент температуры от горячей точки обмотки до температуры масла в верхней части трансформатора.
- Составляющая тоста температуры витка, вызванная внезапным изменением нагрузки трансформатора

Для расчета температуры в горячей точке устройству защиту требуется следующая информация:

- Данные измерений в соответствующей точке
- Данные о величине тока в витке
- Установки характеристических параметров системы охлаждения

Выдача сигнализации и/или отключение производятся в случае превышения регулируемой величины установки (температурная авария).

Для расчета горячей точки внутри трансформатора определяется сумма температуры масла в верхней части трансформатора и разницы температур между горячей точкой и маслом в верхней части:

$\Theta_h (t) = \Theta_o (t) + \Delta\Theta_h (t)$

где

$\Theta_h (t)$	Температура горячей точки в °C
$\Theta_o (t)$	Температура верхней части охлаждающей жидкости (температура масла) в °C
$\Delta\Theta_h (t)$	Разница температур между горячей точкой обмотки и маслом в °C

Соотношение температуры горячей точки и температуры масла определяют два следующих фактора:

- Изменение вязкости масла (характер потока масла)
- Изменение омического сопротивления витка (зависимость от нагрузки)

$\Delta\Theta_h\,(t) = \Delta\Theta_{h1}\,(t) - \Delta\Theta_{h2}\,(t)$

$\Delta\Theta_{h1}\,(t) = \Delta\Theta_{h1}(t\text{-}1) + d\Delta\Theta_{h1}(t)$

$\Delta\Theta_{h2}\,(t) = \Delta\Theta_{h2}(t\text{-}1) + d\Delta\Theta_{h2}(t)$

где

$\Delta\Theta_{h1}\,(t)$	Разница температуры, вызванная сопротивлением витка
$\Delta\Theta_{h2}\,(t)$	Разница температуры, вызванная вязкостью масла

Для расчета используются два следующих выражения:

$$d\Delta\Theta_{h1}(t) = \frac{dt}{k_{22}\tau_w} \cdot (k_{21} \cdot K^Y \cdot H_{gr} - \Delta\Theta_{h1}(t - \Delta t))$$

[fohsalt8-300513-01.tif, 1, ru_RU]

$$d\Delta\Theta_{h2}(t) = \frac{dt}{(1/k_{22})\tau_o} \cdot \left[(k_{21} - 1) \cdot K^Y \cdot H_{gr} - \Delta\Theta_{h2}(t - \Delta t)\right]$$

[fohsalt9-300513-01.tif, 1, ru_RU]

где

H_{gr}	Градиент температуры изоляции
K	Коэффициент нагрузки I/I_N (измеренный)
y	Показатель витка
k_{21}, k_{22}	Постоянная тепловой модели
τ_o	Постоянная времени масла
τ_w	Постоянная времени витка
t	Временная точка расчета тока
Δt	Интервал расчета

Коэффициент нагрузки K определяется из величины измеренного тока и номинального тока объекта. В качестве номинального тока используется номинальный ток соответствующей функциональной группы.

Расчет температуры горячих точек по стандарту IEEE C57.91 2011

Для расчета горячей точки внутри трансформатора определяется сумма температуры масла в верхней части трансформатора и разницы температур между горячей точкой и маслом в верхней части: Уравнение аналогично стандарту МЭК:

$\Theta_h\,(t) = \Theta_o\,(t) + \Delta\Theta_h\,(t)$

где

$\Theta_h\,(t)$	Температура горячей точки в °C
$\Theta_o\,(t)$	Температура верхней части охлаждающей жидкости (температура масла) в °C
$\Delta\Theta_h\,(t)$	Разница температур между горячей точкой обмотки и маслом в °C

$$\Delta\Theta_h(t) = (\Delta\Theta_h(t - \Delta t)) + \frac{\Delta t}{\tau_w}(\Delta\Theta_{H,U}(t) - \Delta\Theta_h(t - \Delta t))$$

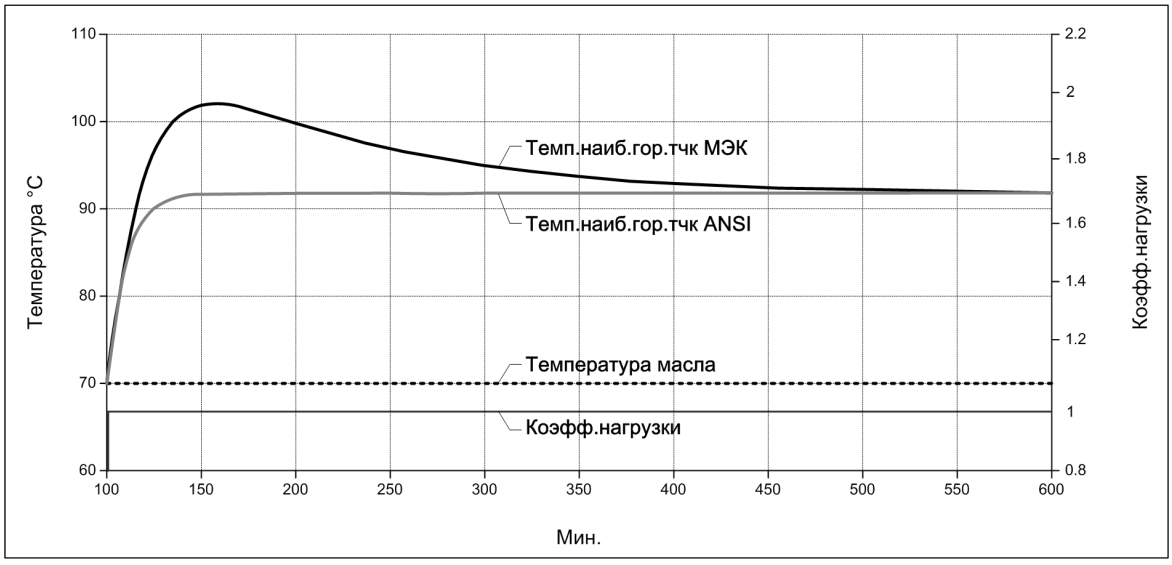
[fohsalt7-060313-01.tif, 1, ru_RU]

$$\Delta\Theta_{H,U}(t) = K^{2m} \cdot H_{gr}$$

где

$\Delta\Theta_{H,U}$ (t)	Увеличение температуры горячей точки, зависящее от нагрузки посредством температуры верхней части масла
K	Коэффициент нагрузки I/I_N (измеренный)
m	Показатель витка
H_{gr}	Градиент температуры от горячей точки витка до температуры масла при номинальной нагрузке
τ_w	Постоянная времени витка
t	Временная точка расчета тока
Δt	Интервал расчета

На следующем рисунке показан пример поведения температуры горячей точки во время изменения нагрузки от $0 \cdot I/I_N$ до $1 \cdot I/I_N$ при постоянной температуре масла 70°C. Все необходимые установки соответствуют значениям по умолчанию. Результаты расчетов по методам из стандартов IEC 60076-7 и IEEE C57.91 2011 являются сопоставимыми.



[dwhslsfk-170613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-314 Пример расчета горячей точки

Расчет относительного старения

Срок службы изоляции на основе целлюлозы указывается для температуры среды 98 °C в непосредственной близости от изоляции. Опыт показывает, что увеличение температуры на 6 K сокращает срок службы наполовину. Отсюда можно получить следующее уравнение для относительного старения V при температуре, отличной от 98 °C:

$$V = \frac{\text{Aging at } \Theta_h}{\text{Aging at 98 °C}} = 2^{(\Theta_h - 98\,°C)/6}$$

[fohsalt1-260213-01.tif, 1, ru_RU]

где

B	Относительный возраст
Θ_h	Температура горячей точки в °C

Средняя относительная скорость старения L, полученная для среднего расчетного и наблюдаемого периода от T1 до T2. Период времени от T1 до T2 равен 1 минуте.

$$L = \frac{1}{T_2 - T_1} \cdot \int_{T_1}^{T_2} V dt$$

[fohsalt2-260213-01.tif, 1, ru_RU]

где

L	Среднее относительное старение
T2 - T1	60 с

При неизменной номинальной нагрузке, L = 1 соответствует температуре горячей точки 98 °C; при значении, большем 1, имеет место ускоренное старение, например при L = 2 достигается только половина величины срока службы относительно условий номинальной нагрузки.

Относительное старение определяется в соответствии со стандартом МЭК только в диапазоне от 80 до 140 °C. Этот рабочий диапазон определен для расчета старения. Температуры ниже 80 °C не увеличивают расчетный период старения. Значения выше 140 °C не приводят к сокращению расчетного периода старения.

Приведенный расчет относительного старения относится только к изоляции обмотки и по этой причине неприменим к остальным неисправностям.

Результаты

Температура горячей точки рассчитывается для связанной функциональной группы защищаемого объекта. Для этого используются токи этой функциональной группы и измеренная температура охлаждающей жидкости при выбранной точке измерения температуры. В качестве номинального тока используется номинальный ток соответствующей функциональной группы.

Уставки горячих точек

Предусмотрено две уставки сигнализации о температуре в горячей точке: Уставка предупреждения **Уставка пред.сигн.HST** и уставка аварии **Уставка авар.сигн.HST**. Также предусмотрено по одной регулируемой уставке предупреждения **Предупр.сигн.старения** и аварии **Авар.сигнал.старения** для средней скорости старения.

Аварийный запуск

Если трансформатор по причинам оперативного характера должен работать при температуре, превышающей максимально допустимую для горячей точки, то команда отключения может быть заблокирована, либо можно обеспечить включение с помощью дискретного входа (*>Аварийный Пуск*).

После снятия дискретного входного сигнала *>Аварийный Пуск* может потребоваться продолжить действие блокировки по той причине, что температура горячей точки все еще превышает установку отключения. Для этой цели функция защиты оснащена регулируемым временем удерживания(**Авар. пуск T превыш.**), которое начинает отсчитываться с момента снятия дискретного сигнала и продолжает подавлять команду отключения. Отключение по расчету горячей точки возможно только по окончании этой временной задержки.

Данный дискретный вход действует только на аварийную сигнализацию и команду отключения, но не оказывает эффекта на фиксацию повреждения в журнале и не сбрасывает карту тепловых режимов.

Блокировка функции

В случае блокировки сработавшая функция будет сброшена. Функцию можно заблокировать или по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе *>Блок. ступень*. При этом вся сигнализация выпадает.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал *Блок.включение*. Этот сигнал устанавливается, если температура отключения превышена, и отменяется, если температура опускается ниже установки возврата.

Функциональные измеряемые величины

Можно в любое время получить информацию о текущем состоянии, которая отображается под данными рабочих измеряемых величин. Доступны следующие значения:

Измеряемая величина	Описание
(_:13531:307) Темп.A	Температура горячей точки для фазы A в °C или °F (в зависимости от установки)
(_:13531:308) Темп.B	Температура горячей точки для фазы B в °C или °F (в зависимости от установки)
(_:13531:309) Темп.C	Температура горячей точки для фазы C в °C или °F (в зависимости от установки)
(_:13531:310) Тмаш	Температура горячей точки для трех фаз в °C или °F (в зависимости от установки)
(_:13531:311) СкСтар	Относительная скорость старения
(_:13531:305) Rsпред.	Граница предупреждающей сигнализации о нагрузке в процентах
(_:13531:306) Rsсигн.	Граница предупреждающей сигнализации об аварии в процентах

6.40.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Датчик

- Уставка по умолчанию **(_:13531:44) датчик** = ***не выбран функциональный блок***

При помощи установки **Датчик** пользователь указывает, какая точка измерения температуры используется для расчета горячей точки. К этой точке измерения должен подключаться датчик измерения температуры масла в верхней части трансформатора. Если оборудование для измерения температуры не подключено, отображается сообщение **Ошибка согласования**.

Параметр: Способ охлаждения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:150) Способ охлаждения** = ***M ест. Вздв. ест.***

Уставка **Способ охлаждения** указывает способ охлаждения. Определение содержится в параметре **Версии охлаждения** из описания функции расчета горячих точек.

Параметр: Авар. пуск T превыш.

- Уставка по умолчанию **(_:13531:112) Авар. пуск T превыш.** = ***300 c***

Параметр **Авар. пуск T превыш.** используется для установки времени, в течение которого блокировка отключения должна оставаться активной после получения дискретного входного сигнала **>Аварийный Пуск**. При получении входного сигнала предполагается разгрузка защищаемого объекта. Параметр **Авар. пуск T превыш.** устанавливается таким образом, чтобы в это время температура горячей точки могла опуститься ниже порогового значения возврата.

Параметр: Уставка пред.сигн.HST

- Уставка по умолчанию **(_:13531:103) Уставка пред.сигн.HST** = ***98 °C***

Уставка **Уставка пред.сигн.HST** служит для ввода температуры, при которой выдается предупреждающая сигнализация в случае превышения этой температуры.

Параметр: Уставка авар.сигн.HST

- Уставка по умолчанию **(_:13531:104) Уставка авар.сигн.HST** = ***108 °C***

Уставка **Уставка авар.сигн.HST** служит для ввода температуры, при которой выдается аварийная сигнализация в случае превышения этой температуры.

Параметр: Предупр.сигн.старения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:105) Предупр.сигн.старения** = ***1.000***

Параметр **Предупр.сигн.старения** служит для ввода уставки выдачи предупреждающей сигнализации по результатам расчета относительного старения.

Параметр: Авар.сигнал.старения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:106) Авар.сигнал.старения** = ***2.000***

Параметр **Авар.сигнал.старения** служит для ввода установки выдачи аварийной сигнализации по результатам расчета относительного старения.

Параметр: Пост.времени обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:13531:116) Пост.времени обмотки** = ***10 min***

Уставка **Пост.времени обмотки** обеспечивает учет передачи тепла от электрического проводника (витка) в направлении внешней изоляции. Это занимает несколько минут. В отсутствие подходящих технических спецификаций можно использовать данные из стандарта МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в *Таблица 6-8*.

Параметр: Метод расчета

- Уставка по умолчанию **(_:13531:153) Метод расчета** = ***МЭК 60076-7***

Параметр **Метод расчета** определяет стандарт, используемый для расчета температуры горячей точки. В зависимости от выбора требуемые значения уставок могут быть отображаемыми или скрытыми.

МЭК 60076-7

Следующие уставки применимы только для расчета в соответствии с методикой из стандарта МЭК 60076-7.

Параметр: Экспонента обм. y

- Уставка по умолчанию **(_:13531:101) Экспонента обм. y** = ***1.6***

Для расчета температуры горячей точки требуется параметр устройства **Экспонента обм. y**. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в *Таблица 6-8*.

Параметр: Разница температ.

- Уставка по умолчанию **(_:13531:102) Разница температ.** = ***22***

Для расчета температуры горячей точки требуется параметр устройства **Разница температ.** (H_{gr}).
Этот градиент температуры указывает разницу температур между горячей точкой обмотки и температурой масла в верхней части трансформатора при номинальной нагрузке.
Уставки не имеют размерности. Градиент температуры указывается в °C (единица системы СИ). Если известно только значение в °F, выполните преобразование по следующей формуле:
°C = K · 5/9

°C	Значение в °C
K	Градиент температуры в °F

В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-8*.

Параметр: Коэфф.K21

- Уставка по умолчанию **(_:13531:113) Коэфф.K21** = ***2.0***

Параметр: Коэфф.K22

- Уставка по умолчанию **(_:13531:114) Коэфф.K22** = *2.0*

Уставки **Коэфф.K21** и **Коэфф.K22** представляют постоянные модели, необходимые для учета конфигурации витка трансформатора в отношении потока масла. В отсутствие технических спецификаций интересующего трансформатора могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-8*.

Параметр: ПостВремМасла

- Уставка по умолчанию **(_:13531:115) ПостВремМасла** = *210 min*

Уставки **ПостВремМасла** служат для учета потока масла и скорости потока. Постоянная времени зависит от типа обмотки и способа охлаждения. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-8*.

IEEE C57.91 2011

Следующие установки применимы только для расчета в соответствии с методикой из стандарта IEEE C57.91 2011.

Параметр: Экспон.обм.m

- Уставка по умолчанию **(_:13531:110) Экспон.обм.m** = *0.8*

Для расчета температуры горячей точки требуется параметр устройства **Экспон.обм.m**. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-8*.

Параметр: Градиент температуры

- Уставка по умолчанию **(_:13531:130) Градиент температуры** = *22*

Для расчета температуры горячей точки требуется параметр устройства **Градиент температуры** (H_{gr}). Этот градиент температуры указывает разницу температур между горячей точкой обмотки и температурой масла в верхней части трансформатора при номинальной нагрузке.

Уставки не имеют размерности. Градиент температуры указывается в °C (единица системы СИ). Если известно только значение в °F, выполните преобразование по следующей формуле:

°C = K · 5/9

°C	Значение в °C
K	Градиент температуры в °F

В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-8*.

Тепловые данные трансформаторов

В отсутствие технических спецификаций интересующего трансформатора могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в следующей таблице.

Таблица 6-8 Тепловые данные трансформаторов

		Распределение трансформаторов	Среднеразмерные и крупные трансформаторы						
Способы охлаждения		ONAN	ONAN[1)]	ONAN	ONAF[1)]	ONAF	OF[1)]	OF	OD
Показатель витка (МЭК)	y	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	2.0
Показатель витка (ANSI)	m	0.8	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	1.0

		Распределение трансформаторов	Среднеразмерные и крупные трансформаторы						
Неизменный	k_{21}	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0	1.45	1.3	1.0
Неизменный	k_{22}	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
Постоянная времени масла	τ_o [мин]	180	210	210	150	150	90	90	90
Постоянная времени витка	τ_w [мин]	4	10	10	7	7	7	7	7
Градиент температуры изоляции	H_{gr} [°C]	23	-	26	-	26	-	22	29
[1)] Если охлаждаемые витки трансформатора с охлаждением по методу ON или OF соединены зигзагом									

6.40.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:13531:1	Тчк перегрева:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13531:2	Тчк перегрева:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13531:100	Тчк перегрева:Ошибка согласования		• нет сконфиг.ТИ • нет сконфиг.датч.	нет сконфиг.датч.
_:13531:150	Тчк перегрева:Способ охлаждения		• М ест. Взд. ест. • М ест. Взд. принуд. • М принуд. • М принуд. направл.	М ест. Взд. ест.
_:13531:112	Тчк перегрева:Авар. пуск Т превыш.		0 с до 15000 с	300 с
_:13531:103	Тчк перегрева:Уставка пред.сигн.HST		80°C до 140°C	98°C
_:13531:104	Тчк перегрева:Уставка авар.сигн.HST		80°C до 140°C	108°C
_:13531:105	Тчк перегрева:Предупр.сигн.старения		0.125 до 128.000	1.000
_:13531:106	Тчк перегрева:Авар.сигнал.старения		0.125 до 128.000	2.000
_:13531:116	Тчк перегрева:Пост.времени обмотки		0 мин до 30 мин	10 мин
_:13531:153	Тчк перегрева:Метод расчета		• МЭК 60076-7 • IEEE C57.91 2011	МЭК 60076-7
МЭК 60076-7				
_:13531:101	Тчк перегрева:Экспонента обм. у		1.6 до 2.0	1.6

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13531:102	Тчк перегрева:Разница температ.		20 до 50	22
_:13531:113	Тчк пере-грева:Коэфф.K21		1.0 до 5.0	2.0
_:13531:114	Тчк пере-грева:Коэфф.K22		1.0 до 5.0	2.0
_:13531:115	Тчк перегрева:ПостВрем-Масла		50 мин до 500 мин	210 мин
IEEE C57.91 2011				
_:13531:110	Тчк пере-грева:Экспон.обм.m		0.8 до 1.0	0.8
_:13531:130	Тчк перегрева:Градиент температуры		20 до 50	22

6.40.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Тчк перегрева			
_:13531:81	Тчк перегрева:>Блок. ступень	SPS	I
_:13531:502	Тчк перегрева:>Аварийный Пуск	SPS	I
_:13531:501	Тчк перегрева:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13531:54	Тчк перегрева:Неактивно	SPS	O
_:13531:52	Тчк перегрева:Режим работы	ENS	O
_:13531:53	Тчк перегрева:Исправно	ENS	O
_:13531:300	Тчк перегрева:Пр.сигн.темп.гор.тчк	SPS	O
_:13531:301	Тчк перегрева:Ав.сигн.темп.гор.тчк.	SPS	O
_:13531:302	Тчк перегрева:Пред.сигн.скор.стар.	SPS	O
_:13531:303	Тчк перегрева:Ав.сигн.скор.стар.	SPS	O
_:13531:55	Тчк перегрева:Пуск	ACD	O
_:13531:57	Тчк перегрева:Работа	ACT	O
_:13531:304	Тчк перегрева:Блок.включение	SPS	O
_:13531:307	Тчк перегрева:Темп.A	MV	O
_:13531:308	Тчк перегрева:Темп.B	MV	O
_:13531:309	Тчк перегрева:Темп.C	MV	O
_:13531:310	Тчк перегрева:Тмаш	MV	O
_:13531:311	Тчк перегрева:СкСтар	MV	O
_:13531:305	Тчк перегрева:Rsпред.	MV	O
_:13531:306	Тчк перегрева:Rsсигн.	MV	O

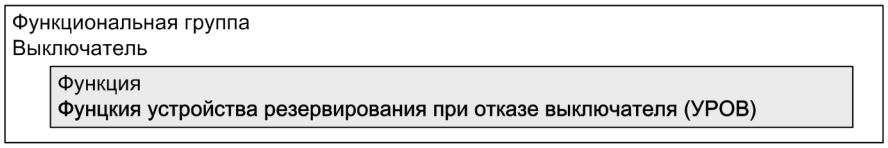
6.41 УРОВ

6.41.1 Обзор функции

Функция **УРОВ** (ANSI 50BF) контролирует отключение соответствующего выключателя и формирует команду резервного отключения при его отказе.

6.41.2 Структура функции

Функция **Устройство резервирования при отказе выключателя** (УРОВ) может быть использована в функциональной группе **Выключатель**.



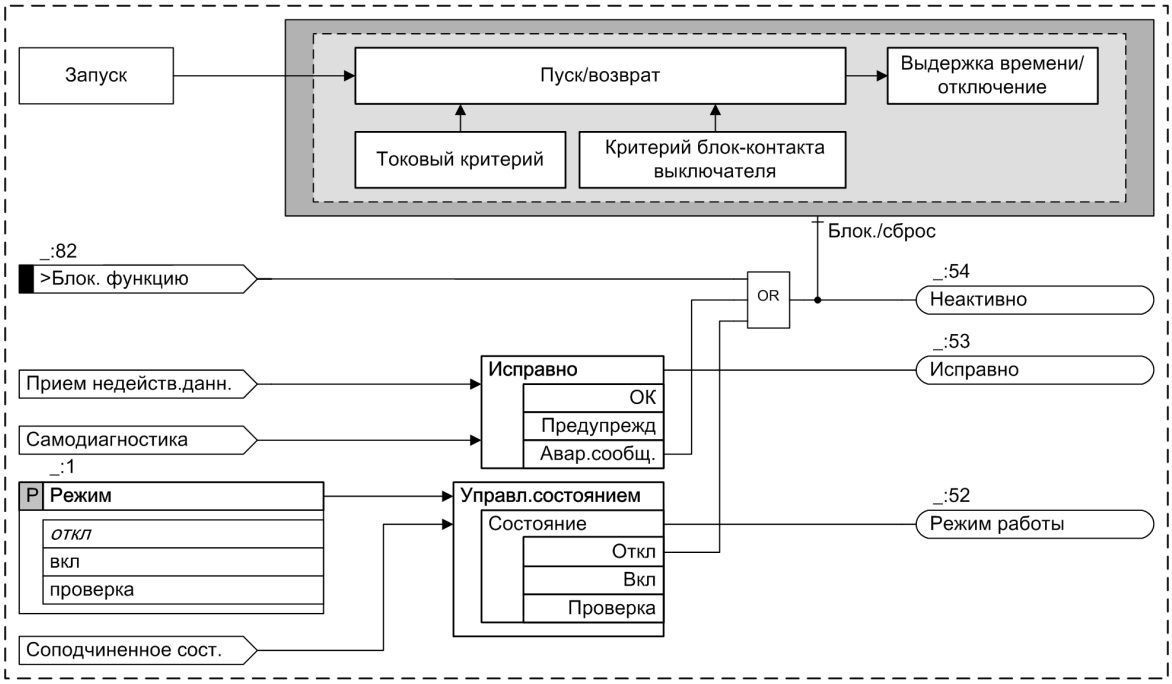
[dwstrbfp-260213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-315 Структура/реализация функции

Рисунок 6-316 иллюстрирует функциональные возможности и способы управления функцией.

Пуск инициируется встроенной функцией защиты устройства или посредством внешней защиты. Помимо пуска для проверки включенного состояния выключателя используется токовый критерий или критерий блок-контакта выключателя. Если выключатель включен, производится пуск функции и начинается отсчет выдержки времени. Во время набора выдержки времени система непрерывно проверяет, не отключился ли выключатель. Если такое событие имеет место, то происходит возврат функции. Если выключатель не отключен, функция срабатывает по истечении выдержки времени.

Далее конкретизируются функциональные возможности отдельных функциональных блоков.



[losvsbfp-090712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-316 Обзор функциональной логики

6.41.3 Описание функции

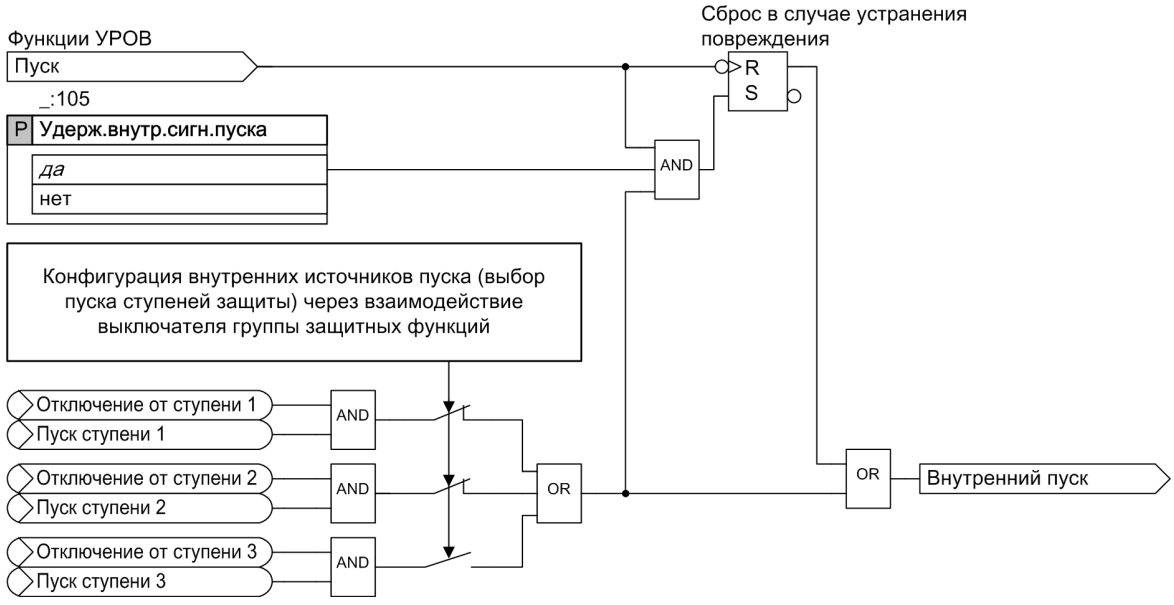
Пуск функции УРОВ выполняется по факту наличия соответствующих сигналов от внутренних защит и/или по сигналу от внешнего устройства (через дискретный вход или интерфейс, например, GOOSE). На *Рисунок 6-317* и *Рисунок 6-318*, а также на

Внутренний пуск

По умолчанию каждая ступень внутренних защит, действующая на отключение выключателя, пускает функцию УРОВ. Пуск функции УРОВ происходит при срабатывании ступени защиты. В соответствии с заводскими настройкам пусковой сигнал **Внутренний пуск** (см. *Рисунок 6-317*) продлевается, когда сигнал на отключение исчезает или при срабатывании функции защиты. В этом случае возврат функции УРОВ происходит только при фиксации отключения выключателя. Положение выключателя определятся при помощи критерия наличия тока или по положению его блок-контактов. При необходимости возврат функции УРОВ может осуществляться при отсутствии сигнала отключения или при срабатывании функции защиты (сигнал пуска от внутренних защит отсутствует).

Если потребуется, то отдельные ступени или функции защиты можно сконфигурировать таким образом, чтобы пуск функции УРОВ от них не происходил. Если пуск функции УРОВ запрещен от всех внутренних защит и функций, то он осуществляется от внешних устройств защиты.

Внутренние пусковые факторы направляются в группы функций защиты через вход **Взаимодействие выключателя** (см. *2.1 Реализация функций в устройствахРисунок 2-6*).

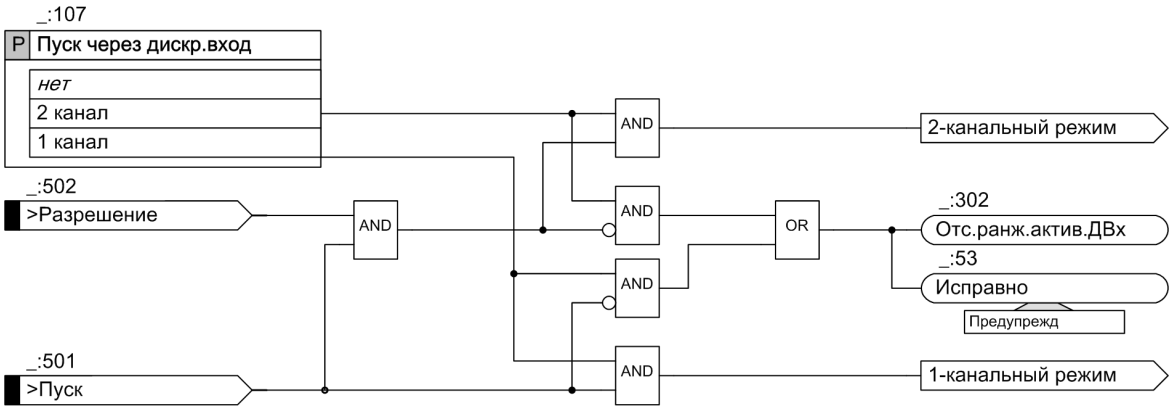


[loanwint-160611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-317 Внутренний запуск функции УРОВ

Внешний пуск функции

Параметр **Пуск через дискр.вход** определяет, по какому принципу (одноканальному или двухканальному) осуществляется внешний пуск функции. Требуемое ранжирование входных сигналов сравнивается с заданными настройками. Если не удается произвести сравнение, то выдается сообщение об ошибке. Значение сигнала изменяется на *Предупреждение*.



[loanwext-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-318 Конфигурация внешнего запуска функции УРОВ

По одноканальному принципу пуск инициируется только при наличии входного дискретного сигнала **>Пуск**.

Для пуска по двухканальному принципу так же должен быть активирован дискретный входной сигнал **>Разрешение**. По умолчанию пусковой сигнал **Внешний пуск** мгновенно исчезает при отсутствии входных сигналов (см.*Рисунок 6-319*). При необходимости пусковой сигнал может быть продлен. В этом случае пусковой сигнал остается активным при отсутствии дискретного входного сигнала.

В функции ведется непрерывный контроль входных сигналов для того чтобы избежать ошибочного срабатывания.

- Статический контроль (см.*Рисунок 6-319*):

  Если любой из сигналов **>Пуск** или **>Разрешение** остается активным более 15, с и при этом не происходит активации функции, то в этом случае вырабатывается внутренний сигнал об ошибке дискретного входа. Происходит блокировка соответствующего сигнала, чтобы избежать ошибочного пуска функции. При этом вырабатывается предупреждение и значение соответствующего сигнала изменяется на *Предупреждение*. Блокировка снимается по факту отсутствия сигнала на дискретном входе.

  Статический контроль не осуществляется в следующих случаях:

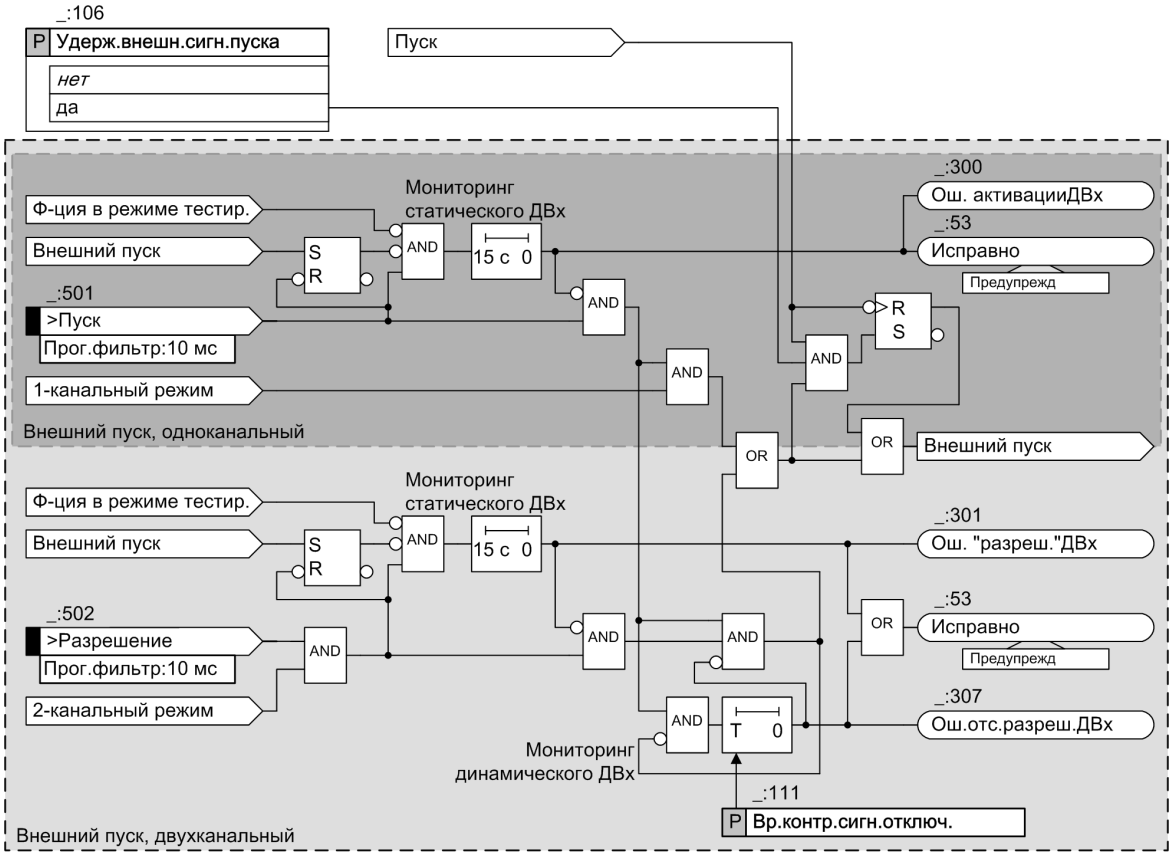
  a) При срабатывании УРОВ (только в случае пуска от внешних устройств). Это необходимо для несрабатывания функции контроля в случае, если внешнее устройство защиты, пускающее функцию УРОВ, использует блокировку. Контроль возобновляется при исчезновении пускового сигнала.

  b) В случае, если функция (или устройство) находится в **тестовом режиме**. Это позволяет проводить тестирование функции без использования блокировки от внутренней функции контроля.

- Динамический контроль (см.*Рисунок 6-319*):

  Если сигнал **>Пуск** остается активным, но разрешающий сигнал не появился по истечении установленного времени контроля, то срабатывание блокируется и вырабатывается соответствующее сообщение. Значение сигнала изменяется на *Предупреждение*. Блокировка снимается по факту отсутствия пускового сигнала.

Дискретные входные сигналы участвуют в логической схеме функции, только если их длительность превышает 10 мс (программный фильтр, см.*Рисунок 6-319*).



[logikext-070611-02.tif, 1, ru_RU]

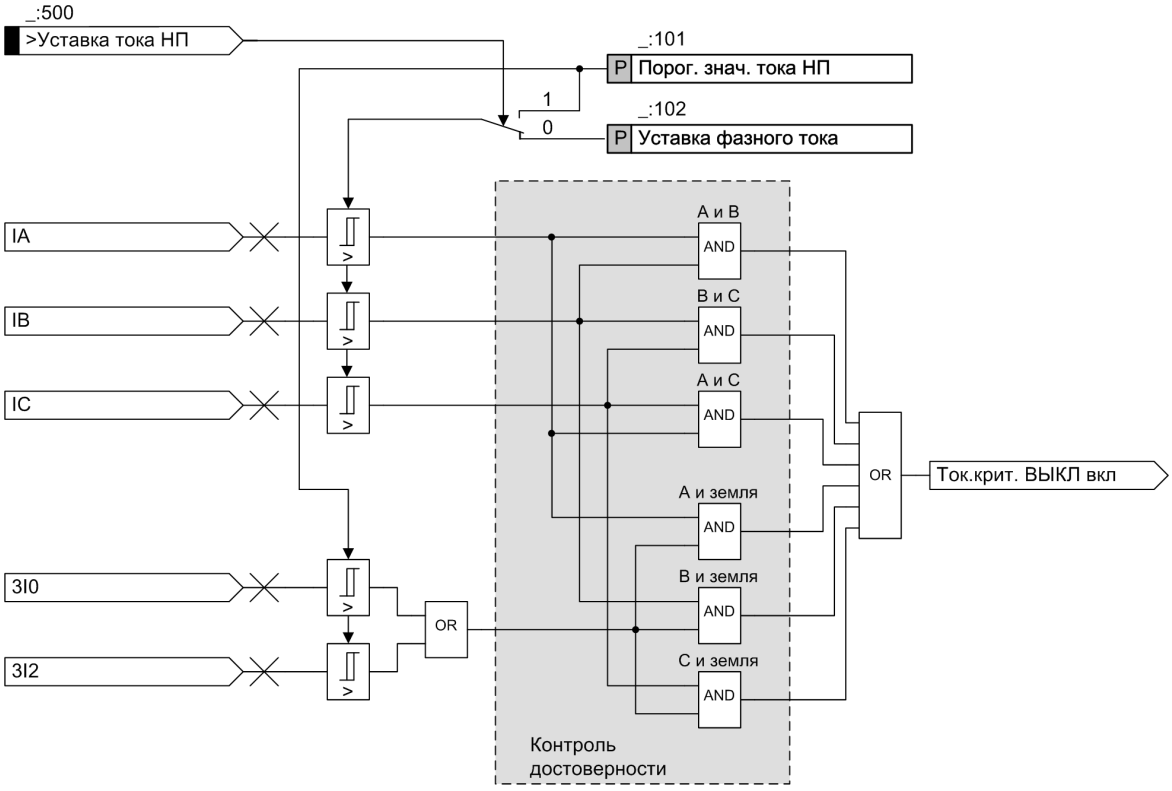
Рисунок 6-319 Внешний запуск функции УРОВ, логика

Критерий протекания тока

Критерий по наличию тока является основным при определении положения выключателя. Фаза выключателя будет считаться включенной, и критерий по наличию тока выполнится в случае, если один из фазных токов превысит значение заданной уставки и в то же время значение дополнительного тока также превысит соответствующую уставку. В качестве дополнительного тока можно использовать ток другой фазы (для его сравнения с уставкой) или токи нулевой либо обратной последовательности (для их сравнения с уставкой по току при КЗ на землю). Учет наличия дополнительного тока повышает надежность срабатывания функции.

При КЗ на землю уставка по данному току может быть применена также и к фазным токам. Критерий протекания тока выполняется, если протекающие токи превышают значение уставки для токов КЗ на землю. В этом случае уставка по фазному току не используется. Дискретный сигнал **>Уставка тока НП** используется для переключения уставки.

Алгоритм измерения позволяет осуществлять быстрый возврат токовых измерительных органов в случае, если измеряемые значения станут меньше значения уставки.



[lostrom1-030211-01.tif, 1, ru_RU]

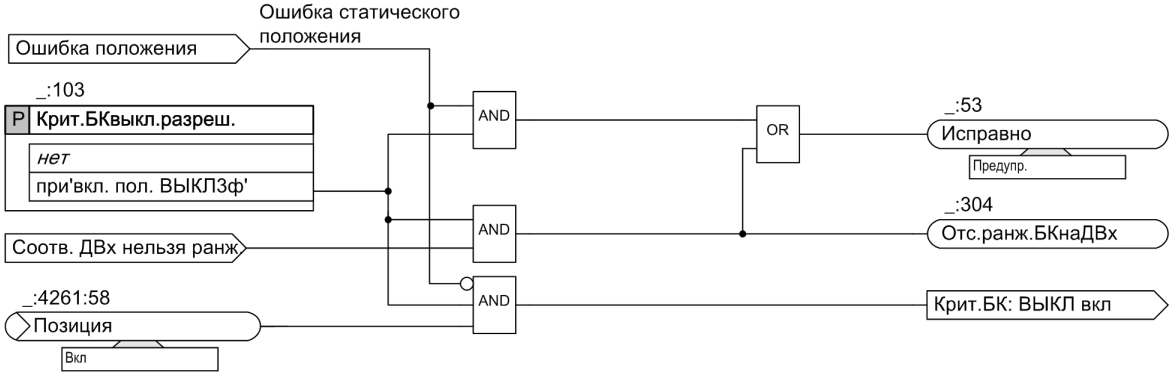
Рисунок 6-320 Критерий протекания тока

Критерий блок-контактов выключателя

Настройки функции позволяют использовать блок-контакты выключателя для определения его положения.

Двухпозиционный сигнал **Положение 3ф** (функционального блока **Выключатель**) используется для определения включенного положения 3 фаз выключателя. Если двухпозиционный сигнал не поступает, то вырабатывается сообщение об ошибке. При этом значение соответствующего сигнала изменяется на *Предупреждение*.

Выявленная ошибка статического положения (выключатель не в промежуточном состоянии) отменяет использование критерия по положению блок-контактов выключателя (внутренний сигнал **БК крит.: В вкл.** не активен).



[lokriter-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-321 Критерий блок-контактов выключателя

Пуск/возврат

После пуска функции осуществляется проверка включенного положения выключателя. Для этого используются критерии по наличию тока и по положению блок-контактов выключателя.

Даже при использовании критерия по положению блок-контактов выключателя, предпочтение отдается выполнению условия наличия тока, т. к. данный критерий является более надежным при определении положения выключателя. Это означает, что выключатель считается включенным, если это выявлено критерием по наличию тока, но в то же время критерий по положению блок-контактов выявил отключенное положение выключателя или его фаз.

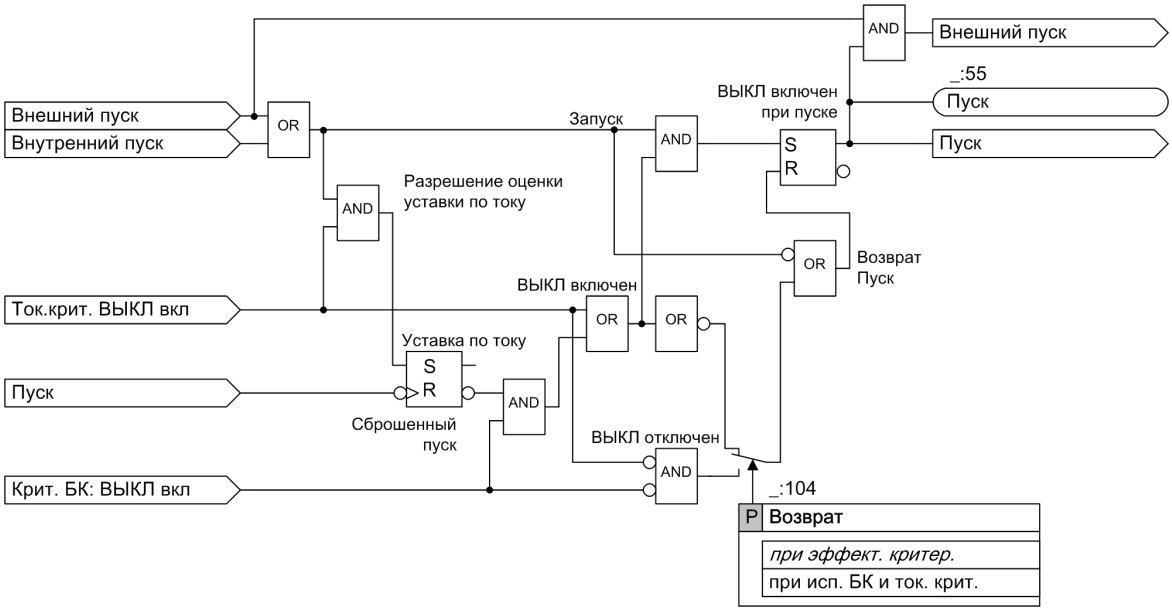
Если при пуске функции ток через выключатель не протекает, ее активация может быть инициирована только при выполнении критерия по положению блок-контактов выключателя. Для этого необходимо, чтобы критерий по положению блок контактов выключателя был введен. Если после пуска функции через выключатель начинает протекать ток, то критерием для функции становится условие по наличию тока.

Если функцией будет определено включенное положение выключателя, то произойдет ее срабатывание.

Пуск функции запускает выдержку времени (см. Выдержка/срабатывание). Во время отсчета выдержки времени функция непрерывно проверяет положение выключателя. По умолчанию отключенное положение выключателя определятся по действительному в данный момент критерию, обычно им является критерий протекания тока. Если по истечению выдержки времени значение протекающего тока не превысило заданной уставки, то критерием срабатывания функции становится положение блок-контактов выключателя.

В функции имеется настройка, в соответствии с которой возврат может быть осуществлен только в случае, если оба критерия определили отключенное положение выключателя (возврат по критериям протекания тока и положению блок-контактов выключателя).

По умолчанию предусмотрено продление внутреннего пускового сигнала (см. *Рисунок 6-317* и *Рисунок 6-319*). Это означает, что возврат инициируется исключительно критерием положения блок-контактов выключателя. Если возврат также должен осуществляться при исчезновении пускового сигнала (например, при исчезновении сигнала срабатывания или при срабатывании функции защиты), то продление пускового сигнала должно быть выведено.



[loanreg1-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-322 Срабатывание/возврат функции защиты от аварии выключателя

Выдержка/отключение

При действии УРОВ "на себя" выполняется повторная подача сигнала на отключение соответствующего выключателя (первая ступень УРОВ). Сигнал отключения подается заново по истечении заданной выдержки времени T1.

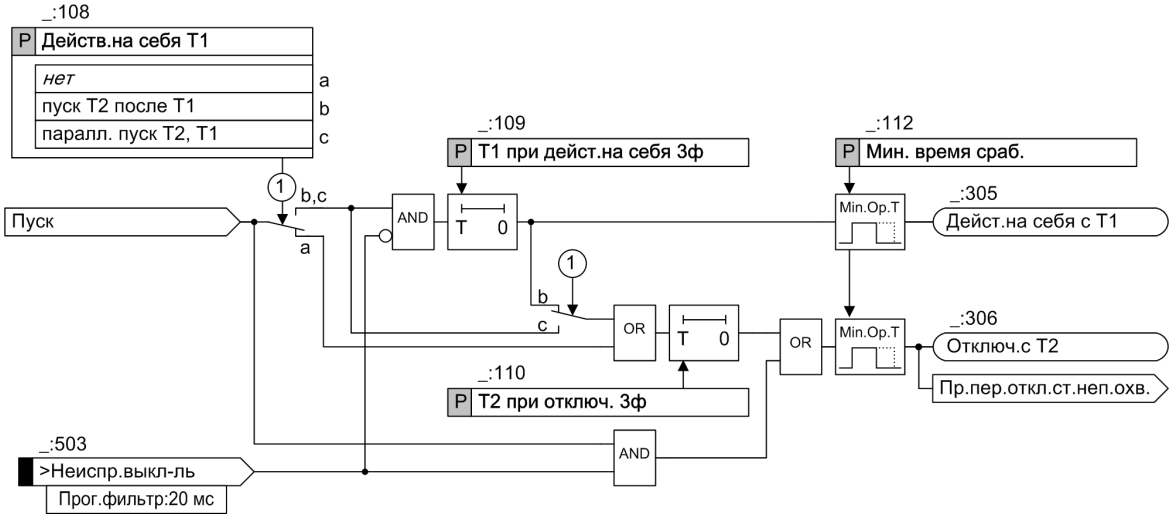
Отсчет выдержки времени T2 (резервное отключение) может быть начат одновременно с выдержкой времени T1 или после ее истечения.

Если за время T2 возврат функции не произошел, то выключатель считается неисправным, и вырабатывается резервный сигнал отключения **Отключение T2**. Если в устройстве есть интерфейс передачи данных защиты, при необходимости на противоположный конец линии можно передать разрешающий сигнал телеотключения.Таким образом, выключатель на противоположном конце может быть отключен без задержки.

В разделе **Интерфейс данных защиты** можно найти более подробную информацию.

Если поступает входной сигнал **>Неиспр.выкл-ль**, то любые повторные сигналы отключения блокируются, и мгновенно вырабатывается сигнал отключения T2 (без выдержки времени). Дискретный вход, на который поступает сигнал **>Неиспр.выкл-ль** становится активным, если длительность данного входного сигнала превышает 20 мс.

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальное время срабатывания функции. В отличии от других функций защиты, этот параметр устанавливается независимо. Поэтому значение данного параметра отличается от одноименных параметров, заданных в **Настройки устройства**.

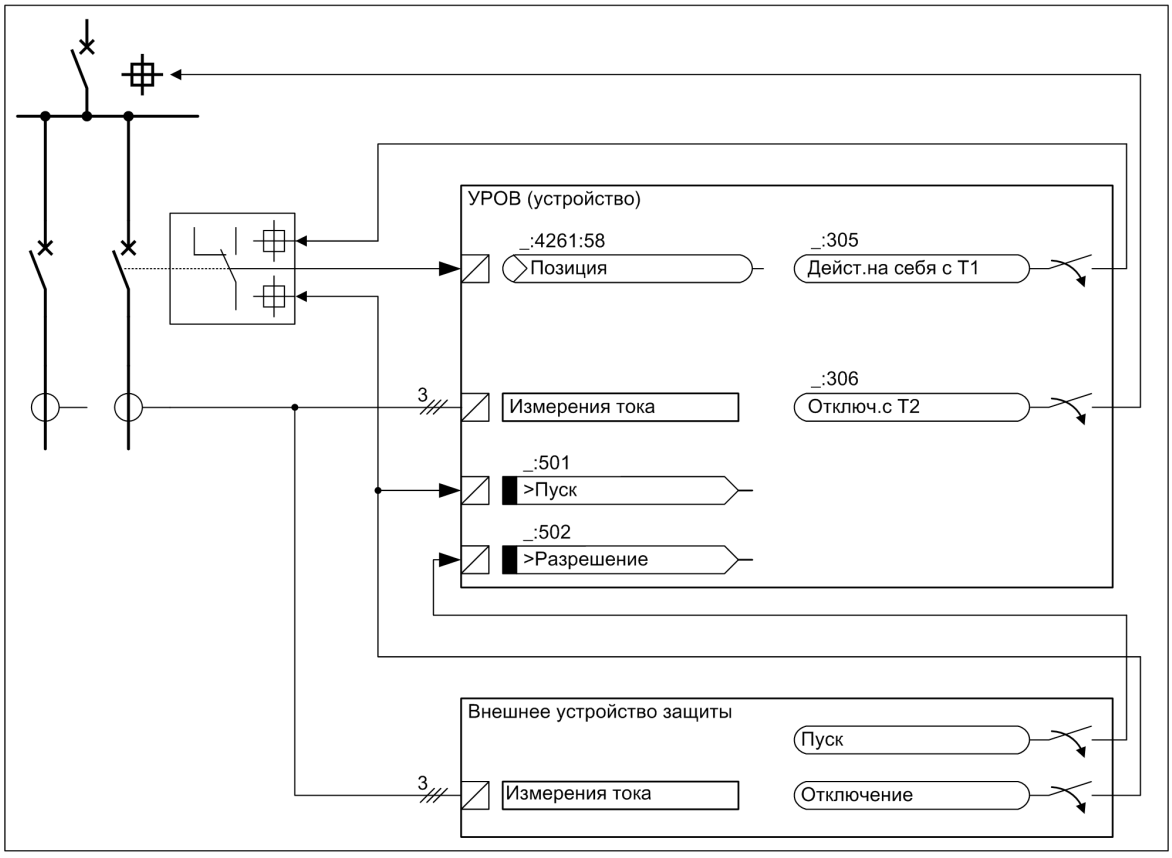


[loverza1-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-323 Выдержка/срабатывание функции УРОВ

6.41.4 Указания по применению и вводу уставок

На *Рисунок 6-324* представлены функции, относящиеся к внешнему пуску УРОВ. При внутреннем пуске УРОВ внешние устройства защиты и функции не используются.



[loextpol-021112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-324 Внешний пуск УРОВ, действие на себя и трехфазное отключение (T2)

Ранжирование: Конфигурирование внутренних пусковых факторов (внутренние функции защиты)

Конфигурирование внутренних пусковых факторов осуществляется в функциональных группах защитных функций с помощью параметра **Взаимодействие выключателя** (см. *2.1 Реализация функций в устройствах*, *Рисунок 2-2*).

По умолчанию пуск может быть осуществлен от любой внутренней защитной функции, связанной с управлением выключателем. При необходимости пуск УРОВ от определенных внутренних функций защиты можно запретить. Например, отключение секции шин вследствие отказа выключателя может быть нежелательным при отключении нагрузки или замыканиях на землю в изолированной/резонансно-заземленной сети.

Если требуется только внешний пуск, то внутренние функции защиты должны быть сконфигурированы таким образом, чтобы пуск данной функции от них не осуществлялся.

Параметр: Пуск через дискретный вход

- Уставка по умолчанию **(_:107) Пуск через дискр.вход** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если пуск от внешних устройств не требуется, то параметр необходимо установить на значение ***нет***.

Значение параметра	Описание
2 канал	Двухканальный пуск используется при существовании вероятности ложного срабатывания функции УРОВ при ошибочной активации соответствующего дискретного входа. Это может произойти в следующих ситуациях: a) Значение уставки срабатывания УРОВ меньше протекающего тока нагрузки. b) В некоторых режимах работы значение протекающего тока оказывается выше уставки срабатывания УРОВ. Во избежание излишних срабатываний, Siemens рекомендует использовать двухканальный запуск.
1 канал	Одноканальный пуск должен использоваться, только если для пуска УРОВ используется одна цепь управления дискретного входа.

Входные сигналы: >Пуск, >Разрешение

Время фильтрации сигнала пуска и сигнала разрешения по умолчанию составляет ***10 мс***. Если существует вероятность ложного срабатывания дискретного входа при появлении паразитных сигналов в цепях управления, то время фильтрации может быть увеличено. При этом пуск функции УРОВ будет задержан.

Входные сигналы	Описание
>Пуск	Входной пусковой сигнал связан со срабатыванием внешнего устройства защиты (см.*Рисунок 6-324*).
>Разрешение	Разрешающий входной сигнал обычно связан со срабатыванием внешнего устройства защиты (см.*Рисунок 6-324*). При другом варианте стандартной конфигурации сигнал внешнего отключения воздействует на оба дискретных входа (пуск и разрешение).

Параметр: Время контроля разрешающего сигнала

- Уставка по умолчанию **(_:111) Вр.контр.сигн.отключ.** = ***0,06 с***

Значение зависит от внешней функции, формирующей сигнал разрешения. Если сигнал срабатывания или отключения от внешнего устройства защиты используется в качестве разрешающего сигнала, то стандартные настройки могут быть сохранены. Если сигнал разрешения всегда присутствует до появления пускового сигнала, то время может быть установлено на 0.

Параметр: Удержание внутреннего сигнала

- Рекомендуемая уставка **(_:105) Удерж.внутр.сигн.пуска** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	По умолчанию предусмотрено продление внутреннего пускового сигнала. Возврат функции УРОВ зависит только от положения выключателя. Данная настройка выбирается, если нет гарантии того, что при исчезновении сигнала срабатывания от функции защиты, произойдет отключение всех 3 фаз выключателя. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
нет	Продление пускового сигнала может быть отменено, если по условию работы выключателя он надежно отключается при исчезновении пускового сигнала или если требуется возврат функции УРОВ при исчезновении данного сигнала.

ПРИМЕР

Продление внутреннего сигнала пуска (значение параметра: да):

В случае двухфазного КЗ происходит размыкание только одного блок-контакта выключателя. Ток КЗ исчезает, и токовые органы защиты возвращаются.

Параметр: Продление внешнего сигнала

- Рекомендуемая уставка **(_:106) Удерж.внешн.сигн.пуска** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Функция УРОВ возвращается при исчезновении внешнего пускового сигнала. При достаточном значении протекающего тока данная настройка позволяет избежать срабатывания функции УРОВ при поступлении на дискретный вход паразитного сигнала. Siemens рекомендует в качестве стандартного использовать этот метод.
да	Пусковой сигнал может быть продлен при отсутствии достоверной информации об отключении выключателя после исчезновения внешнего пускового сигнала. ПРИМЕР

ПРИМЕР

Продление внешнего сигнала пуска (значение параметра: да):

При использовании специального устройства для передачи команд РЗА пуск функции может осуществляться по команде с противоположного конца линии. Данное устройство вырабатывает только импульс сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Siemens информирует, что при продлении сигнала функция УРОВ формирует команду на отключение каждый раз при поступлении пускового импульса, если одновременно с этим протекает достаточный ток. Примите это к сведению, особенно в случае внешнего пуска функции.

Параметр: Уставка по фазному току/уставка по току нулевой последовательности

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Уставка фазного тока** = ***приблиз. 0,50*** $I_{к, мин}$
- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Порог. знач. тока НП** = ***приблиз. 0,50*** $I_{к, мин}$

Чтобы гарантировать отделение поврежденного участка и быстрый возврат функции, Siemens рекомендует задавать значения обеих уставок равными половине минимального тока КЗ ($I_{кз,мин}$).

В зависимости от способа заземления нейтрали и/или от параметров нагрузки, токи КЗ на землю могут иметь недостаточное значение, поэтому значение параметра **Порог. знач. тока НП** должно быть выбрано исходя из правила (0,5 $I_{к, мин}$). Также можно задавать значения, которые значительно меньше номинального тока или тока нагрузки.

Входной сигнал: Входной сигнал: >Пороговое значение тока замыкания на землю

Для надежного срабатывания функции при любой конфигурации энергетической системы (например: выключатель на противоположном конце линии отключен или при включении на КЗ на землю) параметр **Порог. знач. тока НП** может быть динамически применен ко всем токам, включая фазные токи, при существовании КЗ на землю. Для этого должен быть активирован дискретный сигнал **>Уставка тока НП**. Это может быть выполнено с использованием внутренней функции обнаружения КЗ на землю (если в устройстве она предусмотрена), например, **Защита от повышения напряжения нулевой последовательности**. В этом случае срабатывание функции U0> должно быть связано с

дискретным сигналом. Кроме того, сигнал от внешнего устройства обнаружения КЗ на землю может быть заведен на дискретный вход устройства, в котором реализуется функция УРОВ.

Параметр: Критерий блок-контактов выключателя разрешен для защиты

- Рекомендуемая уставка **(_:103) Крит.БКвыкл.разреш.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если при любых условиях через включенный выключатель гарантированно протекает достаточный ток, то компания Siemens рекомендует не использовать критерий по положению блок-контактов для определения положения выключателя, т. к. критерий протекания тока является более надежным.
при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'	Блок-контакты допускается использовать в качестве дополнительного критерия (см. следующий пример) в случае, если критерий по наличию тока не является в данном случае надежным для определения положения выключателя.

Примеры

Случаи, в которых необходимо применение критерия по положению блок-контактов выключателя:

- Отключение выключателя трансформатора со стороны ВН и СН. Если отключился только один из двух выключателей, то протекание тока прекращается.
- Срабатывание функций защит, в которых не используется измерение протекающего тока при наличии маломощной нагрузки.
- Получение сигнала отключения от газовой защиты

Параметр: Возврат

- Рекомендуемая уставка **(_:104) Возврат** = ***при эффект. критер.***

Параметр **Возврат** доступен, только если используется критерий по положению блок-контактов выключателя (см. параметр **Крит.БКвыкл.разреш.**).

Значение параметра	Описание
при эффект. критер.	Компания Siemens рекомендует не изменять стандартные настройки, т. к. для возврата функции и определения положения выключателя предпочтение отдается критерию по наличию тока.
при исп. БК и ток. крит.	Выберите данную настройку при использовании функции на трансформаторах или генераторах (см. предыдущий пример), т.к. в этих случаях критерий по наличию тока не является надежным при определении положения выключателя.

Параметр: Действие на себя

- Уставка по умолчанию **(_:108) Действ.на себя T1** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если в выключателе конструктивно не предусмотрено резервирование цепей управления, то повторное действие "на себя" не требуется.

Значение параметра	Описание
пуск T2 после T1	Если в выключателе конструктивно предусмотрено резервирование цепей управления (2 ЭМО и 2 цепи отключения), то рекомендуется выполнять повторное действие "на себя". Компания Siemens рекомендует настройку ***пуск T2 после T1***, т.к. с ее помощью происходит четкое хронологическое разграничение команд повторного и резервного отключения. Учтите, что полное время ликвидации повреждения в случае отказа "своего" выключателя равно сумме времен T1 и T2.
паралл. пуск T2, T1	При данном значении, в отличии от ***пуск T2 после T1***, выдержки времени T2 и T1 запускаются одновременно.

Параметр: Задержка T1 для 3-полюсного повторного отключения

- Уставка по умолчанию **(_:109) T1 при дейст.на себя 3ф** = ***0,05 с***

Параметр становится доступным при разрешении повторного действия на отключение.

Выставляемые значения зависят от требований пользователя.

Могут быть использованы следующие настройки:

- Если приоритет отдается времени устранения повреждения, то Siemens рекомендует устанавливать время на 0. Это значение позволяет инициировать повторное действие на отключение при пуске. Недостаток заключается в том, что повреждение первой цепи отключения не обнаруживается.
- При небольшой выдержке времени, например 50 мс, отказ выключателя (при действии через первую цепь отключения) может быть выявлен на основании осциллограмм.
- При большой выдержке времени возврат функции УРОВ при отключении выключателя гарантируется, а исчезновение сообщения о повторном отключении **Дейст.на себя с T1** является надежным индикатором возникшей неисправности в первой цепи отключения. Следующий пример иллюстрирует принцип вычисления данного времени.

ПРИМЕР

Вычисление времени T1, гарантирующего возврат функции УРОВ при отключении выключателя:

Время активности дискретного выхода устройства (при отключении, инициированном внутренними защитами устройства)	5 мс
Собственное время отключения выключателя	2 периода (при номинальной частоте = 50 Гц)
Время возврата функции УРОВ	1 период
Промежуточная сумма времени	65 мс
Безопасность	Коэффициент 2
Общее время (время T1)	130 мс

Параметр: Задержка T2 для трехполюсного отключения

- Уставка по умолчанию **(_:110) T2 при отключ. 3ф** = ***0,13 с***

Это значение гарантирует надежный возврат функции после отключения "своего" выключателя, и при этом команда резервного отключения не вырабатывается. Данное значение зависит от параметра **Действ.на себя T1**.

Если выдержка времени T2 пускается после выдержки времени T1, то нет необходимости учитывать выдержку T1 для установки значения выдержки T2.

ПРИМЕР

Вычисление времени T2, гарантирующего возврат функции УРОВ при отключении выключателя:

Время активности дискретного выхода: (при отключении, инициированном внутренними защитами устройства)	5 мс
Собственное время отключения выключателя	2 периода (при номинальной частоте = 50 Гц)
Время возврата функции УРОВ	1 период
Промежуточная сумма времени	65 мс
Безопасность	Коэффициент 2
Общее время (время T2)	130 мс

Если выдержки времени T1 и T2 запускаются одновременно, то учтите значение выдержки времени T1 для того, чтобы правильно выставить выдержку времени T2.

ПРИМЕР

Одновременный пуск выдержек времени T2 и T1

Время, необходимое для надежного возврата после отключения "своего" выключателя	130 мс
Значение времени для T1	50 мс
Общее время (= T2)	180 мс

Параметр: Минимальное время срабатывания

- Стандартное значение **(_:112) Мин. время сраб.** = **-**

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальное время срабатывания функции.



ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткий период времени.

Если вы зададите слишком маленькое время, то существует вероятность (возврат функции при невыполнении критерия по наличию тока), что контакты устройства разорвут цепь управления. При этом происходит выгорание контактов устройства.

✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантировано завершит цикл отключения (**будет отключен**).

Входной сигнал: >Неисправность выключателя

Входной сигнал **>Неиспр.выкл-ль** проходит фильтрацию в течение 20 мс. Время фильтрации предотвращает активацию дискретного входа устройства в случае появления на нем кратковременной помехи, вызванной изменением давления в выключателе при его отключении.

Данное время можно установить равным 0, если конструкция выключателя исключает возможность такого явления.

Выходной сигнал: Повторное действие с выдержкой времени T1

Выходной сигнал**Дейст.на себя с T1** должен быть ранжирован на дискретный выход устройства.

Если конструкцией "своего" выключателя предусмотрена только одна цепь управления, то выходной сигнал должен быть ранжирован на дискретный выход, от которого происходит выдача общей команды на отключение выключателя (команда **Положение**).

Если конструкцией выключателя предусмотрено 2 цепи управления, то выходной сигнал **Дейст.на себя с T1** должен быть ранжирован на соответствующий дискретный выход устройства.

Выходной сигнал: Отключение с временем T2

Сигнал резервного отключения (сообщение **Отключ.с T2**) должен быть ранжирован на дискретный выход для возможности управления смежными выключателями; и при необходимости должен быть передан через устройство передачи команд РЗА на противоположный конец линии.

6.41.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
50BF УРОВ #				
_:1	50BF УРОВ #:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:105	50BF УРОВ #:Удерж.внутр.сигн.пуска		• нет • да	да
_:107	50BF УРОВ #:Пуск через дискр.вход		• нет • 2 канал • 1 канал	нет
_:106	50BF УРОВ #:Удерж.внешн.сигн.пуска		• нет • да	нет
_:111	50BF УРОВ #:Вр.контр.сигн.отключ.		0.06 с до 1.00 с	0.06 с
_:103	50BF УРОВ #:Крит.БКвыкл.разреш.		• нет • при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'	нет
_:104	50BF УРОВ #:Возврат		• при эффект. критер. • при исп. БК и ток. крит.	при эффект. критер.
_:108	50BF УРОВ #:Действ.на себя T1		• нет • пуск T2 после T1 • паралл. пуск T2, T1	нет
_:102	50BF УРОВ #:Уставка фазного тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	2.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	2.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	2.500 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:101	50BF УРОВ #:Порог. знач. тока НП	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	1.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	1.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A
_:109	50BF УРОВ #:T1 при дейст.на себя 3ф		0.00 с до 60.00 с	0.05 с
_:110	50BF УРОВ #:T2 при отключ. 3ф		0.05 с до 60.00 с	0.13 с
_:112	50BF УРОВ #:Мин. время сраб.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

6.41.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
50BF УРОВ #			
_:501	50BF УРОВ #:>Пуск	SPS	I
_:502	50BF УРОВ #:>Разрешение	SPS	I
_:82	50BF УРОВ #:>Блок. функцию	SPS	I
_:503	50BF УРОВ #:>Неиспр.выкл-ль	SPS	I
_:500	50BF УРОВ #:>Уставка тока НП	SPS	I
_:54	50BF УРОВ #:Неактивно	SPS	O
_:52	50BF УРОВ #:Режим работы	ENS	O
_:53	50BF УРОВ #:Исправно	ENS	O
_:55	50BF УРОВ #:Пуск	ACD	O
_:305	50BF УРОВ #:Дейст.на себя с T1	ACT	O
_:306	50BF УРОВ #:Отключ.с T2	ACT	O
_:302	50BF УРОВ #:Отс.ранж.актив.ДВх	SPS	O
_:304	50BF УРОВ #:Отс.ранж.БКнаДВх	SPS	O
_:300	50BF УРОВ #:Ош. активацииДВх	SPS	O
_:307	50BF УРОВ #:Ош.отс.разреш.ДВх	SPS	O
_:301	50BF УРОВ #:Ош. "разреш."ДВх	SPS	O

6.42 Защита от дуговых перекрытий выключателя

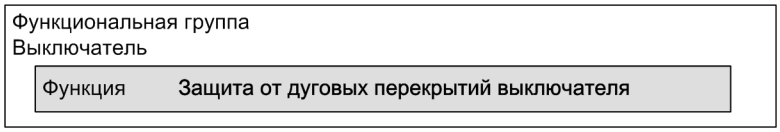
6.42.1 Обзор функции

Защита от дуговых перекрытий выключателя:

- Защита обнаруживает дуговые перекрытия выключателя, которые могут возникнуть как результат перенапряжения после отключения выключения конденсаторной батареи
- Действует на отключение смежных присоединений, в случае обнаружения дуговых замыканий в выключателе

6.42.2 Структура функции

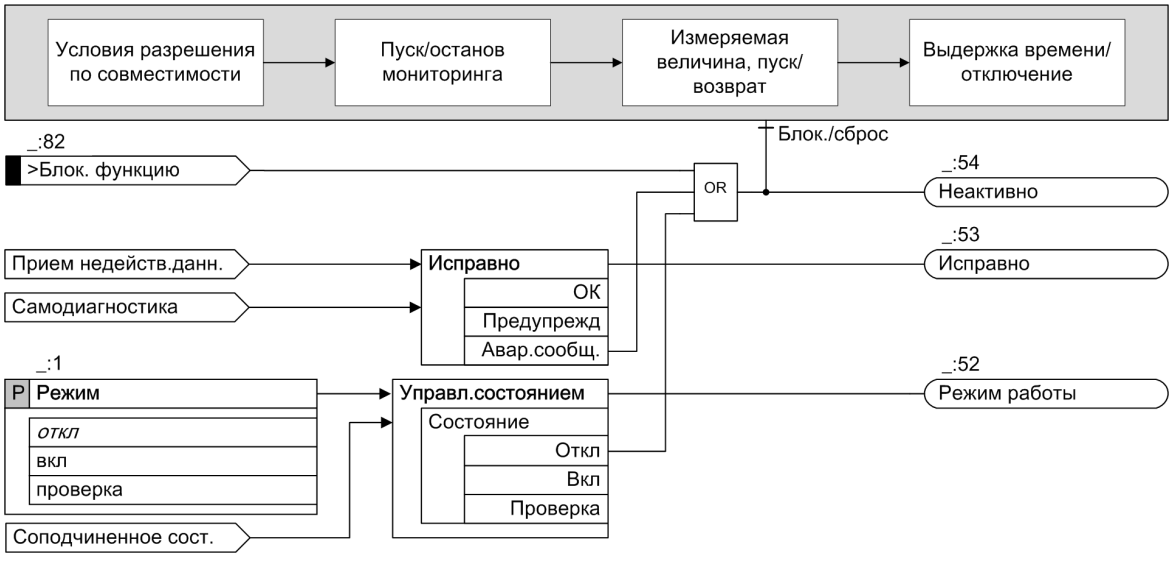
Функция **ЗащОтДугПерекрВыкл** используется в функциональной группе **Выключатель**. В пределах функциональной группы одновременно можно использовать максимум 2 функции.



[lo_strrestrike_2014-03-05.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-325 Структура/реализация функции

Логика функции сгруппирована по группам, показанным в *Рисунок 6-326*. Эти логические группы более подробно описаны в следующем разделе.



[lo_respro-210113-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-326 Логическая схема работы функции

6.42.3 Описание функции

Контроль отключения

Функция **Защиты от дуговых перекрытий выключателя** выдает команду на отключение вышестоящего выключателя, как правило, выключателя питания сборных шин. Излишнее срабатывание этой защиты может привести к негативным последствиям для устойчивости системы.

Логика контроля отключения сильно уменьшает риск ошибочного запуска функции с помощью дополнительных критериев проверки команды отключения выключателя.

Каждый критерий может быть включен или отключен индивидуально.

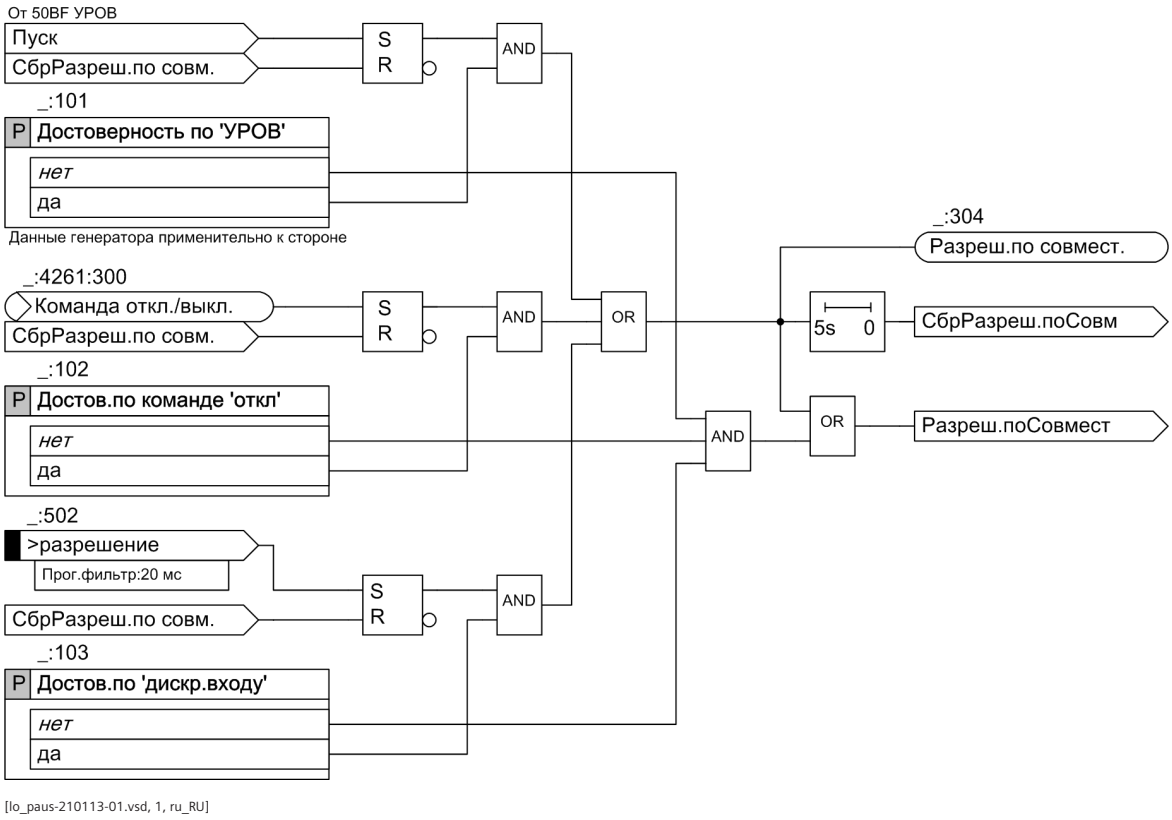


Рисунок 6-327 Логическая схема для контроля отключения для разрешения пуска защиты от дуговых перекрытий выключателя

Логика контроля отключения проверяет следующие условия:

- Если параметр **Достоверность по 'УРОВ'** установлен равным ***да***, выполняется контроль сигнала Пуск **УРОВ**. Контроль отключения считается выполненным, если пускается функция **УРОВ**.
- Если параметр **Достов.по команде 'откл'** установлен равным ***да***, контролируется команда на отключение. Контроль отключения считается выполненным, если ФБ Выключ. выдается команда на отключение выключателя.
- Если параметр **Достов.по 'дискр.входу'** установлен равным ***да***, контролируется сигнал *>разрешение* . Контроль отключения считается выполненным, если получен сигнал *>разрешение* .

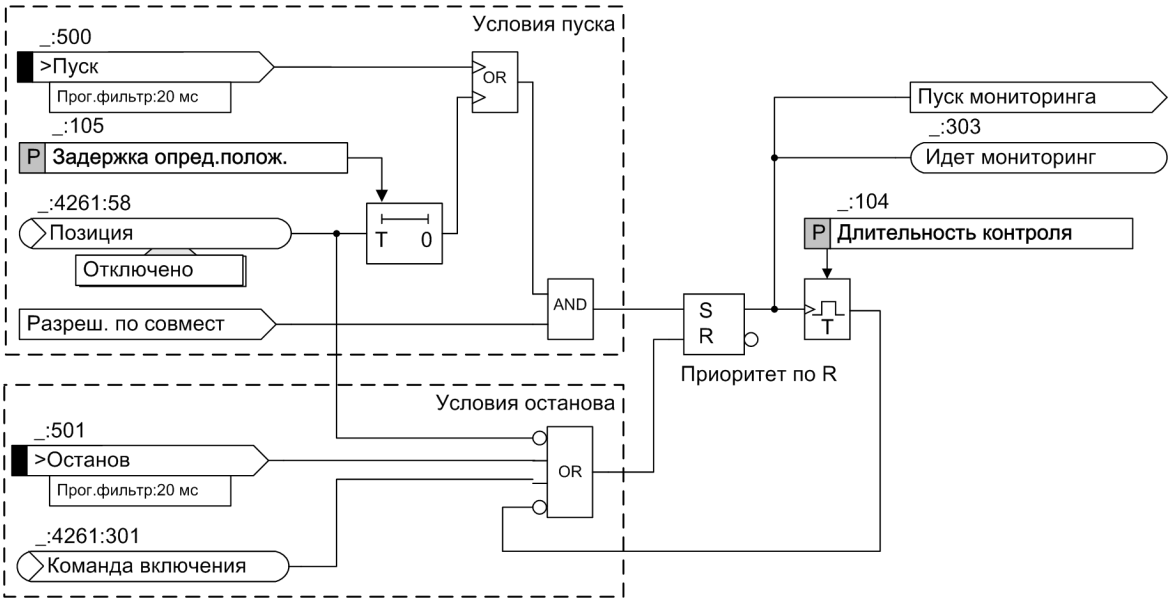
Если одно из условий выполняется, сигнал об успешном выполнении контроля отключения выдается в течение 5 сек. 5-секундный таймер гарантирует, что успешное выполнение контроля и пуск защиты относятся к одному процессу отключения выключателя.

Если все 3 настройки достоверности установлены в состояние ***нет***, то контроль отключения выключателя считается всегда выполненным.

По соображениям безопасности, входной сигнал *>разрешение* имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Пуск/останов контроля по току защиты от повторного зажигания дуги

Логика пуска/останова контроля по току защиты от повторного зажигания дуги определяет продолжительность контроля повторного отключения выключателя.



[lo_starstop-210113-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-328 Логическая схема пуска/останова контроля тока защиты от дуговых перекрытий выключателя

Контроль тока запускается, если выполняется одно из следующих условий:

- Положение выключателя, определяемое с помощью блок-контактов выключателя, соответствует состоянию **Разомкнут** в течение времени, заданного в параметре **`Задержка опред.полож.`**.

  Время **`Задержка опред.полож.`** используется в целях безопасности, чтобы гарантировать, что выключатель безусловно отключен. Этот параметр позволяет адаптировать критерий пуска к параметрам блок-контактов.

- Активируется входной сигнал *>Пуск* .

  По соображениям безопасности, входной сигнал имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Кроме указанных критериев пуска должен выполниться критерий логики контроля отключения (см *Контроль отключения, Страница 1021*).

При успешном выполнении всех условий запуска запускается таймер **`Длительность контроля`**. Этот таймер определяет, в течение какого времени будет контролироваться зажигание дуги. Если время истекает, контроль прекращается.

Контроль также прекращается, если выполняется одно из следующих условий:

- Состояние выключателя не определяется равным **Разомкнут**.
- Устройством выдается команда на включение.
- Активируется дискретный входной сигнал *>Останов* .

  По соображениям безопасности, входной сигнал имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Пуск

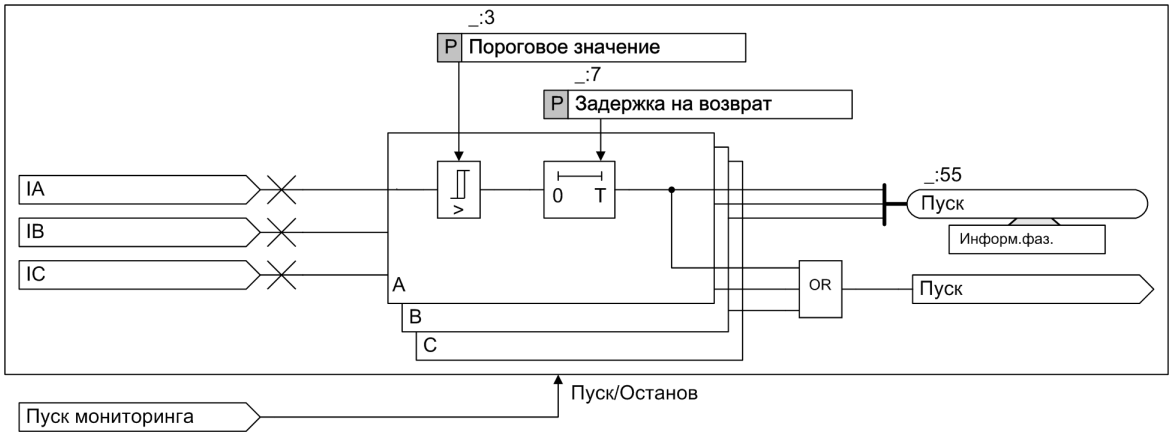
В течение времени **`Длительность контроля`** выполняется фазоселективный контроль тока, как показателя зажигания дуги.

В качестве измеряемой величины используется основная гармоника тока, что

- С одной стороны, позволяет надежно детектировать зажигание дуги, даже несмотря на то, что после фильтрации теряются пики тока.
- С другой стороны, подавляется постоянная составляющая (постоянный ток). Постоянная составляющая может возникать во вторичных цепях после отключения выключателя.

Таким образом, значение основной гармоники является хорошим критерием для надежного обнаружения зажигания дуги.

Если ток по любой фазе превышает установленное пороговое значение, функция запускается. Этот пуск указывает на зажигание дуги в выключателе после его отключения. При пуске запускаются таймеры задержки срабатывания, см. также следующее описание *Срабатывание, Страница 1024*.



[lo_pickdrop-210113-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-329 Логическая схема пуска защиты

Если зажигание дуги является неустойчивым, то между пробоями ток опускается ниже уставки. В этом случае выдержка времени на срабатывание не должна быть сброшена. Поэтому, с помощью уставки Задержка на возврат, сигнал пуска может быть продлен. Если время бестоковой паузы превышает уставку Задержка на возврат (новые броски тока отсутствуют), то функция отключается и таймеры времени на срабатывание сбрасываются в исходное состояние.

Срабатывание

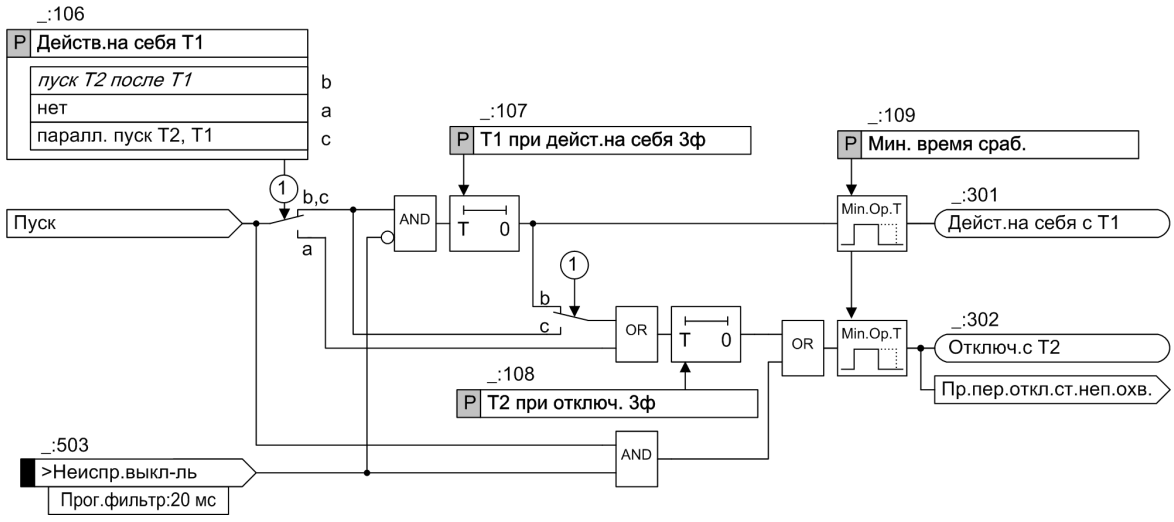
В зависимости от параметра Действ.на себя T1 защита может попытаться повторно отключить выключатель Сигнал отключения подается заново по истечении заданной выдержки времени T1. Повторное отключение выключателя является механизмом отстройки от излишнего действия на вышестоящие выключатели. В случае ложной работы защиты повторное действие на свой выключатель предотвратит отключение смежных присоединений.

Отсчет выдержки времени T2 (резервное отключение) может быть начат одновременно с выдержкой времени T1 или после ее истечения.

Если выдержка времени T2 истекает, выдается сигнал резервного отключения *Отключ.с T2*.

Если входной сигнал *>Неиспр.выкл-ль* активен, то сигнал *Отключ.с T2* выдается мгновенно. По соображениям безопасности, время фильтрации для входного дискретного сигнала *>Неиспр.выкл-ль* заранее установлено равным 20 мс (настраивается в DIGSI).

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальную продолжительность времени для команды на отключение. В отличии от других функций защиты, этот параметр устанавливается независимо от параметров, заданных в Уставках устройства. Поэтом значение данного параметра отличается от одноименных параметров, заданных в **Уставках устройства**.



[lo_deltrip-030211-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-330 Логическая схема срабатывания ФБ ЗащОтДугПерекрВыкл

6.42.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Включите или отключение дополнительный критерий достоверности разблокировки

- Уставка по умолчанию **(_:101) Достоверность по 'УРОВ'** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:102) Достов.по команде 'откл'** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Достов.по 'дискр.входу'** = ***нет***

Если используется разблокировка в зависимости от сигнала достоверности, для запуска контроля тока в зависимости от повторного зажигания должно присутствовать условие пуска и разблокировки (а не только условие пуска). Поскольку заданное пороговое значение тока ниже рабочего тока, ложный пуск может привести непосредственно к отключению. Таким образом, разблокировка в зависимости от сигнала достоверности может значительно сократить риск ситуации, когда ложный критерий старта приводит к ложному отключению подчиненного выключателя.

Существует три категории критериев разблокировки. Можно использовать один или несколько, или один или ни одного. Выбор зависит от конкретного применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании критериев разблокировки должны предоставляться критерии для всех условий запуска **Защиты от повторного зажигания дуги на выключателе**. Если критерий разблокировки не выбран, разблокировка остается постоянной.

- **Команда размыкания/отключения от устройства**

Используйте данный критерий, если все команды контроля или отключения подаются устройством защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Ручное размыкание включателя без использования устройства не приводит к разблокировке запуска **Защита от повторного зажигания дуги на выключателе**.

- **Пуск УРОВ**

Используйте данный критерий, если **Защита от повторного зажигания дуги на выключателе** должна быть запущена только в случае, когда предварительно запущен **УРОВ** .

ПРИМЕЧАНИЕ

Отключение выключателя через систему управления или вручную не приводит к отключению УРОВ. Далее **защиту выключателя от повторного зажигания** также нельзя разблокировать.

- **Входной дискретный сигнал**

Используйте данный параметр, если ни один из 2 указанных ранее критериев разблокировки не подходит к конкретному применению, и необходимо определить собственный критерий разблокировки.

Входные сигналы: *>Пуск, >разрешение, >Останов*

Входные сигналы	Описание
>Пуск	Данный входной сигнал позволяет запустить контроль, например, через команды протокола от ведущего устройства (с помощью диаграммы CFC) или при наступлении других конкретных условий.
>разрешение	Данный входной сигнал также позволяет определить конкретные условия разблокировки с помощью диаграммы CFC. Также см. *Параметр: Включите или отключение дополнительный критерий достоверности разблокировки , Страница 1025*.
>Останов	Данный входной сигнал позволяет остановить контроль, например, через команды протокола от ведущего устройства (с помощью диаграммы CFC) или при наступлении других конкретных условий.

Для входных сигналов *>Пуск* , *>разрешение* и *>Останов* по умолчанию задано время фильтрации *20 мс*. Если существует вероятность появления ложных переходных сигналов на дискретных входах из-за конструкции внешних схем управления дискретными входами и условий окружающей среды, время фильтрации может быть увеличено.

Параметр: `Задержка опред.полож.`

- Уставка по умолчанию **`(_:105) Задержка опред.полож.`** = ***`0,02 c`***

Параметр **`Задержка опред.полож.`** позволяет задать время обнаружения выключателя в состоянии **разомкнут** (через блок-контакты выключателя) перед запуском времени контроля. Данное определение является мерой безопасности, позволяющей предотвратить слишком ранний запуск контроля. Например, если из-за нестандартной конфигурации блок-контактов выключателя уже обнаружено состояние **разомкнуто** при присутствии протекающего тока.

Данное значение зависит от конфигурации блок-контактов выключателя. Если блок-контакт может отправить выключателю сообщение о **размыкании** после отключения подачи тока, для времени можно задать нулевое значение.

Параметр: `Длительность контроля`

- Уставка по умолчанию **`(_:104) Длительность контроля`** = ***`200,00 c`***

Параметр **`Длительность контроля`** позволяет задать длительность контроля сигнала тока в зависимости от повторного зажигания дуги после размыкания выключателя.

В условии длительной разрядки батареи конденсаторов вероятность повторного зажигания уменьшается. Нет необходимости устанавливать время контроля, превышающее время разрядки. Siemens рекомендует для времени контроля устанавливать значение в диапазоне 0,5 * от времени разрядки до 1 * времени разрядки.

Параметр: `Пороговое значение`

- Уставка по умолчанию **`(_:3) Пороговое значение`** = ***`0,250 A`***

После размыкания выключателя фазные тока сравниваются с пороговым значением. Если повторное зажигание не происходит, ток равен нулю. Далее для порога обнаружения повторного зажигания

можно задать значение, намного меньше рабочего тока. Стандартное значение равно 25% от рабочего тока.

Если пороговое значение ниже рабочего тока, ложный пуск выполняет прямое отключение. Для минимизации рисков Siemens рекомендует дополнительно применить критерий разблокировки. См. *Параметр: Включите или отключение дополнительный критерий достоверности разблокировки , Страница 1025*.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:7) Задержка на возврат** = ***0,05 с***

Параметр **Задержка на возврат** гарантирует, что кратковременное падение ниже порогового значения тока не приведет к сбросу таймеров задержки на срабатывание.

Поскольку повторное зажигание дуги, как правило, происходит периодически, для задержки на возврат можно задать относительно малое время. Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее 50 мс.

Входной сигнал: *>Неиспр.выкл-ль*

Для входных сигналов в *>Неиспр.выкл-ль* задано время фильтрации 20 мс. Данное значение предотвращает активацию дискретного входа устройства в случае появления на нем кратковременной помехи, вызванной изменением давления в выключателе при его отключении.

Данное время можно установить равным 0, если конструкция выключателя исключает возможность такого явления.

Параметр: Действ.на себя T1

- Уставка по умолчанию **(_:106) Действ.на себя T1** = ***пуск T2 после T1***

Значение параметра	Описание
пуск T2 после T1	Повторное срабатывание локального выключателя – защитный механизм, позволяющий избежать ложного срабатывания управляющего выключателя. При генерировании сигнала повторного срабатывания срабатывает только локальный выключатель при ложном пуске. После этого функция **защиты выключателя от повторного зажигания** отключается на протяжении выдержки времени T2. Siemens рекомендует применить повторное срабатывание к локальному выключателю. Siemens также рекомендует применить значение параметра ***пуск T2 после T1***. Данное значение параметра обеспечивает четкое хронологическое разграничение команд повторного и резервного отключения. Учтите, что полное время ликвидации повреждения в случае повторного зажигания на выключателе складывается из суммы времен T1 и T2.
нет	Сигнал отключения не подается
паралл. пуск T2, T1	При данном значении, в отличии от ***паралл. пуск T2, T1***, выдержки времени T2 и T1 запускаются одновременно.

Параметр: T1 при дейст.на себя 3ф

- Уставка по умолчанию (_:109) **T1 при дейст.на себя 3ф** = ***0,00 с***

Параметр выводится на экран только в случае, если для параметра **Действ.на себя T1** задано значение ***пуск T2 после T1*** или ***паралл. пуск T2, T1***.

Повторное срабатывание локального выключателя – защитный механизм, позволяющий избежать ложного срабатывания управляющего выключателя. При ложном пуске при повторном пуске срабатывают только выключатели. После этого функция **защиты выключателя от повторного зажигания** отключается на протяжении выдержки времени T2.

Siemens рекомендует применить повторное срабатывание к локальному выключателю. Поскольку повторное срабатывание является защитным механизмом, для него можно не задавать выдержку времени. Siemens рекомендует для выдержки времени задать значение 0 с.

Параметр: `T2 при отключ. 3ф`

- Уставка по умолчанию (_:110) **`T2 при отключ. 3ф`** = ***`0,15 с`***

Параметр задает длительность повторного зажигания после отправки сигнала резервного срабатывания. При этом необходимо учесть следующее:

- При использовании функции повторного срабатывания данная выдержка времени должна обеспечить возврат функции защиты после подачи сигнала повторного срабатывания на локальный выключатель.

Siemens рекомендует для выдержки времени задать значение 150 мс, которое является уставкой по умолчанию.

Параметр: `Мин. время сраб.`

- Уставка по умолчанию (_:109) Мин. время сраб. = ***`0,15 с`***

Параметр **`Мин. время сраб.`** определяет минимальное время команды отключения функции.



ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткий период времени.

Если задано слишком маленькое время, существует вероятность того (возврат функции при невыполнении критерия по наличию тока), что контакты устройства разорвут цепь управления. При этом происходит выгорание контактов устройства.

✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантировано завершит цикл отключения (**будет отключен**).

Выходной сигнал: *Дейст.на себя с T1*

Выходной сигнал *Дейст.на себя с T1* должен быть ранжирован на дискретный выход устройства.

Если конструкцией выключателя предусмотрена только одна цепь управления, то выходной сигнал должен быть ранжирован на дискретный выход, от которого происходит выдача общей команды на отключение выключателя (команда *Положение*).

Если конструкцией выключателя предусмотрено 2 цепи управления, то выходной сигнал *Дейст.на себя с T1* должен быть ранжирован на соответствующий дискретный выход устройства.

Выходной сигнал: *Отключ.с T2*

Сигнал резервного отключения (сообщение *Отключ.с T2*) должен быть ранжирован на дискретный выход для возможности отключения смежных выключателей; и при необходимости должен быть подан на дискретный выход или передан через устройство передачи команд РЗА на противоположный конец линии. Таким образом, выключатель на противоположном конце может быть отключен без задержки.

6.42.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ЗащДугПерек #				
_:1	ЗащДугПерек #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ЗащДугПерек #:Досто-верность по 'УРОВ'		• нет • да	нет
_:102	ЗащДугПерек #:Достов.по команде 'откл'		• нет • да	нет
_:103	ЗащДугПерек #:Достов.по 'дискр.входу'		• нет • да	нет
_:106	ЗащДугПерек #:Действ.на себя T1		• нет • пуск T2 после T1 • паралл. пуск T2, T1	пуск T2 после T1
_:104	ЗащДугПерек #:Длительность контроля		1.00 с до 600.00 с	200.00 с
_:105	ЗащДугПерек #:Задержка опред.полож.		0.00 с до 60.00 с	0.02 с
_:3	ЗащДугПерек #:Поро-говое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	1.250 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	1.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A
_:7	ЗащДугПерек #:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.05 с
_:107	ЗащДугПерек #:T1 при дейст.на себя 3ф		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:108	ЗащДугПерек #:T2 при отключ. 3ф		0.05 с до 60.00 с	0.15 с
_:109	ЗащДугПерек #:Мин. время сраб.		0.00 с до 60.00 с	0.15 с

6.42.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ЗащДугПерек #			
_:500	ЗащДугПерек #:>Пуск	SPS	I
_:501	ЗащДугПерек #:>Останов	SPS	I
_:502	ЗащДугПерек #:>разрешение	SPS	I
_:82	ЗащДугПерек #:>Блок. функцию	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:503	ЗащДугПерек #:>Неиспр.выкл-ль	SPS	I
_:54	ЗащДугПерек #:Неактивно	SPS	O
_:52	ЗащДугПерек #:Режим работы	ENS	O
_:53	ЗащДугПерек #:Исправно	ENS	O
_:304	ЗащДугПерек #:Разреш.по совмест.	SPS	O
_:303	ЗащДугПерек #:Идет мониторинг	SPS	O
_:55	ЗащДугПерек #:Пуск	ACD	O
_:301	ЗащДугПерек #:Дейст.на себя с T1	ACT	O
_:302	ЗащДугПерек #:Отключ.с T2	ACT	O

6.43 Дуговая защита

6.43.1 Обзор функции

Функция **Дуговая защита**:

- Обнаруживает дугу в распределительных устройствах с воздушной изоляцией без задержек и безотказным способом
- Ограничивает повреждения электрооборудования путем мгновенного высокоскоростного отключения
- Защищает электрооборудование от тепловой перегрузки
- Повышает безопасность персонала
- Срабатывает 3-полюсным способом
- Используется для защиты электрооборудования любого класса напряжения

6.43.2 Структура функции

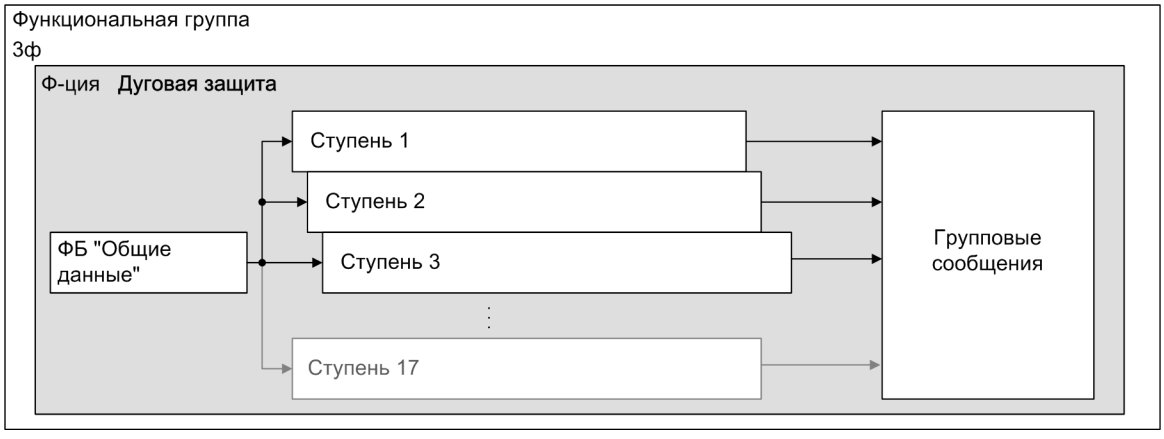
Функция **Дуговая защита** может быть добавлена в функциональные группы, которые предоставляют текущие измеренные значения.

Функция **Дуговая защита** включает следующие блоки.

- Общие данные
- 3 ступени
- Выходная логика, 3-фазная

В соответствии с заводским настройками функция **Дуговая защита** имеет 3 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 17 отключающих ступеней. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Дуговая защита**.

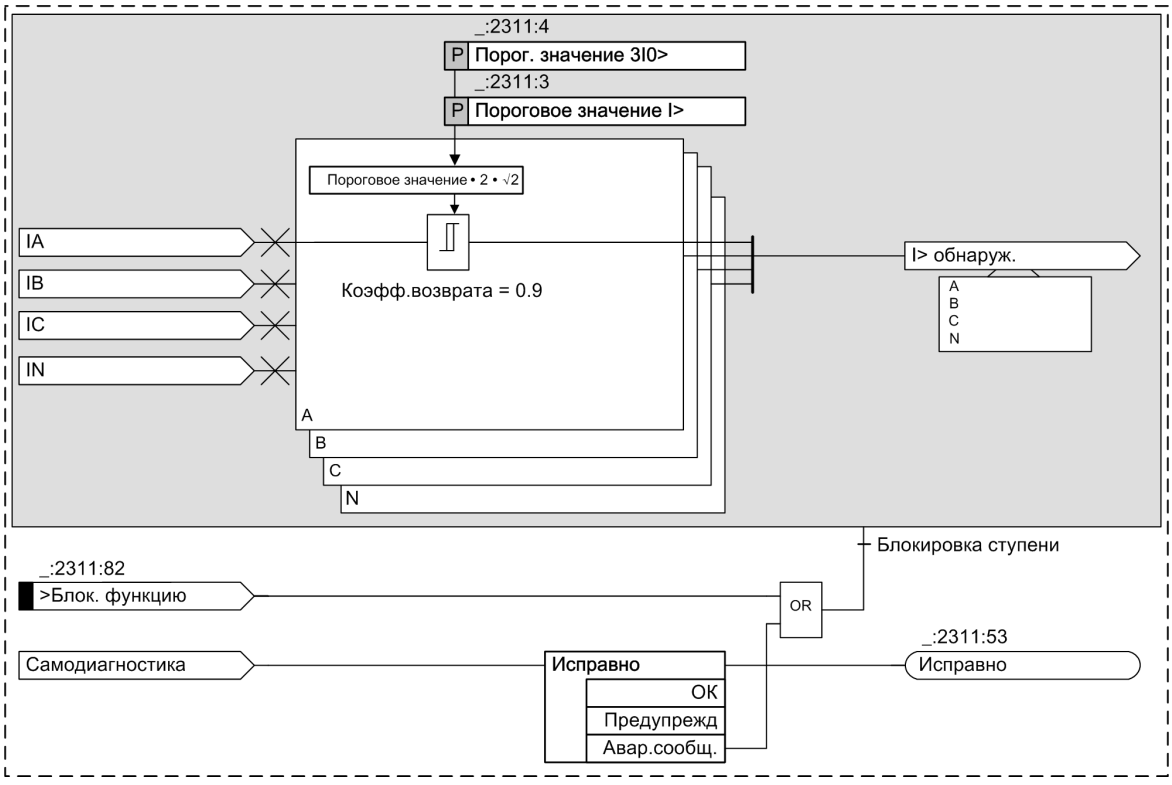


[dw_structure_arcprot, 1, ru_RU]

Рисунок 6-331 Структура/реализация функции "Дуговая защита"

6.43.3 Описание

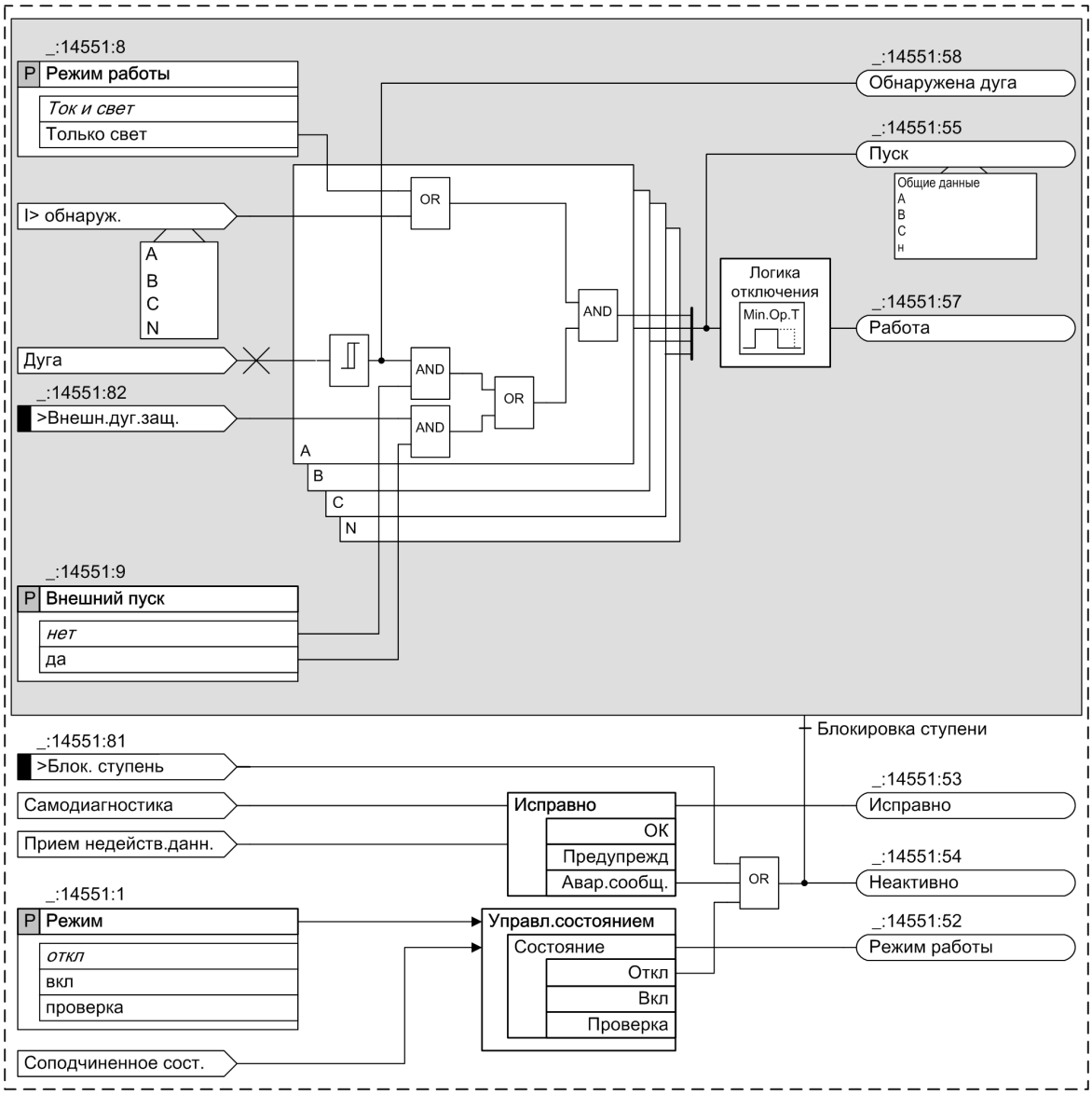
Общая логика функционального блока



[lo_fb0_arcprot, 1, ru_RU]

Рисунок 6-332 Общая логическая схема функционального блока

Логическая схема ступени



[lo_stage_arcprot, 1, ru_RU]

Рисунок 6-333 Логическая схема ступени

Функция **Дуговая защита** обнаруживает дуговое замыкание с помощью оптического датчика дуги, подключенного непосредственно к устройству через соответствующий интерфейс или через дискретный вход

ПРИМЕЧАНИЕ

Устанавливайте датчики дуги внутри распределительного устройства таким образом, что они не были закрыты другими компонентами системы!

Следует избегать затенения датчиков дуги!

Функция **Дуговая защита** в качестве дополнительного критерия срабатывания может использовать токовый критерий. Параметры токового критерия находятся в блоке **Общие данные**. Для каждой ступени можно отдельно выбрать необходимость токового критерия.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если использовать токовый критерий, можно предотвратить потенциальные ложные срабатывания, вызванные посторонними источниками света.

Токовый критерий задерживает сообщение о срабатывании до 4 мс!

Самодиагностика

Функция **Дуговая защита** включает функцию самодиагностики. Эта функция контролирует оптические датчики дуги и волоконно-оптические кабели. Модуль защиты от возникновения дуги использует волоконно-оптический кабель для передачи циклического тестового сигнала (света) к датчикам дуги. Если канал работает нормально, тестовый сигнал возвращается в модуль дуговой защиты. Если тестовый сигнал не принимается модулем дуговой защиты, появляются сообщения *Канал ДугЗащ # Неисп. датчика*.

Если функция самодиагностики обнаруживает сбой, появляется сообщение *Исправно авар.сигнализ.*, и ступень/функция блокируются.

6.43.4 Указания по применению и вводу уставок - Общие параметры

Перейдите в раздел **Общие** под функцией **Дуговая защита** и задайте следующие параметры. Установленные значения применяются одинаково для всех ступеней.

Параметр: Пороговое значение I>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:3) Пороговое значение I>** = ***2,000 A***

Уставкой **Пороговое значение I>** вы задаете пороговое значение пуска фазных токов. Параметр **Пороговое значение I>** имеет отношение к критерию протекания тока для функции **Защита от возникновения дуги**.

Задайте параметр **Пороговое значение I>** функции **Дуговая защита** равным уставке 1-й определенной ступени МТЗ из функции **МТЗ, фазная**. Siemens рекомендует использовать данную уставку.

Для получения более подробной информации о том, как вычислить значение уставки, см. в *6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:4) Порог. значение 3I0>** = ***1,000 A***

Уставкой **Порог. значение 3I0>** вы задаете пороговое значение пуска для тока нулевой последовательности. Параметр **Порог. значение 3I0>** имеет отношение к критерию протекания тока в функции **Дуговая защита**.

Задайте параметр **Порог. значение 3I0>** функции **Дуговая защита** равным уставке 1-й ступени МТЗ с независимой выдержкой времени из функции **Максимальная токовая защита нулевой последовательности**. Siemens рекомендует использовать данную уставку.

Для получения более подробной информации о том, как вычислить значение уставки, см. в *6.13.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если установить параметр **Подключение ТТ** = ***3ф, 2 первичных ТТ*** для **3-фазной точки измерения тока**, то параметр **Порог. значение 3I0>** не будет оказывать никакого влияния.

6.43.5 Указания по применению и вводу уставок для ступени

Параметр: Внешний пуск

- Значение параметра по умолчанию **(_:14551:9) Внешний пуск** = ***нет***

Параметр **Внешний пуск** задает, используется ли внешний входной сигнал для запуска ступени.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не работает с внешним входным сигналом.
да	Ступень работает с внешним входным сигналом. Если сигнал работает с внешним входным сигналом, то дискретный входной сигнал *>Внешн.дуг.защ.* должен быть привязан в ранжировании информации DIGSI 5. Дискретный входной сигнал *>Внешн.дуг.защ.* виден только в ранжировании информации DIGSI 5 с помощью этой опции настройки. **Примечание**: При использовании сигнала внешнего отключения не выбирайте канал. Если выбран дополнительный канал с этой уставкой, то DIGSI 5 сообщит о несоответствии.

Параметр: Режим работы

- Значение параметра по умолчанию **(_:14551:8) Режим работы** = ***Ток и свет***

Уставкой **Режим работы** вы задаете базовую функциональность ступени.

Значение параметра	Описание
Ток и свет	Ступень работает с внутренними переменными тока и света. Токовый критерий гарантирует, что световой сигнал исходит от дугового замыкания. Siemens рекомендует использовать данную уставку.
Только свет	Эта ступень работает только с входным сигналом «свет» и срабатывает даже в том случае, если ток не измеряется. Этот режим может привести к излишнему срабатыванию, если внезапно определится свет. Используйте значение этой уставки только в том случае, если нет никакого воздействия внешних световых сигналов.

Параметр: Канал

- Уставка по умолчанию **(_:14551:2) Канал** = ***Канал не выбран***

Уставкой **Канал** вы задаете, какой канал датчика используется ступенью.

Если функция **Дуговая защита** имеет несколько ступеней, необходимо выбрать отдельный канал для каждой ступени.

Для параметра **Канал** тексты выбора идентичны названию модуля дуговой защиты и его каналов.

6.43.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:3	Общие данные:Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	10.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:4	Общие данные:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	5.000 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
Ступень 1				
_:14551:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14551:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:14551:9	Ступень 1:Внешний пуск		• нет • да	нет
_:14551:8	Ступень 1:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14551:10	Ступень 1:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Ступень 2				
_:14552:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14552:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:14552:9	Ступень 2:Внешний пуск		• нет • да	нет
_:14552:8	Ступень 2:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14552:10	Ступень 2:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Ступень 3				
_:14553:1	Ступень 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14553:2	Ступень 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:14553:9	Ступень 3:Внешний пуск		• нет • да	нет
_:14553:8	Ступень 3:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14553:10	Ступень 3:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.43.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:53	Общие данные:Исправно	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:14551:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:14551:82	Ступень 1:>Внешн.дуг.защ.	SPS	I
_:14551:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:14551:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:14551:53	Ступень 1:Исправно	ENS	O
_:14551:58	Ступень 1:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14551:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:14551:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:14552:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:14552:82	Ступень 2:>Внешн.дуг.защ.	SPS	I
_:14552:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:14552:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:14552:53	Ступень 2:Исправно	ENS	O
_:14552:58	Ступень 2:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14552:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:14552:57	Ступень 2:Работа	ACT	O
Ступень 3			
_:14553:81	Ступень 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:14553:82	Ступень 3:>Внешн.дуг.защ.	SPS	I
_:14553:54	Ступень 3:Неактивно	SPS	O
_:14553:52	Ступень 3:Режим работы	ENS	O
_:14553:53	Ступень 3:Исправно	ENS	O
_:14553:58	Ступень 3:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14553:55	Ступень 3:Пуск	ACD	O
_:14553:57	Ступень 3:Работа	ACT	O

Информация о самодиагностике функции модуля защиты от возникновения дуги

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Канал ДугЗащ #			
_:307	Канал ДугЗащ #:Неисп. датчика	SPS	O

6.43.8 Пример применения дуговой защиты с режимом работы: только свет

6.43.8.1 Описание

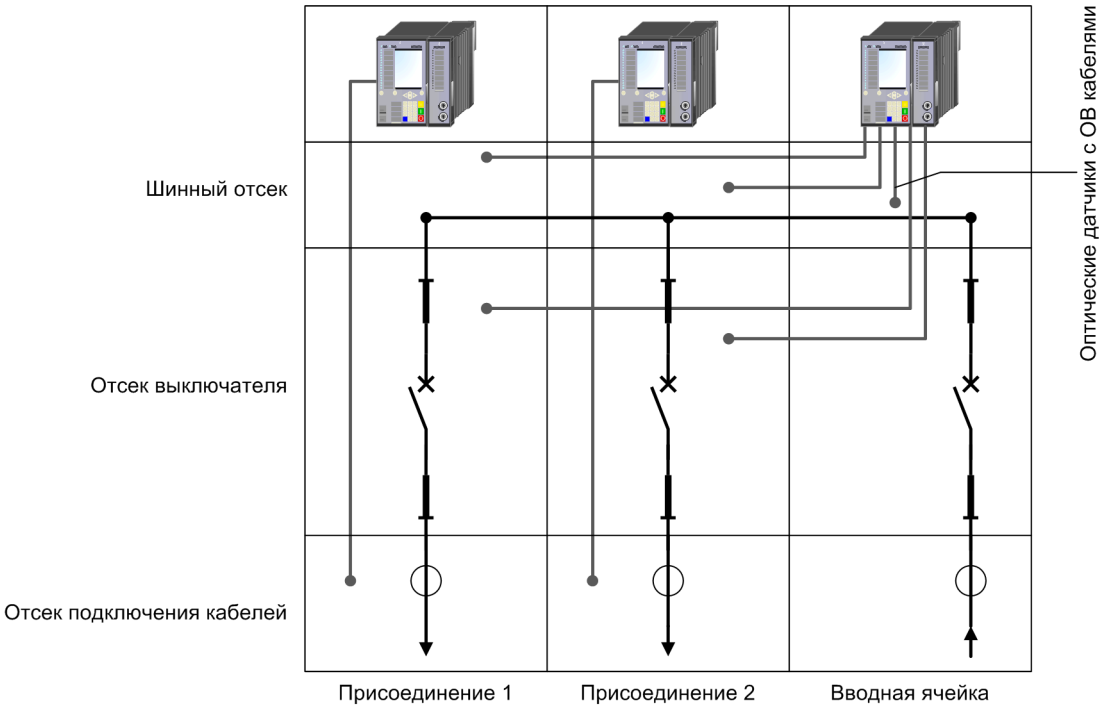
Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Только свет***.

В примере рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок

На следующем рисунке показано размещение и подключение оптических датчиков:



[dw_arcprot-light-only, 1, ru_RU]

Рисунок 6-334 Размещение и подключение оптических датчиков (режим работы = только свет)

Мероприятия по организации защиты

- Выключатель ввода должен быть отключен. Это гарантирует безопасность работ в отсеках сборных шин ввода и фидерах и в отсеке выключателя фидеров.

  Установите оптические датчики в отсеках сборных шин ввода и фидерах. Установите дополнительные датчики в отсеке выключателя каждого фидера. Подключите все датчики к терминалу ввода

- Оптические датчики в кабельном отсеке фидеров служат для обнаружения дуги в этом отсеке. Установите по одному оптическому датчику в каждом кабельном отсеке фидеров и подключите их к устройству защиты соответствующего фидера. Это позволит селективно отключать дуговые замыкания внутри кабельного отсека отходящих фидеров.

  Из-за ударной волны, возникающей во время дуги, перегородки ячеек могут деформироваться, что приведет к нежелательному воздействию света на смежные отсеки, что в свою очередь может привезти к проникновению света от дуги в смежные отсеки. Это может привести к неселективному срабатыванию.

- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Только свет***, внешние световые воздействия могут привести к ложному срабатыванию.



ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учесть, что количество модулей дуговой защиты, которые могут быть подключены к устройству, зависит от аппаратной конфигурации устройства.

При использовании модулей расширения можно подключить максимум 15 датчиков. При использовании устройства в базовой комплектации можно подключить максимум 6 датчиков (по 3 датчика на модуль).

6.43.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Общие примечания

- Подключите один оптический датчик из кабельного отсека фидера в фидере 1 к защите фидера 1. При возникновении дугового замыкания в кабельном отсеке оно будет селективно отключено выключателем фидера 1.
- Подключите один оптический датчик из кабельного отсека фидера 2 к защите фидера 2. При возникновении дугового замыкания в кабельном отсеке оно будет селективно отключено выключателем фидера 2.
- Подключите оптические датчики из всех отсеков сборных шин и всех отсеков выключателей фидеров 1 и 2 к защите ввода. При возникновении дуговых замыканий в этих отсеках они будут обнаружены и отключены защитой ввода.

Информация по настройке защиты фидера 1

Функция **Дуговая защита** работает с **одной** ступенью.

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1***

Параметры в блоке **Общие** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

Информация по настройке защиты фидера 2

Функция **Дуговая защита** работает с **одной** ступенью.

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1***

Параметры в блоке **Общие** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

Информация по настройке защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **5** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 1*** (ступень 4) → Контроль отсека выключателя в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 2*** (ступень 5) → Контроль отсека сборных шин на вводе

Параметры в блоке **Общие** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

6.43.9 Пример применения дуговой защиты с режимом работы: ток и свет

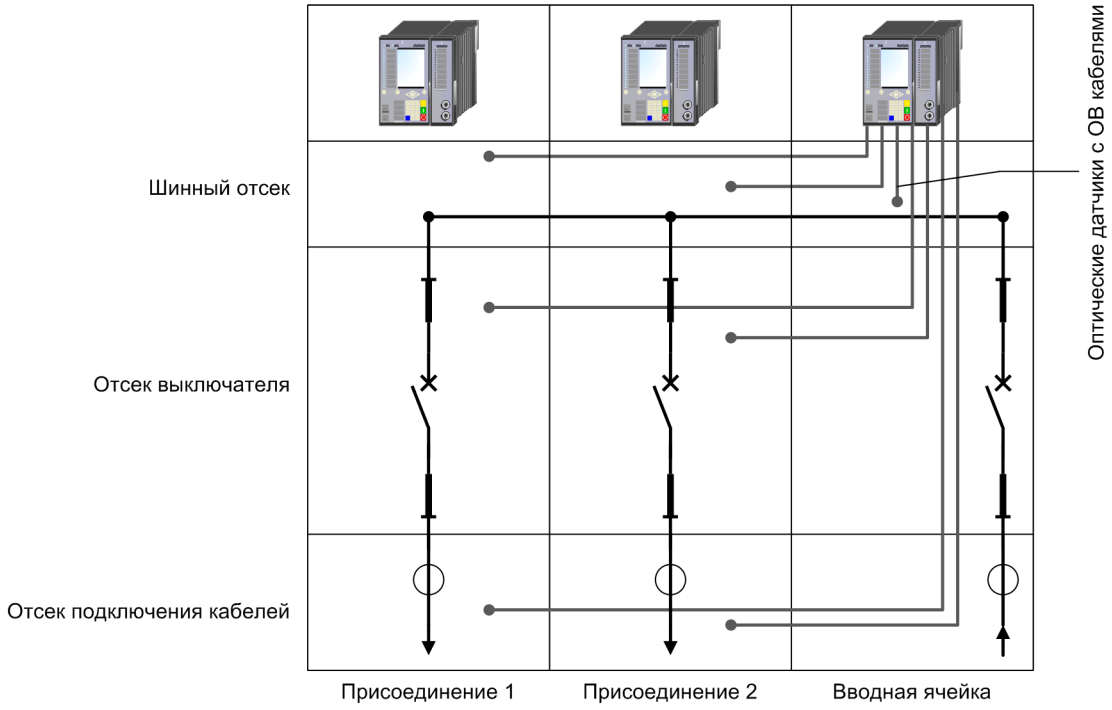
6.43.9.1 Описание

Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***. В примере все дуговые замыкания будут обнаружены с помощью устройства защиты ввода.

В примере рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок



[dw_light-and-current, 1, ru_RU]

Рисунок 6-335 Размещение и подключение оптических датчиков (режим работы = ток и свет)

Мероприятия по организации защиты

- Критерий протекания тока обеспечивает дополнительную надежность для предотвращения ложных срабатываний, вызванных воздействием посторонних источников света.

  В зависимости от расположения ТТ отходящих фидеров не всегда возможно использовать измерения ТТ фидеров для защиты кабельных отсеков. В примере приведенном на рисунке контроль тока будет осуществляться от ТТ ввода.

- Установите оптические датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров, а также в отсеке сборных шин ввода. Подключите оптические датчики к устройству защиты ввода.

- Устройства защиты ввода отвечает за отключение дуговых замыканий в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке 1 и 2. Кроме того, устройство защищает от дуговых замыканий в отсеке сборных шин системы ввода.

- Если оптические датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров, или в отсеке сборных шин ввода обнаруживают дугу, устройство защиты ввода оценивает также и ток.

- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***, токовый критерий предотвращает ложное отключение, вызванное внешним источником света.

ПРИМЕЧАНИЕ

Этот пример требует подключения нескольких оптических датчиков к одному устройству защиты. Следует учесть, что количество модулей дуговой защиты, которые могут быть подключены к устройству, зависит от аппаратной конфигурации устройства.

При использовании модулей расширения можно подключить максимум 15 датчиков. При использовании устройств в базовой комплектации можно подключить максимум 6 датчиков (по 3 датчика на модуль).

6.43.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Общие примечания

- Подключите оптические датчики из отсеков сборных шин, и отсеков выключателей и кабельных отсеков фидеров 1 и 2 к защите ввода. При возникновении дуговых замыканий в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельных отсеках фидеров 1 и 2 будут обнаружены и отключены защитой ввода.
- Подключите оптический датчик из отсека сборных шин на вводе к защите ввода системы питания. При возникновении дугового замыкания в отсеке сборных шин на вводе оно будет селективно отключено выключателем ввода.

Информация по настройке защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **7** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль отсека кабельных подключений в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 1*** (ступень 4) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 2*** (ступень 5) → Контроль отсека выключателя в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 3*** (ступень 6) → Контроль кабельного отсека в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 3 канал 1*** (ступень 7) → Контроль отсека сборных шин на вводе

Информация о настройках параметров **Пороговое значение I>** и **Пороговое значение 3I0>** представлена в главе *6.43.4 Указания по применению и вводу уставок - Общие параметры*.

6.43.10 Пример применения дуговой защиты внешним пуском

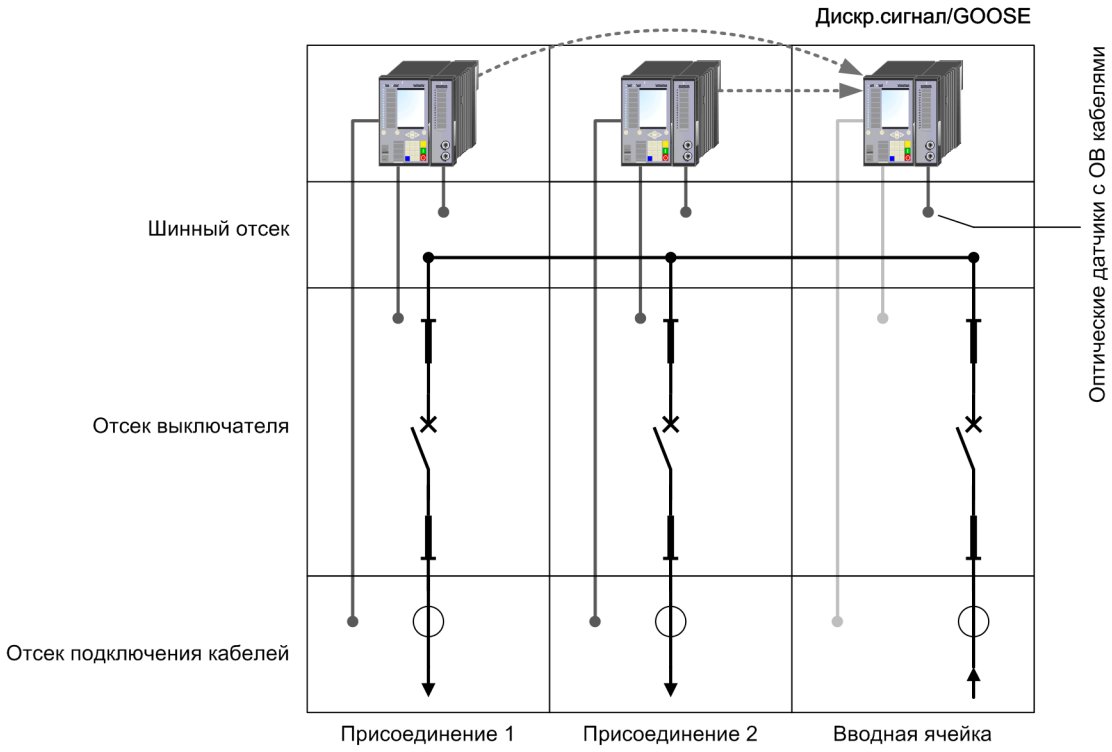
6.43.10.1 Описание

Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Ступени функции **Дуговая защита** срабатывают по уставке **Внешний пуск**.

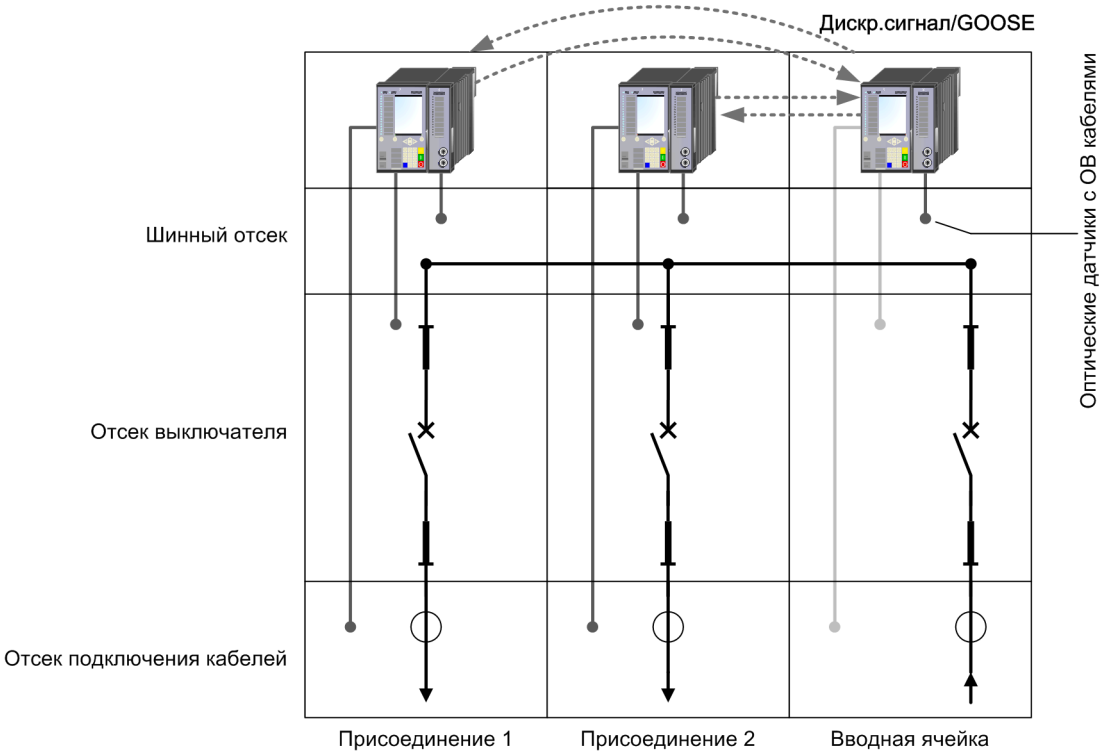
В примере рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок



[dw_arcprot-extern-input, 1, ru_RU]

Рисунок 6-336 Дуговая защита с внешним пуском – вариант 1 (без обратной связи с защитными устройствами фидеров)



[dw_arcprot-extern-input-reverse, 1, ru_RU]

Рисунок 6-337 Дуговая защита с внешним пуском – вариант 2 (с обратной связью с защитными устройствами фидеров)

Мероприятия по организации защиты

- Установите оптические датчики в отсеке сборных шин, отсеках выключателя и кабельных отсеках фидеров и ввода. Подключите оптические датчики к соответствующим устройствам защиты.
- Если оптические датчики обнаруживают дугу в отсеке сборных шин, отсеке выключателя или кабельном отсеке фидеров, сообщение *Обнаружена дуга* передается через дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или сообщения (МЭК-61850) к устройству защиты ввода. Затем устройство защиты ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, устройство защиты ввода отключает выключатель ввода.

  Дополнительная информация представлена в главе *6.43.10.2 Указания по применению и вводу уставок для варианта 1 (без обратной связи с защитами фидера)*.
- Дуговые замыкания в кабельных отсеках отходящих фидеров могут быть устранены селективно с помощью устройства защиты соответствующего фидера. Для этого сообщение о срабатывании из защиты ввода должно быть отправлено обратно на соответствующее устройство защиты в фидере.

  Дополнительная информация представлена в главе *6.43.10.3 Указания по применению и вводу уставок для варианта 2 (с обратной связью с защитами фидера)*.
- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает через **Внешний пуск**, для выявления дуги каждому устройству защиты фидера достаточно всего 3 оптических датчика (всего один модуль защиты от возникновения дуги).

Сигналы от защиты ввода направляются через дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или GOOSE-сообщения (МЭК-61850) в устройства защиты отходящих фидеров и там обрабатываются.

Число сообщений GOOSE не ограничивается. Таким образом, число фидеров не ограничивается, и можно обеспечить защиту сложных систем.

Siemens рекомендует использовать функцию **Дуговая защита** с внешним пуском.

6.43.10.2 Указания по применению и вводу уставок для варианта 1 (без обратной связи с защитами фидера)

Общие примечания:

- Установите оптические датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров и ввода к соответствующим устройствам защиты.
- Дуговые замыкания в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров должны отключаться защитой ввода. Для этого защиты фидеров должны передать сообщение *Обнаружена дуга* в защиту ввода. Используйте дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или GOOSE сообщения по стандарту МЭК 61850.
- Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода отключает дуговое замыкание.

  Подключите сигналы, используя 6 ступеней с внешним отключением или схемой CFC.

Информация по настройке защиты фидера 1

Функция **Дуговая защита** работает с **3** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль кабельного отсека в фидере 1

Информация по настройке защиты фидера 2

Функция **Дуговая защита** работает с **3** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да*** (применяется для всех ступеней)

- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль кабельного отсека в фидере 2

Информация по настройке защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **9** ступенями.

Ступень 1 (контроль отсека сборных шин):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
  Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин и пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>** превышены, немедленно формируется сообщение о срабатывании.
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 2 (контроль отсека выключателя):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
  Если дуга обнаружена в отсеке выключателя ввода (светло-серые датчики на *Рисунок 6-336*), немедленно передается сообщение о пуске. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 3 (контроль кабельного отсека):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
  Если дуга обнаружена в кабельном отсеке (светло-серые датчики на *Рисунок 6-336*), немедленно формируется сообщение о пуске. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.
  В зависимости от места дугового замыкания в кабельном отсеке ввода не всегда возможно измерить ток. Поэтому ток должен быть измерен с помощью вышестоящего устройства защиты.
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3***
- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступени с 4 по 9 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***да***
  Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин, отсеке выключателя или кабельном отсеке фидера, защита фидера передает сообщение *Обнаружена дуга* в защиту ввода. Внешнее отключение через эти ступени будет эффективным только в том случае, когда сообщение *Обнаружена дуга* подключено к сигналу *>Внешн.дуг.защ.* защиты ввода.
  Устройство защиты в системе питания оценивает значение тока. Если ток, измеренный защитой ввода, превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода отключает дуговое замыкание.

6.43.10.3 Указания по применению и вводу уставок для варианта 2 (с обратной связью с защитами фидера)

Общие примечания:

- Подключите оптические датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров 1 и 2 и ввода к соответствующим защитным устройствам.
- Дуга в отсеке сборных шин и отсеке выключателя фидеров должна отключаться с помощью устройства защиты в системе питания. Для этого защиты фидеров должны передать сообщение *Обнаружена дуга* в защиту ввода. Используйте дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или GOOSE сообщения по стандарту МЭК 61850.
- При возникновении дугового замыкания в кабельном отсеке оно отключается селективно. Сообщение *Обнаружена дуга* передается через дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или GOOSE сообщения по стандарту МЭК 61850 в защиту ввода.

  Защита ввода измеряет ток. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода передает сообщение ступени в защиту соответствующего фидера. При этом, защита поврежденного фидера селективно отключает дуговое замыкание.

  Из-за давления, возникающего во время дуги, перегородки могут деформироваться, что может привести к нежелательному воздействию света на смежные отсеки. .И, как следствие, привести к неселективному отключению.



ПРИМЕЧАНИЕ

Функция **Внешнее отключение** должна быть реализована в защитах фидеров.

Информация по настройке защиты фидера 1

Функция **Дуговая защита** работает с **4** ступенями.

Ступень 1-3:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль кабельного отсека в фидере 1

Ступень 4 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***да***

  Если дуга обнаружена в кабельном отсеке фидера, сообщение *Обнаружена дуга* передается защите ввода.

  Устройство защиты в системе питания оценивает значение тока. Если ток, измеренный защитой ввода, превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода срабатывает. Сообщение о пуске поступает через данную ступень в защиту фидера. Это позволяет выполнить селективное отключение фидера.

Информация по настройке защиты фидера 2

Функция **Дуговая защита** работает с **4** ступенями.

Ступень 1-3:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль кабельного отсека в фидере 2

Ступень 4 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***да***
  Если дуга обнаружена в кабельном отсеке фидера, сообщение *Обнаружена дуга* передается защите ввода.
  Устройство защиты ввода измеряет значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода срабатывает. Сообщение о пуске поступает через данную ступень в защиту фидера. Это позволяет выполнить селективное отключение фидера.

Информация по настройке защиты ввода

Если дуговые замыкания в кабельном отсеке фидеров должны быть селективно отключены с помощью защиты фидера, применяются следующие указания для защиты ввода.

Функция **Дуговая защита** работает с **9** ступенями.

Ступень 1 (контроль отсека сборных шин):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
  Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин ввода, немедленно формируется сообщение о срабатывании.
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 2 (контроль отсека выключателя):

- Параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
  Если дуга обнаружена в отсеке выключателя ввода (светло-серые датчики на *Рисунок 6-336*), немедленно формируется сообщение о пуске. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.
- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 3 (контроль кабельного отсека):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
  Если дуга обнаружена в кабельном отсеке системы питания (светло-серые датчики на *Рисунок 6-336*), немедленно формируется сообщение о пуске ступени. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.
  В зависимости от места дугового замыкания в кабельном отсеке ввода не всегда имеется возможность измерить ток. Поэтому ток должен быть измерен с помощью вышестоящего устройства защиты.

- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3***
- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступени с 4 по 7 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***да***

Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин или отсеке выключателя фидеров, защита фидера передает сообщение *Обнаружена дуга* защите ввода. Внешнее отключение через эти ступени будет эффективным только в том случае, когда сообщение *Обнаружена дуга* подключено к сигналу *>Внешн.дуг.защ.* защиты ввода.

Устройство защиты ввода измеряет значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода отключает дуговое замыкание.

Ступени 8 и 9 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***да***

Если дуга обнаружена в кабельном отсеке фидера, защита фидера передает сообщение *Обнаружена дуга* в защиту ввода. Внешнее отключение через эти ступени будет эффективным только в том случае, когда сообщение *Обнаружена дуга* подключено к сигналу *>Внешн.дуг.защ.* защиты ввода.

Устройство защиты ввода измеряет значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, защита ввода пускается. Сообщение о пуске *Обнаружена дуга* возвращается в защиту фидера. Это позволяет выполнить селективное отключение фидера.

6.44 Обнаружение броска тока намагничивания

6.44.1 Обзор функций

Функциональный блок **Обнаружение броска тока намагничивания**

- Распознает процессы броска тока намагничивания трансформаторов
- Формирует блокирующий сигнал для функций защиты, которые защищают трансформатор (защищаемый объект) или для защитных функций, которые подвержены нежелательному влиянию при включении трансформатора.
- Позволяет задать чувствительные уставки функций защиты

Следующие защитные функции анализируют блокирующий сигнал

- МТЗ, если она пускается при значениях меньше максимального броска тока намагничивания
- Защита обратной последовательности как чувствительная резервная защита трансформатора

ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита трансформатора имеет собственную функцию обнаружения броска тока намагничивания.

Дополнительная информация приводится в главе *6.2.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*.

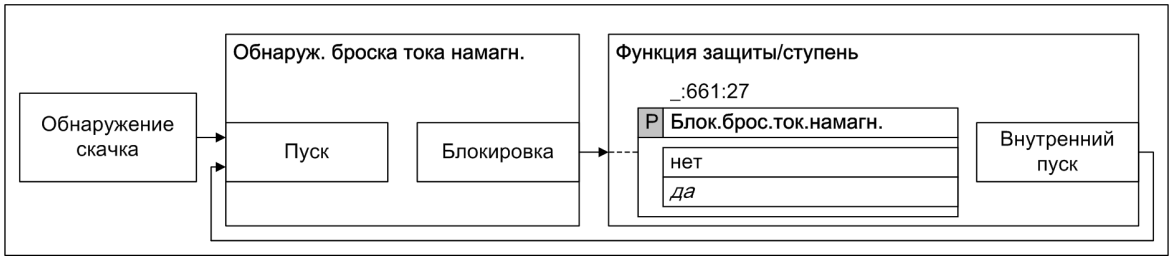
6.44.2 Структура функции

Функция **Обнаружение броска тока намагничивания** не является отдельной защитной функцией. В процессе подключения трансформатора, она передает блокирующий сигнал другим защитным функциям. Поэтому обнаружение пускового тока может быть выполнено той же группой функций, что и функции, предназначенные для блокировки.

Следующий рисунок показывает реализацию функций. Заданный параметр **`Блок.брос.ток.намагн.`** устанавливает связь между функциями обнаружения пускового тока и другими функциями, которые блокируются. Если параметр установлен на ***да***, подключение активно.

Обнаружение скачков или превышение порогового значения в блокируемой функции используются как запускающий сигнал для синхронизации внутренних методов измерения.

Обнаружение скачков реагирует на изменения тока. Превышение порогового значения распознается из-за внутреннего пуска защитной функции, которая блокируется.



[dwirsh01-070611-01.tif, 1, ru_RU]

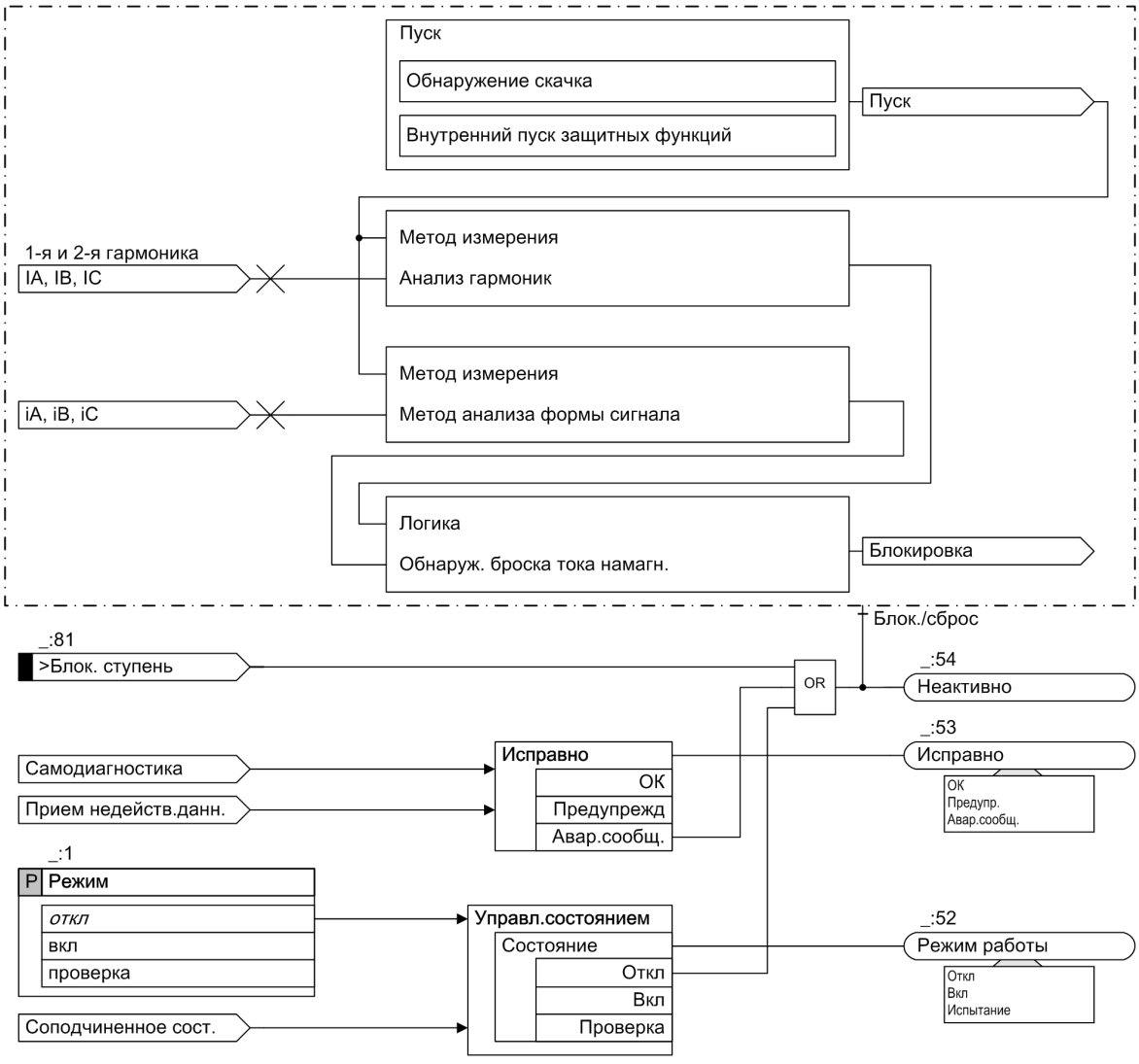
Рисунок 6-338 Структура/реализация функции

6.44.3 Описание функции

Функциональный блок **Обнаружение броска тока намагничивания** запускается при обнаружении скачка тока или пуска связанной функции (например, МТЗ), при этом срабатывание связанной функции тормозиться до выполнения алгоритма обнаружения БТН. Алгоритм использует 2 метода:

метод Анализа гармонических составляющих и метод анализа **формы волны тока** (CWA). Оба метода работают параллельно и объединяются по схеме ИЛИ.

Если вы предпочитаете работать, используя только один метод, отключите другой метод с помощью параметров **`По 2 гарм.`** или **`По форме тока`**.



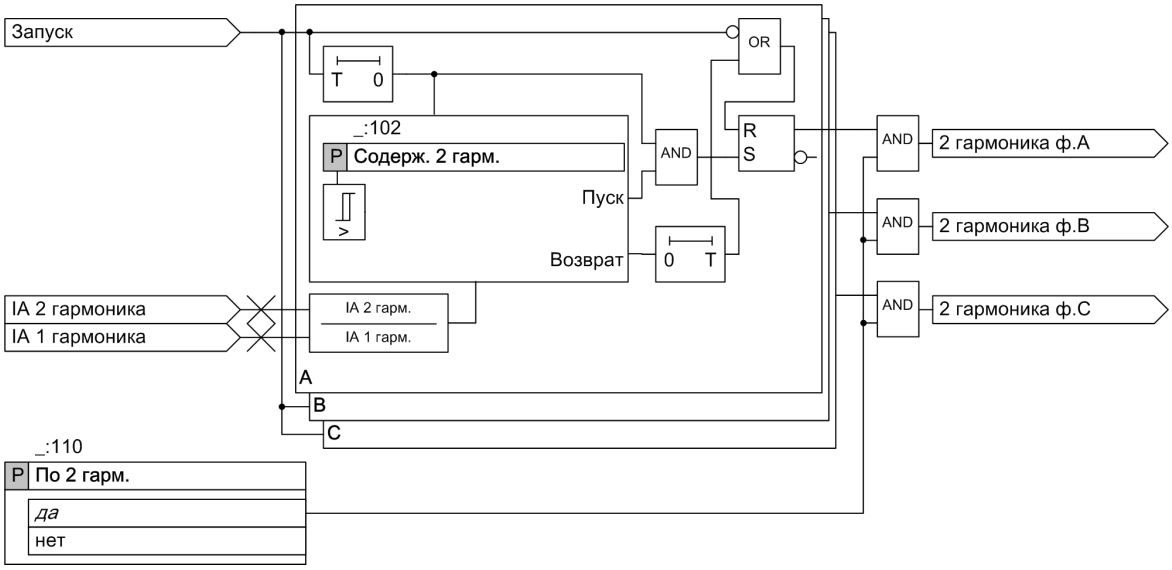
[loinru02-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-339 Базовая структура обнаружения броска тока намагничивания

Анализ гармоник

При этом методе измерения содержание второй гармоники и основной компонент (первой гармоники) определяются для каждого фазового тока I_A, I_B, и I_C и коэффициент $I_{\text{второй гармоники}} / I_{\text{первой гармоники}}$ формируется из этого. Если это отношение превышает заданную уставку, то выдается сигнал об обнаружении БТН с указанием соответствующей фазы

Если превышено 95 % порогового значения, это приводит к сбросу пуска (Коэффициент возврата =0,95).

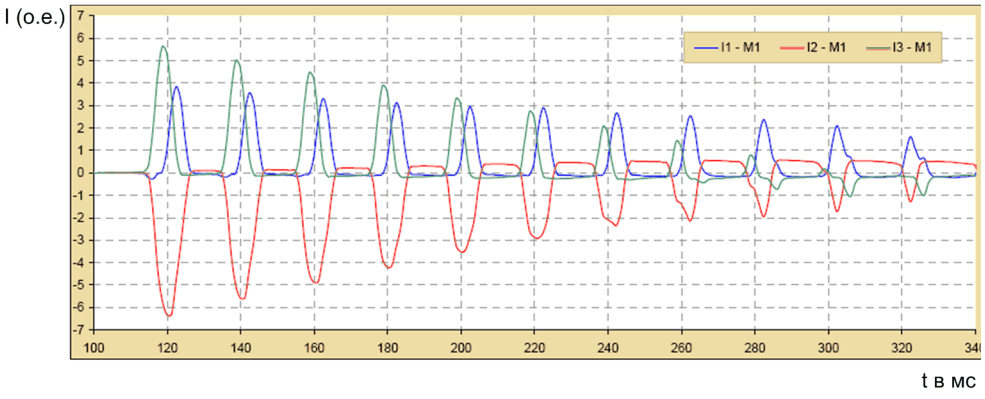


[loinru10-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-340 Логическая схема функции анализа гармоник (T=1 период)

Метод анализа формы волны тока (CWA)

Метод CWA работает на основе анализа формы волны фазных токов IA, IB, и IC. Если все 3 фазных тока содержат плоские участки осциллограммы в одно и то же время, подается сигнал обнаружения броска тока намагничивания. Этот сигнал используется для всех трех фаз одновременно. Следующий рисунок показывает характерные при БТН кривые фазных токов.



[dwinru03-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-341 Кривые фазных токов при броске тока намагничивания

Следующий рисунок показывает блок-схему метода CWA.

Метод использует рассчитанные действующие значение основной гармоники и мгновенные значения фазных токов.



[loinru05-240211-01.tif, 1, ru_RU]

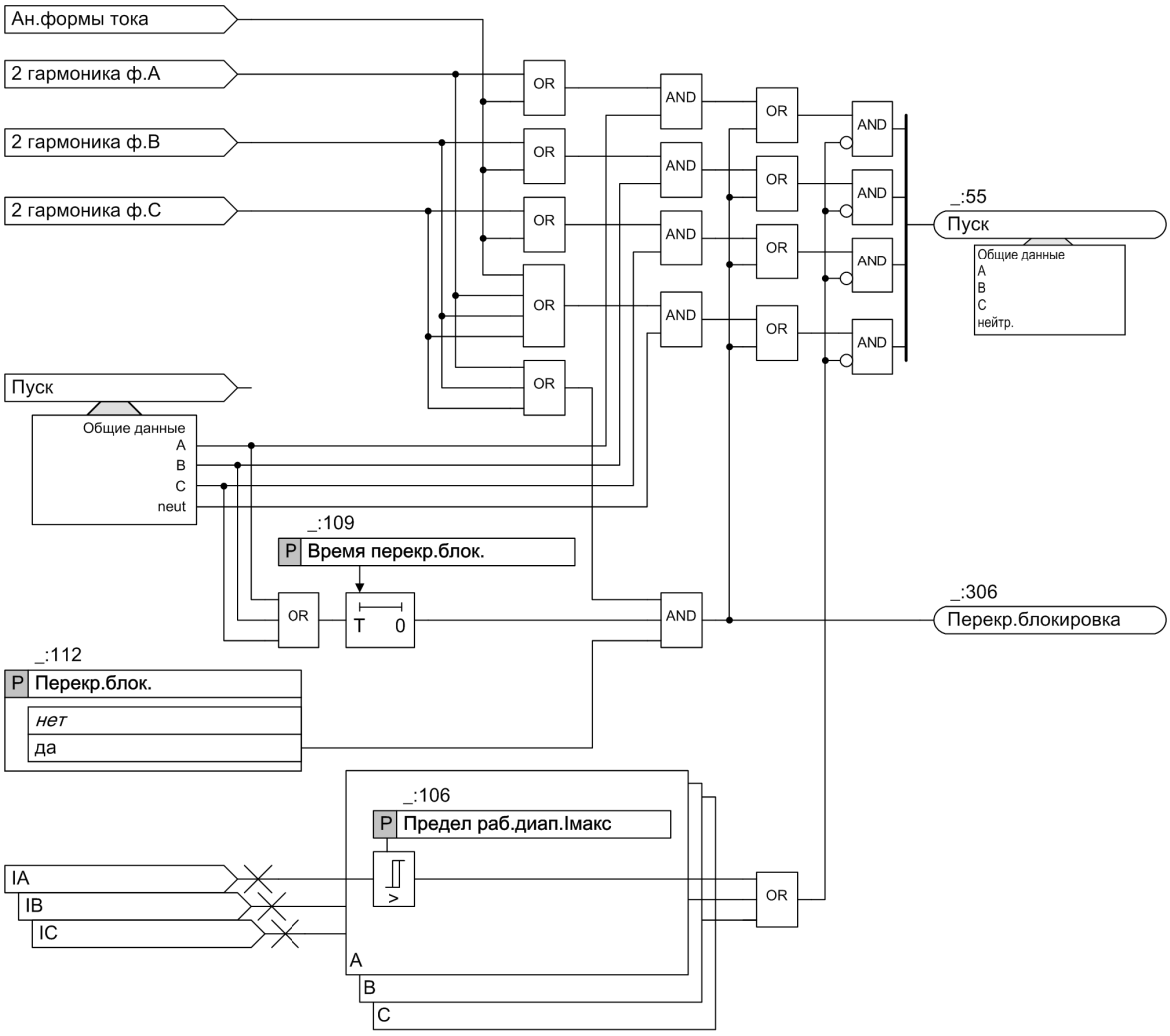
Рисунок 6-342 Логическая схема функции метода CWA (T=1 период)

Логическая схема обнаружения броска тока намагничивания

Следующая блок-схема показывает связь двух методов измерения: **Анализа гармоник** и **CWA**.

Функция перекрестного блокирования влияет на процесс **Анализа гармоник**. Если вы установили параметр **Перекр.блок.да**, индикатор блокировки для всех трех фазных токов и для измеренного или вычисленного тока нулевой последовательности ($I_{второй\ гармоники}$ / $I_{первой\ гармоники}$). Функция перекрестного блокирования работает через таймер. Установите параметр задержки времени на желаемую продолжительность с помощью параметра **Время перекр.блок.**.

Если фазный ток превышает максимально допустимый ток **Предел раб.диап.Iмакс**, обнаружение броска тока намагничивания будет заблокировано.



[loinru12-060912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-343 Логическая схема обнаружения броска тока намагничивания

6.44.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Предел раб.диап.Iмакс

- Рекомендуемая уставка **(_:106) Предел раб.диап.Iмакс** = ***7,5 A***

  С помощью параметра **Предел раб.диап.Iмакс**, вы можете определить, при каком токе обнаружение броска тока намагничивания блокируется по внутреннему каналу. Установленное значение должно быть выше максимального пускового тока трансформатора. Реальное значение в 7,5 раз превышает номинальный ток трансформатора.

Параметр: По форме тока

- Рекомендуемая уставка **(_:111) По форме тока** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	**Процесс CWA** активирован.
нет	**Процесс CWA** деактивирован.

Параметр: По 2 гарм.

- Рекомендуемая уставка **(_:110) По 2 гарм.** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	**Процесс анализа** гармоник активирован
нет	**Процесс анализа** гармоник не активирован



ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что активирован хотя бы один процесс. Siemens рекомендует оставить рекомендуемые уставки.

Параметр: Содерж. 2 гарм.

- Рекомендуемая уставка **(_:102) Содерж. 2 гарм.** = ***15 %***

  С помощью параметра**Содерж. 2 гарм.** вы можете определить значение пуска, функции анализа гармоник. Уставка 15 % подходит для большинства трансформаторов.

Параметр: Перекр.блок.

- Рекомендуемая уставка **(_:112) Перекр.блок.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Т. к. процесс анализа формы кривой тока работает параллельно обнаружению броска тока намагничивания, то по умолчанию функция не активирована.
да	Если определяется подфункция обнаружения броска тока намагничивания в ходе испытаний операций включения при вводе в эксплуатацию, установите параметр **Перекр.блок.** на ***да***.

Параметр: Время перекр.блок.

- Уставка по умолчанию **(_:109) Время перекр.блок.** = ***0.06 с***

  Длительность блокировки вы определяете с помощью параметра **Время перекр.блок.**. Уставка по умолчанию ***0.06 с*** (около 3 периодов) проверяется на практике. Установите как можно более малое время и проверьте значение во время проверок при включении. Параметр **Время перекр.блок.** не активен на **Перекр.блок.** = ***нет***.

6.44.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбнБроскаТока				
_:1	ОбнБроскаТока:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:106	ОбнБроскаТока:Предел раб.диап.Iмакс	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	7.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	37.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	7.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	37.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	7.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	37.500 A
_:111	ОбнБроскаТока:По форме тока		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:110	ОбнБроскаТока:По 2 гарм.		• нет • да	да
_:102	ОбнБроска-Тока:Содерж. 2 гарм.		10 % до 45 %	15 %
_:112	ОбнБроска-Тока:Перекр.блок.		• нет • да	нет
_:109	ОбнБроскаТока:Время перекр.блок.		0.03 с до 200.00 с	0.06 с

6.44.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбнБроскаТока			
_:81	ОбнБроскаТока:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	ОбнБроскаТока:Неактивно	SPS	O
_:52	ОбнБроскаТока:Режим работы	ENS	O
_:53	ОбнБроскаТока:Исправно	ENS	O
_:300	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.A	SPS	O
_:301	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.B	SPS	O
_:302	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.C	SPS	O
_:303	ОбнБроскаТока:2 гарм. нейтраль	SPS	O
_:304	ОбнБроскаТока:2 гармоника 3I0	SPS	O
_:305	ОбнБроскаТока:Ан.формы тока	SPS	O
_:306	ОбнБроскаТока:Перекр.блокировка	SPS	O
_:55	ОбнБроскаТока:Пуск	ACD	O

6.45 Трехфазная защита по мощности

6.45.1 Обзор функций

Функция **трехфазной защиты по мощности (P, Q)** (ANSI 32) используется в следующих целях:

- обнаружение выхода активной или реактивной мощности за заданные пороговые значения;
- для отслеживания установленных предельных значений мощности и выходных предупредительных сигналов;
- обнаружение обратной связи по активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах или электрических машинах;
- для обнаружения машин (двигателей, генераторов), которые работают без нагрузки, и выдачи сообщения для их отключения;
- для интеграции в любое решение по автоматизации, например для отслеживания очень специфических порогов мощности (далее логической обработки в CFC).

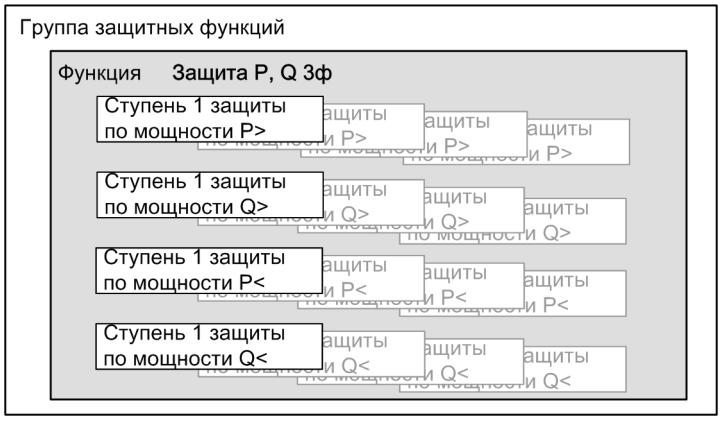
6.45.2 Структура функции

Структура функции **трехфазной защиты по мощности (P, Q)** можно интегрировать в функциональные группы, которые предоставляют для расчета мощности измеряемые напряжения и токи трех фаз.

Функция **трехфазной защиты по мощности (P,Q)** имеет по одной ступени по умолчанию для активной и реактивной мощности. Предварительно сконфигурированы следующие ступени:

- Мощн.P> 1
- Мощн.Q> 1
- Мощн.P< 1
- Мощн.Q< 1

В функции одновременно могут срабатывать максимум 4 ступени активной мощности и 4 ступени реактивной мощности. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

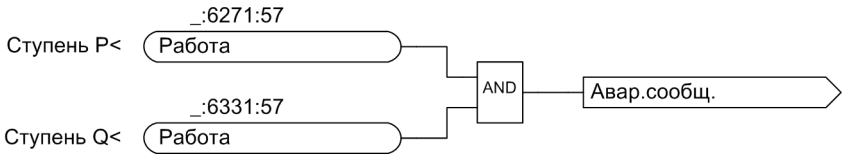


[dw_GPP 3-phase structure, 1, ru_RU]

Рисунок 6-344 Структура/реализация функции

Логическая схема выходных сигналов

Сообщения о срабатывании ступени (ступеней) активной и реактивной мощности можно логически соединить в схему CFC. Если сообщение о срабатывании присутствует как в ступени активной мощности, так и в ступени реактивной мощности, выдается предупредительное сообщение.

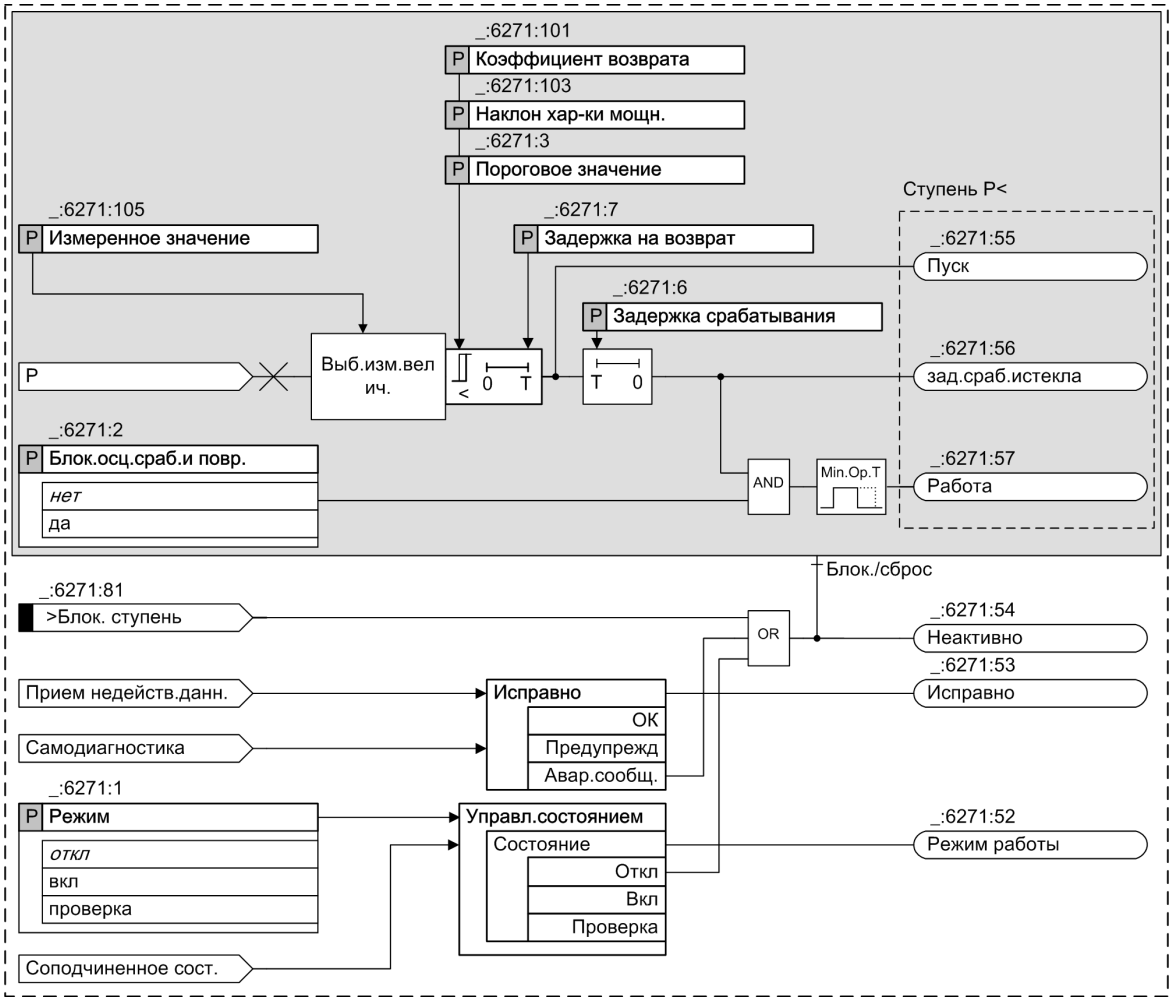


[lo_GPP operate indication logical comb, 1, ru_RU]

Рисунок 6-345 Логическая схема сообщений о срабатывании в CFC

6.45.3 Ступень активной мощности

Логическая схема ступени



[lo_3-phase active power, 1, ru_RU]

Рисунок 6-346 Блок-схема ступени активной мощности (Тип ступени: Power P<)

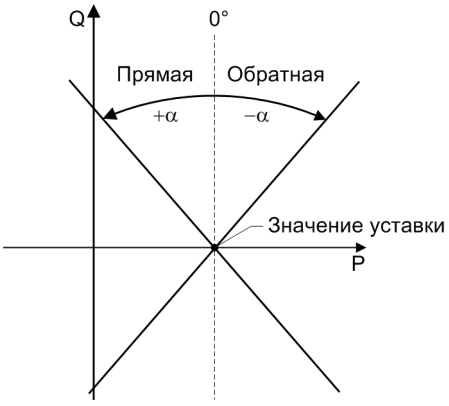
Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** используется для определения, какой измеренный показатель мощности анализируется при срабатывании ступени. Доступны следующие настройки: ***мощ. прям.послед.*** , пофазные мощности — ***мощность, ф.A***, ***мощность, ф.B*** или ***мощность, ф.C***.

Характеристика пуска

При определении типа ступени, если ступень работает как **ступень увеличения** (тип ступени: Мощн.P> 1) или как **ступень снижения** (тип ступени: Мощн.P< 1).

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения пуска ступени. Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для определения отклонения в характеристиках пуска. Рисунок ниже показывает назначение символов.



[dw_tilt-power active power, 1, ru_RU]

Рисунок 6-347 Характеристики отклонения мощности

Пуск

Ступень сравнивает выбранное значение мощности с установленным **Пороговое значение**. В зависимости от типа ступени (Мощн.P> 1 или Мощн.P< 1) это значение будет выше или ниже порогового значения, приводящего к пуску.

Выдержка времени на возврат

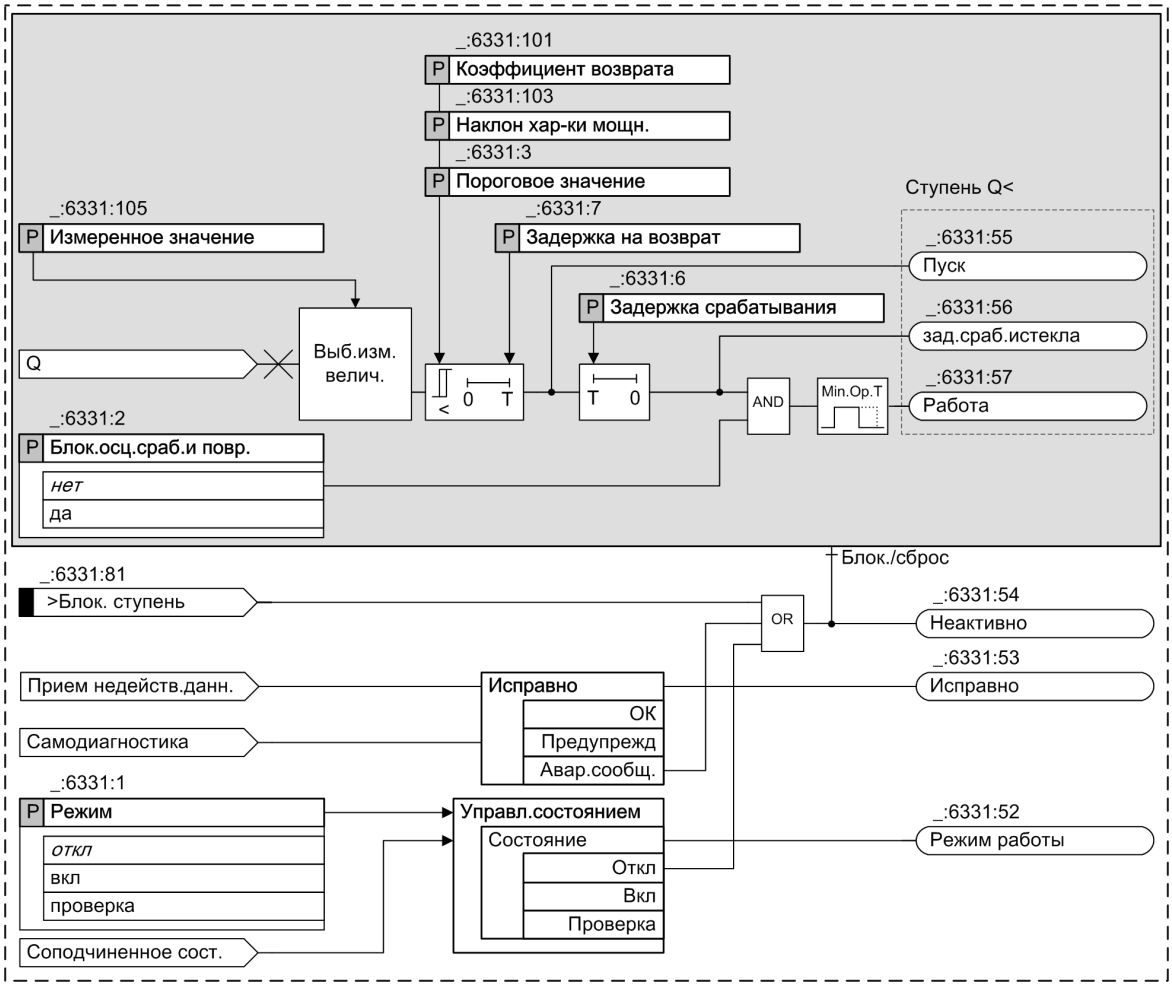
Можно установить задержку на возврат, когда измеряемое значение снижается ниже порога отключения. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Задержка по времени при срабатывании (параметр **Задержка срабатывания**) продолжает работать. Как только **Задержка срабатывания** закончится, ступень сработает.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Блокировать ступень можно как изнутри так и снаружи с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.45.4 Ступень реактивной мощности

Логическая схема ступени



[lo_3phase reactive power, 1, ru_RU]

Рисунок 6-348 Блок-схема ступени реактивной мощности (Тип ступени: Power Q<)

Измеренное значение

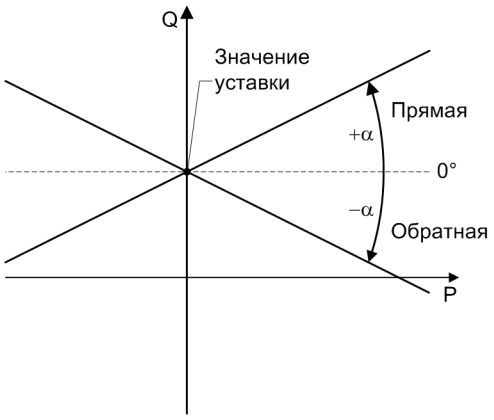
Параметр **Измеренное значение** используется для определения, какой измеренный показатель мощности обрабатывается при срабатывании ступени. Доступны следующие настройки: ***мощ. прям.послед.***, мощность по фазам — ***мощность, ф.A***, ***мощность, ф.B*** или ***мощность, ф.C***.

Характеристика пуска

При определении типа ступени, если ступень работает как **ступень увеличения** (тип ступени: Мощн.Q> 1) или как **ступень снижения** (тип ступени: Мощн.Q< 1).

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения пуска ступени.

Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для определения отклонения в характеристиках пуска. Рисунок ниже показывает назначение символов.



[dw_tilt-power reactive power, 1, ru_RU]

Рисунок 6-349 Характеристики отклонения мощности

Пуск

Ступень сравнивает выбранное значение мощности с установленным **Пороговое значение**. В зависимости от типа ступени (Мощн.Q> 1 или Мощн.Q< 1) это значение будет выше или ниже порогового значения, приводящего к пуску.

Выдержка времени на возврат

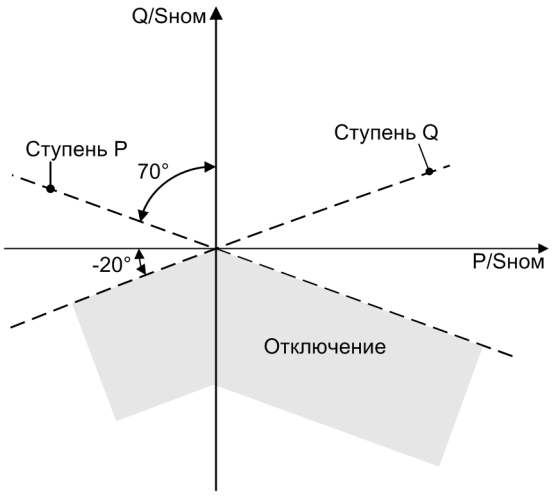
Можно установить задержку на возврат, когда измеряемое значение снижается ниже порога отключения. Возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Задержка по времени при срабатывании (параметр **Задержка срабатывания**) продолжает работать. Как только **Задержка срабатывания** закончится, ступень сработает.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Блокировать ступень можно как изнутри так и снаружи с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.45.5 Пример применения

Иллюстрация настройки параметров приводится на примере характеристики активной / реактивной мощности. Если вектор полной мощности находится в пределах зоны отключения (в *Рисунок 6-350* области отключения), выдается сообщение о повреждении. Для обеспечения заданной характеристики необходимо выполнить логическое умножение сообщений о срабатывании ступеней активной и реактивной мощности в CFC. Используемая функция является измерением мощности в трехфазном режиме. *Рисунок 6-350* отображает характеристику PQ.



[dw_GPP PQ diagram, 1, ru_RU]

Рисунок 6-350 График характеристик

6.45.6 Замечания по уставкам для ступени активной мощности

Тип ступени

В следующем примере отслеживается снижение активной мощности ниже порогового значения. В функции **3-полюсный выключатель (P, Q)** используйте тип ступени Мощн.P< 1.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:105) Измеренное значение** = ***мощ. прям.послед.***

Параметр **Измеренное значение** используется для точного определения, какая именно измеряемая величина мощности оценивается. Для трехфазного измерения компания Siemens рекомендует оценивать мощность прямой последовательности.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:3) Пороговое значение** = ***0%***

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения срабатывания ступени активной мощности. В данном примере характеристика пуска проходит через точку начала координат. Задайте уставку **Пороговое значение** равной ***0%***.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:101) Коэффициент возврата** = ***1,05***

Для большинства случаев применения достаточно 5 % гистерезиса. Следовательно, значение уставки для **нижней ступени** составляет 1,05.

Параметр: Наклон хар-ки мощн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:103) Наклон хар-ки мощн.** = ***+70°***

Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для наклона характеристики пуска. В приведенном выше примере требуется наклон. Значение уставки ***+70°*** (определение знака см *Рисунок 6-347*).

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:7) Задержка на возврат** = ***20 мс***

Параметр **Задержка на возврат** поддерживает срабатывание, даже если измеренное значение на мгновение падает ниже порогового значения. Для очень низких значений срабатывания требуется задержка, чтобы предотвратить так называемый "дребезг" функции. В примере значение уставки составляет 20 мс.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:6) Задержка срабатывания** = ***100 мс***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть выставлен в зависимости от конкретного случая применения. В данном примере было выбрано значение уставки 100 мс.

6.45.7 Замечания по уставкам для ступени реактивной мощности

Тип ступени

В данном примере отслеживается реактивная мощность, если она снижается ниже порогового значения. В функции **трехфазного выключателя (P, Q)** работайте с типом ступени Мощн.Q< 1.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6331:105) Измеренное значение** = ***мощ. прям.послед.***

Параметр **Измеренное значение** используется для точного определения, какая именно измеряемая величина мощности оценивается. Для трехфазного измерения компания Siemens рекомендует анализировать составляющую прямой последовательности мощности.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6331:3) Пороговое значение** = ***0 %***

Параметр **Пороговое значение** используется для определения уставки пуска ступени реактивной мощности. В данном примере характеристика срабатывания проходит через точку начала координат. Введите параметр **Пороговое значение**, равный ***0 %***.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6331:101) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Для большинства случаев использования достаточно 5 % гистерезиса. Следовательно, задаваемое значение для **младшей ступени** составляет 0,95.

Параметр: Наклон хар-ки мощн.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6331:103) Наклон хар-ки мощн.** = ***+20°***

Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для наклона характеристики срабатывания. В этом примере (см. *Рисунок 6-350*) характеристика мощности имеет отклонение 20°. Введите уставку параметра **Наклон хар-ки мощн.**, равную ***+20°*** (определение знака см. *Рисунок 6-349*).

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:6331:7) Задержка на возврат** = ***20 мс***

Параметр **Задержка на возврат** сохраняет пуск даже в случае, если измеряемое значение мгновенно опускается ниже порогового. Для очень низких значений срабатывания требуется выдержка, чтобы предотвратить так называемый "дребезг" функции. В примере значение уставки составляет 20 мс.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6331:6) Задержка срабатывания** = ***100 мс***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть установлен для конкретного применения. В данном примере было выбрано значение уставки 100 мс.

6.45.8 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Мощн.P> 1				
_:6241:1	Мощн.P> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6241:2	Мощн.P> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6241:104	Мощн.P> 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6241:3	Мощн.P> 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	80.0 %
_:6241:101	Мощн.P> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6241:103	Мощн.P> 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6241:7	Мощн.P> 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6241:6	Мощн.P> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.P< 1				
_:6271:1	Мощн.P< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6271:2	Мощн.P< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6271:105	Мощн.P< 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6271:3	Мощн.P< 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	5.0 %
_:6271:101	Мощн.P< 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.10	1.05
_:6271:103	Мощн.P< 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6271:104	Мощн.P< 1:Задержка пуска		• нет • да	да
_:6271:7	Мощн.P< 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6271:6	Мощн.P< 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.Q> 1				
_:6301:1	Мощн.Q> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:6301:2	Мощн.Q> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6301:105	Мощн.Q> 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6301:3	Мощн.Q> 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	70.0 %
_:6301:101	Мощн.Q> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6301:103	Мощн.Q> 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6301:7	Мощн.Q> 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6301:6	Мощн.Q> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.Q< 1				
_:6331:1	Мощн.Q< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6331:2	Мощн.Q< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6331:105	Мощн.Q< 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6331:3	Мощн.Q< 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	-30.0 %
_:6331:101	Мощн.Q< 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6331:103	Мощн.Q< 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6331:104	Мощн.Q< 1:Задержка пуска		• нет • да	да
_:6331:7	Мощн.Q< 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6331:6	Мощн.Q< 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.45.9 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Мощн.P> 1			
_:6241:81	Мощн.P> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6241:54	Мощн.P> 1:Неактивно	SPS	O
_:6241:52	Мощн.P> 1:Режим работы	ENS	O
_:6241:53	Мощн.P> 1:Исправно	ENS	O
_:6241:55	Мощн.P> 1:Пуск	ACD	O
_:6241:56	Мощн.P> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:6241:57	Мощн.P> 1:Работа	ACT	O
Мощн.P< 1			
_:6271:81	Мощн.P< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6271:54	Мощн.P< 1:Неактивно	SPS	O
_:6271:52	Мощн.P< 1:Режим работы	ENS	O
_:6271:53	Мощн.P< 1:Исправно	ENS	O
_:6271:55	Мощн.P< 1:Пуск	ACD	O
_:6271:56	Мощн.P< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6271:57	Мощн.P< 1:Работа	ACT	O
Мощн.Q> 1			
_:6301:81	Мощн.Q> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6301:54	Мощн.Q> 1:Неактивно	SPS	O
_:6301:52	Мощн.Q> 1:Режим работы	ENS	O
_:6301:53	Мощн.Q> 1:Исправно	ENS	O
_:6301:55	Мощн.Q> 1:Пуск	ACD	O
_:6301:56	Мощн.Q> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6301:57	Мощн.Q> 1:Работа	ACT	O
Мощн.Q< 1			
_:6331:81	Мощн.Q< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6331:54	Мощн.Q< 1:Неактивно	SPS	O
_:6331:52	Мощн.Q< 1:Режим работы	ENS	O
_:6331:53	Мощн.Q< 1:Исправно	ENS	O
_:6331:55	Мощн.Q< 1:Пуск	ACD	O
_:6331:56	Мощн.Q< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6331:57	Мощн.Q< 1:Работа	ACT	O

6.46 Выбор точки измерения напряжения

6.46.1 Обзор функций

Возможности функционального блока **Выбор точки измерения напряжения**:

- Предоставляет возможность переключения применяемых точек измерения напряжения, если различные точки измерения напряжения подключаются к интерфейсу напряжения функциональной группы.
- Выбор правильного напряжения на основе положения переключателя установки.

Если к одному и тому же интерфейсу напряжения в функциональной группе подключено более одной точки измерения напряжения, используйте функциональный блок **Выбор точки измерения напряжения** в этой функциональной группе.

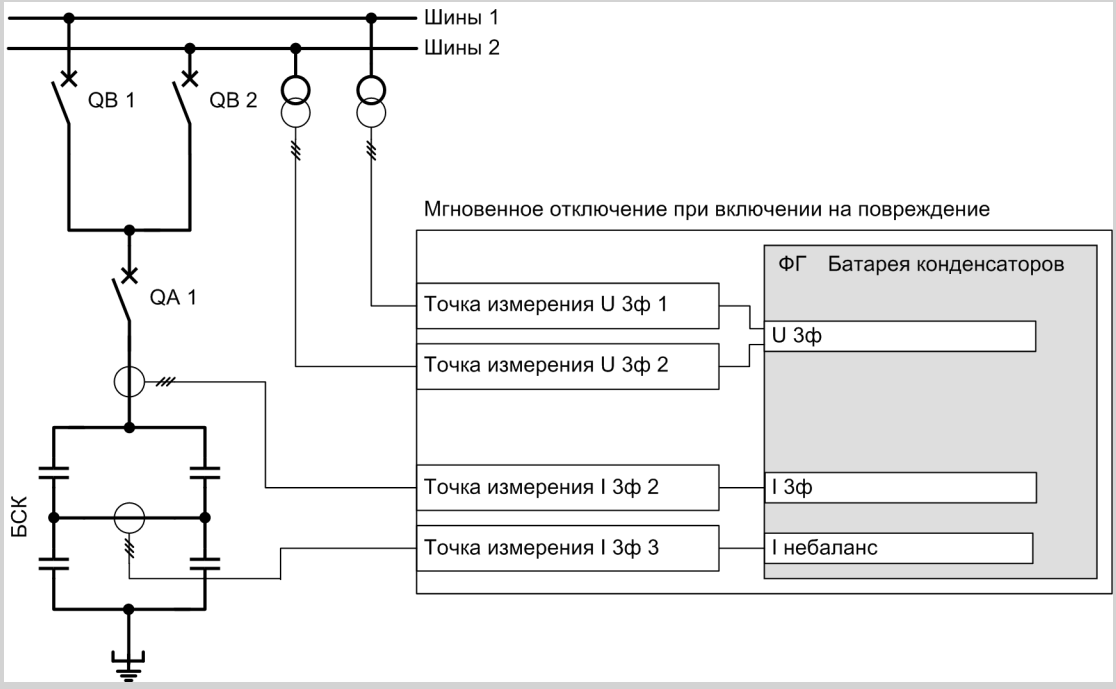
Выбор измерения напряжения точки представляет общие функциональные возможности для функциональных групп защищаемых объектов.

6.46.2 Описание функции

Функциональный блок **Выбор ТИ U** реализует выбор точек измерения напряжения с помощью схемы логического элемента. Схема логического элемента управляет входом *>Выбор MP-ID* в зависимости от положений выключателей и/или разъединителей.

Пример

На *Рисунок 6-351* показан пример выбора точек измерения напряжения для функциональной группы **Батарея конденсаторов** в применении двойной сборной шины.

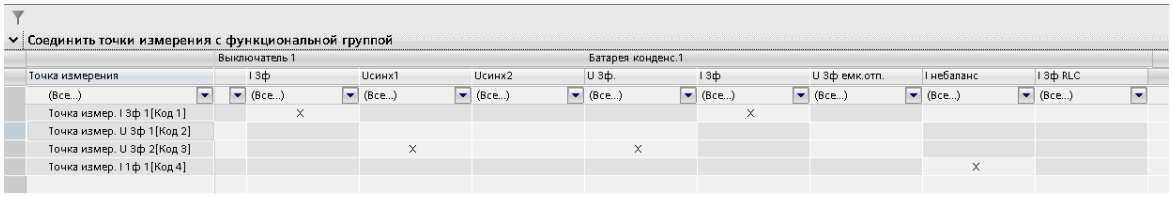


[dwbusbardouble.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-351 Двойная сборная шина с батареей конденсаторов

Подключение точек измерения к функциональной группе Выключатель

На *Рисунок 6-352* показано подключение функциональной группы **Батарея конденс.** к нескольким точкам измерения в DIGSI. Идентификатор каждой точки измерения появляется в скобках после имени.



[scconnection, 1, ru_RU]

Рисунок 6-352 Подключение точек измерения к функциональной группе Батарея конденс.

Существуют проверки соответствия, подтверждающие подключение точек измерения напряжения к функциональной группе:

- Тип подключения для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу функциональной группы, должен быть одинаковым.
- Номинальное напряжение (первичное и вторичное) должно быть идентично для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу.
- Если более 1 точки измерения подключено к одному интерфейсу напряжения, необходимо добавить функциональный блок, чтобы можно было выбрать точки измерения напряжения.

6.46.3 Указания по применению и вводу уставок

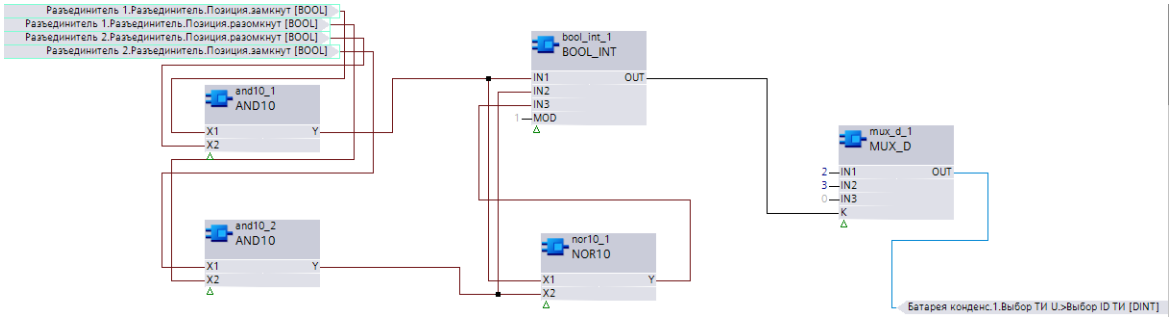
Управление с использованием CFC

Точка измерения напряжения выбирается логической блок-схемой на основе идентификаторов точек измерения. Если к интерфейсу функциональной группы подключено более одной точки измерения, создайте экземпляр функционального блока **Выбор ТИ U** из библиотеки в соответствующей функциональной группе.

Чтобы обеспечить правильное соединение точки измерения для функциональной группы, схема логического элемента должна определить реальные допустимые идентификаторы для входа *>Выбор MP-ID* функционального блока.

Следующая реализация схемы логического элемента основана на примере, приведенном в *Рисунок 6-353*.

Если разъединитель 1 (QB1) замкнут и разъединитель 2 (QB2) разомкнут, значение 2 является выходным сигналом CFC-блока **mux_d_1** и передается на вход *>Выбор MP-ID*. Затем **Точка измерения U-3ф** с идентификатором 2 выбирается в качестве опорного напряжения. Аналогичным образом **Точка измерения U-3ф** с идентификатором 3 выбирается в качестве опорного напряжения, если разъединитель 1 (QB1) разомкнут, а разъединитель 2 (QB2) замкнут.



[sclocfc, 1, ru_RU]

Рисунок 6-353 Схема логического элемента: Выбор напряжения с использованием кода точки измерения

Однако разъединители или выключатели могут быть в переходном состоянии. В этом случае вход IN3 блока **bool_int_1** принимает значение true (истина), значение 0 должно использоваться в качестве идентификатора для входа выбора напряжения (*>Выбор MP-ID*). Если выбран идентификатор 0, тогда сохраняется последняя действительная **Точка измерения U-3ф**. Если идентификатор 0 удерживается дольше 5 сек, последний допустимый выбор все еще используется, но выводится сообщение сигнализации *Неверный выбор*. После вывода сообщения сигнализации никакого воздействия на измеренные значения используемой MP (точки измерения) не оказывается.



ПРИМЕЧАНИЕ

Переходное состояние (с идентификатором точки измерения = 0) при запуске устройства или выборе недопустимой точки измерения (идентификатор < 0 или идентификатор неподключенной точки измерения) для входа *>Выбор MP-ID* влечет следующие последствия:

- Достоверность значений измерения напряжения устанавливается равной "недопустимое".
- Сообщение *Исправно* сигнализирует о тревожном состоянии
- Сообщение *Неверный выбор* принимает значение true

6.46.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Выбор ТИ U			
_:501	Выбор ТИ U:>Выбор MP-ID	INS	I
_:53	Выбор ТИ U:Исправно	ENS	O
_:301	Выбор ТИ U:Неверный выбор	SPS	O

7 Функции управления

7.1	Обзор	1072
7.2	Элементы переключения	1075
7.3	Последовательности переключений	1100
7.4	Системные функции управления	1108
7.5	Функция контроля синхронизма	1135
7.6	РПН трансформатора	1165
7.7	Контроллер напряжения	1176

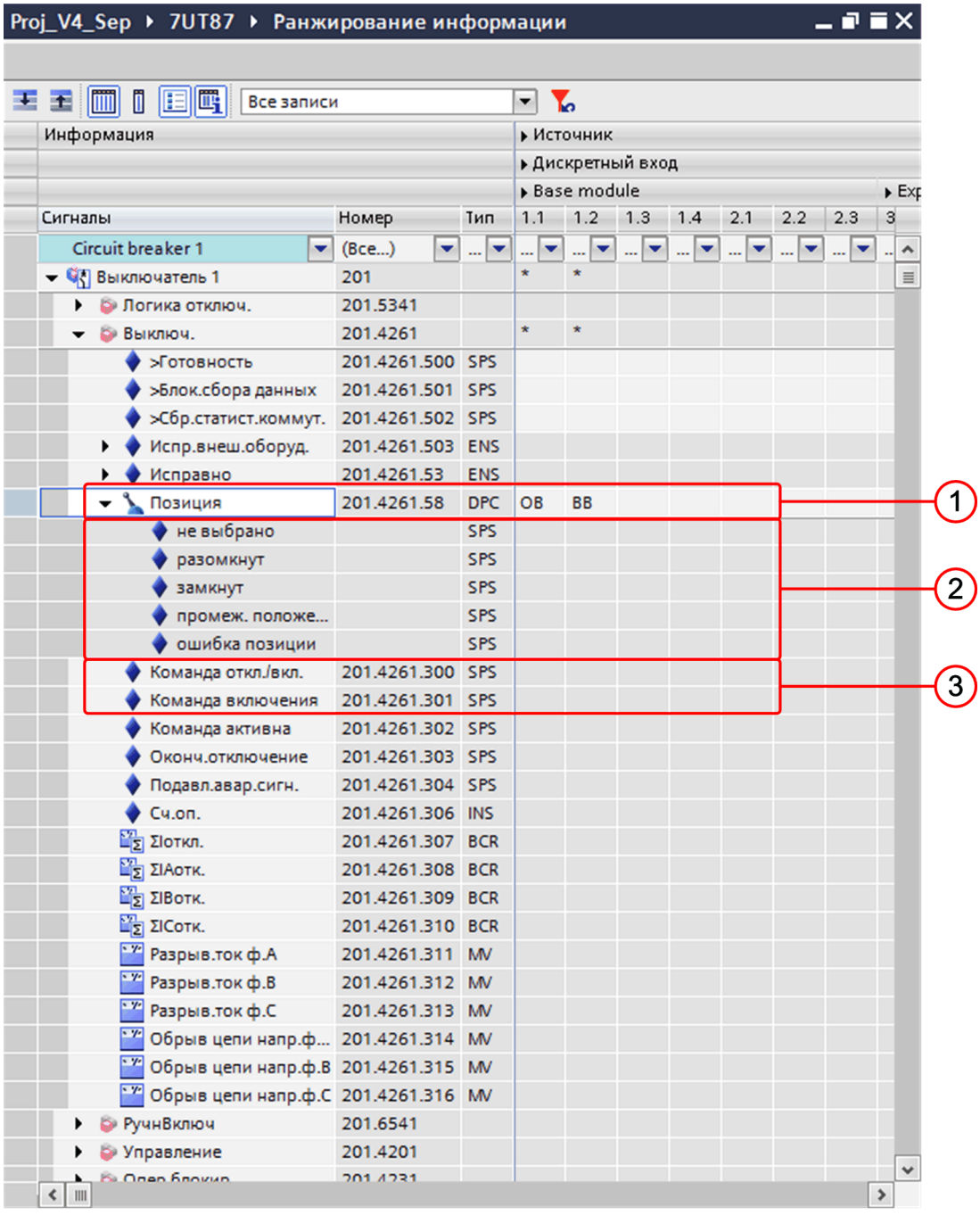
7.1 Обзор

7.1.1 Обзор

Серия устройств SIPROTEC 5 предлагает обширные возможности обработки команд, а также дополнительные функции, которые необходимы при обслуживании в качестве контроллеров присоединений автоматизации подстанции или обеспечения комбинированной защиты. Объектная модель устройств строится на основе стандарта МЭК 61850, что обеспечивает идеальное соответствие применению серии SIPROTEC 5 в системах, использующих данный протокол связи. Другие протоколы также используются ввиду необходимости реализации функциональных управляющих блоков.

7.1.2 Концепция элементов управления

Концепция так называемых элементов управления основана на модели данных, описанных в МЭК 61850. Элементы управления представляют объекты, которыми можно управлять, например, выключатель с обратной связью. Например, модель переключателя отпаек трансформатора содержит элементы управления. Элементы управления можно идентифицировать по последней букве **C** типа данных (например, DPC = двухпозиционные элементы управления/двойная команда с обратной связью или BSC = Сообщение о положении отпайки с управлением бинарным кодом/команда по переключению ответвлений с обратной связью).



[sccontrl-241013, 1, ru_RU]

(1) Положение (подключается к дискретным входам)

(2) Сигнализация текущего состояния

(3) Выход команды (подключается к дискретным выходам)

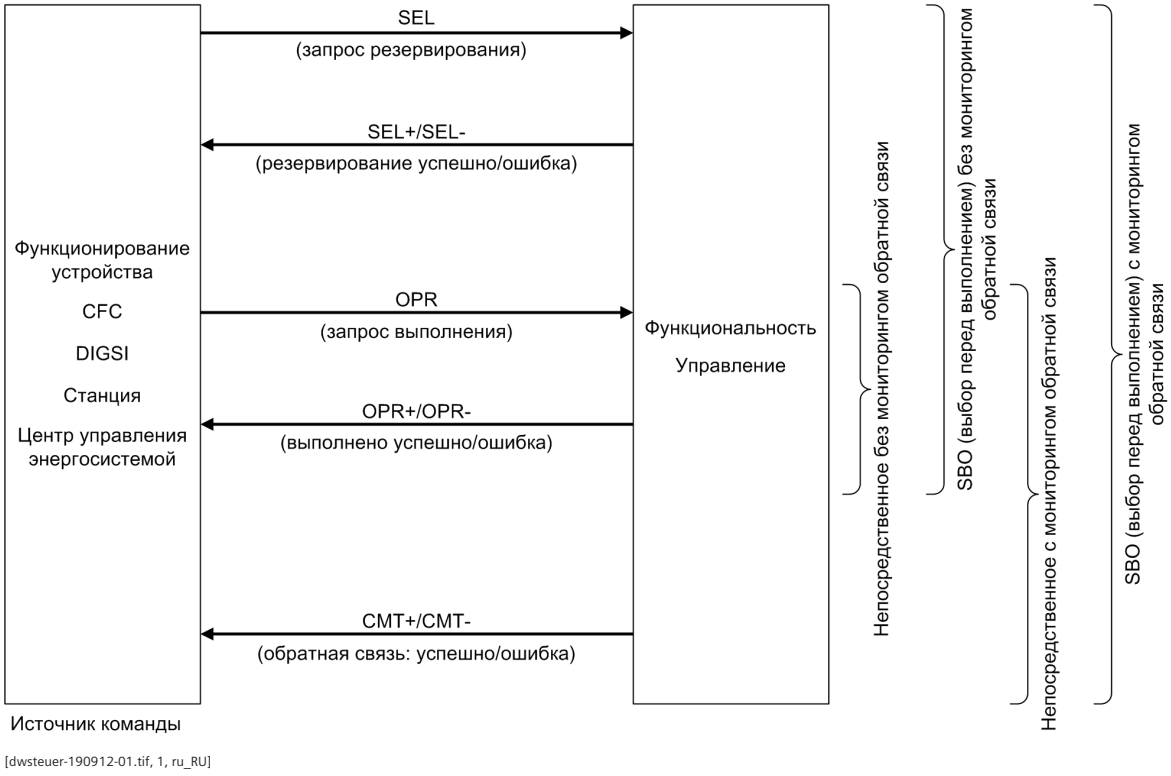
Команды на отключение и включение подключены к дискретным выходам. Для команды отключения возможен выбор, конфигурировать ли выход с запоминанием срабатывания или без запоминания. Положение связано с 2 дискретными входами (двухпозиционное сообщение). Кроме того, имеются сигналы, которые отображают текущее состояние переключателя (**не выбрано**, **выкл.**, **вкл.**, **промежуточное положение**, **ошибка положения**). Например, эти сигналы могут быть запрошены в CFC с целью создания условий оперативной блокировки.

Модели управления

Вы можете установить режим работы элементов управления, выбрав модель управления.
Имеется 4 различные модели управления:

- Прямое выполнение с контролем обратной связи (**прям. с обычн. безоп.**)
- С резервированием (SBO)[18] без контроля с обратной связью (**SBO с обычн. безоп.**)
- Прямое выполнение с контролем обратной связи (**прям.с дополн. безоп.**)
- С SBO с контролем обратной связи (**SBO с дополн. безоп.**)

На следующем рисунке показаны источники команд, типы команд и модели управления.



[dwsteuer-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-1 Источники команд, типы команд и модели управления

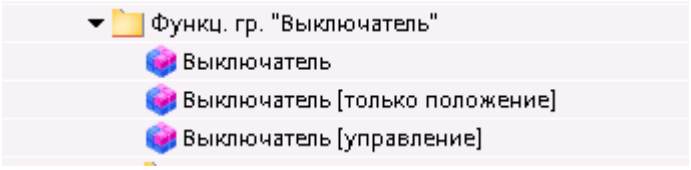
На рисунке показаны модели управления (справа) с соответствующими механизмами контроля (в центре). Стандартная модель управления для команды переключения в системе, совместимой с МЭК 61850 **SBO с контролем обратной связи** (**SBO с дополн. безоп.**). Эта модель управления является уставкой по умолчанию для вновь создаваемых коммутационных устройств.

[18] SBO: Выбор перед выполнением

7.2 Элементы переключения

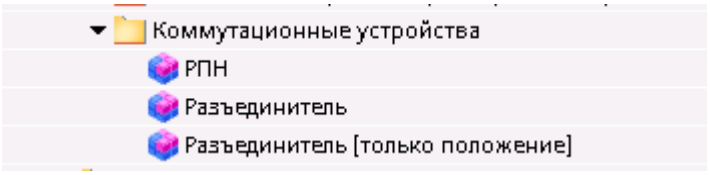
7.2.1 Общие сведения

В библиотеке DIGSI 5 можно найти следующие коммутационные устройства в ФГ **Выключатель** и **Коммутационные аппараты** (см. следующие рисунки).



[sccbausw, 1, ru_RU]

Рисунок 7-2 Выбор коммутационного аппарата Выключатель с помощью меню функциональной группы Выключатель в DIGSI



[scswausw, 1, ru_RU]

Рисунок 7-3 Выбор других коммутационных аппаратов в меню коммутационных устройств DIGSI

7.2.2 Коммутационный элемент выключатель

7.2.2.1 Структура коммутационного аппарата "Выключатель"

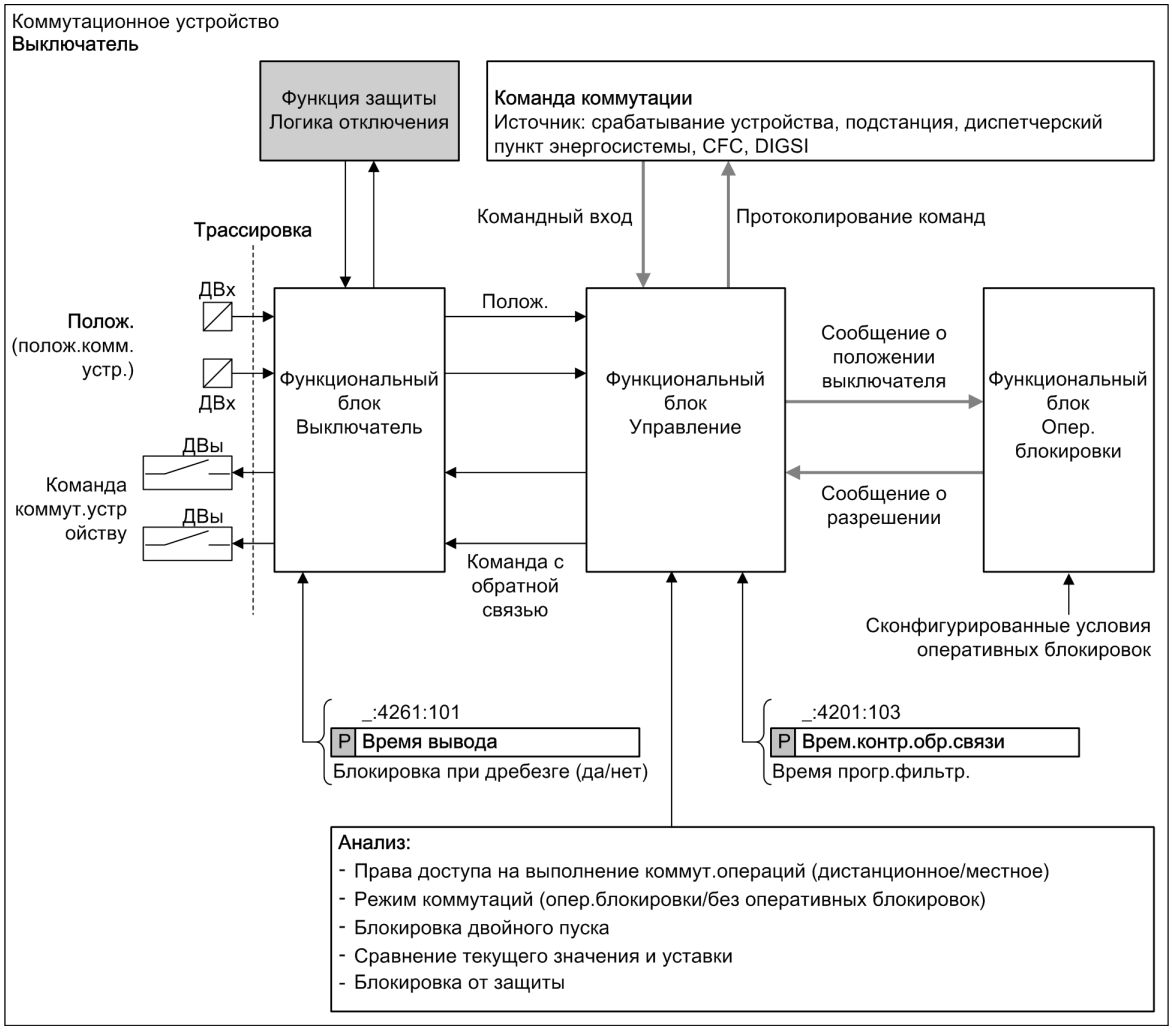
В данном разделе описываются характеристики управления коммутационного аппарата **Выключатель**.

Коммутационный аппарат **Выключатель** имеет следующие функциональные блоки, необходимые для выполнения управления:

- Функциональный блок **Выключатель**
- Функциональный блок **Управление**
- Функциональный блок **Блокировка**

Все это соответствует логическим узлами XCBR, CSWI и CILO по стандарту МЭК 61850.

В случае устройств защиты или комбинированных устройств защиты и управления, дополнительные функции могут быть включены в **Выключатель** коммутационного аппарата, например **контроль синхронизма**, **Автоматическое повторное включение (AREC)**, **Логика отключения** или **функция ручного включения**. Однако, они не относятся к функциям управления. Эти функции описаны в разделе Функции защиты и автоматические функции.



[dwbreake-220512-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-4 Функциональные блоки управления для коммутационного аппарата "Выключатель"

Выключатель получает информацию о положении аппарата через соответствующие, назначенные с помощью программы DIGSI 5, дискретные входы. Команды управления выключателя передаются на назначенные с помощью программы DIGSI 5 дискретные выходы.

Доступно 4 типа коммутационного аппарата **выключатель**:

- **Трехполюсный выключатель (только управление)**

  Данный коммутационный аппарат содержит следующие функциональные блоки, необходимые для управления: **управление**, **оперативные блокировки** и **выключатель**. Стандартно функция управления в устройстве SIPROTEC 5 выполняет ***включение*** или ***отключение*** всех трех фаз (полюсов) выключателя одновременно. Также может быть добавлена функция **синхронизации**.

- **3-полюсный выключатель**

  Коммутационный аппарат содержит дополнительные базовые функциональные блоки для функций защиты (например, **логику отключения**, **Ручное включение**, **тестирование выключателя**).

- **1-полюсный выключатель**

  Данный коммутационный аппарат предназначен для выполнения однофазного отключения от функций защиты. Дополнительно здесь содержатся базовые функциональные блоки защиты, такие как коммутационный аппарат **3-полюсный выключатель**.

- **Выключатель (только положение)**

  Данный коммутационный аппарат содержит только функциональный блок **Выключатель**. Он используется только для получения информации о положении аппарата, например, от соседнего присоединения (ячейки). Этот тип можно использовать для моделирования переключателей, для которых можно только получать информацию об их положении, но не контролировать при помощи устройства SIPROTEC 5.



ПРИМЕЧАНИЕ

При задании параметров устройства в библиотеке DIGSI 5 доступно 2 типа выключателей:

- **3-полюсный выключатель** или **1-полюсный выключатель**, в зависимости от выбранного устройства (с трех- или однофазным отключением)
- **Выключатель (только положение)**

Функциональные блоки, относящиеся к выключателю

Таблица 7-1 Функциональные блоки, относящиеся к функциональной группе выключатель

Функциональный блок	Описание	Параметры	Функция
Выключатель	Выключатель представляет физический коммутационный аппарат в устройстве SIPROTEC 5.	**Время вывода**	Положение выключателя формируется на основе сигналов от дискретных входов, а команды выдаются посредством дискретных выходов.
Управление	Обработка команд	**Модель управления** **Таймаут SBO** **Врем.контр.обр.связи** **Пров.прав вып.ком.** **Пров.достиж.полож.** **Пров.блок.дв.комманды** **Пров.блок.от защиты**	Проверка команд, обмен данными с источником выдачи команд и с функциональным блоком **Выключатель**
Оперативные блокировки	Оперативные блокировки в распредустройстве	Условия блокировки (реализованы в CFC)	Функция **Оперативные блокировки** выдает разрешающие сигналы для выполнения операций управления в распредустройстве.

Значения уставок параметра можно найти в главе *7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Дополнительные опции уставок коммутационного элемента "Выключатель"

Опции параметров выключателя назначаются на функциональные блоки на основе их значимости. Дополнительные опции настройки выключателей, которые не могут быть непосредственно назначены на один из трех функциональных блоков, но, тем не менее, доступны:

Таблица 7-2 Дополнительные опции уставок коммутационного элемента "Выключатель"

Свойства	Функция	Где находится
Время программной фильтрации	Время программной фильтрации для определения положения	Положение функционального блока **управление** Сначала нажмите кнопку **Команда с обратной связью**, а затем **Подробно** в окне **Свойство** (в нижней части).
Повторный пуск фильтрации (да/нет)	Переключение времени фильтрации (вкл/выкл) посредством изменения положения	Положение функционального блока **управление** Сначала нажмите кнопку **Команда с обратной связью**, а затем **Подробно** в окне **Свойство** (в нижней части).
Время вывода сообщения перед фильтрацией (да/нет)	Рассмотрение времени фильтрации аппаратной части для позиции обнаружения метки времени	Положение функционального блока **управление** Сначала нажмите кнопку **Команда с обратной связью**, а затем **Подробно** в окне **Свойство** (в нижней части).
Подавление промежуточных положений (да/нет)	Подавление промежуточных положений	Положение функционального блока **управление** Сначала нажмите кнопку **Команда с обратной связью**, а затем **Подробно** в окне **Свойство** (в нижней части).
Блокировка при дребезге (да/нет)	Блокировка дребезга при переключении вкл/откл	Положение функционального блока **выключатель** Сначала нажмите кнопку **Позиция**, а затем **Подробно** в окне **Свойство** (в нижней части).
Параметры блокировки от дребезга:		
Допустимое количество изменений состояний	Задаваемое значение блокировки от дребезга: Задается один раз для всего устройства	Уставки устройства (находятся в меню Уставки)
Время конт. дребезга		
Количество испытаний на дребезг		
Бестоковая пауза при дребезге		
Время конт.возвр. дреб.		

Входы, выходы и варианты уставок функциональных блоков **Выключатель** и **Управление** описаны в следующем разделе (см. *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*).

Оперативные блокировки

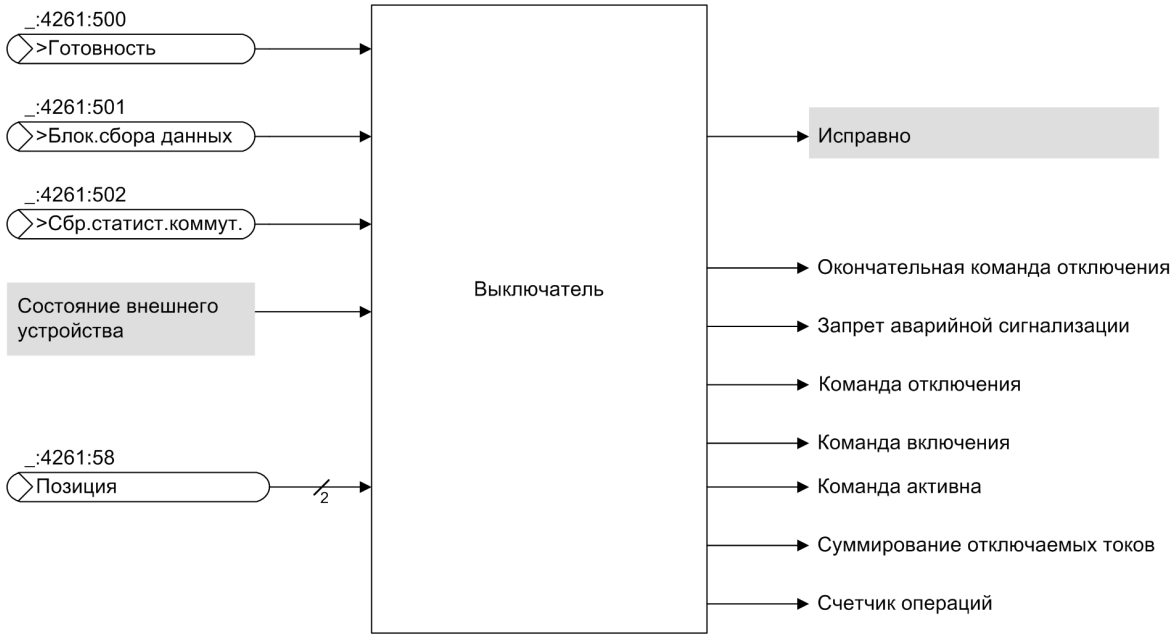
Функциональный блок **опер. блокировок** выдает разрешающие сигналы для выполнения операций управления в распредустройстве. Фактические условия оперативных блокировок реализованы в CFC. Более подробная информация об этой функции приведена в *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*.

7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок

Выключатель

Выключатель представляет физический коммутационный аппарат в устройстве SIPROTEC 5. Задача функционального блока "Выключатель" — повторение положения аппарата в зависимости от информации от дискретных входов.

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Выключатель**.



[dwfuncls-140212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-5 Логические входы и выходы функционального блока Выключатель

Таблица 7-3 и *Таблица 7-4* перечисляют список входов и выходов с описанием их функций и типа. Для входов также описано влияние параметра **Достоверность = недействительно** на значение сигнала.

ПРИМЕР

Если сигнал **>Готовность** принимает значение **Достоверность сигнала = недействительно**, то значение устанавливается равным **Очищено**. В критических состояниях работы выключатель должен выдавать сигнал о его неготовности к циклу **Включения/Отключения**.

Таблица 7-3 Входы функционального блока Выключатель

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение по умолчанию, если Достоверность = недействительно
>Готовность	Сигнал **>Готовность** показывает, что можно отключить-включить-отключить выключатель. Этот сигнал используется в функции АПВ в режиме ожидания.	Неактивно SPS	Перемещение
>Блок.сбора данных	По сигналу на дискретном входе выполняется блокирование опроса данных. Активизировать данный дискретный вход можно также через внешний ключ.	Неактивно SPS	Без изменений
>Сбр.статист.коммут.	Помимо прочего, дискретный вход присваивает счетчику коммутационных циклов значение 0.	Неактивно SPS	Без изменений

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение по умолчанию, если Достоверность = недействительно
Испр.внеш.оборуд.	**Испр.внеш.оборуд. Дискретный вход** отражает состояние выключателя (EHealth). Данный вход активизируется через CFC с помощью блока BUILD_ENS. В свою очередь, блок BUILD_ENS может опрашивать дискретные входы, отображающие состояния ***OK***, ***Предупреждение***, ***Тревога***, как результат работы функции **контроль цепей отключения**.	ENS	Без изменений
Позиция	Сигнал **Позиция** может быть использован для считывания положения выключателя с двухпозиционным сообщением.	DPC	Без изменений

Если для входного сигнала предполагается статус **Достоверность = недействительно**, тогда статус режима ожидания (EHealth) функции **выключателя** устанавливается на *Предупреждение*.

Таблица 7-4 Выходы функционального блока "Выключатель"

Имя сигнала	Описание	Тип
Оконч.отключение	Защита выполнила окончательное отключение.	Неактивно SPS
Подавл.авар.сигн.	Сигнальный контакт для запрета внешней сигнализации во время выполнения АПВ (опция), а также во время выдачи команд на переключение.	Неактивно SPS
Сч.оп.	Выполняет подсчет числа циклов коммутации выключателя.	INS
Команда откл./выкл.	Данный логический выход отвечает за выдачу команды **Отключить**.	Неактивно SPS
Команда включения	Данный логический выход отвечает за выдачу команды **Включить**.	Неактивно SPS
Команда активна	Дискретный выход **Команда активна** отвечает за сигнализацию работающей команды (активное реле или выбранный коммутационный аппарат (SEL)).	Неактивно SPS
КолЧасОткПолВыкл	Значение статистики подсчитывает количество часов, в течение которых выключатель отключен.	INS
Кол часов в работе	Статистическое значение подсчитывает количество часов, в течение которых хотя бы один фазный ток больше уставки **Ток.откл-го плж.выкл.**.	INS

Управление

Функции управления отвечают за выдачу и контроль команд, а также осуществляют связь между источником команд и выключателем. Путем задания соответствующих уставок можно определять способ обработки команд.

С помощью функции SBO (Выбор перед выполнением, резервирование.[19]) сначала происходит резервирование коммутационного аппарата перед фактическим управлением. Таким образом этот коммутационный аппарат остается заблокированным для других команд. Контроль обратной связи позволяет получать информацию команде, пока она выполняется. То есть контролируется успешность выполнения команды. Эти два варианта можно выбрать по отдельности при выборе модели управления. Таким образом, возможны 4 комбинации (см. следующую таблицу).

Следующие параметры становятся доступны при управлении (см. следующую таблицу).

[19] В стандарте МЭК 61850 термин "Резервирование" описан как **Выбор перед выполнением (SBO)**.

Параметры	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:4201:101) Модель управления	SBO с дополн. безоп. [20]	прям. с обычн. безоп. SBO с обычн. безоп. прям.с дополн. безоп. SBO с дополн. безоп.
(_:4201:102) Таймаут SBO	30,00 с	от 0.01 с до 1800 с (Шаг: 0.01 с)
(_:4201:103) Врем.контр.обр.связи	1,00 с	от 0.01 с до 1800 с (Шаг: 0.01 с)
(_:4201:104) Пров.прав вып.ком.	да	нет да
(_:4201:105) Пров.достиж.полож.	да	нет да
(_:4201:106) Пров.блок.дв.комманды	да	нет да
(_:4201:107) Пров.блок.от защиты	да	нет да

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Управление**.



[dwsteue1-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-6 Логические входы и выходы функционального блока "Управление"

Таблица 7-5 Входы и выходы управления

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение, если Достоверность сигнала = недействительно
Команда с обр.связью	Используя сигнал **Команда с обр.связью**, положение автоматического выключателя принимается через двухпозиционное сообщение функционального блока **Выключатель** и команда передается.	Управляемые (DPC) Без изменений	Без изменений

[20] Уставка по умолчанию является стандартной моделью управления в совместимых с МЭК 61850 системах для команды переключения.

В матрице маршрутизации информации DIGSI 5 в качестве источника команд можно выбрать функциональную клавишу. В дополнение, она отображается, когда команда активируется через CFC. Регистрация в журналах маршрутизируется в этом же месте.

7.2.2.3 Варианты подключения выключателя

Для каждого коммутационного аппарата можно указать число полюсов (например, 1 полюс, 1.5 полюса, 2 полюса), которые переключаются с обратной связью или без нее. В результате получается необходимое количеств информации, подлежащей обработке.

Таким образом устанавливается тип команды. Число переключаемых полюсов выключателя (1, 1.5 или 2) зависит от конструкции системы управления. В большинстве случаев активация ЭМО выключателя однополюсная.

Таблица 7-6 Расшифровка сокращений вариантов подключения

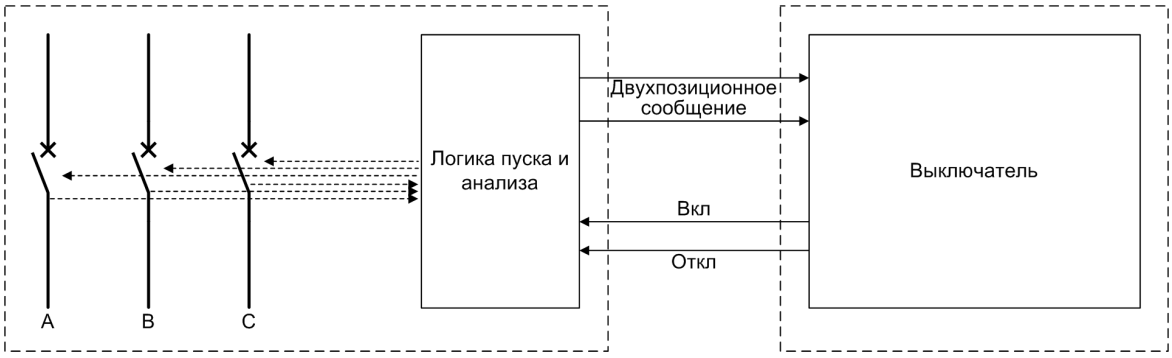
Сокращение	**Расшифровка сокращений вариантов подключения**
ДВых	Дискретный выход
L+; L-	Напряжение срабатывания
A	Команда отключения
Земля	Команда включения

Таблица 7-7 Расшифровка сокращений DIGSI

Сокращение	**Описание входа в DIGSI**
U	Без фиксации срабатывания Щелкните правой кнопкой мыши и введите **U**.
X	Команда включения Щелкните правой кнопкой мыши и введите **X** для соответствующего дискретного выхода.
OH	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **Отключено**, при наличии напряжения на ранжированном дискретном входе (H). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **OH**.
OL	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **Отключено**, при отсутствии напряжения на ранжированном дискретном входе (L). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **OL**.
GH	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **Включено**, при наличии напряжения на ранжированном дискретном входе (H). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **CH**.
CL	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **ВКЛ**, при отсутствии напряжения на ранжированном дискретном входе (H). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **CL**.
AG	Фиксация только отключения Щелкните правой кнопкой мыши и введите **AG**.

Вариант подключения: 3-полюсный выключатель

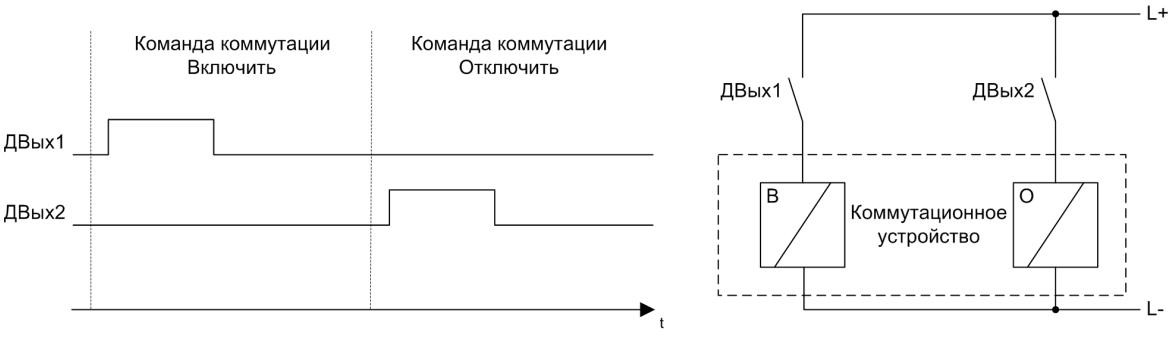
Это стандартный тип функции управления. Все 3 отдельных полюса выключателя переключаются одновременно с помощью двойной команды.



[dw3polls-070611-01.tif, 1, ru_RU]

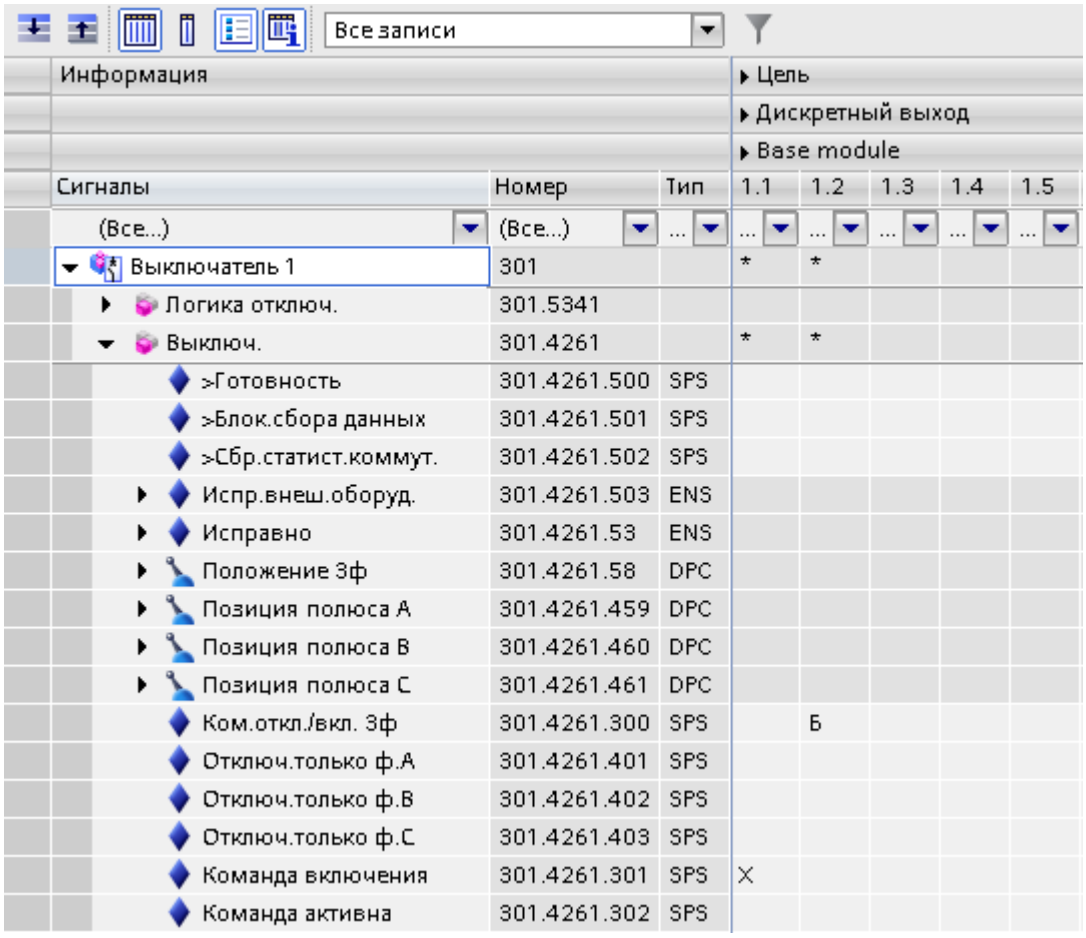
Рисунок 7-7 3-полюсный выключатель

1-полюсное срабатывание



[dw1polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-8 1-полюсное срабатывание

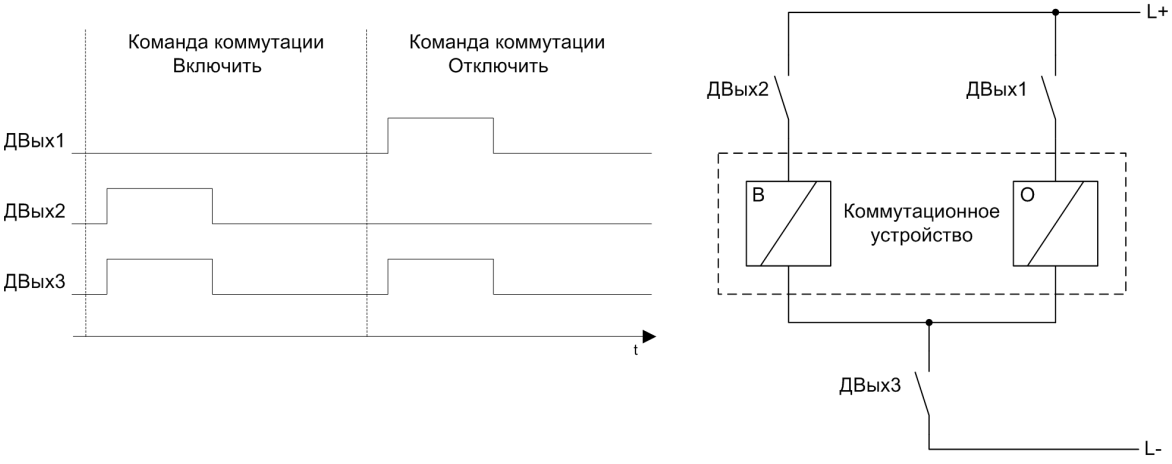


[ScRang1pLS1p-130913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-9 1-полюсное срабатывание, маршрутизация к DIGSI

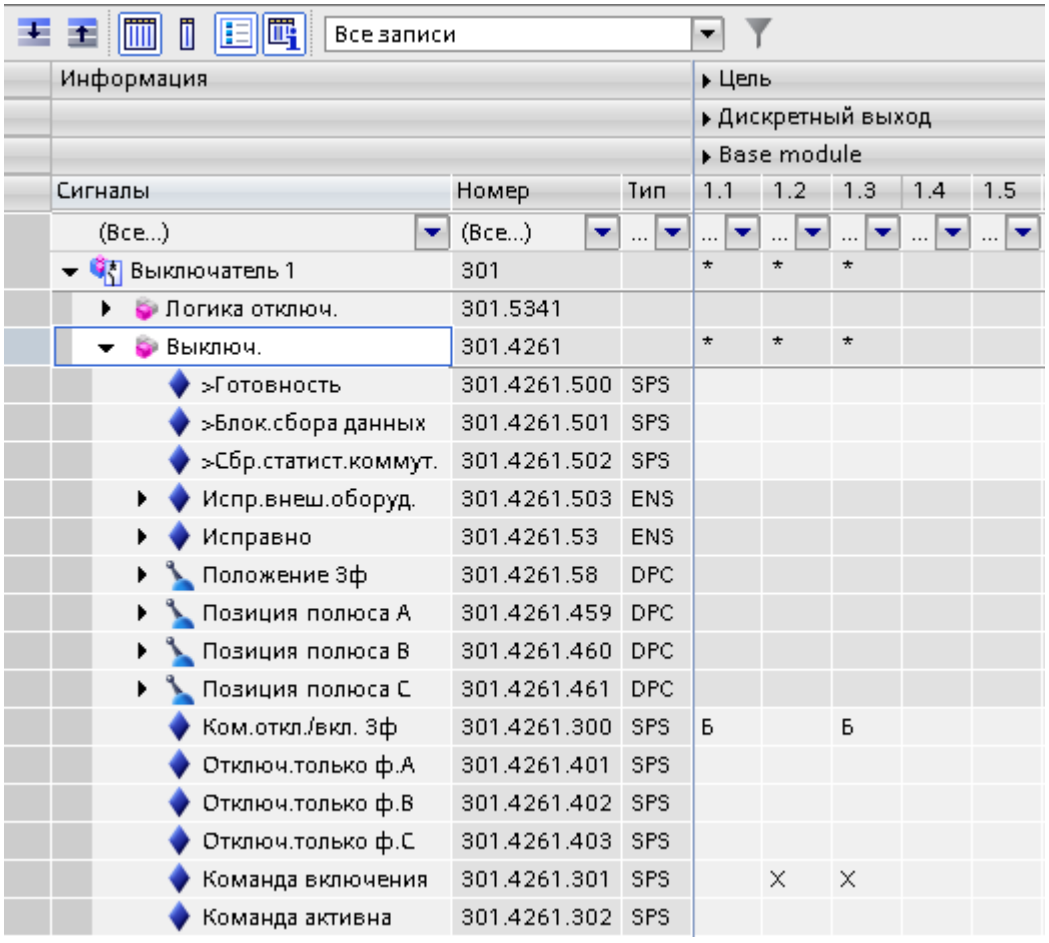
Контакты для ***Включено*** и ***Отключено*** можно выбрать по желанию. Совсем не обязательно, чтобы они находились рядом друг с другом. Символ **Б** обозначает команду без фиксации. Или же можно выбрать **AG** (Фиксация только отключения).

1,5-полюсное срабатывание



[dw5polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

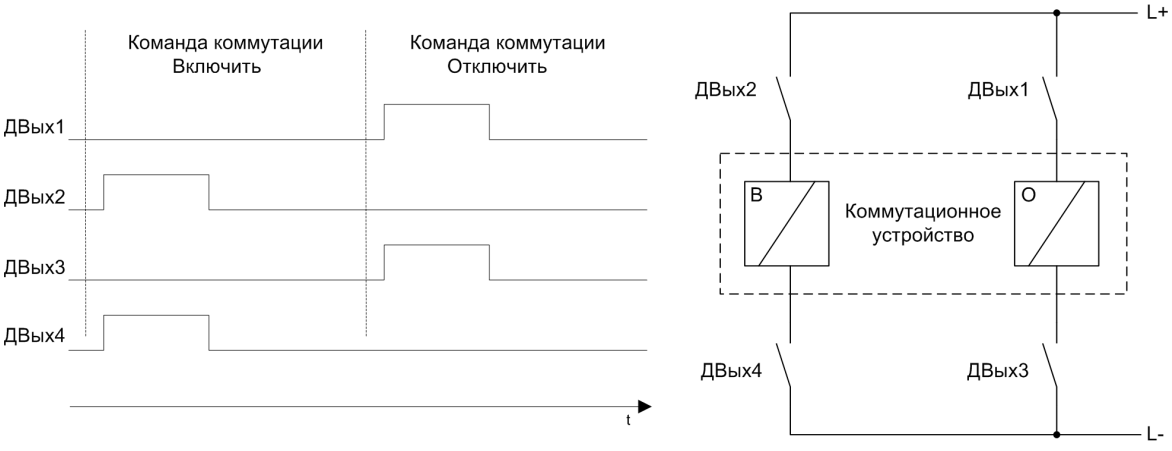
Рисунок 7-10 1,5-полюсное срабатывание



[ScRang1pLS15p-130913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-11 1,5-полюсное срабатывание, маршрутизация к DIGSI

2-полюсное срабатывание



[dw2polan-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-12 2-полюсное срабатывание

			Дискретный вход							Дискретный выход									
			Базовый модуль							Базовый модуль									
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11
(Все...)	(Все...)																			
Общие данные	91																			
Устройство	4171																			
Раб.с ав.сообщ	5971																			
Управел.врем.	8821																			
СинхрВрем	8851																			
Сбр. ДВых	4711																			
Сброс СИД не в гр.	7411																			
Энергосистема	11							*												
Регистрация	51																			
Линия 1	21													*						
Выключатель 1	301		*	*	*	*	*			*	*	*	*							
Логика отключ.	301.5341																			
Выключ.	301.4261		*	*	*	*	*			*	*	*	*							
>Готовность	301.4261.500	SPS					B													
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS																		
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS																		
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS																		
Исправно	301.4261.53	ENS																		
Положение 3ф	301.4261.58	DPC	OB																	
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC		BB																
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC			BB															
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC				BB														
Ком.откл./вкл. 3ф	301.4261.300	SPS								Б	Б	Б								
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS								X										
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS									X									
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS										X								
Команда включения	301.4261.301	SPS											X							
Команда активна	301.4261.302	SPS																		

[ScRang1pLS13p-13112014_EN, 1, ru_RU]

Рисунок 7-13 2-полюсное срабатывание, маршрутизация к DIGSI

Вариант подключения: 1-полюсный выключатель

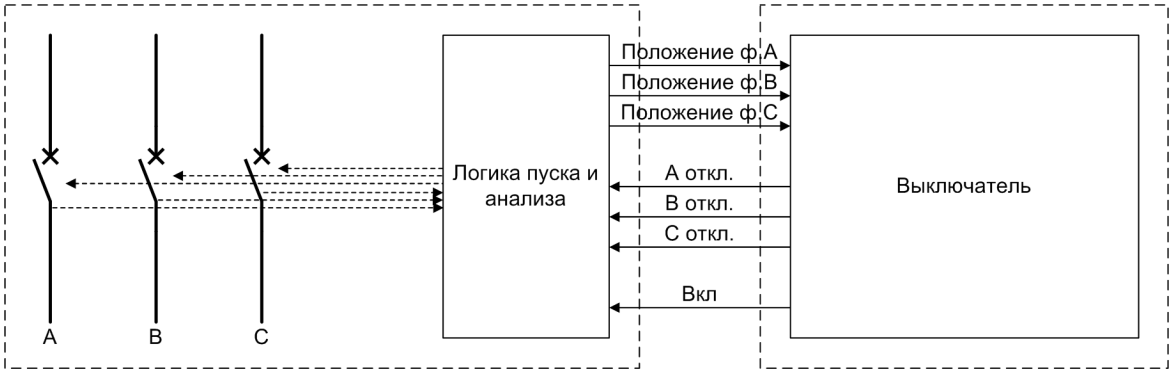
Однополюсный выключатель используется для пофазного отключения и отображения состояния каждого полюса выключателя. Он предназначен для общего использования 1-полюсной рабочей средой и функциями управления.

ПРИМЕЧАНИЕ

Подключение электрических цепей функциональной группы **Выключатель** к дискретных входам и выходам происходит один раз для каждого устройства.

Функция управления данного типа выполняет включение и отключение всех трех фаз одновременно.

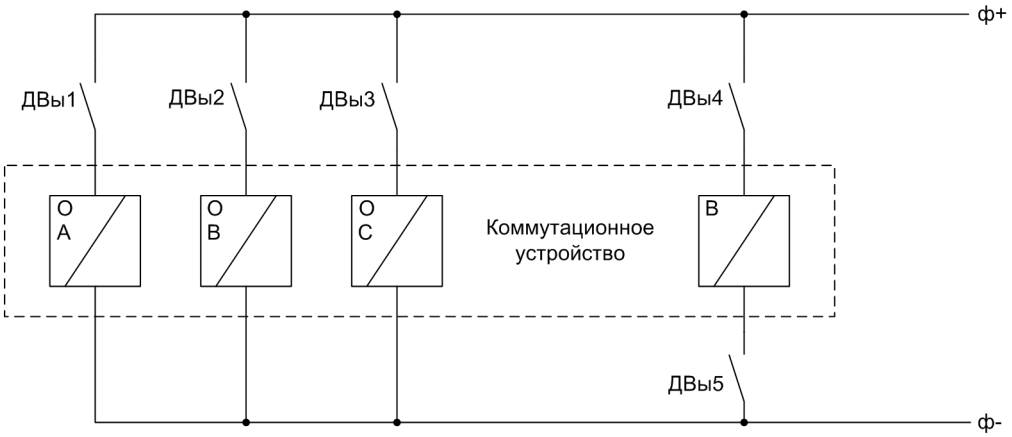
Функции управления могут выполнять однофазное отключение. Команда включения всегда трехфазная. Возможно, что включение будет происходить для отключенных полюсов.



[dw1polls-020211-01.tif, 1, ru_RU]

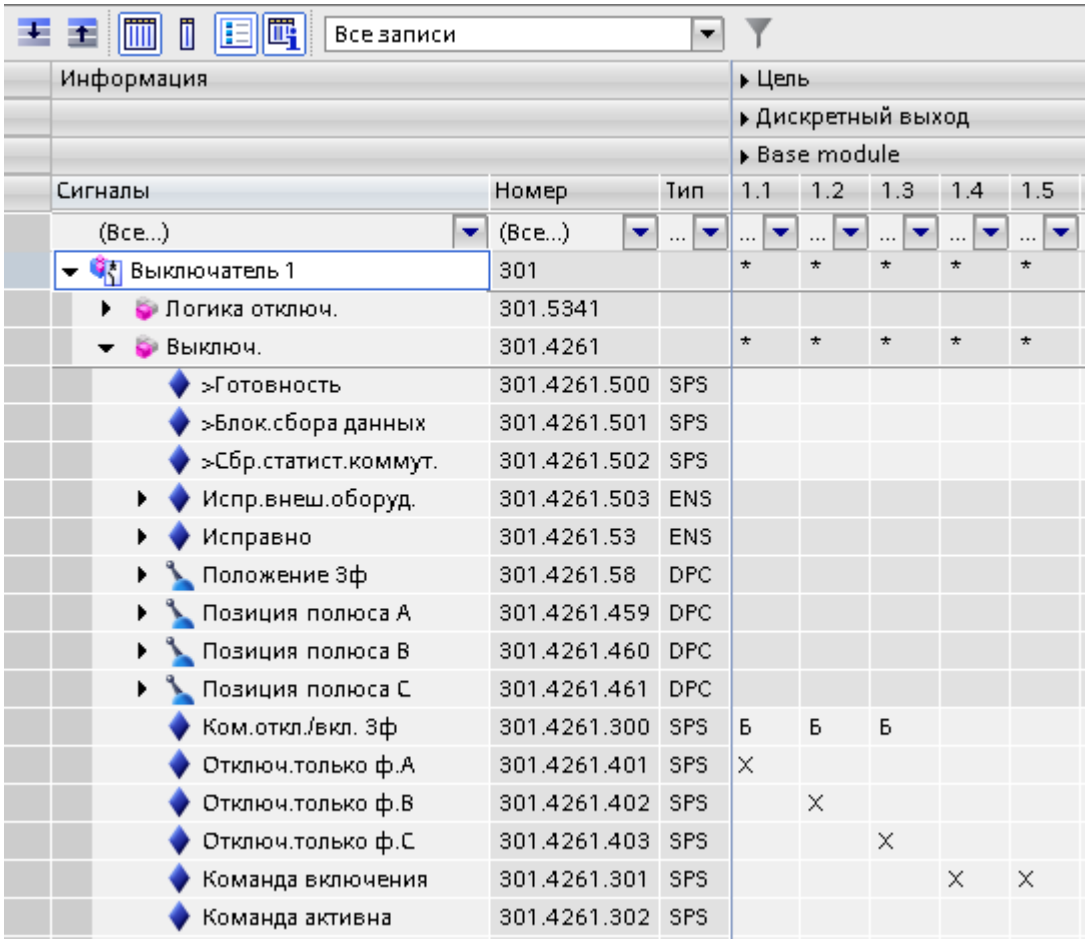
Рисунок 7-14 Выключатель с однополюсным переключением

Для выключателя с однополюсным переключением коммутация выполняется посредством одного реле на каждый полюс для команды отключения и через четвертое реле для команды включения (см. следующий рисунок).



[dw1panls-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-15 Однополюсное подключение выключателя



[ScRang1pLS13p-130913-01, 1, ru_RU]

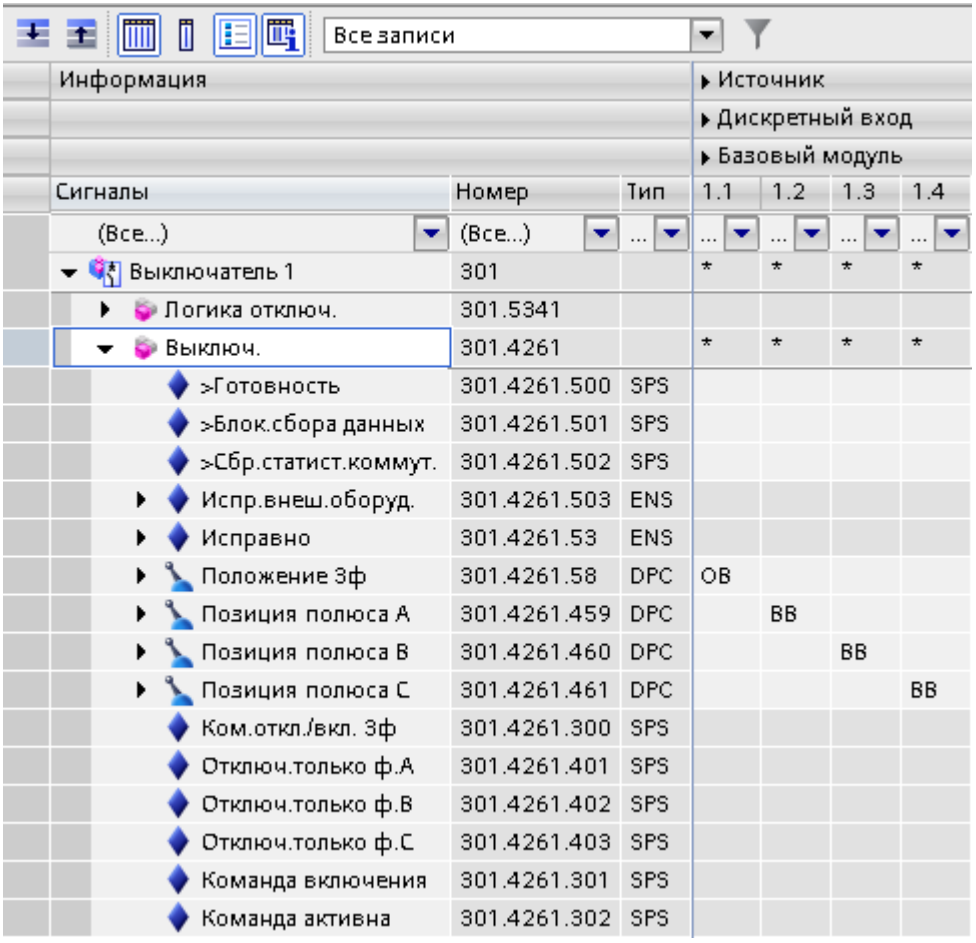
Рисунок 7-16 Ранжирование в DIGSI

На предыдущем рисунке показано однополюсное подключение выключателя. Команда отключения защиты маршрутизируется индивидуально для трех фаз (**Отключ.только ф.A** до **Отключ.только ф.C**).Команда отключения защиты маршрутизируется для трех фаз (**Ком.откл./выкл. 3ф**). Функция

управления всегда выполняет отключение трех полюсов коммутационного аппарата. Кроме того, три распределения с индексом **U** (без запоминания) активации и команды включения устанавливаются на трехфазные. Это ранжирование также используется функциями защиты, действующими на отключение трех фаз. Команда включения выдается одновременно на все три фазы.

Определение положения выключателя

Маршрутизация дискретных входов для обратной связи положения выключателя выполняется, как показано на предыдущем рисунке (также см. раздел *5.8.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).



[ScRang1pLSHk-130913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-17 Маршрутизация 1-полюсных компонентов в DIGSI

Расшифровка сокращений представлена в *Таблица 7-6* и *Таблица 7-7*.

Сигнал **Команда активна** также может быть ранжирован на дискретный выход. Дискретный выход всегда активен, если присутствуют команды включения или отключения, или если коммутационный аппарат выбран функцией управления.

7.2.2.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Базис величины				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный раб.ток		0.20 A до 100000.00 A	1000.00 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:102	Общие данные:Ном. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование
Логика отключ.				
_:5341:103	Логика отключ.:Сброс ком.отключ.		• при I< • при I<< и БК • при возврате	при I<<
Выключ.				
_:4261:101	Выключ.:Время вывода		0.02 с до 1800.00 с	0.10 с
РучнВключ				
_:6541:101	РучнВключ:Время действия		0.01 с до 60.00 с	0.30 с
Управление				
_:4201:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:4201:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:4201:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	1.00 с
_:4201:104	Управление:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:4201:105	Управление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:4201:106	Управление:Пров.блок.дв.комманды		• нет • да	да
_:4201:107	Управление:Пров.блок.от защиты		• нет • да	да
Тест.Выключ.				
_:6151:101	Тест.Выключ.:Бестоковая пауза		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

7.2.2.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Логика отключ.			
_:5341:300	Логика отключ.:Сообщ.отключ.	ACT	O
Выключ.			
_:4261:500	Выключ.:>Готовность	SPS	I
_:4261:501	Выключ.:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:4261:502	Выключ.:>Сбр.статист.коммут.	SPS	I
_:4261:503	Выключ.:Испр.внеш.оборуд.	ENS	I
_:4261:53	Выключ.:Исправно	ENS	O
_:4261:58	Выключ.:Позиция	DPC	C
_:4261:300	Выключ.:Команда откл./выкл.	SPS	O
_:4261:301	Выключ.:Команда включения	SPS	O
_:4261:302	Выключ.:Команда активна	SPS	O
_:4261:303	Выключ.:Оконч.отключение	SPS	O
_:4261:304	Выключ.:Подавл.авар.сигн.	SPS	O
_:4261:306	Выключ.:Сч.оп.	INS	O
_:4261:307	Выключ.:ΣIоткл.	BCR	O
_:4261:308	Выключ.:ΣIAотк.	BCR	O
_:4261:309	Выключ.:ΣIBотк.	BCR	O
_:4261:310	Выключ.:ΣICотк.	BCR	O
_:4261:311	Выключ.:Разрыв.ток ф.A	MV	O
_:4261:312	Выключ.:Разрыв.ток ф.B	MV	O
_:4261:313	Выключ.:Разрыв.ток ф.C	MV	O
_:4261:314	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.A	MV	O
_:4261:315	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.B	MV	O
_:4261:316	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.C	MV	O
РучнВключ			
_:6541:501	РучнВключ:>Блок.ручное включ.	SPS	I
_:6541:500	РучнВключ:>Вход	SPS	I
_:6541:300	РучнВключ:Обнаружено	SPS	O
Управление			
_:4201:53	Управление:Исправно	ENS	O
_:4201:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C
Опер.блокир.			
_:4231:500	Опер.блокир.:>Акт.отключение	SPS	I
_:4231:501	Опер.блокир.:>Акт.включение	SPS	I
_:4231:502	Опер.блокир.:>Акт.отключ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:503	Опер.блокир.:>Акт.включ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:53	Опер.блокир.:Исправно	ENS	O
Тест.Выключ.			
_:6151:53	Тест.Выключ.:Исправно	ENS	O
_:6151:301	Тест.Выключ.:Выполн.испыт.	ENS	O
_:6151:302	Тест.Выключ.:Выд.команда отключ.	ENS	O
_:6151:303	Тест.Выключ.:Выд.команда включ.	ENS	O
_:6151:304	Тест.Выключ.:Испыт.отменено	ENS	O
_:6151:311	Тест.Выключ.:3ф откл.-вкл.	SPC	C

7.2.3 Коммутационный элемент разъединитель

7.2.3.1 Структура коммутационного аппарата Разъединитель

Как и выключатель, функциональная группа **Разъединитель** содержит следующие три функциональных блока:

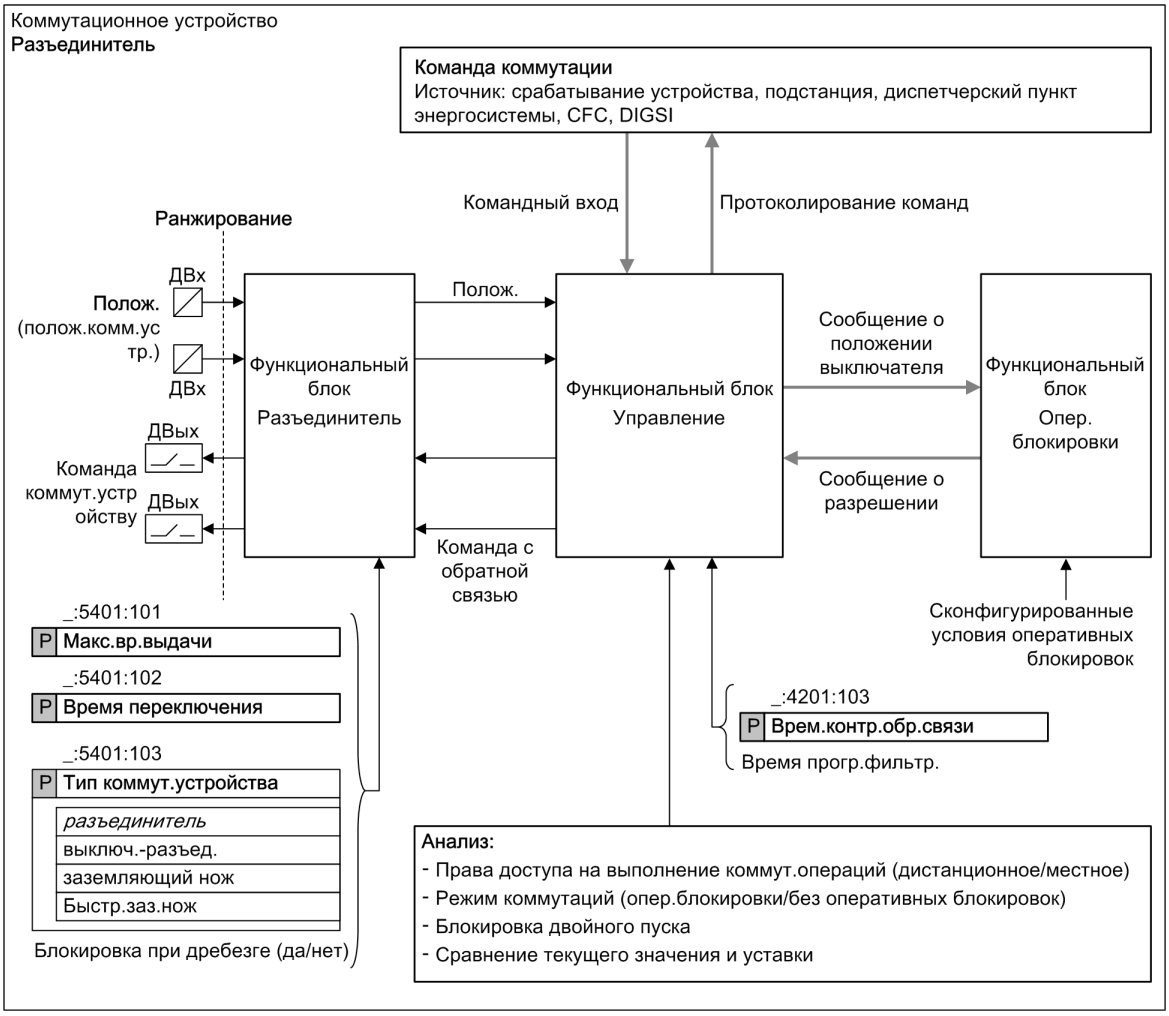
- Функциональный блок **Разъединитель**
- Функциональный блок **Управление**
- Функциональный блок **Опер.блокир.**

Что соответствует логическим узлам XSWI, CSWI и CILO по стандарту МЭК 61850.

ПРИМЕЧАНИЕ

В отличие от ФГ **Выключатель**, функциональная группа **Разъединитель** не может содержать какие-либо дополнительные функции, т. к. функции защиты или синхронизации не могут влиять на разъединитель.

Следующий рисунок показывает структуру функциональной группы **Разъединитель**:



[dwdiscon-190612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-18 Блоки функций, связанных с управлением, коммутационного переключающего устройства

Функциональная группа **Разъединитель** имеет характеристики, аналогичные ФГ **Выключатель**. Только функциональная группа Разъединитель в отличие от ФГ Выключатель содержит вместо функционального блока Выключ. функциональный блок Разъединитель. Блокировка при срабатывании защит недоступна в функциональном блоке **Управление**.

В программе DIGSI 5 доступны 2 различных варианта функциональной группы **Разъединитель**:

- **Разъединитель**

  Доступно управление коммутационным аппаратом, то есть включение и отключение.

- **Разъединитель [только положение] (только фиксация положения, без функций управления)**

  Такой вариант используется достаточно редко. Он применяется для заземляющих ножей, которыми управлять невозможно, но можно получить информацию об их положении. Кроме того, эта функция позволяет получить информацию о положении соседнего (смежного) разъединителя.

Функциональные блоки, относящиеся к выключателю

Таблица 7-8 Функциональные блоки функциональной группы Разъединитель

Функциональный блок	Описание	Параметры	Функция
Разъединитель	Разъединитель представляет собой физический коммутационный аппарат в устройстве SIPROTEC 5.	**Макс.вр.выдачи** **Время переключения** **Тип коммут.устройства**	Положение разъединителя формируется на основе сигналов от дискретных входов, а команды выдаются посредством дискретных выходов.
Управление	Обработка команд	**Модель управления** **Таймаут SBO** **Врем.контр.обр.связи** **Пров.прав вып.ком.** **Пров.достиж.полож.** **Пров.блок.дв.команды**	Проверка команд, обмен данными с источником выдачи команд и с функциональным блоком **Разъединитель**
Опер.блокир.	Оперативные блокировки в распредустройстве	Условия блокировки (реализованы в CFC)	Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разрешающие сигналы для выполнения команд управления в распредустройстве.

Значения уставок параметра можно найти в главе *7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Дополнительные параметры элемента Разъединитель

Для функциональных блоков функциональной группы Разъединитель могут быть выставлены дополнительные параметры. Дополнительные опции настройки разъединителей, которые не могут быть непосредственно назначены на один из 3 функциональных блоков, аналогичны доступным настройкам выключателя:

Таблица 7-9 Дополнительные параметры элемента Разъединитель

Свойства	Функция	Где находится
Время прогр.фильтр.	Время программной фильтрации для определения положения	Команда с обратной связью функционального блока **Управление**
Повторный пуск фильтра (да/нет)	Перезапуск времени фильтрации (вкл/выкл) после изменения положения	Команда с обратной связью функционального блока **Управление**
Метка вр.сообщ.до фильтр. (да/нет)	Метка времени возникновения сообщения устанавливается до фильтрации	Команда с обратной связью функционального блока **Управление**

Свойства	Функция	Где находится
Подавл. промеж. полож. (да/нет)	Подавление промежуточных положений	Команда с обратной связью функционального блока **Управление**
Блок. дребезг. (да/нет)	Блокировка дребезга при переключении вкл/откл	Положение функционального блока **Разъединитель**
Параметры блокировки от дребезга:		
Доп.кол-во изм.сост.	Задаваемое значение блокировки от дребезга: Задается один раз для всего устройства	Уставки устройства (находятся в меню Уставки)
Время ктрл.дребезга		
Доп.кол-во изм.сост.до сигнлиз-ии		
Время блк-ки сигнала		
Время ктрл.возвр.дребезга		

Входы, выходы и уставки функционального блока **Разъединитель** описаны в следующем разделе (см. *7.2.3.3 Типы управления разъединителем*. Функциональный блок **Управление** идентичен функциональному блоку **Выключ.** за исключением того, что блокировка оперативных команд при срабатывании функций защиты доступна только в функциональном блоке Выключ.

Более подробную информацию можно найти в главе *7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Оперативные блокировки

Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разрешающие сигналы для выполнения операций управления в распредустройстве. Фактические условия оперативных блокировок реализованы в CFC. Более подробная информация об этой функции приведена в *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*.

7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Разъединитель

Разъединитель представляет собой физический коммутационный аппарат в устройстве SIPROTEC 5. Задача функционального блока "Разъединитель" — повторение положения аппарата в зависимости от информации от дискретных входов.

Функциональный блок **Разъединитель** автоматически связывается через матрицу сообщений с дискретными входами, которые регистрируют положение разъединителя и с дискретными выходами, которые выдают команды переключения.

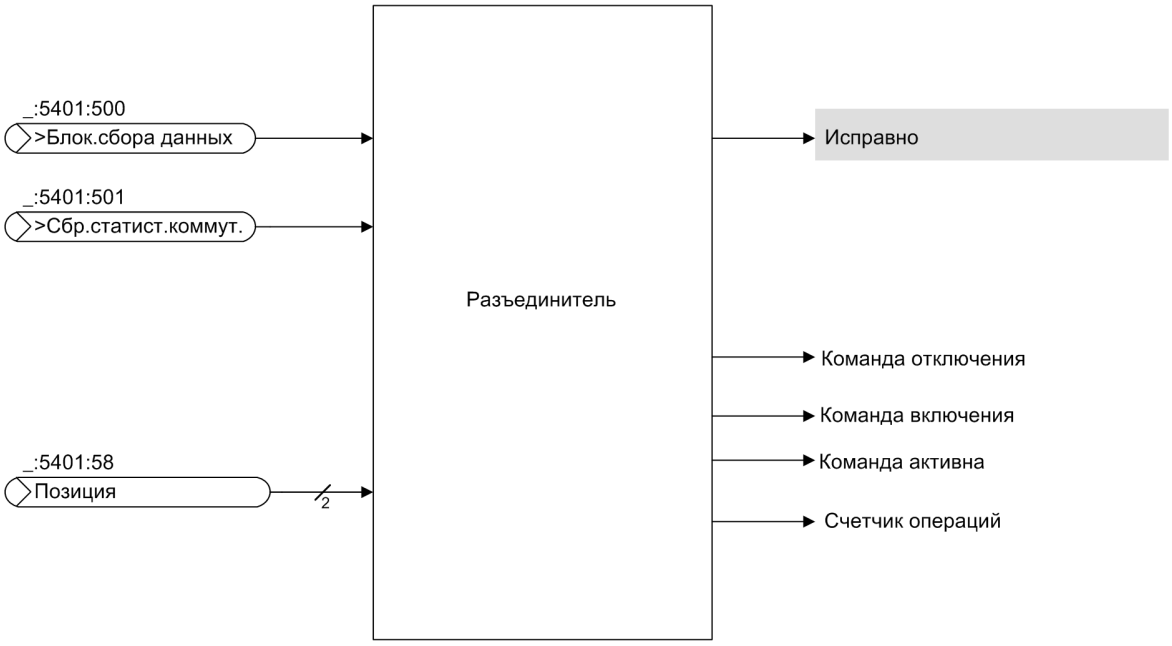
Следующие параметры становятся доступны при использовании функционального блока **Разъединитель** (см. следующую таблицу).

Параметр	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:5401:101) Макс.вр.выдачи	***10.00 c***	от 0.01 с до 1800 с (Шаг: 0.01 с)
(_:5401:102) Время переключения	***0.00 c***	от 0 с до 60 с
(_:5401:103) Тип коммут.устройства	***разъединитель***	***выключ.-разъед.*** ***разъединитель*** ***заземляющий нож*** ***Быстр.заз.нож***

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Тип коммут.устройства** имеет значение только при использовании интерфейса МЭК 61850. Параметр используется для задания типа разъединителя для коммуникации через интерфейс МЭК 61850. Это обязательный объект данных в стандарте IEC 61850.

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Разъединитель**.



[dwoutinp-150212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-19 Логические входы и выходы функционального блока "Разъединитель"

В *Таблица 7-10* и *Таблица 7-11* приведены входы и выходы с описанием назначения и типа. Для входов также описано влияние параметра **Достоверность = недействительно** на значение сигнала.

Таблица 7-10 Входы функционального блока Разъединитель

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение, если Достоверность сигнала = недействительно
>Блок.сбора данных	По сигналу на дискретном входе выполняется блокирование опроса данных. Активизировать данный дискретный вход можно также через внешний ключ.	SPS	Без изменений
>Сбр.статист.коммут.	Сигнал на дискретном входе устанавливает значение счетчика циклов на 0.	SPS	Без изменений
Позиция	Дискретный вход **Позиция** может использоваться для считывания положения разъединителя в виде двухпозиционного сообщения.	DPC	Без изменений

Если для достоверности входного сигнала предполагается статус **Достоверность = недействительно**, тогда статус режима ожидания (Health) функции **разъединителя** устанавливается на *Предупреждение*.

Таблица 7-11 Выходы функционального блока Разъединитель

Имя сигнала	Описание	Тип
Команда отключения	Данный дискретный выход отвечает за выдачу команды **Отключить**.	SPS
Команда включения	Данный дискретный выход отвечает за выдачу команды **Включить**.	SPS
Команда активна	Дискретный выход **Команда активна** выполняет команду сигнализации (команда активна или коммутационный аппарат выбран (SEL)). При Команда активна активируется либо команда Вкл., либо Откл.	SPS
Сч.оп.	Выполняет подсчет числа циклов коммутации разъединителя.	INS

Управление

Функции управления отвечают за выдачу и контроль команд, а также осуществляют связь между источником команд и разъединителем. Путем задания соответствующи уставок можно определять способ обработки команд.

С помощью функции SBO (Выбор перед выполнением, резервирование.[21]) сначала происходит резервирование коммутационного аппарата перед фактическим управлением. Таким образом этот коммутационный аппарат остается заблокированным для других команд. Контроль обратной связи позволяет получать информацию команде, пока она выполняется. То есть контролируется успешность выполнения команды. Эти два варианта можно выбрать по отдельности при выборе модели управления. Таким образом, возможны 4 комбинации (см. следующую таблицу).

Следующие параметры становятся доступны при управлении (см. следующую таблицу).

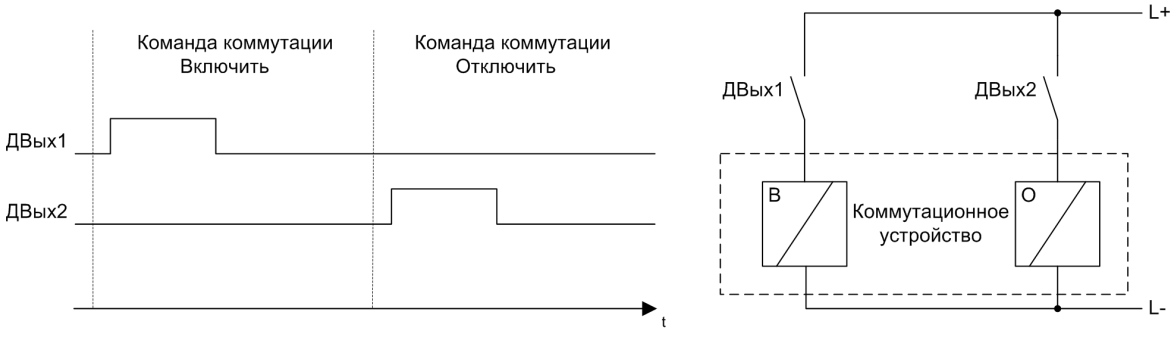
Параметр	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:4201:101) Модель управления	*SBO с дополн. безоп.*[22]	*прям. с обычн. безоп.* *SBO с обычн. безоп.* *прям.с дополн. безоп.* *SBO с дополн. безоп.*
(_:4201:102) Таймаут SBO	*30.00 с*	–
(_:4201:103) Врем.контр.обр.связи	*10.00 с*	–
(_:4201:104) Пров.прав вып.ком.	*да*	*нет* *да*
(_:4201:105) Пров.достиж.полож.	*да*	*нет* *да*
(_:4201:106) Пров.блок.дв.команды	*да*	*нет* *да*

7.2.3.3 Типы управления разъединителем

Типы управления идентичны типам управления выключателя. Расшифровка сокращений представлена в *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя* и *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*.

Число переключаемых фаз разъединителя (1, 1,5 или 2) зависит от конструкции системы вспомогательного и оперативного напряжения.

1-полюсная схема управления



[dw1ptren-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-20 1-полюсная схема управления

[21] В стандарте МЭК 61850 термин "Резервирование" описан как **Выбор перед выполнением (SBO)**.

[22] Уставка по умолчанию является стандартной моделью управления в совместимых с МЭК 61850 системах для команды переключения.

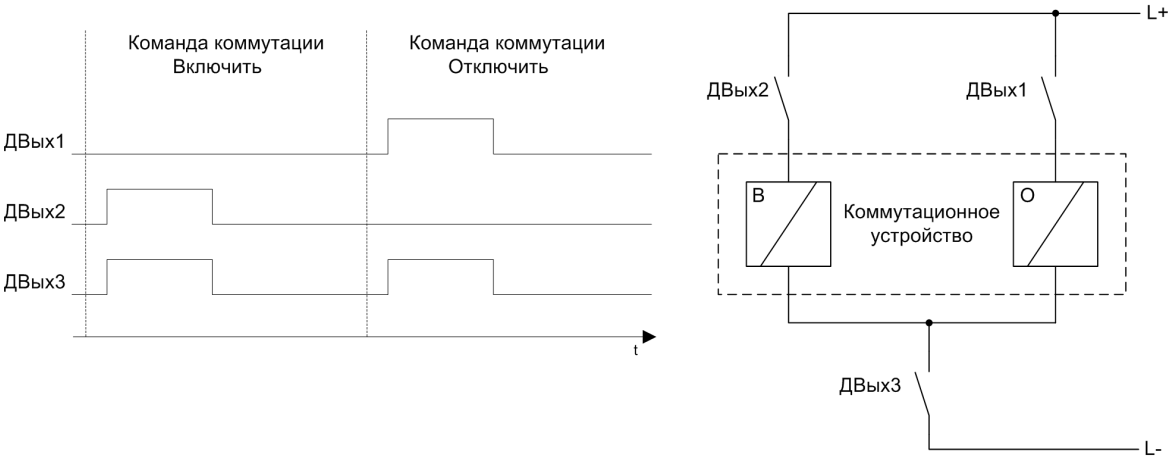
Информация			Ст.	Цель			
				Дискретный выход			
				Базовый модуль			
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4
(Все...)	(Все...)	...		...	...	...	...
Разъединитель 1	601			*	*		
Управление	601.4201						
Опер.блокир.	601.4231						
Разъединитель	601.5401			*	*		
>Блок.сбора данных	601.5401.500	SPS					
>Сбр.статист.коммут.	601.5401.501	SPS					
Исправно	601.5401.53	ENS					
Позиция	601.5401.58	DPC					
Команда отключения	601.5401.300	SPS			X		
Команда включения	601.5401.301	SPS		X			

[scrangtrenn1p-13112014_EN, 1, ru_RU]

Рисунок 7-21 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1-полюсной схемы управления

Контакты для ***Включено*** и ***Отключено*** можно выбрать по желанию. Совсем не обязательно, чтобы они находились рядом друг с другом.

1,5-полюсная схема управления



[dw5polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

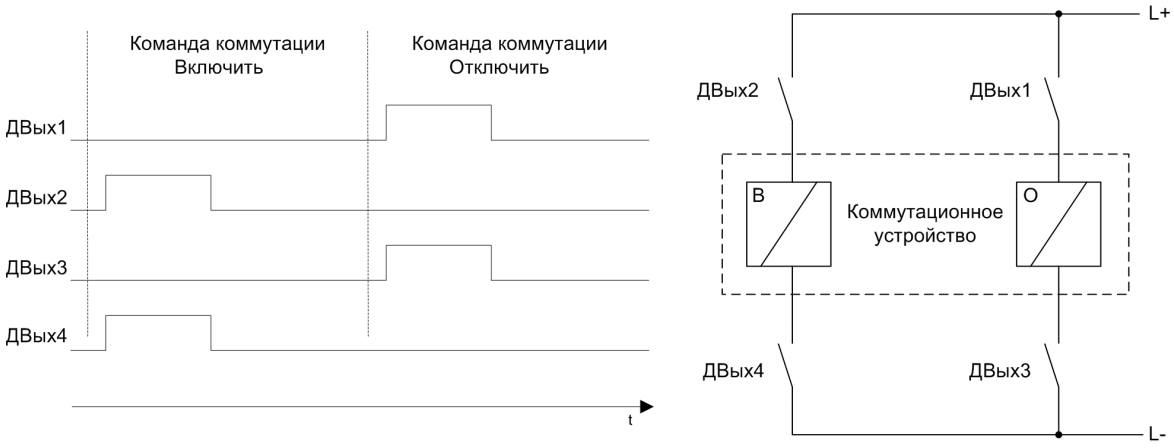
Рисунок 7-22 1,5-полюсная схема управления

Информация			C ▸ Цель			
			▸ Дискретный выход			
			▸ Базовый модуль			
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4
	(Все...)	...	...	...	...	...
Разъединитель 1	601		*	*	*	
Разъединитель	601.5401		*	*	*	
>Блок.сбора данных	601.5401.500	SPS				
>Сбр.статист.коммут.	601.5401.501	SPS				
Исправно	601.5401.53	ENS				
Позиция	601.5401.58	DPC				
Команда отключения	601.5401.300	SPS	X		X	
Команда включения	601.5401.301	SPS		X	X	

[scrangtrenn15p-13112014_EN, 1, ru_RU]

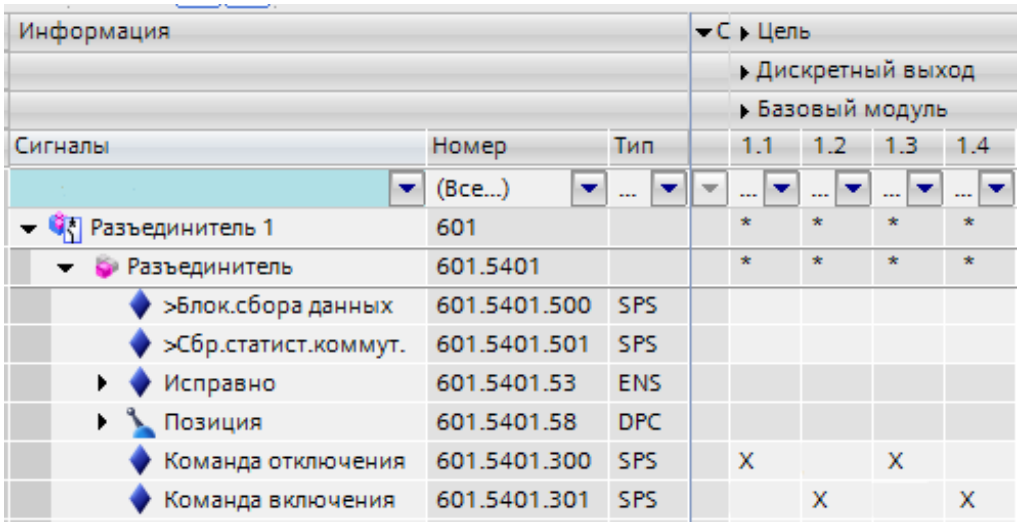
Рисунок 7-23 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1,5-полюсной схемы управления

2-полюсная схема управления



[dw2polan-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-24 2-полюсная схема управления



[scrangtrenn2p-13112014_EN, 1, ru_RU]

Рисунок 7-25 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 2-полюсной схемы управления

Обратная связь осуществляется через блок Позиция разъединителя.

7.2.3.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Управление				
_:4201:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:4201:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:4201:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
_:4201:104	Управление:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:4201:105	Управление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:4201:106	Управление:Пров.блок.дв.команды		• нет • да	да
Разъединитель				
_:5401:101	Разъединитель:Макс.вр.выдачи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
_:5401:102	Разъединитель:Время переключения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:5401:103	Разъединитель:Тип коммут.устройства		• выключ.-разъед. • разъединитель • заземляющий нож • Быстр.заз.нож	разъединитель

7.2.3.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управление			
_:4201:53	Управление:Исправно	ENS	O
_:4201:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C
Опер.блокир.			
_:4231:500	Опер.блокир.:>Акт.отключение	SPS	I
_:4231:501	Опер.блокир.:>Акт.включение	SPS	I
_:4231:502	Опер.блокир.:>Акт.отключ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:503	Опер.блокир.:>Акт.включ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:53	Опер.блокир.:Исправно	ENS	O
Разъединитель			
_:5401:500	Разъединитель:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:5401:501	Разъединитель:>Сбр.статист.коммут.	SPS	I
_:5401:53	Разъединитель:Исправно	ENS	O
_:5401:58	Разъединитель:Позиция	DPC	C
_:5401:300	Разъединитель:Команда отключения	SPS	O
_:5401:301	Разъединитель:Команда включения	SPS	O
_:5401:302	Разъединитель:Команда активна	SPS	O
_:5401:305	Разъединитель:Сч.оп.	INS	O

7.3 Последовательности переключений

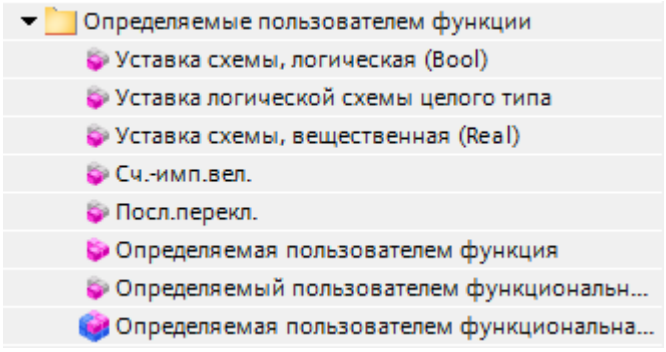
7.3.1 Обзор функций

В устройстве могут выполняться последовательности коммутаций, которые автоматически переключают элементы распределительного устройства в предварительно заданной последовательности.

Последовательность переключений состоит из специального функционального блока **Последовательность переключений** (Swi. seq.) из библиотеки DIGSI 5 и специфического для проекта списка команд переключения, генерируемых в CFC.

7.3.2 Описание функции

Функциональный блок **Посл.перекл.** находится в папке **Определяемые пользователем функции** в библиотеке DIGSI 5.

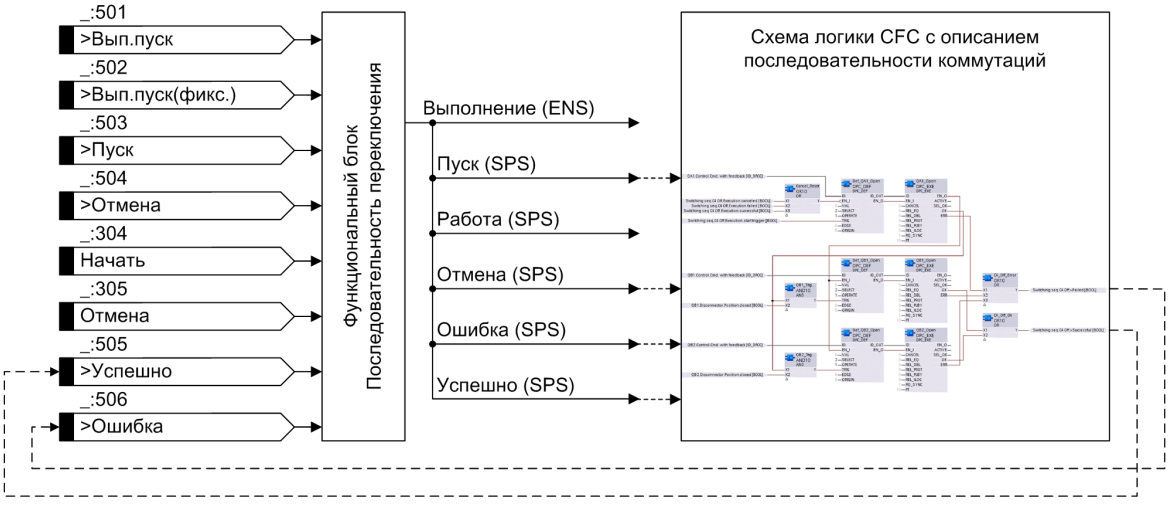


[scudeffb, 1, ru_RU]

Рисунок 7-26 Функциональный блок **Посл.перекл.** в библиотеке

Эти функциональные блоки можно использовать в информационной матрице на самом верхнем уровне (уровне функциональных групп) или в пользовательских функциональных группах.

Для каждой последовательности коммутаций используется один функциональный блок **Посл.перекл.**. Функциональный блок — это интерфейс для управления и контроля условий последовательности коммутаций через CFC. Задачей функционального блока является проверка условий для команд управления, например, прав на выполнение операций переключения, условий блокировки и т. п. Сигналы функционального блока можно связать с логическим элементом в схеме CFC. Они запускают и останавливают последовательность коммутаций, а также предоставляют данные о ее состоянии (см. *Рисунок 7-27*). CFC схема используется для активизации коммутационного аппарата, который должен быть переключен. Помимо прочего, блоки CFC определяют коммутационные аппараты, которые должны быть переключены.



[dwswseq1-110913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-27 Функциональный блок **Посл.перекл.**

Запуск и отмена последовательности Переключений

Для запуска последовательности коммутаций можно использовать один из следующих способов:

- С помощью меню или страницы дисплея передней панели SIPROTEC
- вход *>Пуск*, например, через дискретный вход
- Команды *Начать* для запуска через протокол обмена данными, например IEC 61850, T103 или DNP
- вход *>Пуск* посредством функциональной клавиши
- вход *Начать* посредством функциональной клавиши

Для отмены последовательности коммутаций можно использовать один из следующих способов:

- с помощью меню или страницы дисплея передней панели SIPROTEC
- вход *>Отмена*, например, через дискретный вход
- команды *Отмена* для отмены через протокол обмена данными, например IEC 61850, T103 или DNP
- вход *>Отмена* с помощью функциональной клавиши
- команды *Отмена* посредством функциональной клавиши

Управление на объекте

Если в устройстве используется хоть один функциональный блок **Посл.перекл.**, в первой строке меню **Управление** отображается новый пункт **Посл.перекл.**. Если выбрать этот пункт меню, отобразятся общие сведения о всех последовательностях коммутаций и их текущем состоянии (см. *Рисунок 7-28*, пример с двумя последовательностями коммутаций). Из этого меню можно запускать и отменять последовательности коммутаций.

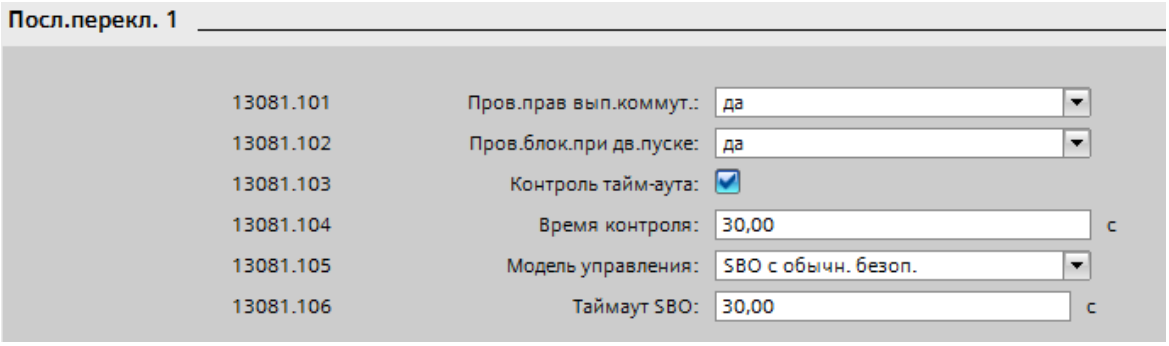


[scsflgdi-110913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-28 Общие сведения о последовательностях коммутаций на дисплее устройства

7.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Этот функциональный блок предлагает уставки, подобные уставкам блока **Управление** выключателя или разъединителя (см. раздел *7.2.1 Общие сведения*).



[scccs4pa-13112014_EN, 1, ru_RU]

Рисунок 7-29 Уставки функционального блока **Последовательность переключений**

Параметр: **Пров.прав вып.ком.**

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пров.прав вып.ком.** = ***да***

С помощью параметра **Пров.прав вып.ком.** можно указать, должны ли проверяться права на выполнение операций переключения перед выполнением последовательности коммутаций.

Параметр: **Пров.блок.дв.команды**

- Уставка по умолчанию **(_:102) Пров.блок.дв.команды** = ***да***

С помощью параметра **Пров.блок.дв.команды** можно указать, должна ли проверяться двойная активация коммутационных аппаратов. Задаваемое значение ***да*** указывает, что последовательность коммутаций будет запускаться, только если не активированы команды переключения для выключателя и разъединителя, при условии что для этих коммутационных аппаратов включена блокировка от двойной активации.

Параметр: **Контроль тайм-аута**

С помощью параметра **Контроль тайм-аута** можно указать, должна ли оцениваться обратная связь из процесса. Сигналы обратной связи поступают на входы *>Успешно* и *>Ошибка*.

Параметр: **Время контроля**

- Уставка по умолчанию **(_:104) Время контроля** = ***30,00 с***

С помощью параметра **Время контроля** можно указать продолжительность контроля.

УставкиУставкиПараметр: Модель управления

- Уставка по умолчанию **(_:105) Модель управления** = ***SBO с обычн. безоп.***

С помощью параметра **Модель управления** можно выбрать ***прям. с обычн. безоп.*** или ***SBO с обычн. безоп.*** для запуска последовательности коммутаций.

Невозможно задать модель управления для отмены последовательности переключений. Для отмены функции всегда используется модель управления ***прям. с обычн. безоп.***.

Список сообщений

Информация: функциональный блок **Последовательность переключений** предоставляет следующие данные:

Посл.перекл. 1	13081	
>Вып.пуск	13081.501	SPS
>Вып.пуск(фикс.)	13081.502	SPS
>Пуск	13081.503	SPS
>Отмена	13081.504	SPS
>Успешно	13081.505	SPS
>Ошибка	13081.506	SPS
Исправно	13081.53	ENS
Выполнение	13081.302	ENS
пуск		SPS
выполняется		SPS
отменено		SPS
ошибка		SPS
успешно		SPS
Начать	13081.304	SPC
Отмена	13081.305	SPC

[scinfof1-13112014, 1, ru_RU]

Рисунок 7-30 Данные, предоставляемые функциональным блоком **Последовательность переключений**

В функциональном блоке **Последовательность переключений** блокировка аналогична функциональному блоку **Блокировка** и ее можно использовать в последовательности коммутаций:

- *>Разреш.пуск* : Связь с условиями блокировки (CFC) для запуска всей последовательности коммутаций. Не действует в режиме переключения **без оперативной блокировки**.
- *>Разреш.пуск(фик.)* : Неотменяемые условия блокировки для запуска всей последовательности коммутаций. Действует независимо от режима переключения.

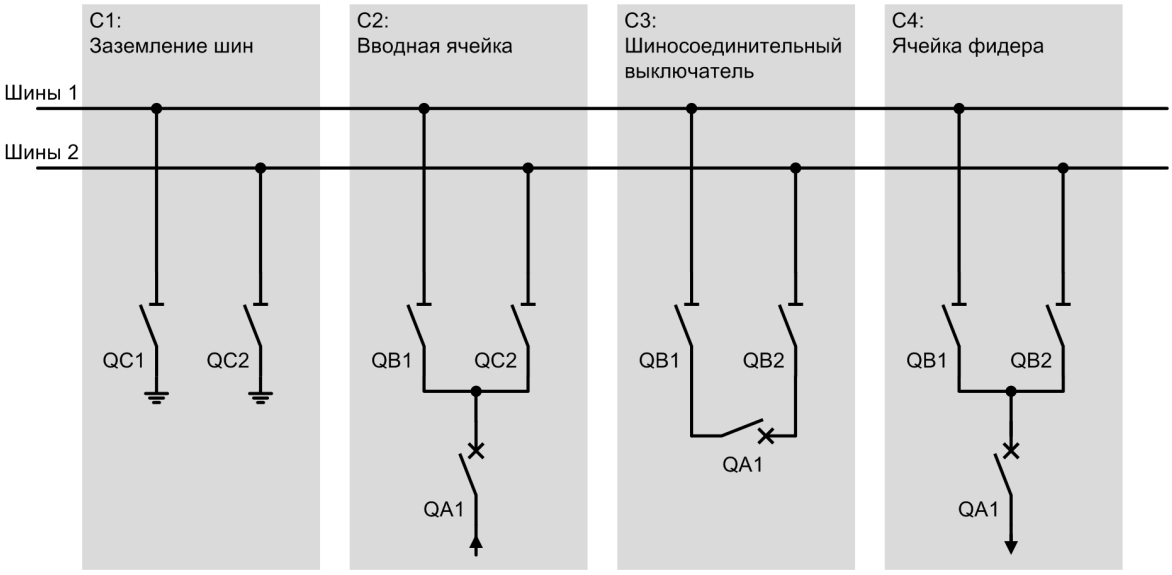
Если активирован контроль истечения выдержки времени (параметр **Контроль тайм-аута**), обратная связь с процессом должна осуществляться через входы *>Успешно* и *>Ошибка*. Если последняя команда переключения последовательности переключений была выполнена успешно, вход *>Успешно*, как правило, устанавливается. Для этого свяжите отклик последней команды переключения из CFC с этим входом функционального блока во время параметрирования устройства.

Если команда переключения завершается неудачей, этот отклик можно зарегистрировать на входе *>Ошибка*. Активная последовательность переключений будет завершена немедленно и не должна ожидать истечения времени.

Сообщение *Выполнение* сигнализирует о текущем состоянии последовательности переключений. События *выполняется*, *отменено*, *ошибка* и *успешно* генерируются только при активации контроля истечения выдержки времени. Событие *Начальный запуск* используется для запуска последовательности переключений в схеме логического элемента.

Пример последовательности переключений с CFC

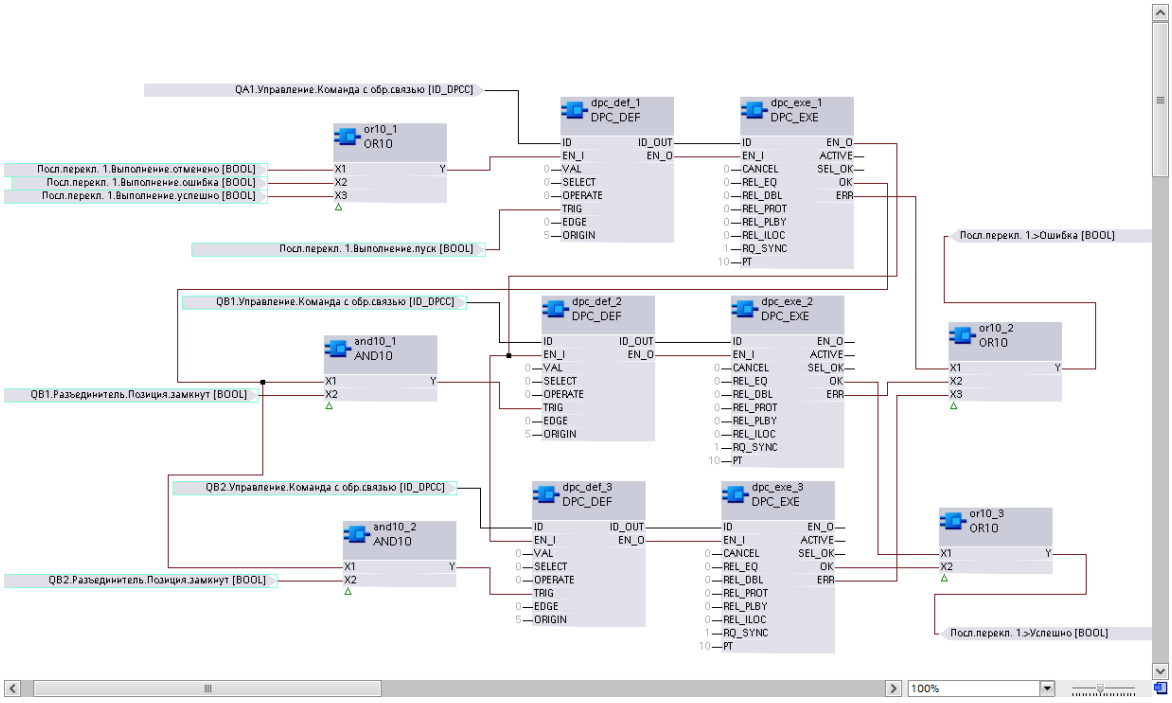
На следующем рисунке представлена однолинейная схема подстанции с 4 ячейками: Заземление шины, подпитка, шиносоединительное устройство, ячейка присоединения.



[dwbspunt-120913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-31 Пример подстанции

Последовательность переключений **C4 выкл** (*Рисунок 7-32*) должна отключать линию ячейки C4. Выключатель размыкается; затем размыкается один из двух шинных разъединителей.



[scssc4as-110913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-32 Последовательность коммутаций CFC **C4 выкл**

Выполнение команды

Выполнение команды. Как описано в разделе *Запуск и отмена последовательности Переключений, Страница 1101*, для запуска последовательности переключений можно использовать страницу дисплея или меню **Управление**. Сигнал *Начальный запуск* для сообщения *Выполнение* используется для распознавания пуска и инициирует последовательность переключений посредством запуска **TRIG** в компоновочном блоке DPC-DEF выключателя QA1. Логические блоки DPC-DEF и DPC-EXE всегда используются в паре. Компоновочный блок DEF контролирует тип и свойства команды

- **VAL** = Направление переключения (0 = Выкл, 1 = Вкл)
- **SELECT** = Выбор коммутационного аппарата (2 = выбор с помощью значения, подходящего для заданной модели управления ***SBO с улучш. защ.***)
- **OPERATE** = Переключение коммутационного аппарата (1 = коммутационный аппарат включается или отключается)

С помощью подключенного компоновочного блока DPC-EXE можно отключить проверки команд (**REL_**...). В данном примере все входы имеют значения сигнала 0, следовательно, все проверки включены.

После квитирования команды отключения выключателя QA1 через блок-контакты, выход **OK** блока CFC DPC_EXE активируется и запускает следующий объект переключений. С помощью входа **PT** сигнал для выхода **OK** задерживается (в примере — на 10 мс) и создает интервал между отдельными командами переключения и последовательностью переключений. Этот интервал необходим для обновления условий блокировки.

Если QB1 включен, QB1 будет отключен. Если QB2 включен, QB2 будет отключен. Для реализации этой логики выходной сигнал **OK** QA1 связывается с соответствующими положениями выключателей QB1 и QB2 через логическую функцию И. Этот сигнал запускает команду отключения QB1 или QB2.

Поскольку в данном примере контроль истечения выдержки времени активирован, сообщение обратной связи об успешном или неудачном выполнении последовательности коммутаций должно быть запараметрировано. Функциональный блок **Последовательность переключений** предоставляет входные сигналы *>Успешно* и *>Ошибка*. Для выполнения всей последовательности переключений достаточно операции ИЛИ выходов **OK** для разъединителей QB1 и QB2. Сообщение обратной связи о всех неудачных выполнениях формируется посредством операции OR для всех выходов **ERR** коммута-

ционных аппаратов. Преимущество такой оценки заключается в том, что в случае неудачи ожидание истечения времени не требуется и активная последовательность переключений может быть завершена немедленно.

В данном примере использование входа **EN_I** компоновочного блока DPC-DEF выполняет две задачи:

- Отмена всей последовательности коммутаций
- Сброс выходов **OK** и **ERR** на компоновочном блоке DPC-EXE

Связь всех входов **EN_I** и выходов **EN_O** компоновочных блоков DPC-DEF и DPC-EXE позволяет централизованно управлять выполнением последовательности переключений, так как значение передается между блоками. Команда переключения выдается, только если вход **EN_I** на DPC-EXE установлен в 1. Если вход возвращается в 0 пока команда обрабатывается, то эта команда отменяется. Благодаря этой характеристике можно добиться отмены всей последовательности переключений. В качестве распознавания отмены сигнал *отменено* сообщения *Выполнение* используется в схеме логического элемента и связывается с входом **EN_I** первого коммутационного аппарата; в данном примере — с компоновочным блоком DPC-DEF выключателя QA1.

Поскольку выходы **OK** и **ERR** компоновочного блока DPC-EXE сохраняют свои значения до выполнения следующей команды, необходимо сбрасывать непрерывный выходной сигнал после каждого выполнения последовательности переключений для правильного многократного выполнения всей последовательности коммутаций CFC. В этом случае использование входа **EN_I** также полезно. Если вход возвращается в 0, выходы **OK** и **ERR** также сбрасываются до 0. Завершение последовательности переключений инициируют события *ошибка* и *успешно*. По этой причине в предыдущем примере сигналы *ошибка* и *успешно* сообщения *Выполнение* связаны с входом **EN_I** компоновочного блока DPC-DEF.

7.3.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Посл.перекл. #				
_:101	Посл.перекл. #:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:102	Посл.перекл. #:Пров.блок.дв.команды		• нет • да	да
_:103	Посл.перекл. #:Контроль тайм-аута		• 0 • 1	истина
_:104	Посл.перекл. #:Время контроля		0.02 с до 3600.00 с	30.00 с
_:105	Посл.перекл. #:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп.	SBO с обычн. безоп.
_:106	Посл.перекл. #:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с

7.3.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Посл.перекл. #			
_:501	Посл.перекл. #:>Разреш.пуск	SPS	I
_:502	Посл.перекл. #:>Разреш.пуск(фик.)	SPS	I
_:503	Посл.перекл. #:>Пуск	SPS	I
_:504	Посл.перекл. #:>Отмена	SPS	I
_:505	Посл.перекл. #:>Успешно	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:506	Посл.перекл. #:>Ошибка	SPS	I
_:53	Посл.перекл. #:Исправно	ENS	O
_:302	Посл.перекл. #:Выполнение	ENS	O
_:304	Посл.перекл. #:Начать	SPC	C
_:305	Посл.перекл. #:Отмена	SPC	C

7.4 Системные функции управления

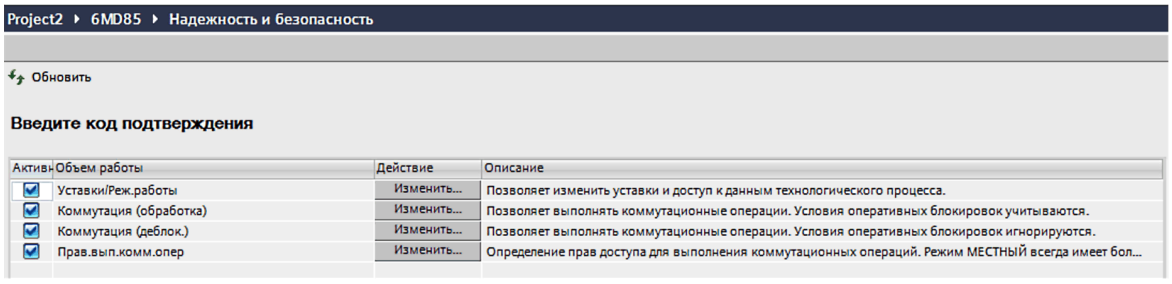
7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства

Прежде, чем устройство SIPROTEC 5 сможет выполнить коммутационную команду, выполняется несколько действий для проверки команды: Режим переключения (опер.блокировки/без оперативных блокировок)

- Режим переключения (опер.блокировки/без оперативных блокировок)
- Права на выполнение операций переключения (локальные/DIGSI/подстанция/дистанционные)
- Направление переключения (заданное = фактические)
- Оперативные блокировки ячейки и подстанции
- Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)
- Блокировка функцией защиты

Коды подтверждения

Устройства SIPROTEC 5 предлагают возможность защиты различных операций посредством **кодов подтверждения**. К функциям управления применяются следующие **коды подтверждения** из меню **Безопасность**:



[scconfir-291110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-33 Коды подтверждения в DIGSI 5: Меню Уставки

В следующей таблице указаны значения кодов подтверждения:

Таблица 7-12 Соответствующие коды подтверждения для элементов управления

Код подтверждения	Значение	Описание
Задать/Работа	Изменение настройки	Перед изменением параметров устройства запрашивается код подтверждения.
Управление (процесс)	Общее разрешение для управления коммутационными устройствами	Для контроллеров присоединения обычно не требуется подтверждать ID. При работе с устройствами защиты подтверждение ID может использоваться для безопасного управления коммутационными устройствами.

Код подтверждения	Значение	Описание
Управление (без блокировок)	Переключение без проверки условий оперативной блокировки	Режим переключений: Разрешение на коммутацию без запроса условий оперативной блокировки (***режим S1***). При установке этого параметра фиксированные условия оперативной блокировки (например, **>Акт.отключ.(фикс.)** и **>Акт.включ.(фикс.)** все еще опрашиваются, если это запрограммировано. Код подтверждения запрашивается только для устройств без ключа управления; в противном случае он заменяется положением ключа управления.
Права на выполнение операций переключения	Разрешение для прав на выполнение операций переключения **Местный**	Код подтверждения запрашивается только для устройств без ключа управления; в противном случае он заменяется положением ключа управления.

Предустановлены коды подтверждения со следующими значениями:

- Задать/работа 222222
- Управление (процесс, с оперативной блокировкой) 333333
- Управление (без блокировки) 444444
- Права доступа на выполнение локальных коммутационных операций 666666

Если вы настроили устройство с помощью ключей управления, код подтверждения для коммутации без оперативных блокировок и права на выполнение переключений не отображается или не редактируется в DIGSI; Эта функция управляется положением ключа управления.

Для повышения безопасности измените эти коды в DIGSI.

Режим переключения (опер.блокировки/без оперативных блокировок)

Режим переключения определяет, будет ли проводиться проверка установленных оперативных блокировок коммутационного устройства, настроенных в CFC, перед выдачей команды.

Вы можете изменить режим переключения с помощью ключа управления **S1** (Оперативная блокировка откл./Обычный режим). Для устройств без ключа управления режим переключения можно изменить из соответствующего пункта меню на дисплее (после ввода кода подтверждения). Можно также задать режим переключения для команд переключения из источников DIGSI, с подстанции или с пульта.



ОПАСНОСТЬ

Если установлен режим коммутации с отключенной оперативной блокировкой, оперативная блокировка распредустройств отключается

Ошибочные коммутационные операции могут привести к серьезным травмам или смерти.

✧ Необходимо убедиться вручную, что все проверки выполнены.

Кроме того, вы можете установить режим коммутации напрямую посредством дискретного входа или CFC. Для этого используйте функциональный блок **Общие данные** (см. следующий рисунок).

Информация

Сигналы	Номер	Тип
(Все...)	(Все...)	(Все...)
Акт. группы уставок 1	91.300	SPC
Акт. группы уставок 2	91.301	SPC
Акт. группы уставок 3	91.302	SPC
Акт. группы уставок 4	91.303	SPC
Акт. группы уставок 5	91.304	SPC
Акт. группы уставок 6	91.305	SPC
Акт. группы уставок 7	91.306	SPC
Акт. группы уставок 8	91.307	SPC
Станц.прав комм.опер.	91.308	SPC
Прав.вып.комм.опер	91.311	ENS
Режим переключений	91.312	ENS
Кл.упр./уст.прав.комм.оп.	91.309	ENS
Кл.упр./уст.реж.перекл.	91.310	ENS
Характеристика	91.52	ENS
Исправно	91.53	ENS
Тестовый режим	91.51	ENC
Защита введена	91.321	SPC
Защита выведена	91.54	SPS

[scmoscha-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-34 Режим коммутации в функциональном блоке «Общие данные»

В приведенной ниже таблице показано действие изменения режима коммутации на использование проверки команд.

Таблица 7-13 Отношения между режимом переключения и проверкой команд

Проверка команд	**Режим переключений**	
	Оперативные блокировки	Без оперативной блокировки
Права на выполнение операций переключения	Проверяется	Проверяется
Направление переключения (заданное = фактические)	Проверяется	Проверяется
Фиксированные условия оперативной блокировки	Проверяется	Проверяется
Условия оперативной блокировки	Проверяется	Не проверяется
Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)	Проверяется	Не проверяется
Блокировка функцией защиты	Проверяется	Не проверяется

Права на выполнение операций переключения

Право на переключение определяет допустимые источники команд. Возможны следующие источники команд:

- **Местный**:

  Команда переключения от местного пульта управления (возможно при неисправности **Положения**) возможна только в случае, если установлено **Местный** право на переключение и устройство может работать с локальным управлением. Установка права **Местный** обычно производится с помощью переключателя **S5** (местный/дистанционный). В этом случае команды от всех других источников отклоняются. Если установлено право управления **Местный**, уставка не может быть изменена **дистанционно**.

- **DIGSI**:

  Команда на переключение от DIGSI (подключение через USB или Ethernet возможно при **Техническом обслуживании**) принимаются только в том случае, если право на выполнение операций переключения на устройстве установлено в режим **Дистанционное**. После того, как DIGSI указана в качестве устройства для вывода команд, никакие команды от других источников команды или другого ПК с DIGSI выполнены не будут.

- **Подстанция**:

  Этот уровень прав на переключение может быть активирован с помощью параметра функционального блока **Общие данные**. Команда переключения от местного станционного уровня (источник **Подстанция** или **Автоматическая подстанция**) принимается только в том случае, если право на выполнение операций переключения установлено в положение **Дистанционное** и не подана команда **Права на выполнение операций переключения на объекте**. Это производится с помощью команды от системы автоматизации подстанции. Команды на переключение, поданные с устройства или не с подстанции (источник **Местный**, **Дистанционное** или **Автоматический дистанционный**) отклоняются.

  Полная поддержка этих прав на выполнение операций переключения обеспечивается только при использовании протокола IEC 61850.

- **Дистанционное**:

  Этот уровень прав управления обозначает удаленное управление непосредственно из сетевого центра управления (если не активирован уровень прав на выполнение операций переключения **Подстанция**) и является общим для **Дистанционное**. Источник в этом случае **Автоматический дистанционный**. Команды с этого уровня принимаются в случае, если установлены права на выполнение операций переключения **Дистанционное** и не подана команда **Права на выполнение операций переключения на объекте**. Команды на переключение, отправляемые с устройства или с подстанции (источник **Местный**, **Подстанция** или **Автоматическая подстанция**) отклоняются.

Информация			Источник			
			Функциональны			CFC
			Базовый модуль			
Сигналы	Номер	Тип	6	7	8	
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	(Вс...
>Выбор гр.уст. Бит 2	91.501	SPS				
>Выбор гр.уст. Бит 3	91.502	SPS				
>Прав.лок.коммут.	91.503	SPS				
>Прав.дист.коммут.	91.504	SPS				
>Реж.перекл.с/оп.блок.	91.505	SPS				
>Реж.перекл.б/оп.блок.	91.506	SPS				
>Тест.реж.введен	91.510	SPS				
>Тест.реж.выведен	91.511	SPS				
>Откл.устр.от сети акт.	91.507	SPS				
>Откл.устр.от сети неакт.	91.508	SPS				
>Сброс СИД	91.512	SPS				
Акт. группы уставок 1	91.300	SPC				
Акт. группы уставок 2	91.301	SPC				
Акт. группы уставок 3	91.302	SPC				
Акт. группы уставок 4	91.303	SPC				
Акт. группы уставок 5	91.304	SPC				
Акт. группы уставок 6	91.305	SPC				
Акт. группы уставок 7	91.306	SPC				
Акт. группы уставок 8	91.307	SPC				
Станц.прав комм.опер.	91.308	SPC				
Прав.вып.комм.опер	91.311	ENS				
местный		SPS				
DIGSI		SPS				
подстанция		SPS				
дистанционный		SPS				
Режим переключений	91.312	ENS				
оперативные блоки...		SPS				
без опер.блокировок		SPS				
Кл.упр./уст.прав.комм....	91.309	ENS				
местный		SPS				
дистанционный		SPS				
Кл.упр./уст.реж.перекл.	91.310	ENS				
оперативные блоки...		SPS				
без опер.блокировок		SPS				
Характеристика	91.52	ENS				

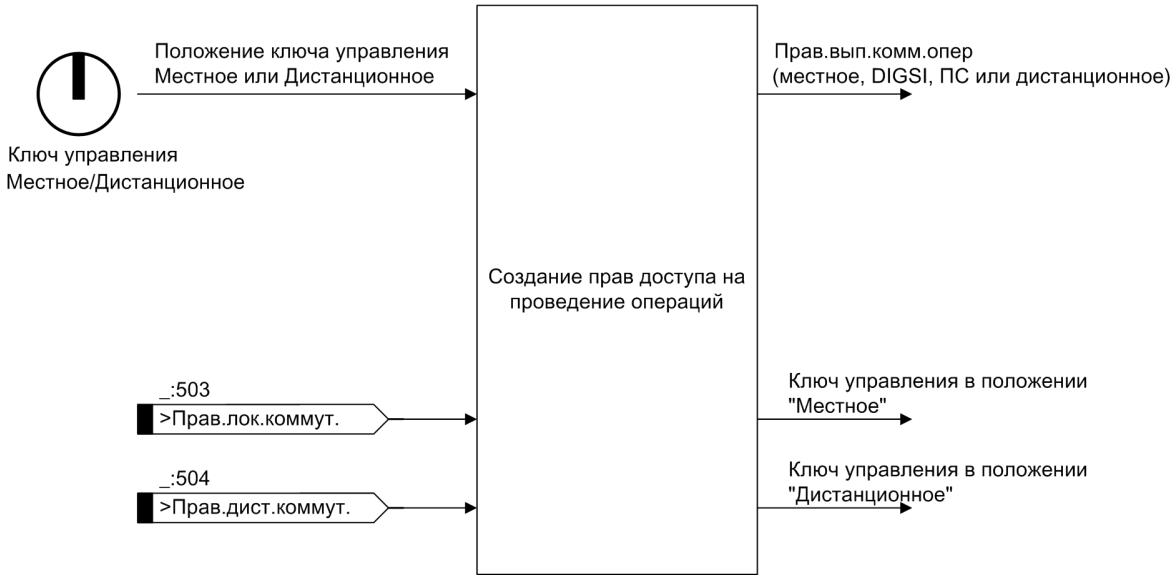
[schoheit-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-35 Отображение прав управления и режима переключения в ранжировании сообщений (в функциональном блоке «Общие данные»)

Кл.упр./уст.прав.комм.оп. и **Кл.упр./уст.реж.перекл.** показывают текущее состояние ключа управления или параметра прав управления и передают эту информацию для дальнейшей обработки CFC. В CFC, например, существует возможность настроить автоматическую процедуру, которая будет обеспечивать автоматическую установку прав на переключения в режим ***Местный***, когда ключ управления установлен в положение ***без опер.блокировок***.

Между сигналами, показанными на *Рисунок 7-35*, существуют следующие отношения ранжирования сообщений в DIGSI 5:

- В разрезе прав на переключение и режима переключения, соответствующее положение ключа служит входным сигналом, а также входными сигналами матрицы.
- Состояние прав на переключение и режима переключения обозначается соответствующими выходными сигналами.
- Функции **Права на выполнение операций переключения** и **Режим переключений** связывают входные сигналы и таким образом формируют выходные сигналы (см. *Рисунок 7-36* и *Рисунок 7-37*).



[dwhoheit-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-36 Установка прав на выполнение операций переключения



[dwmodsch-020513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-37 Установка режима переключения

При использовании двух функций, входные сигналы перезаписывают состояние ключа управления. Это позволяет, при желании, внешним входам также задавать права на совершение операций коммутации или режима переключения (например, путем опроса внешнего ключа управления).

Для права на выполнение операций переключения возможны следующие дополнительные уставки:

- **Активация станции права на выполнение операций переключения** (определено в МЭК 61850, редакция 2):

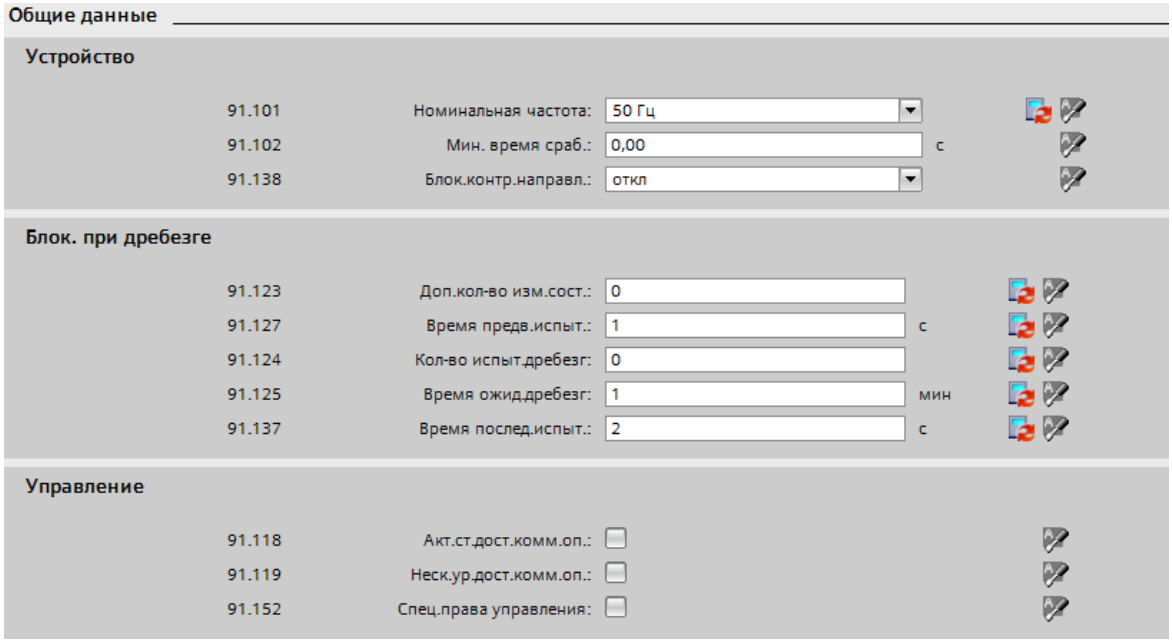
  Если вы хотите использовать это право на выполнение операций переключения, установите флажок **Общие данные/Управление**.

- **Несколько уровней прав на выполнение операций переключения**:

  Эта опция позволяет подавать в устройство команды переключения от нескольких источников, если для уставки "Права на выполнение операций переключения" выбрано значение **Дистанционно**. Впоследствии можно установить различие между этими источниками команд. Вы можете найти более подробную информацию в следующей таблице. Включите эту опцию, установив флажок **Общие данные/Управление**.

- **Спец. права управления**:

  Вы можете включить дополнительные опции для проверки прав на переключение. Более подробную информацию об этих опциях можно найти в разделе *Специальные права на выполнение операций переключения, Страница 1115*. По умолчанию они не используются.



[scakthoh-161014, 1, ru_RU]

Рисунок 7-38 Как активизировать право на переключение станции и включить несколько уровней доступа к выполнению коммутационных операций

Таблица 7-14 Влияние на право выполнения операций переключения при включении нескольких уровней доступа к выполнению операций переключения с активацией/без активации права на выполнение операций переключения «Станция»

Разрешение нескольких уровней доступа к выполнению коммутационных операций	**Переключение прав на выполнение коммутационных операций на устройстве**	**Статус DIGSI на устройстве**	**Права на выполнение коммутационных операций на объекте активированы**	**Состояние прав на выполнение коммутационных операций на объекте**	**Результирующие права доступа на выполнение коммутационных операций**
Нет	Локальный	–	–	–	Локальный
	Дистанционное	В системе	–	–	DIGSI
		Не в системе	Нет	–	Станция или Удаленное
			Да	Установить	Станция
				Не синхронизировано	Дистанционное
Да	Локальный	–	–	–	Локальный
	Дистанционное	В системе	–	–	DIGSI
		Не в системе	Нет	–	Местное, Станция и Дистанционное
			Да	Установить	Местное и Станция
				Не синхронизировано	Местное, Станция и Дистанционное

В следующей таблице представлены результаты проверки прав на переключение проверки на основании установленных прав на выполнение операций переключения и источника команды: Этот обзор представляет упрощенный обычный случай (никаких источников команд при использовании вариантов "Станция" и "Дистанционно").

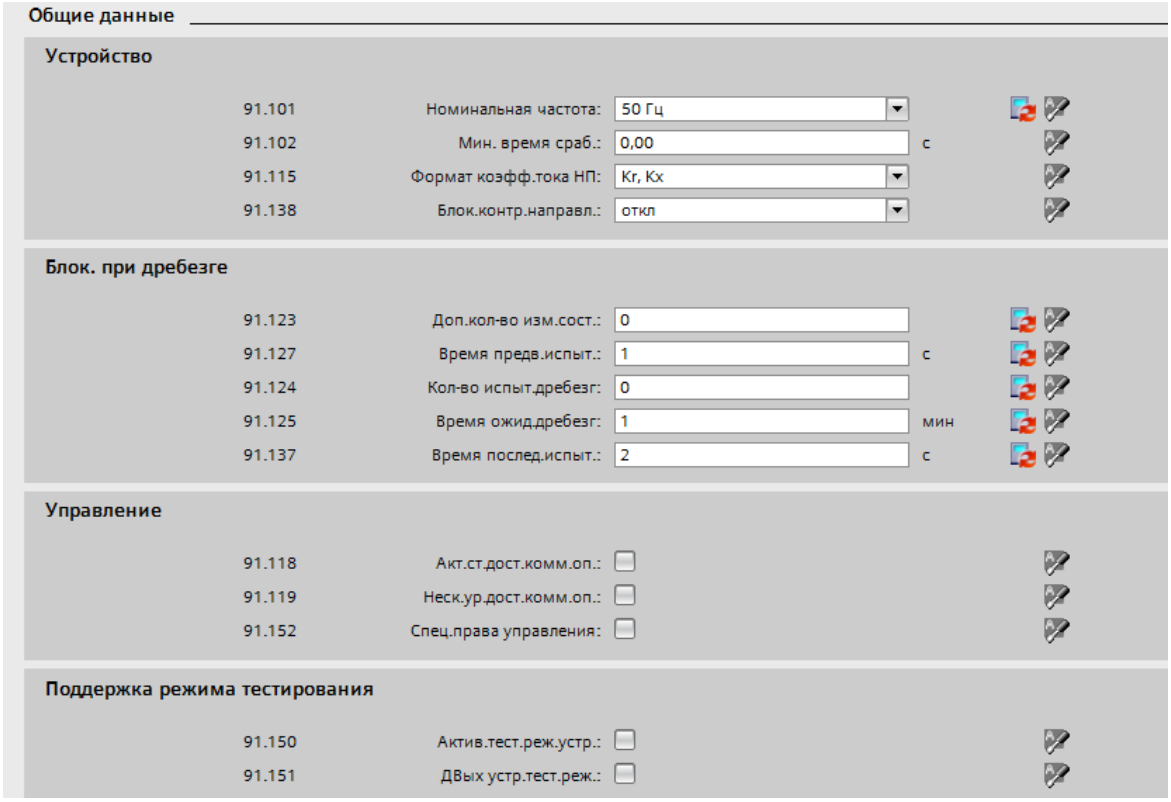
Таблица 7-15 Результат проверки прав на выполнение коммутационных операций

Источник команды	**Права на выполнение операций переключения**			
	Локальный	**DIGSI**	**Станция**	**Дистанционное**
Локальный	Разрешение	Блокировано	Блокировано	Блокировано
Станция	Блокировано	Блокировано	Разрешение	Блокировано
Дистанционное	Блокировано	Блокировано	Блокировано	Разрешение
Местная автоматическая работа	Разрешение	Разрешение	Разрешение	Разрешение
Автоматическая работа Станции	Блокировано	Блокировано	Разрешение	Блокировано
Дистанционная автоматическая работа	Блокировано	Блокировано	Блокировано	Разрешение
DIGSI	Блокировано	Разрешение	Блокировано	Блокировано

Специальные права на выполнение операций переключения

Специальные права на выполнение операций переключения могут быть сконфигурированы в виде расширения проверки прав на переключение. Это позволяет различать источники команд **Дистанционно** на уровне присоединения. Права на выполнение операций переключения могут быть направлены или отменены из различных центров управления, которые могут, например, относиться к разным компаниям. Таким образом, можно переключать в определенное время конкретный источник

команд. Эта функция основана на расширении прав на переключение путем проверки идентификатора источника команд (поле **Инициатор/или Идентиф.** команды переключения). Для включения функции перейдите к пункту **Общие данные/Управление** и установите флажок для уставки **Спец.права управления**. При этом появляются дополнительные параметры для конфигурации идентификаторов и поведения функции, а также дополнительные сигналы (см. *Рисунок 7-40*). Для того чтобы разрешить дополнительный источник команды для переключения, необходимо активировать это конкретное право на выполнение операций переключения. Для этого установите управление **Ак. Прав Упр 1** на **Ак. Прав Упр 5**.



[sc_act additional options sw authority, 1, ru_RU]

Рисунок 7-39 Активация дополнительных опций права на выполнение операций переключения

Дополнительные уставки позволяют задать следующие опции:

- **Спец.права УД для** (для ***П/ст/дистанционное***, только ***дистанционный*** или только ***подстанция***):

  Этот параметр позволяет определить, для каких источников команды используется расширенная проверка прав на переключение.

Таблица 7-16 Результат, полученный из комбинации значения параметра **Спец.права УД для** и уровня источника команды (поле **Инициатор/или Кат.** команды переключения)

Источник команд	**Спец.права УД для**		
	подстанция	***П/ст/дистанционное***	***дистанционный***
Локальный, локальный автоматический	Нет проверки	Нет проверки	Нет проверки
Станция, на станции автоматически	Проверка	Проверка	Нет проверки
Дистанционный, дистанционный автоматический	Нет проверки	Проверка	Проверка
DIGSI	Нет проверки	Нет проверки	Нет проверки

- **ЧислУчЗапСпецПравУпр**:

  Используя этот параметр, можно определить, сколько существует различных прав на выполнение операций переключения. Это определяет количество параметров **Идентификатор права на выполнение операций переключения**, а также управляемых параметров **Активны. Права на выполнение операций переключения**.

- От **Идентификатора права на выполнение операций переключения 1** до **Идентификатора права на выполнение операций переключения 5**:

  Количество отображаемых имен соответствует количеству, установленному в предыдущем параметре. Вы можете выбрать произвольные имена, допустимое количество символов - от 1 до 64. Функция проверки команды контролирует, соответствуют ли эти имена тем, которые были отправлены источником команд. Это относится к командам переключения, а также к активации конкретного права на выполнение операций переключения. Основным требованиям для этого является наличие интерфейса системы по МЭК 61850. Используется поле **Инициатор/или Идентиф**.

- **НескУчЗапСпецПравУпр** обеспечивает одновременную действительность различных источников команд. В следующей таблице показано, как определить результирующие права на выполнение операций переключения, если активированы источники команд "Дистанционно" или "Станция". Если этот параметр активирован, то все параметризованные источники команд получают разрешение автоматически (см. последнюю строку в таблице), и они не могут быть отключены путем установки управляемого параметра **Ак. Прав Упр 1** в состояние **Ак. Прав Упр 5**. В противном случае включенный источник команд с наименьшим номером всегда имеет самый высокий приоритет и преимущество перед источниками с другими номерами.

Таблица 7-17 Определение права на выполнение операций переключения при наличии нескольких источников команд

НескУч-ЗапСпец-ПравУпр	Ак. Прав Упр 1	Ак. Прав Упр 2	Ак. Прав Упр 3	Ак. Прав Упр 4	Ак. Прав Упр 5	Результирующие специальные права на выполнение операций переключения
Нет	вкл	*	*	*	*	Права на выполнение операций переключения 1
Нет	выкл	вкл	*	*	*	Права на выполнение операций переключения 2
Нет	выкл	выкл	вкл	*	*	Права на выполнение операций переключения 3
Нет	выкл	выкл	выкл	вкл	*	Права на выполнение операций переключения 4
Нет	выкл	выкл	выкл	выкл	вкл	Права на выполнение операций переключения 5
Нет	выкл	выкл	выкл	выкл	выкл	Нет
Да	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	Все

Символ * в предыдущей таблице относится к случайной величине.

Станц.прав комм.оп.	91.308	SPC		
Актив.прав управлени...	91.324	SPC		
откл		SPS		
вкл		SPS		
Актив.прав управлени...	91.325	SPC		
откл		SPS		
вкл		SPS		
Прав.вып.комм.опер	91.311	ENS		
местный		SPS		
DIGSI		SPS		
подстанция		SPS		
дистанц.		SPS		
Режим переключений	91.312	ENS		
опер. блокир.		SPS		
б/опер. блокир.		SPS		
Упр./уст.пр.комм.оп.	91.309	ENS		
местный		SPS		
дистанц.		SPS		
Упр./уст.реж.перекл.	91.310	ENS		
опер. блокир.		SPS		
б/опер. блокир.		SPS		

[sc_sw authority and mode in info routing, 1, ru_RU]

Рисунок 7-40 Отображение права на выполнение операций переключения и режима переключения в информации маршрутизации (в общем функциональном блоке), Пример 2 активированных дистанционных прав на выполнение операций переключения

Индивидуальное право на выполнение операций переключения и режим переключения для коммутационных аппаратов

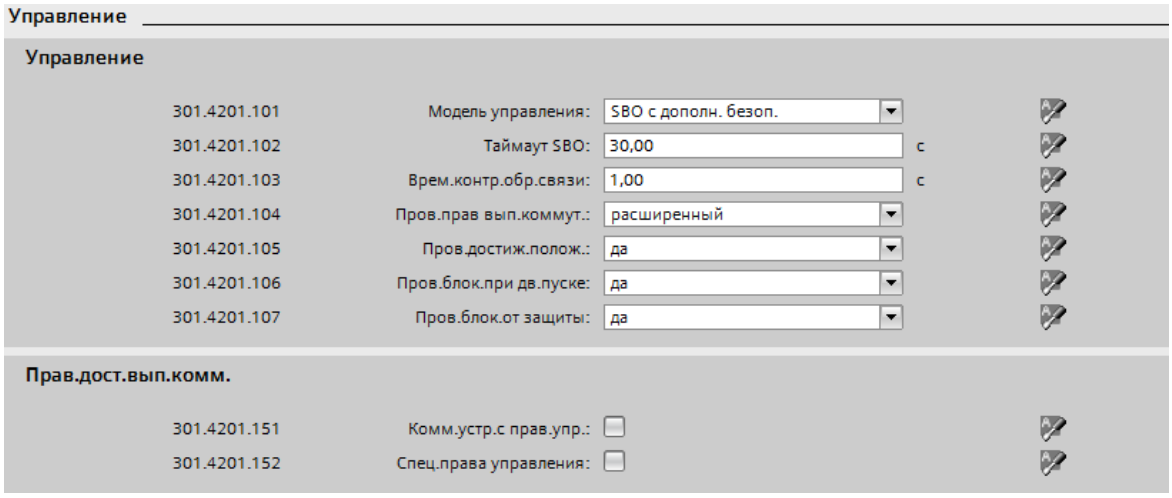
В стандартном случае функциональности права на выполнение операций переключения, режим переключения и конкретные права на выполнение операций переключения, как описано в предыдущих разделах, применимы ко всем блокам ячеек, следовательно, они являются действительными для всех коммутационных аппаратов, контролируемых этим устройством присоединения. Кроме того, вы можете настроить индивидуальные и конкретные права на выполнение операций переключения, а также персональные режимы переключения для отдельных коммутационных аппаратов. Таким образом, отдельные коммутационные аппараты могут одновременно принимать различные права на выполнение операций переключения и режимы переключения.

Эта возможность предлагается для следующих функциональных групп и функциональных блоков:

- Функциональная группа **Выключатель**.
- Функциональная группа **Разъединитель**
- Функциональная группа **Переключатель отпаек**
- Функциональный блок **Последовательность коммутаций**

Это позволяет выбрать индивидуальные уставки для каждого коммутационного аппарата. Такая возможность полезна в том случае, если, например, к одной ячейке подключены коммутационные аппараты различных энергокомпаний.

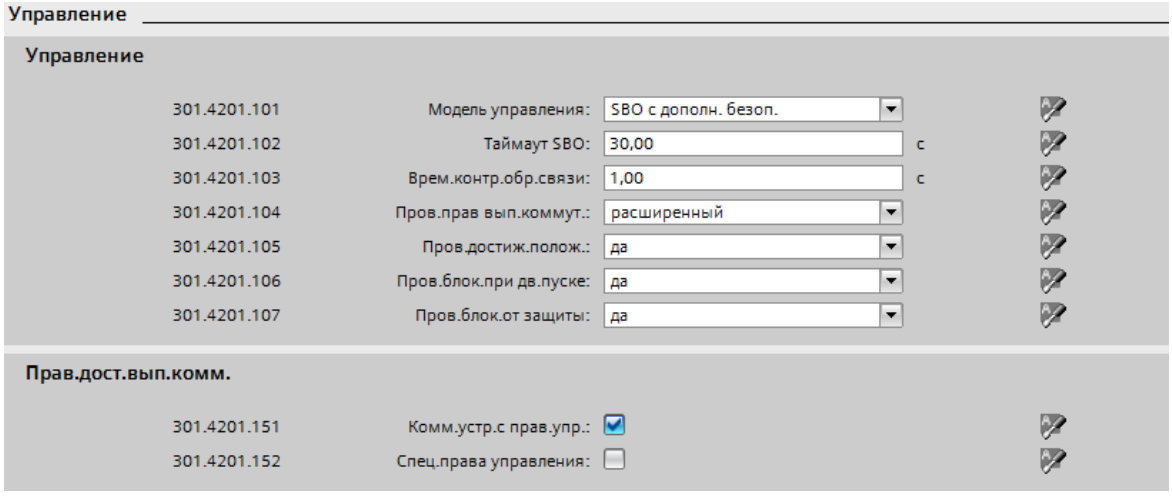
Для активации этой опции перейдите к функциональному блоку **Управление** коммутационного аппарата и установите параметр **Пров.прав вып.ком.** равным ***расширенный***. Появляется дополнительная таблица, изначально содержащая 2 уставки.



[sc_add parameters sw authority sw device, 1, ru_RU]

Рисунок 7-41 Дополнительные уставки для прав на выполнение операций переключения в уставках коммутационного аппарата

При активации параметра **`Комм.устр.с прав.упр.`** можно настраивать индивидуальные права на выполнение операций переключения, а также индивидуальный режим переключения для данного коммутационного аппарата. Дополнительные сигналы отображаются в функциональном блоке **Управление** соответствующего коммутационного аппарата.



[sc_extended parameters sw authority sw device, 1, ru_RU]

Рисунок 7-42 Расширенные уставки для прав на выполнение операций переключения коммутационного аппарата

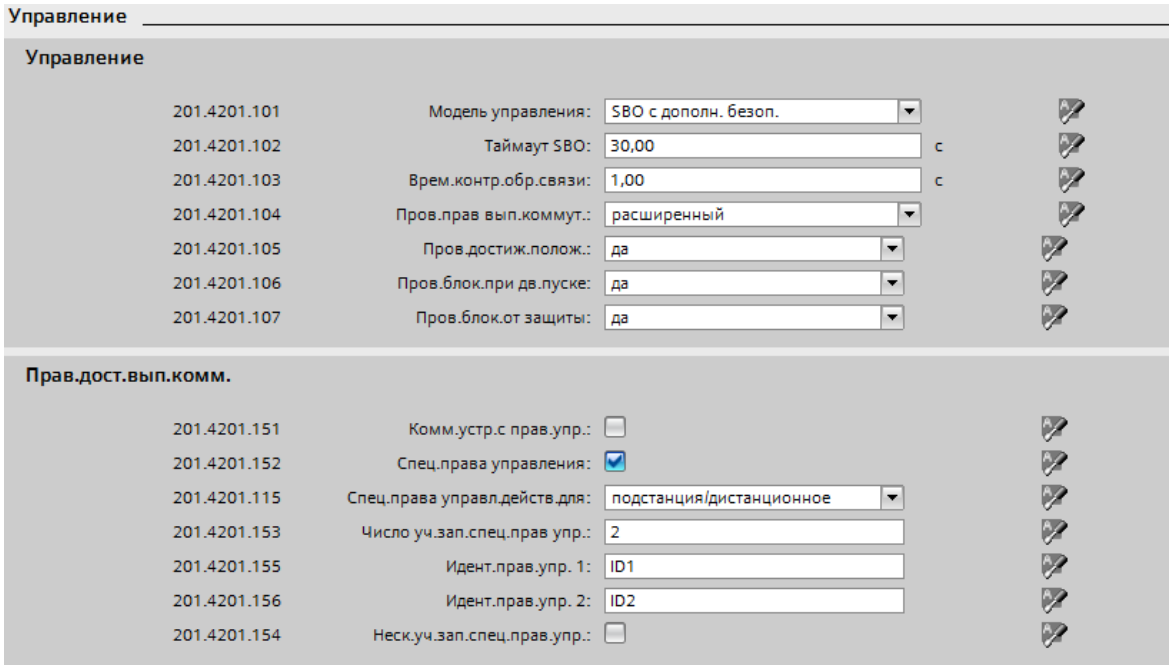
Управление	201.4201	
>Прав.лок.коммут.	201.4201.503	SPS
>Прав.дист.коммут.	201.4201.504	SPS
>Реж.пркл.с/оп.блк.	201.4201.505	SPS
>Реж.пркл.б/оп.блк.	201.4201.506	SPS
Исправно	201.4201.53	ENS
ok		SPS
предупрежд.		SPS
авар.сигнализ.		SPS
Команда с обр.связ...	201.4201.58	DPC
Станц.прав комм.оп.	201.4201.302	SPC
Прав.вып.комм.опер	201.4201.313	ENS
местный		SPS
DIGSI		SPS
подстанция		SPS
дистанц.		SPS
Режим переключений	201.4201.314	ENS
опер. блокир.		SPS
б/опер. блокир.		SPS

[sc_switching auth sw mode changeable, 1, ru_RU]

Рисунок 7-43 Индивидуально изменяемые права на выполнение операций переключения и режимы переключения коммутационных аппаратов

Новые отображаемые входные сигналы позволят вам настроить для коммутационного аппарата индивидуальные права на выполнение операций переключения и режим переключения. Для данного коммутационного аппарата эти входы переписывают центральные права на выполнение операций переключения и режим переключения. Выходы *Прав.вып.комм.опер* и *Режим переключений* показывают состояние только для этого коммутационного аппарата.

При активации **Спец.права управления** конфигурируется индивидуальное специальное право на выполнение операций переключения для этого коммутационного аппарата. Отображаются дополнительные параметры.



[sc_Parameters FB control all additional options, 1, ru_RU]

Рисунок 7-44 Уставки управления ФБ со всеми дополнительными опциями

Функциональность конкретного права на выполнение операций переключения для отдельного коммутационного аппарата и значения дополнительных параметров совпадают с режимом работы центрального конкретного права на выполнение операций переключения. Дополнительные сигналы отображаются в функциональном блоке **Управление**.



[sc_Specific sw authority changeable per sw device, 1, ru_RU]

Рисунок 7-45 Конкретные права на выполнение операций переключения, изменяемые для каждого коммутационного аппарата

Направление переключения (заданное = фактические)

Посредством этой проверки вы можете избежать переключения коммутационного устройства в состояние, которое уже было достигнуто. Например, перед подачей команды на отключение определятся текущая позиция выключателя. Если этот выключатель уже находится в положении ***Откл*** , то команда не выдается. Это соответствующим образом фиксируется в журналах.

Оперативные блокировки в распредустройстве

Оперативные блокировки распредустройства означают исключение некорректной работы за счет проверки оперативных блокировок ячейки и подстанций, таким образом, предотвращая повреждение

оборудования и получение травм. Условия оперативной блокировки всегда зависят от конкретной системы, и поэтому хранятся в таблицах CFC в устройствах.

Устройства SIPROTEC 5 различают 2 различных типа условий оперативной блокировки:

- Обычные условия оперативной блокировки:
  Эти условия могут быть отменены переключением в режим **без оперативной блокировки**.
- Неотменяемые (фиксированные) условия оперативной блокировки:
  Эти условия все равно проверяются, даже если включен режим **без оперативной блокировки**.
  Применение: Замена механической блокировки, например, чтобы предотвратить включение выключателя среднего напряжения.

Каждая из двух категорий имеет два разрешающих сигнала (для направления переключения ***Вкл*** и ***Откл***), которые представляют результат плана оперативной блокировки, поэтому блокировка остается действующей во время проверки команд (см. рисунок ниже). Уставки по умолчанию для всех разрешающих сигналов – ***ИСТИНА***, т.е. если не подготовлены схемы CFC, никаких проверок оперативных блокировок распредустройства не выполняется.

Информация			Источник				
			Дискретный вход				
			Базовый модуль				
Сигналы	Номер	Тип	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...
Выключатель 1	301						
Логика отключения	301.5341						
Выключ.	301.4261						
РучнВключ	301.6541						
Сброс группы СИД	301.13381						
Управление	301.4201						
Опер.блокировки	301.4231						
>Акт.отключение	301.4231.500	SPS					
>Акт.включение	301.4231.501	SPS					
>Акт.отключение (ф...	301.4231.502	SPS					
>Акт.включение (ф...	301.4231.503	SPS					
Исправно	301.4231.53	ENS					

[scverrie-260912-01.tif, 1, ru_RU]

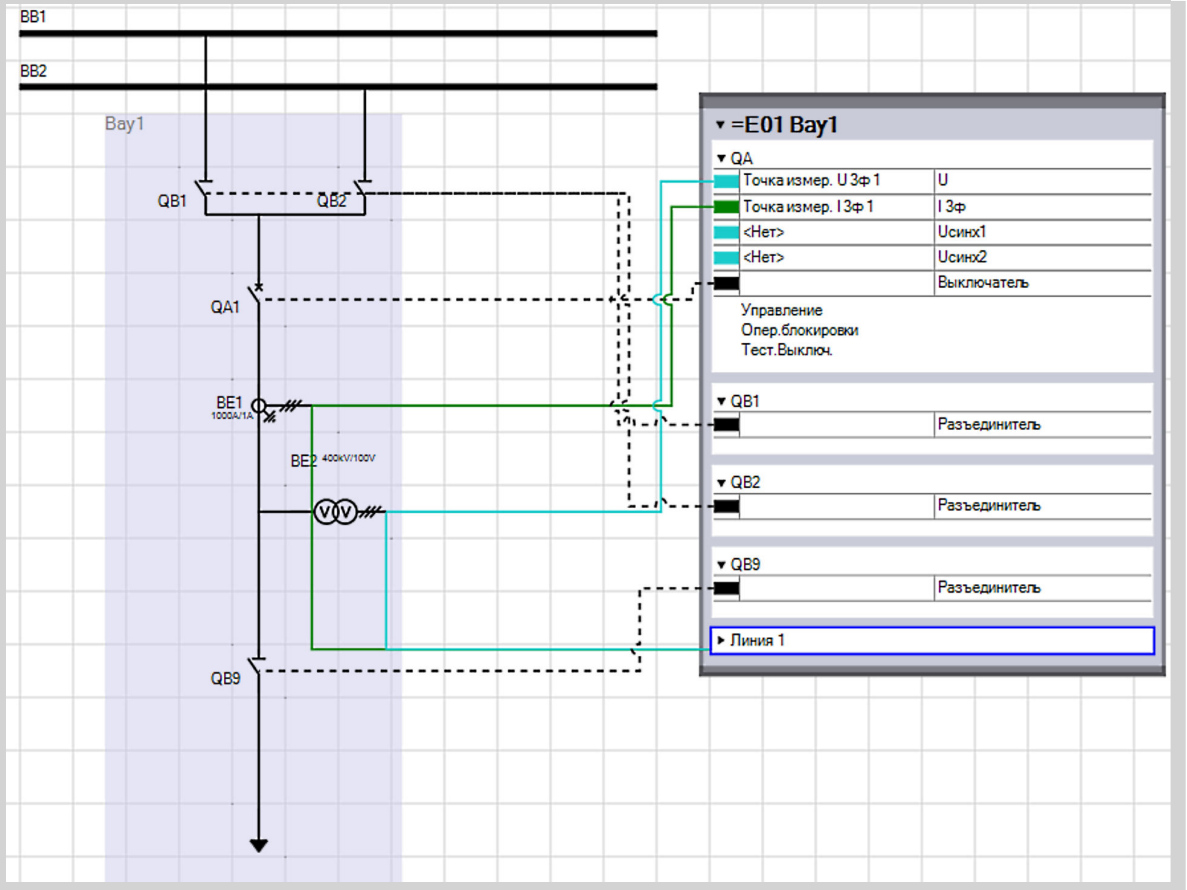
Рисунок 7-46 Сигналы оперативной блокировки в функциональном блоке оперативной блокировки

ПРИМЕР

Для блокировки

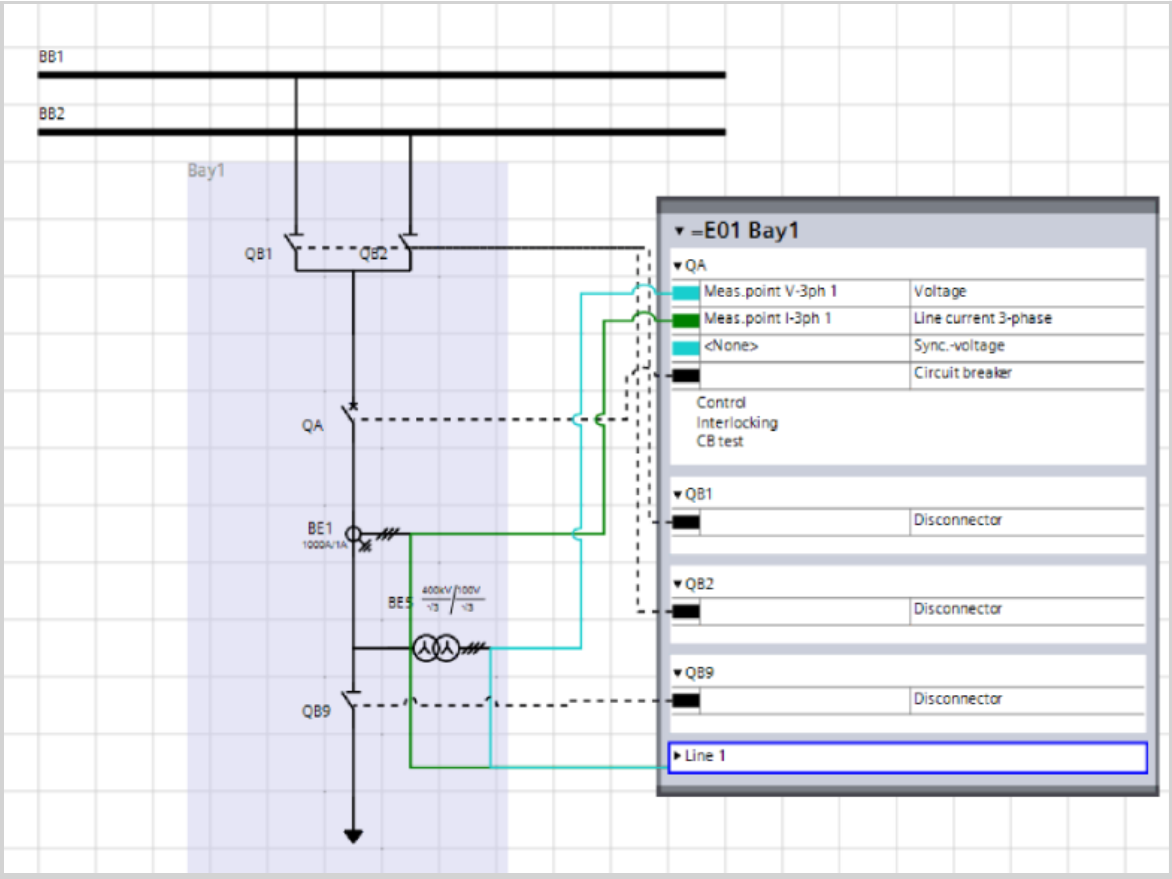
Для указания направления выключателя QA в ячейке E01 (см. рисунок ниже), необходимо проверить, находятся ли разъединители QB1, QB2 и QB9 в заданных положениях, т.е. **Вкл** или ***Откл***. Размыкание выключателя QA возможно в любое время.

Уравнения блокировки имеют следующий вид: QA_On = ((QB1 = Вкл) или (QB1 = Выкл)) и ((QB2 = Вкл) или (QB2 = Выкл)) и ((QB9 = Вкл) или (QB9 = Выкл)). Условия для отключения не выполняются.



[scabgang-270410-01.tif, 1, ru_RU]

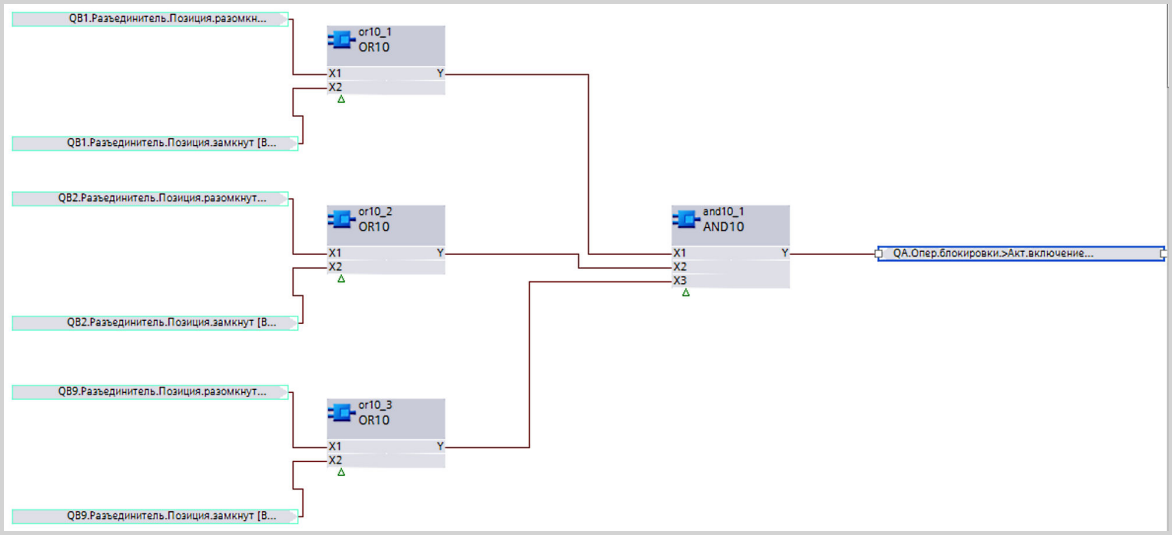
Рисунок 7-47 Ячейка фидера для двойной системы шин



[sc_abgang-270410-oh, 1, --_--]

Рисунок 7-48 Ячейка фидера для двойной системы шин

Схема CFC, необходимая для реализации уравнения оперативной блокировки, показана на следующем рисунке.



[scverpla-270511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-49 Схема оперативной блокировки ячейки

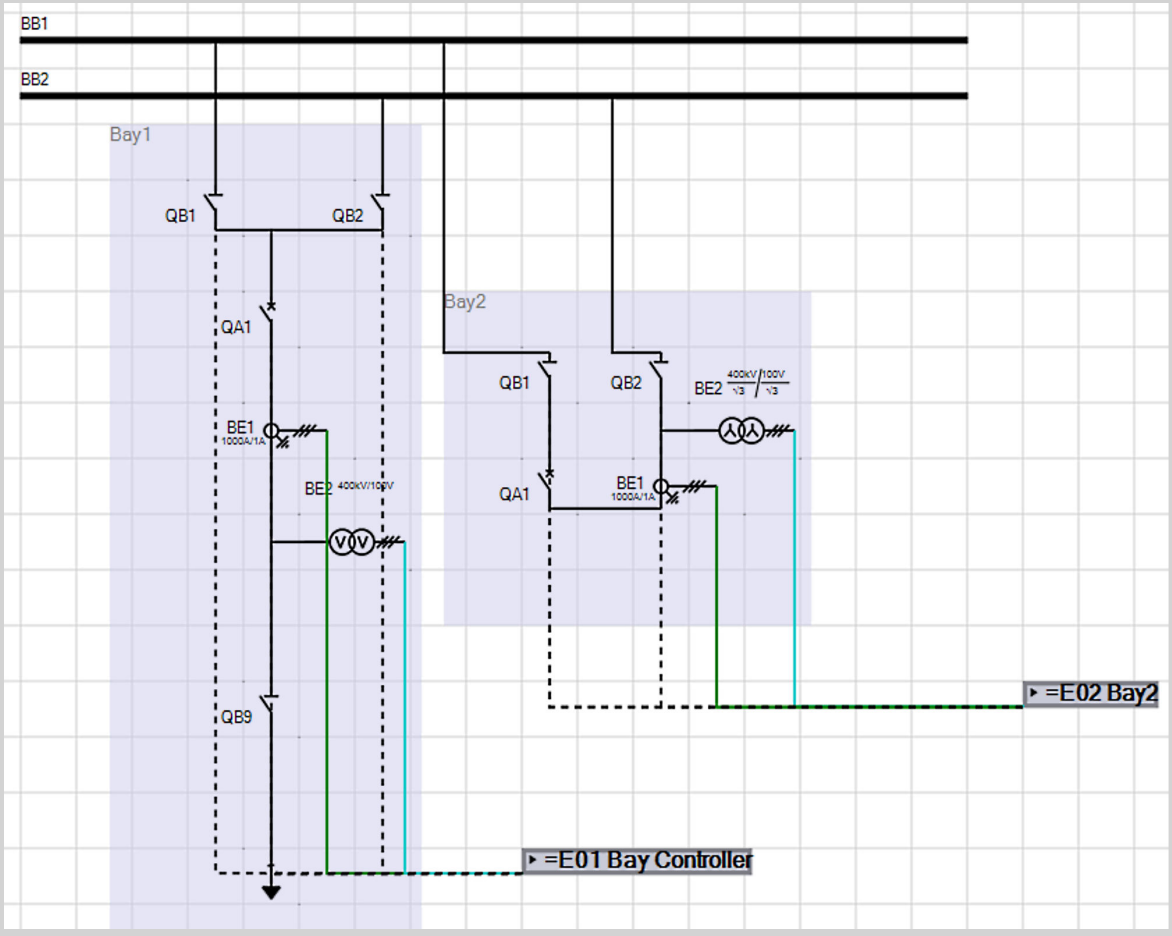
Поскольку функциональный блок **Разъединитель** обеспечивает определенное положение ***Вкл*** или ***Выкл***, то не обязательно использовать для блокировки логический элемент "исключающее ИЛИ" (XOR). Достаточно простого ИЛИ.

Как можно видеть на схеме CFC, результат проверки подключен к сигналу **>разрешения функционального блока блокировки** функциональной группы **автоматического выключателя QA** (см. *Рисунок 7-49*).

ПРИМЕР

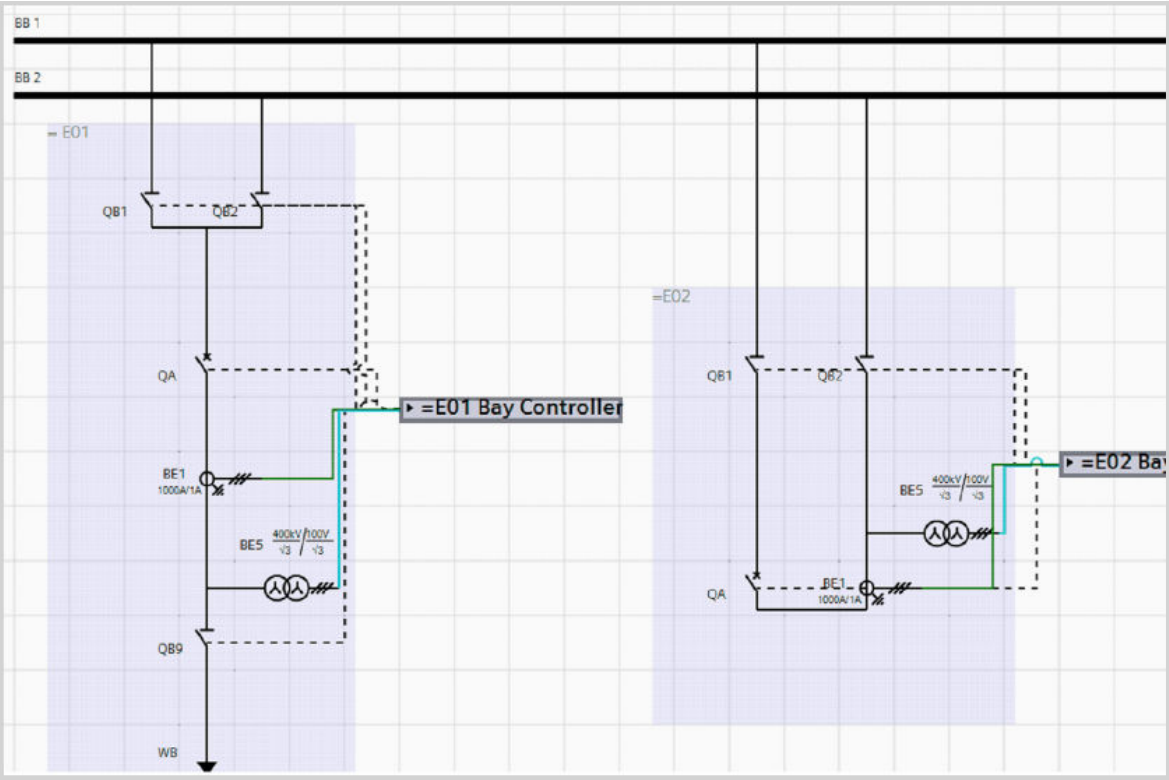
Для оперативной блокировки подстанции

В этом примере рассматривается фидер = E01 из предыдущего примера (оперативная блокировка ячейки) и дополнительная ячейка шиносоединительного устройства = E02 (см. рисунок ниже).



[scanlage-270410-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-50 Система с фидером и ячейкой шиносоединительного устройства



[sc_anlage-270410-oh, 1, --_--]

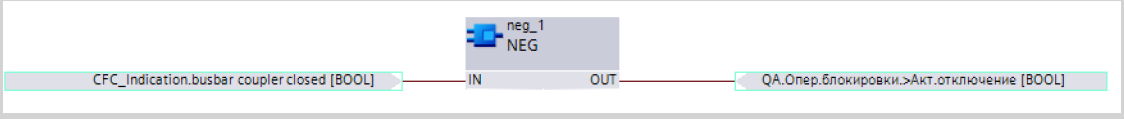
Рисунок 7-51 Система с фидером и ячейкой шиносоединительного устройства

Выключатель QA в ячейке шиносоединительного устройства = E02 будет рассматриваться далее. В качестве условия блокировки на присоединении, необходимо предоставить в конце блок команды шиносоединительной секции:

Если две шины в ячейке = E01 подключены, то есть, если 2 разъединителя QB1 и QB2 в ячейке = E01 включены, выключатель QA в ячейке = E02 не может быть отключен. Соответственно, ячейка = E01 в CFC устройства создает сообщение *Шиносоединительная ячейка включена* на основании положения разъединителей QB1 и QB2 и, используя МЭК 61850-GOOSE, передает его в устройство ячейки = E02. Затем необходимо записать следующее условие блокировки в ячейке = E02:

QA_Off = HE (= E01/Соединение разомкнуто)

На схеме CFC для шиносоединительного устройства = E02, необходимо создать следующую схему CFC (см. рисунок ниже).



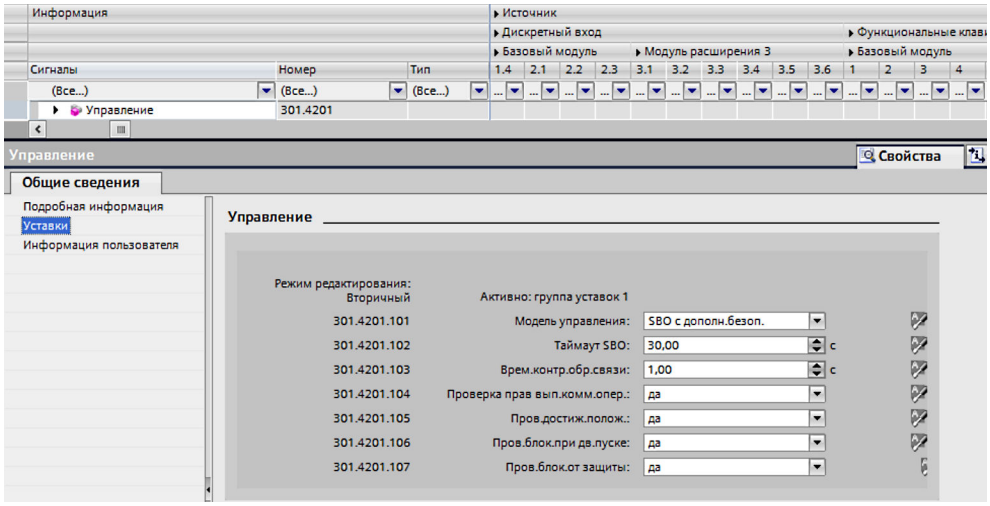
[scplanve-241013, 1, ru_RU]

Рисунок 7-52 Схема оперативной блокировки для подстанции

Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)

Блокировка двойного пуска предотвращает одновременное выполнение двух команд на устройстве. Возможно установить внутреннюю проверку для каждого коммутационного устройства как параметру функционального блока **Управление**.

Уставка по умолчанию ***Да***, т. е. блокировка двойного пуска активна (см. рисунок ниже).

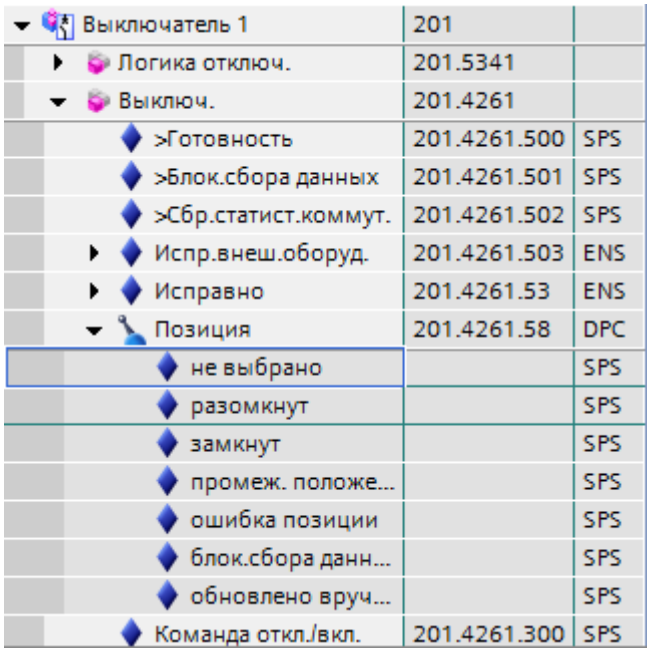


[scdoppel-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-53 Активация блокировки двойного пуска

В SIPROTEC 5 также возможно выполнить блокировку двойного пуска в нескольких ячейках.

В этом случае отправьте сигнал **не выбрано** на другие устройства для анализа с использованием МЭК 61850-GOOSE. Доступ к сигналу обеспечивается в поле **Позиция** для каждого функционального блока **автоматического выключателя** или **разъединителя** функциональных групп коммутационных устройств (см. рисунок ниже).



[scnotselected-200514-de, 1, ru_RU]

Рисунок 7-54 Сигнал *Не выбрано* в функциональном блоке "Выключатель"

После этого сигнал опрашивается на условия оперативной блокировки CFC соответствующих коммутационных устройств и используется для формирования разрешающего сигнала (например, **> Разрешение**).

Блокировка функцией защиты

- Уставка по умолчанию **(_:107) Пров.блок.от защиты** = ***да***

В устройствах с функциями защиты и управления Siemens рекомендует не подавать коммутационные команды во время срабатываний функций защиты.

Таким образом, по умолчанию блокировка функцией защиты установлена в ***да***. При необходимости, можно отключить эту блокировку. Вы можете найти параметры на странице, где описывается блокировка двойного пуска (см. *Рисунок 7-53*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Помните, например, что пуск защиты от тепловой перегрузки может сформироваться ошибочно, и тем самым предотвратить отработку коммутационных команд.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пожалуйста обратите внимание, что при проверке команды **Блокировка функцией защиты** доступна только для управления выключателями, потому что в этом случае были сконфигурированы взаимосвязи функций защиты. В разъединителях такие взаимосвязи не всегда конфигурируются, особенно в случаях полуторных схем, и их необходимо конфигурировать отдельно для каждой системы с помощью схем CFC.

Для того, чтобы выполнить проверку команды **Блокировка функцией защиты** для разъединителей, необходимо использовать в условиях оперативной блокировки следующие сообщения (если они есть):

- Групповое сообщение: **Пуск** (функциональная группа **Трансформатор**)
- Устройство резервирования при отказе выключателя: **Пуск** (**УРОВ**)

7.4.2 Протоколирование команд

Протоколируются все команды последовательности. Журнал команд содержит:

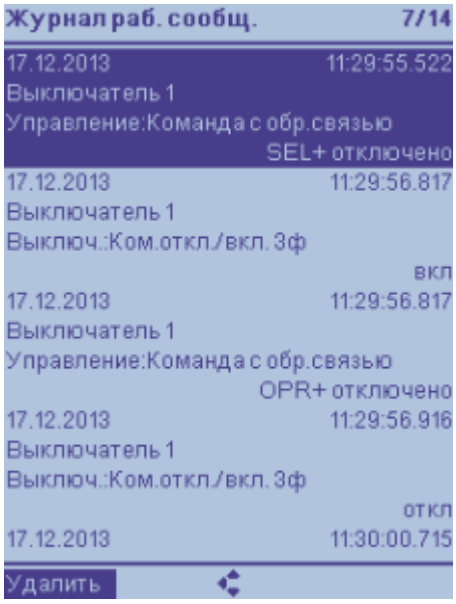
- Дата и время
- Название коммутационного устройства (или функциональной группы)
- Причина для передачи (SEL = Выбранные, OPR = Срабатывание, CMT = Конец выполнения команды, SPN = Спонтанное)
- Состояние или направление переключения

ПРИМЕР

В следующем примере показано управление выключателем QA1 в различных случаях.

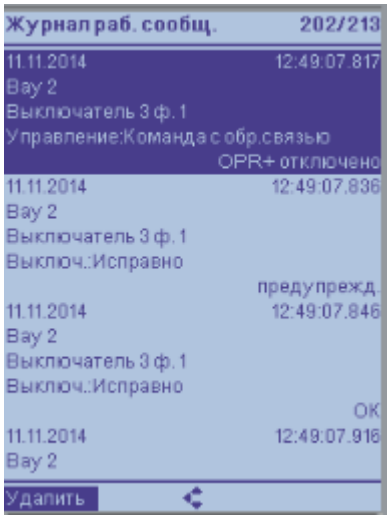
- Успешный вывод команды
- Прерванная команда
- Команда, прерванная блокировкой распределительного устройства
- Команда завершилась из-за отсутствия обратной связи
- Спонтанное изменение положения переключателя без вывода команды

На следующих рисунках показано ведение журнала команд для различных сценариев стандартной модели управления SBO с контролем обратной связи.



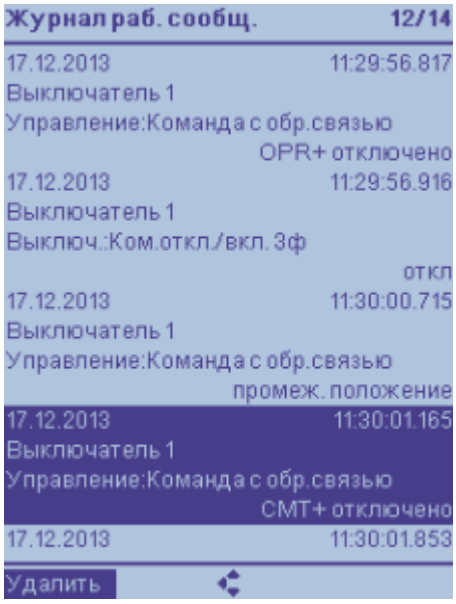
[scbbcon1-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-55 Положительный случай (дисплей 1)



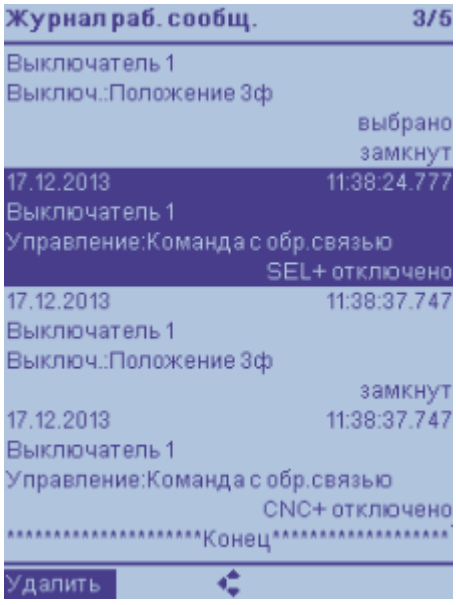
[scbbcon2-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-56 Положительный случай (дисплей 2)



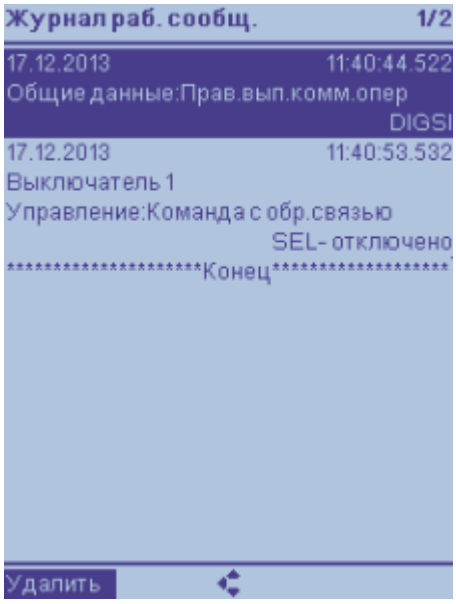
[scbbcon3-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-57 Положительный случай (дисплей 3)



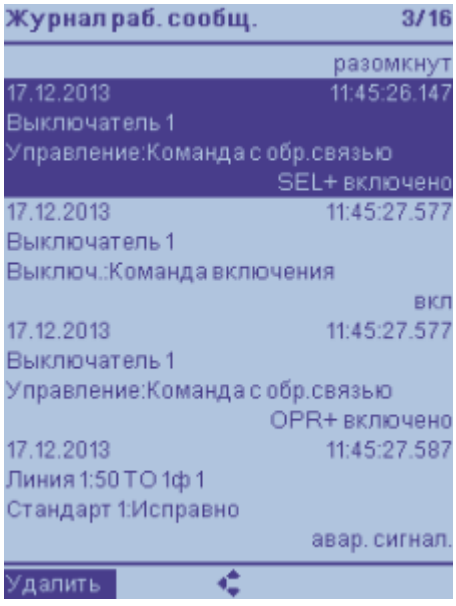
[scbbcon4-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-58 Положительный случай с отменой команды



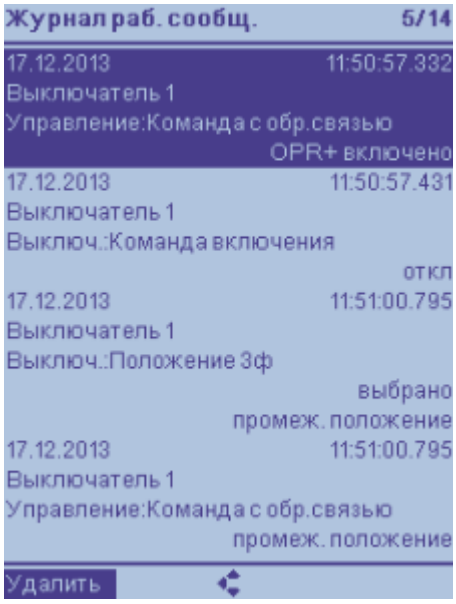
[scbbcon5-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-59 Отрицательный случай (заблокировано оперативной блокировкой распределительного устройства)



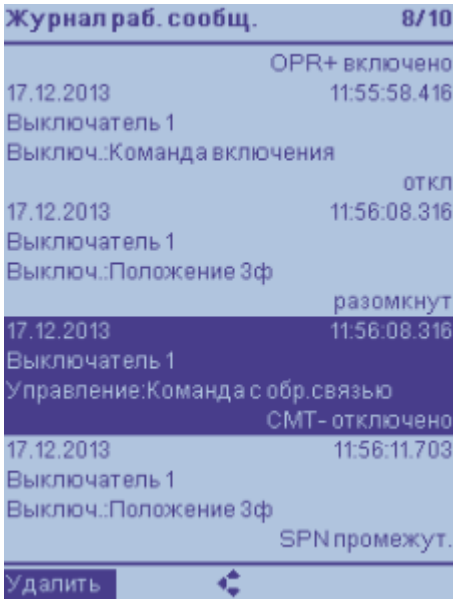
[scbbcon7-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-60 Отрицательный случай (время контроля обратной связи истекло) (дисплей 1)



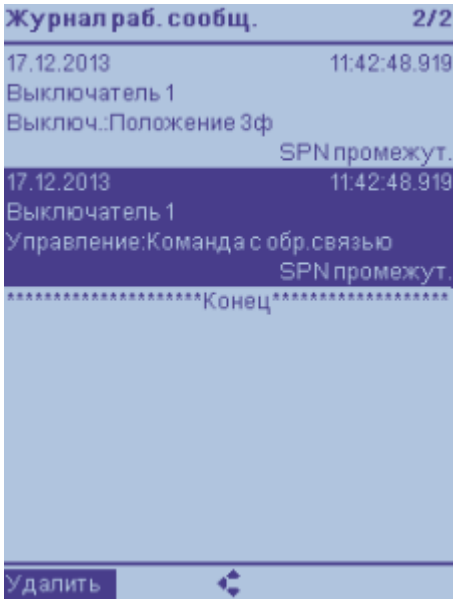
[scbbcon8-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-61 Отрицательный случай (время контроля обратной связи истекло) (дисплей 2)



[scbbcon9-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-62 Отрицательный случай (время контроля обратной связи истекло) (дисплей 3)



[scbbcon6-270313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-63 Спонтанное изменение состояния

В зависимости от причины передачи, в журнале может фиксироваться требуемое управляющее значение или значение фактического состояния элемента управления и коммутационного устройства.

В следующей таблице показаны отношения.

Таблица 7-18 Отношения между основанием для передачи и регистрацией значений

Причина для передачи	**значение;**
Выбранный (SEL)	Желаемое значение
Срабатывание (OPR)	Желаемое значение
Отмена команды (CNC)	Желаемое значение
Выполнение и прерывание команды (CMT)	Действительное значение
Спонтанное изменение (SPN)	Действительное значение

7.4.3 Уставки

Адрес	**Параметр**	**Условия**	**Варианты уставок**	**Уставка по умолчанию**
Управление				
_:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	1.00 с
_:104	Управление:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:105	Управление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:106	Упра-вление:Пров.блок.дв.команды		• нет • да	да
_:107	Управление:Пров.блок.отзащиты		• нет • да	да

7.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управление			
_:53	Управление:Исправно	ENS	O
_:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C

7.5 Функция контроля синхронизма

7.5.1 Обзор функций

Функция синхронизации (ANSI 25) проверяет, разрешено ли включение без риска для устойчивости системы при объединении двух энергообъектов. Типовыми применениями являются синхронизация линии и шин или синхронизация двух шин через шиносоединительный выключатель. Также может учитываться силовой трансформатор между двумя точками измерения.

Далее рассматриваются следующие режимы работы:

- Контроль синхронизма
- Подключение к синхронизированным системам электроснабжения
- Подключение к несинхронизированным системам электроснабжения
- Переключение на линию / шину без напряжения

7.5.2 Структура функции

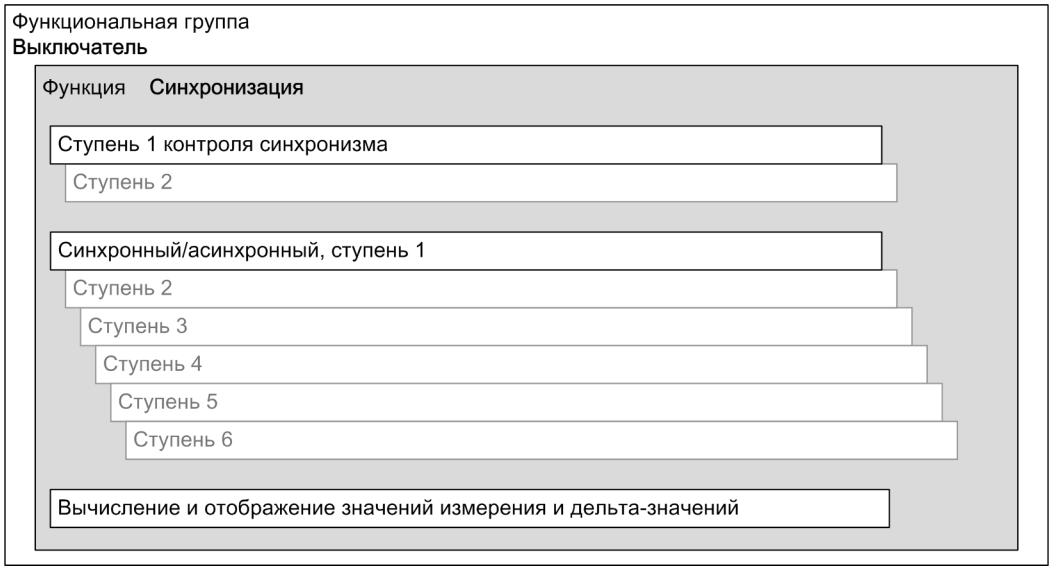
Функция **Синхронизация** используется в функциональной группе **Выключатель**.

Функция использует два разных типа ступеней:

- Ступень контроля синхронизма
- Синхронная / асинхронная ступень

Каждый тип ступени имеет заводские уставки. Параллельно может работать максимум две ступени типа ступень контроля синхронизма и максимум шесть ступеней типа синхронных / асинхронных ступеней. Кроме того, тип ступени **Расширенные параметры delta-f** доступен в библиотеке функций. Он не имеет предварительной конфигурации.

Как только устройство начинает функционировать, рассчитываются и отображаются точки измерения функции.



[dwsynfn1-270213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-64 Структура/реализация функции

7.5.3 Схемы подключения и основные определения

Подключение

На следующих двух рисунках представлены примеры синхронизации линии и шины. На рис. *Рисунок 7-67* показан пример синхронизации двух шин через шиносоединительный выключатель.

Функция синхронизации использует два напряжения для проверки состояния подключения: напряжение опорной стороны 1 (U1), а также напряжение, которое будет использоваться в качестве опорного на стороне 2 (U2). В функции синхронизации опорное напряжение стороны 1 обозначается как U1[23]. К интерфейсу **Напряжение синхронизации 1** функциональной группы выключатель всегда подключается напряжение точки измерения. Напряжение, которое должно быть установлено как опорное, обозначается U2[1]. К интерфейсу **Напряжение синхронизации 2** функциональной группы выключатель всегда подключается напряжение точки измерения. Назначение точек измерения интерфейсам функциональной группы выключателя можно конфигурировать, см. раздел *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Выбор напряжений, используемых для синхронизации, зависит от подключения устройства к первичной системе:

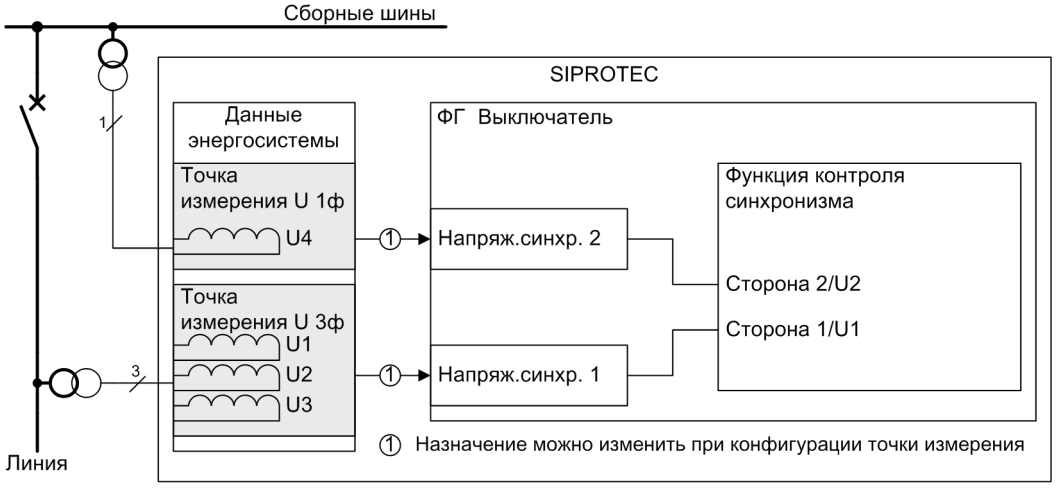
- Подключение первичной системы через 4 входа по напряжению и, следовательно, использование однофазной и трехфазной точки измерения (*Рисунок 7-67* и *Рисунок 7-65*):

  Напряжение, подключенное к 1-фазной точке измерения, определено. Если, к примеру, это фазное напряжение V_A, то напряжение V_A также используется другой стороной 3-фазной точки измерения.

- Подключение первичной системы через 6 входов по напряжению и, следовательно, использование двух трехфазных точек измерения (*Рисунок 7-66*):

  Линейное напряжение V_{AB} обеих сторон всегда используется для тестирования.

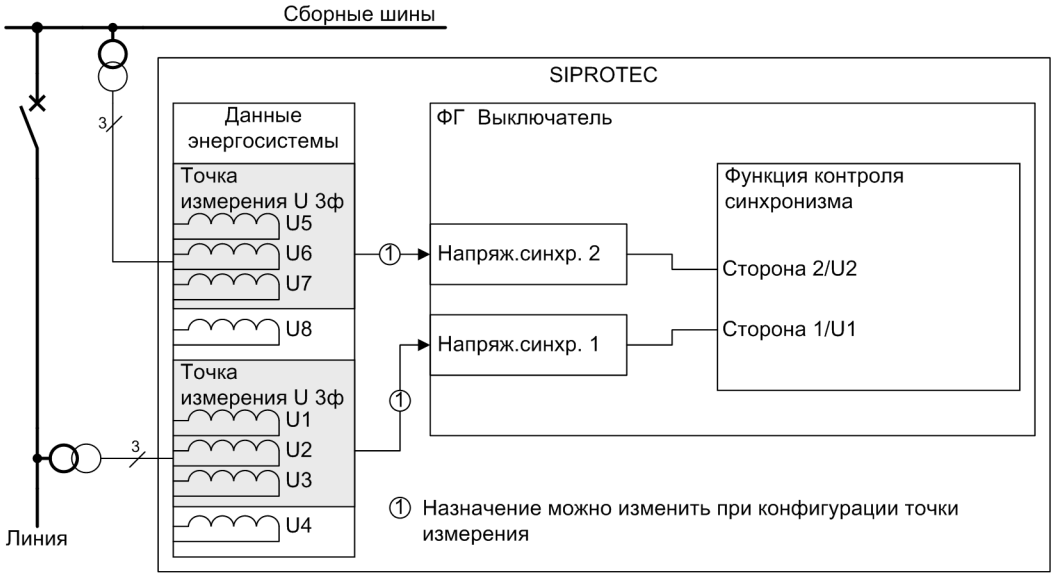
К устройству можно подключить как фазные, так и линейные напряжения. Возможные подключения приведены в Приложении.



[dwsyns01-210912-01.tif, 1, ru_RU]

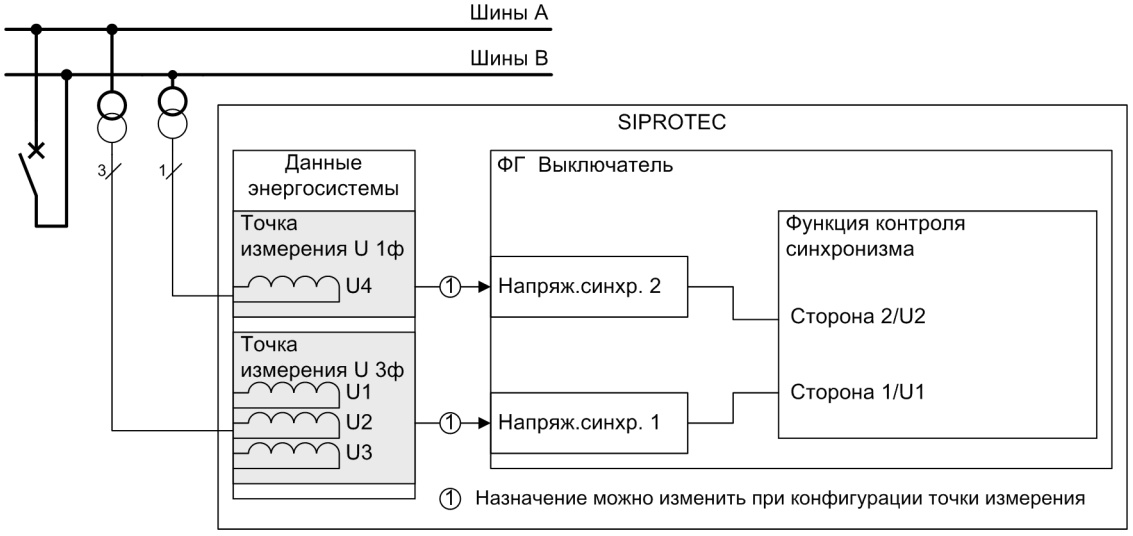
Рисунок 7-65 Синхронизация линии и шины, подключение через 4 входов по напряжению

[23] Не путайте обозначения U1 и U2 с нумерацией входов по напряжению от U1 до U4 (*Рисунок 7-65*) и от U1 до U8 (*Рисунок 7-66*)



[dwsyns02-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-66 Синхронизация линии и шины, подключение через 6 входов по напряжению



[dwsyns03-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-67 Синхронизация двух шин через перекрестное соединение, подключение через 4 входа по напряжению

Определение переменных

Для понимания следующих применений важно дать определение переменных. Переменные опорной стороны 1 обозначаются с индексом 1. Это определяет опорные величины напряжения U1, частоты f1 и фазы α1. Переменные стороны, которые должны быть синхронизированы, обозначаются индексом 2. Электрическими переменными стороны 2, таким образом, являются напряжение U2, частота f2 и фаза α2.

При формировании дифференциальных переменных, функция ориентируется на определение абсолютной погрешности измерения (Δ x = измеренная величина – действительная величина). Опорное значение и, следовательно, действительное значение — сторона 1. Это приводит к следующим особенностям расчета:

Разность напряжений dU = U2 – U1

Результат с положительным знаком означает, что напряжение U2 больше напряжения U1. В других случаях результат будет с отрицательным знаком.

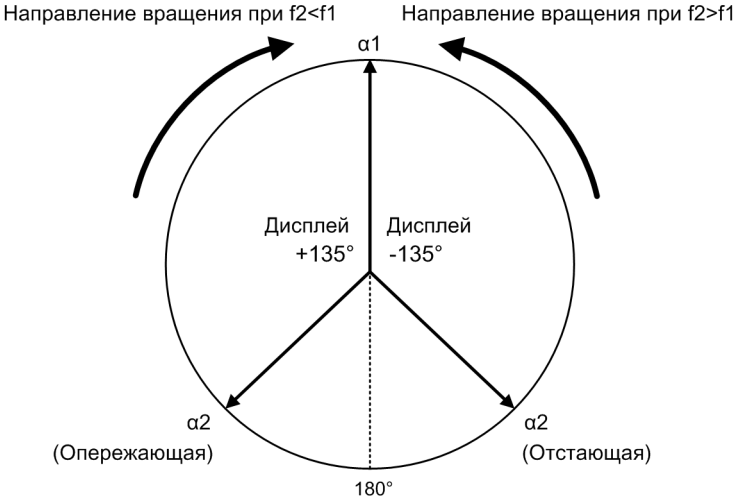
Разность частот df = f2 – f1

Положительный результат означает, что, в соответствии с примером из *Рисунок 7-65*, частота шин больше частоты линии.

Разность фаз dα = α2 – α1

Представление ограничено до ±180°. Положительный результат означает, что фаза α2 является опережающей не более чем на 180°. При отрицательном значении фаза α2 является **отстающей** на 180° **максимум**. На *Рисунок 7-68* показаны разные случаи. Фаза α1 добавлена на вертикальную ось и принята за опорную.

При асинхронных системах и частоте f2 больше частоты f1 значение угла dα меняется с отрицательного на нулевое, а затем на положительное значение. Как показано на *Рисунок 7-68*, вращение выполняется против часовой стрелки (является математически положительным). При f2 < f1 вращение выполняется по часовой стрелке.



[dwsynp04-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-68 Представление разности фаз dα

Для параметров уставок допустимы только положительные величины. Неравенства используются для назначения уникальных параметров уставок. Представление объясняется на примере разности напряжений. Для несимметричных уставок необходимы две величины уставок.

Неравенство U2 > U1 дает положительную величину для dU. Соответствующий параметр – это **`Макс.разн.напр.U2>U1`**. Для второго параметра уставки **`Макс.разн.напр.U2<U1`** применяется неравенство U2 < U1. Оно соответствует отрицательному dU.

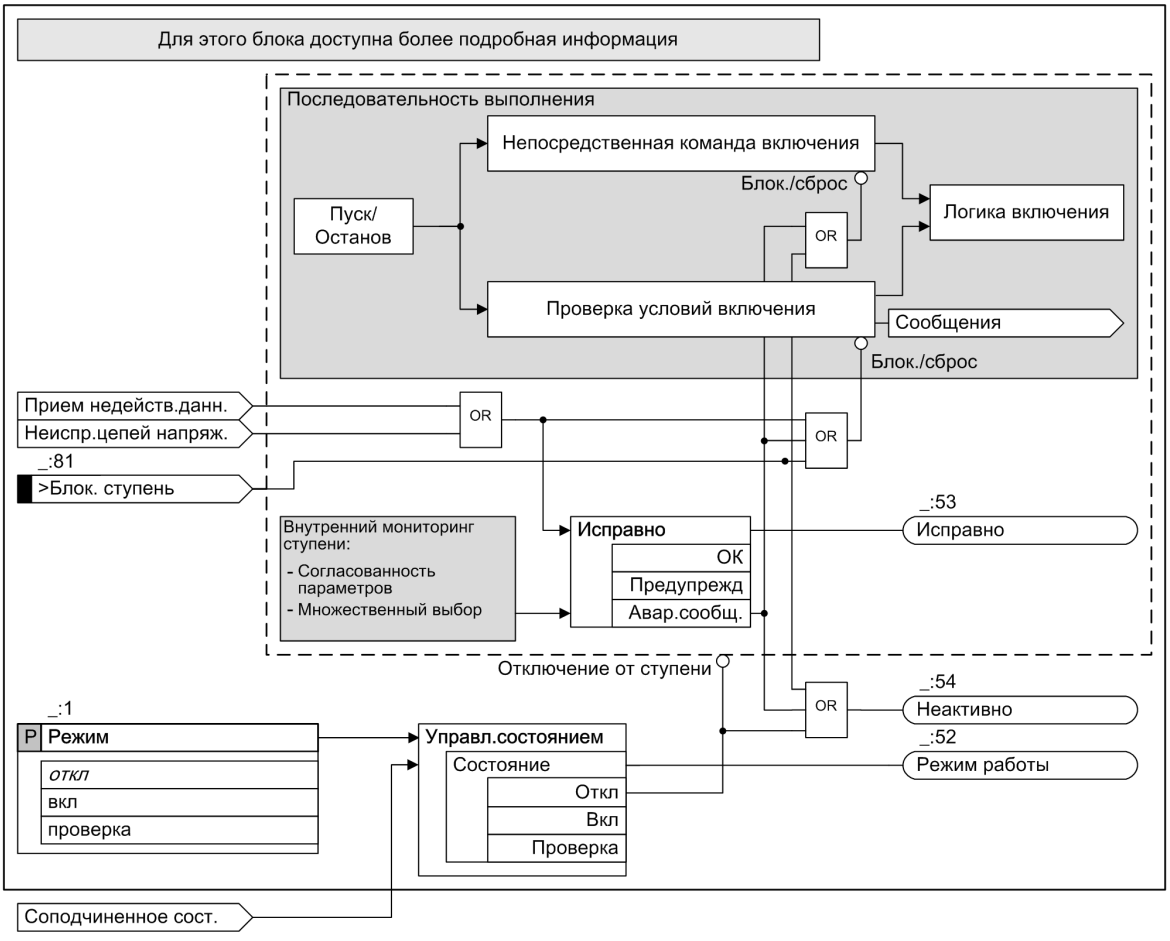
И для разности частот, и для разности фаз применяется одинаковая процедура.

7.5.4 Общие функции

Обзор ступени синхронизации (ступень синхр.)

Функция синхронизация может быть рассмотрена в виде следующих тематических блоков (см. *Рисунок 7-69*):

- Управление ступенью, управление состоянием, ожидание и блокировка (описание в этом разделе).
- Контроль (описание в этом разделе)
- Функциональная последовательность для выдачи разрешения на включение (см. радел *7.5.5 Последовательность функций*)



[losyn001-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-69 Обзор логики ступени

Управление ступенью

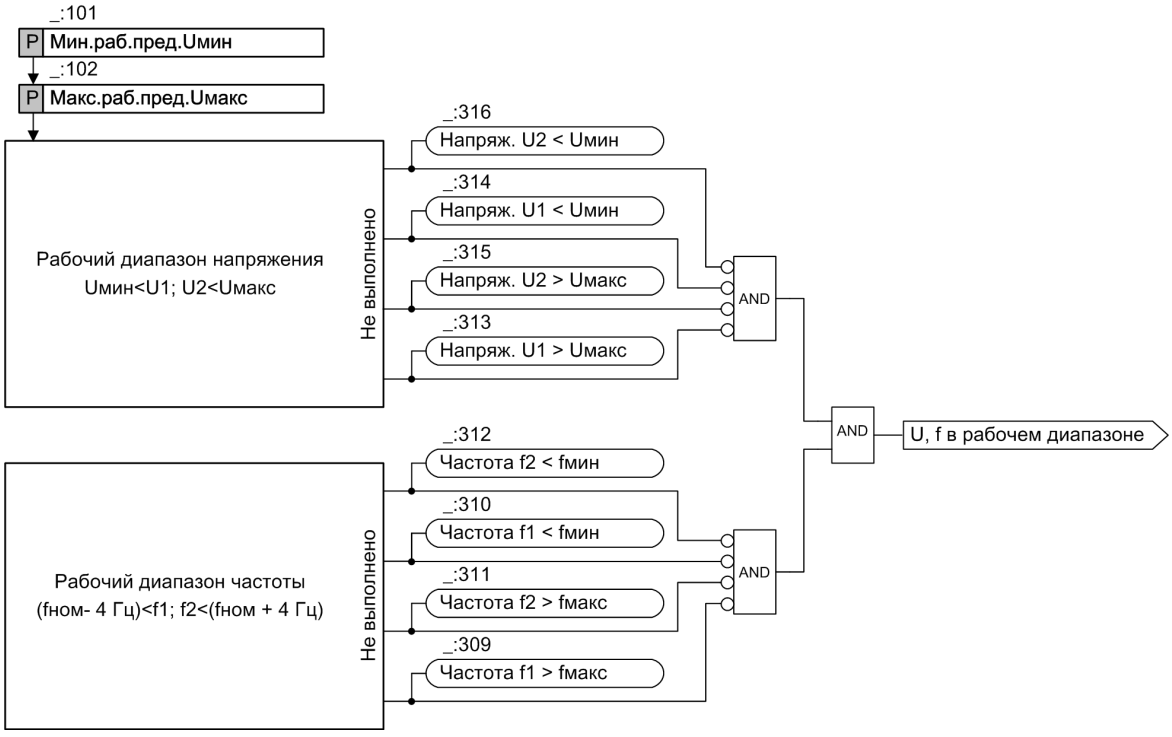
Для ступени синхронизации используется стандартное управление ступенью (см. *Рисунок 7-69*).

Обратите внимание на следующее:

- Как только в устройстве становится доступной функция синхронизации, рассчитываются и отображаются расчетные и измеренные величины. Для расчета всех контролируемых величин необходимо активировать одну ступень. Запускать ступень для этой цели необходимости нет.
- Если в рамках текущей функции деактивируются все ступени синхронизации, включение через функцию управления станет невозможным, поскольку ни одна из ступеней не сможет сгенерировать разрешение на включение. Если функция синхронизации будет удалена, обязательная синхронизация при включении больше не будет нужна. В этом случае включение будет возможно через функцию управления без синхронизации.
- Если включено больше одной ступени синхронизации, сигнал **>Выбор** должен быть активным только для одной/

Всю ступень синхронизации можно заблокировать через дискретный сигнал **>Блок. ступень**. После блокировки начатый процесс завершается, и вся ступень сбрасывается. Чтобы инициировать новую процедуру включения, необходимо произвести повторный пуск ступени. Блокировка влияет только на процесс разрешения включения. Измеренные величины по-прежнему вычисляются и отображаются.

Рабочий диапазон



[losyn002-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-70 Логика рабочих диапазонов

Рабочий диапазон функции синхронизации определятся конфигурируемыми пределами напряжения **Мин.раб.пред.Umин** и **Макс.раб.пред.Umакс**, а также определенным диапазоном частот $f_{номинальный}$ ±4 Гц.

Если одно или оба напряжения находятся вне разрешенного рабочего диапазона в момент начала измерения или если частота выходит за пределы диапазона, это отображается соответствующими сообщениями **Частота f1 > fмакс**, **Частота f1 < fмин**, **Напряж. U1 > Umакс**, **Напряж. U1 < Umин** и др. Синхронизация останавливается.

Контроль

Виды контроля, перечисленные ниже, выполняются в соответствии с требованиями функции. При срабатывании одной из функций мониторинга состояние Исправно меняется на ***авар.сигнализ.***. Ступень обозначается как **Неактивно**. В этом случае команды на включение или на разрешение включения невозможны.

- Согласованность уставок

  После изменения уставки проверяются на соответствие допустимым пороговым значениям. В случае несовместимости уставок выдается сообщение об ошибке **Ошибка уставки**.

- Множественный выбор ступеней при пуске синхронизации

  Если в момент пуска имеет место одновременный выбор нескольких включенных ступеней синхронизации, выдается сообщение об ошибке **Множеств. выбор**.

Повреждение в цепях напряжения

Если для одной из точек измерения, участвующей в функции синхронизации фиксируется входной сигнал **>Открыт** (сигнализирующий о неисправности в цепях напряжения), то синхронизация не выполняется. То есть, разрешение на включение не выдается. Состояние исправности ступени переходит в положение ***предупреждение***. Прямая команда на включение по-прежнему возможна.

Функция внутреннего контроля обнаружения неисправностей в цепях напряжения (БНН) никак не влияет на ступень синхронизации.

Измеряемые величины

Измеряемые величины функции синхронизации отображаются в блоках в первичных и вторичных величинах и в процентах. Величины измерения напряжения всегда отображаются как межфазные напряжения, даже если соответствующая точка измерения фиксирует фазные напряжения. Измеренные величины получаются и отображаются, как только устройство начинает работать. Разницы величин рассчитываются, как только пускается ступень.

Следующие величины отображаются отдельно:

- Опорное напряжение V_1
- Напряжение синхронизации V_2
- Величины частоты f_1 и f_2
- Разность напряжения, частоты и фаз
- Дополнительно: Сглаженная разность частот и скорость изменения разности частот при активации соответствующих параметров в функциональном блоке **"Дополнительные опции для ограничения df/dt и подавления колебания частот"**

Точки множественной синхронизации

Функция синхронизации может использоваться только в функциональной группе Выключатель. Она всегда работает с выключателем, соединенным с функциональной группой Выключатель. Таким образом, ссылка на выключатель уникальна. Если от устройства необходимо включить несколько выключателей (точек синхронизации), необходимо создать несколько функциональных групп Выключатель).

Разные условия синхронизации для каждой точки синхронизации

В пределах функции синхронизации параллельно может работать максимум 2 ступени типа **Контроль синхронизма** и максимум 6 ступеней типа **Синхронная / асинхронная** ступень. В каждую ступень синхронизации входят все параметры для синхронизации.

Если необходимо выполнить синхронизацию с разными условиями синхронизации (параметрами), то используется несколько ступеней синхронизации. В этом случае необходимо определить, какая из ступеней синхронизации активна в данный момент, что выполняется дискретным сигналом **>Выбор** (ступень синхронизации x). Если соответствующая ступень активируется дискретным сигналом **>Выбор**, проверяются условия включения и ступень запускается.

При одновременном выборе нескольких ступеней синхронизации выдается сообщение о повреждении **Множеств. выбор**. Если активированы несколько ступеней синхронизации, а входящий сигнал **>Выбор** (ступень синхронизации x) в момент пуска отсутствует, то в течение времени **Макс.длит.синхр.** ожидается выбор необходимой ступени. Если такой выбор не происходит, процесс завершается.

Различные коэффициенты трансформации напряжения для двух частей энергосистемы

Номинальные параметры ТН для точек измерения автоматически учитывают разные коэффициенты трансформации трансформатора напряжения двух частей энергосистемы. Для этой цели параметр **Корр.напряжения** не нужен.

Синхронизация при наличии силового трансформатора

Существуют системы, в которых в зоне между точками измерения напряжений, которые необходимо синхронизировать, установлен силовой трансформатор. Устройство автоматически учитывает разные уровни напряжения путем задания коэффициентов трансформации (в точках измерения напряжений).

Следует учитывать фазовый сдвиг, в зависимости от векторной группы трансформатора и определяемый параметром **Корр.угла (транс.)**.

Параметр определятся как -Δα = –(α2 – α1).

При расчетах разности напряжений двух частей энергосистемы используется оба параметра и Корр.угла (транс.) и Корр.напряжения.

В подразделе Задание уставок и примечания по вводу уставок рассмотрено несколько примеров использования обоих параметров.

Различные типы подключения на обеих сторонах

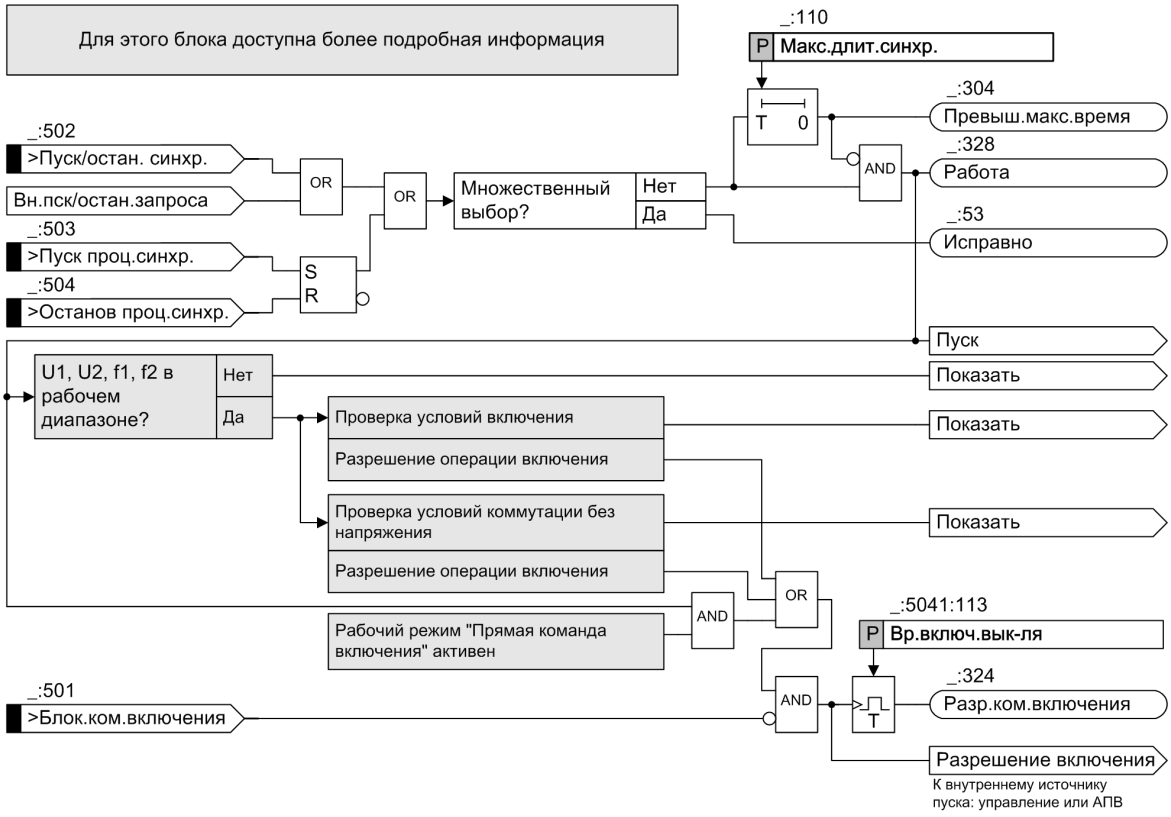
Если обе точки измерения, используемые функцией синхронизации, измеряют различные напряжения трехфазной сети, то происходит автоматический фазовая корректировка измерений.

ПРИМЕР:

Однофазная точка измерения, связанная с **Напряжением синхронизации 1**, фиксирует линейное напряжение U_{AB}. Однофазная точка измерения, связанная с **Напряжением синхронизации 2**, фиксирует U_A. В этом случае для расчета значения Δα во внимание берется фазный угол между U_{AB} и U_A.

Такая автоматизация гарантирует возможность переключения между несколькими источниками напряжения в процессе выполнения работы, при этом каждый источник фиксирует разные напряжения.

7.5.5 Последовательность функций



[losynf01-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-71 Последовательность функций

Пуск

Чтобы проверить условия включения, необходимо запустить ступень синхронизации. Ступень синхронизации можно запустить изнутри устройства через контроллер или извне через сигналы на дискретном входе (см. раздел *7.5.11 Взаимодействие с управлением и внешним пуском*).

При пуске система проверяет, не выполнила ли ступень синхронизации множественный выбор (см. раздел **Контроль** в главе *7.5.4 Общие функции*). Если такой выбор выполнен, процесс прерывается. После успешного запуска сообщение **Работа** сбрасывается и начинается отсчет времени контроля для максимальной продолжительности процесса синхронизации (параметр **Макс.длит.синхр.**). Система также проверяет, находятся ли напряжения и частоты в рабочем диапазоне (см. раздел *7.5.4 Общие функции*). Если это не так, условия включения не проверяются.

Проверка условий включения, включение

После пуска проверяются заданные условия включения, которые зависят от выбранного режима работы (см. раздел *7.5.7 Условия включения для синхронной/асинхронной ступени* до *7.5.10 Команда прямого включения*). О каждом выполненном условии выдается сообщение. О невыполненных условиях также выдается сообщение. Если выполнены все условия, ступень синхронизации формирует сообщение **Все усл.синхр.ОК**. Сообщение остается активным до тех пор, пока все условия остаются выполненными. Дальнейшие действия для выдачи разрешения на включение зависят от типа ступени (см. раздел *7.5.6 Условия включения для ступени проверки синхронизма* и *7.5.7 Условия включения для синхронной/асинхронной ступени*). Сигнал разрешения выдается через сообщение **Разр.ком.включения**. Сообщение остается активным в течение 100 мс. При внутреннем выполняет контроллер или АПВ, в зависимости от источника пуска.

Переключение на линию / шину без напряжения

Если сконфигурированы режимы работы для переключения на обесточенные энергообъекты, то после пуска проверяются также и соответствующие условия (см. раздел *7.5.10 Команда прямого включения*). Формируется сигнал о выполненных условиях. После выполнения условий включения начинается отсчет регулируемого времени контроля (параметр **Вр.включ.вык-ля**). Если условия остаются действующими до истечения времени, то после его истечения функция дает разрешение на включение.

Команда прямого включения

Если **команда прямого включения** активна, функция в настоящий момент инициирует разрешение на включение после успешного пуска. Сочетание команды прямого включения с другими разрешающими условиями не рекомендуется, так как команда прямого включения эти условия обходит.

Окончание процесса

Если функция запускается внутренним контроллером устройства , то после включения эти функции завершают процесс синхронизации. При внешнем пуске процесс завершается через соответствующие дискретные сигналы.

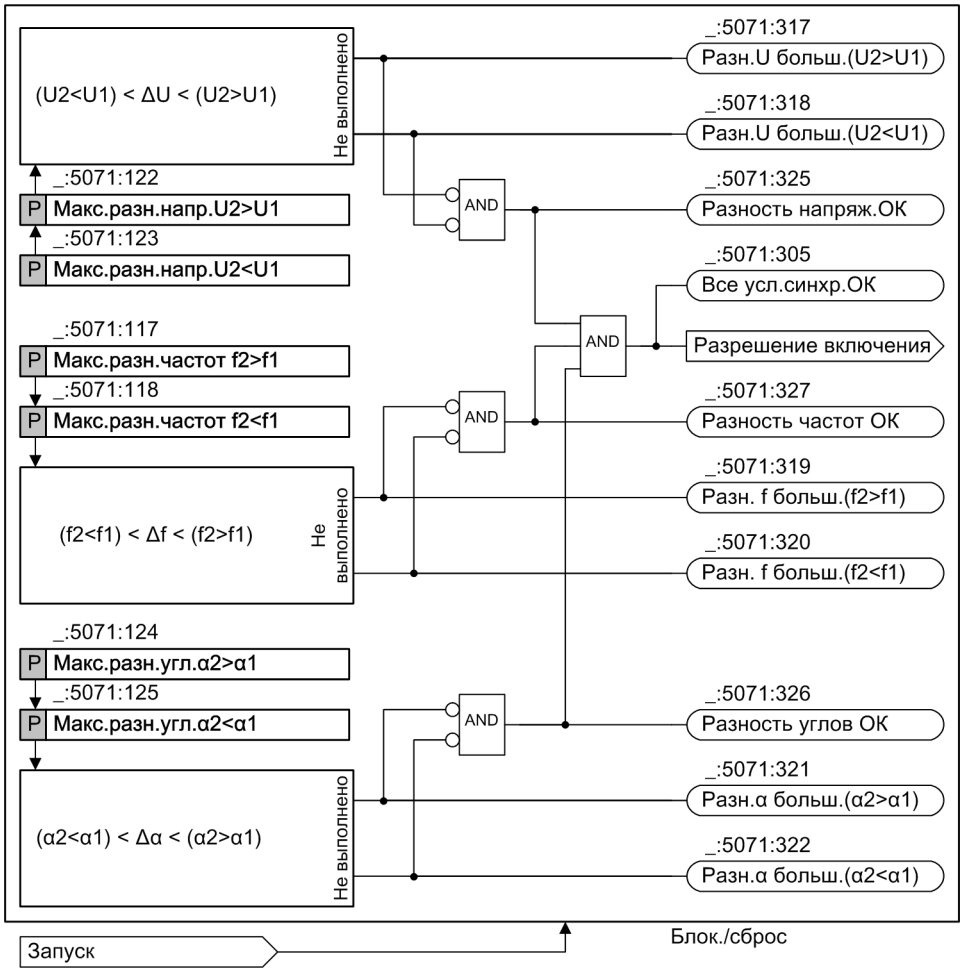
Если время контроля (параметр **Макс.длит.синхр.**) истекло, процесс также завершается и выдается сообщение **Превыш.макс.время**. Новая синхронизация возможна только в случае перезапуска ступени.

Блокировка включения

Используйте входной сигнал *>Блок.ком.включения*, чтобы заблокировать сигнал, разрешающий включение (сигнал **Разр.ком.включения**), а также собственно включение. Во время блокировки измерения продолжают выполняться. Если блокировка отменяется и условия включения выполняются, дается разрешение на включение.

7.5.6 Условия включения для ступени проверки синхронизма

Проверка условий включения



[losynche-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-72 Условия включения для функции проверки синхронизма

В этом режиме работы перед включением двух частей энергосистемы проверяются значения ΔU, Δf и Δα. Сообщение **Все усл.синхр.ОК** указывает, что заданные величины (условия) достигнуты, и выдано разрешение на включение (см. **Проверка условий включения, включение** в разделе *7.5.5 Последовательность функций*).

О выполнении каждого условия сообщается отдельно с помощью сообщений **Разность напряж.ОК**, **Разность частот ОК** и **Разность углов ОК**.

Если условие не выполняется, в сообщении указывается подробная информация о том, почему условие не выполнено. Например, если разность напряжений лежит вне заданных пределов, выдается сообщение **Разн.U больш.(U2<U1)**. Данное сообщение содержит косвенную информацию о том, что для выполнения успешной синхронизации напряжение U2 должно быть увеличено.

Настройка типа ступени **Расширенные параметры delta-f** и активация параметра **(_:140) Пред.dfдифф/dt синхр.** также позволяют проверить скорость изменения разности частот. Если допустимая скорость изменения частоты (параметр **(_:141) Мкс.зн.dfдифф/dt синхр.**) превышена, выдается сообщение **(_:329) dfдифф/dt сл.больш.**.

7.5.7 Условия включения для синхронной/асинхронной ступени

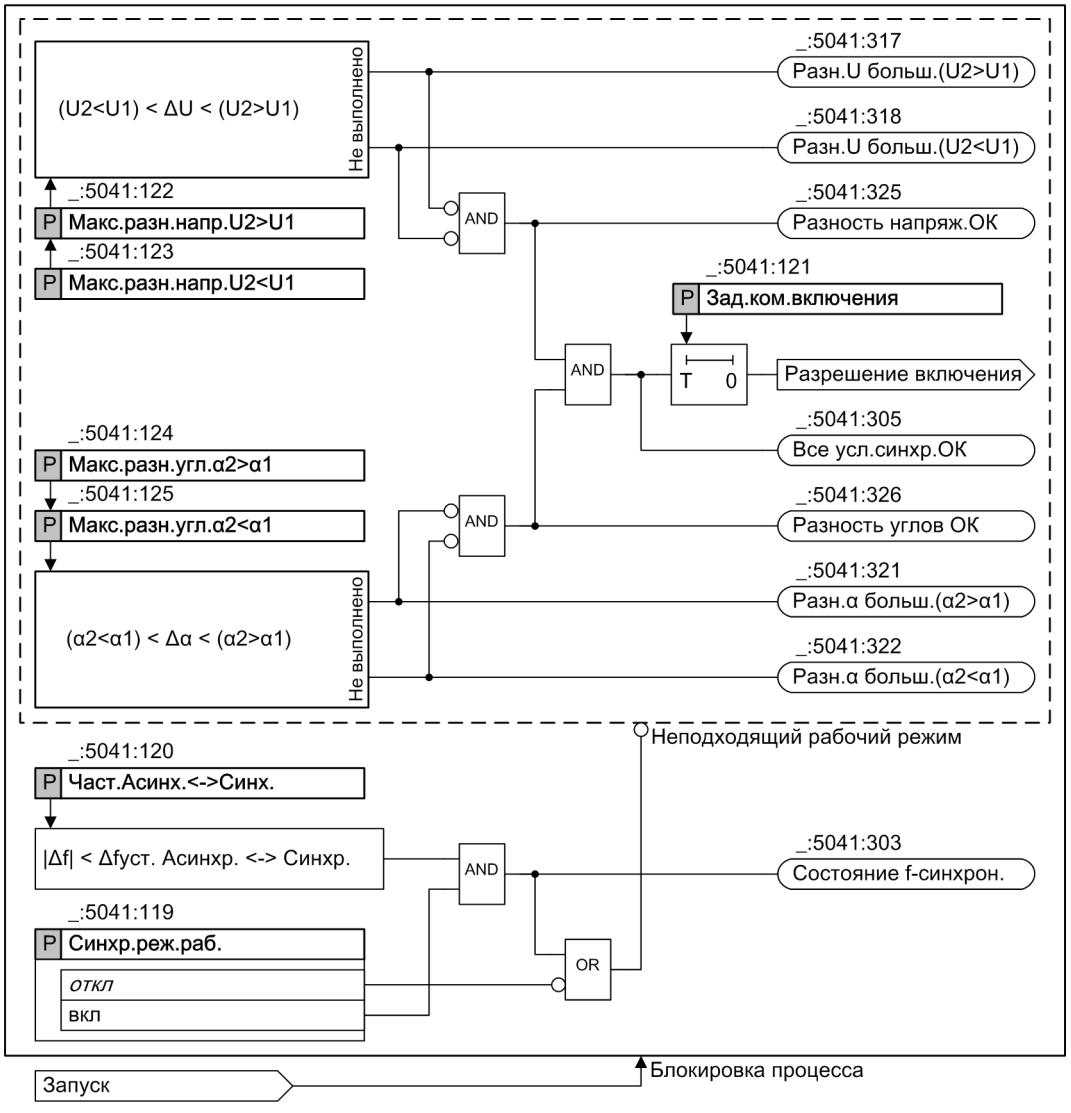
Для этого типа ступени различают синхронные и асинхронные системы.

Если гальванически связанные системы включены на параллельную работу, то они расцениваются как синхронные системы. Типовой характеристикой синхронных систем является равенство частот (Δf ≈ 0). Если разница частот становится меньше величины параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как синхронные. Если разница частот превышает установленную величину параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как асинхронные. Такое состояние имеет место, например, в системах с изолированной нейтралью.

У обоих состояний есть свой режим работы со своими условиями включения. Оба режима работы можно включить и выключить независимо друг от друга (параметр **Синхр.реж.раб.** и **Асинхр.реж.раб.**). В результате получаем такие комбинации:

Синхр.реж.раб.	**Асинхр.реж.раб.**	**Функциональность**
вкл	***вкл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях активируется асинхронный режим работы.
откл	***вкл***	Независимо от разницы частот и пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, режим работы активен исключительно как асинхронный.
вкл	***откл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях ступень неактивна, т.е. разрешение на включение не может быть выдано.
откл	***откл***	Оба режима работы отключены. Разрешение на включение при этих режимах работы также не может быть выдано.

Проверка условий включения синхронных систем



[losynsyn-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-73 Условия включения синхронных систем

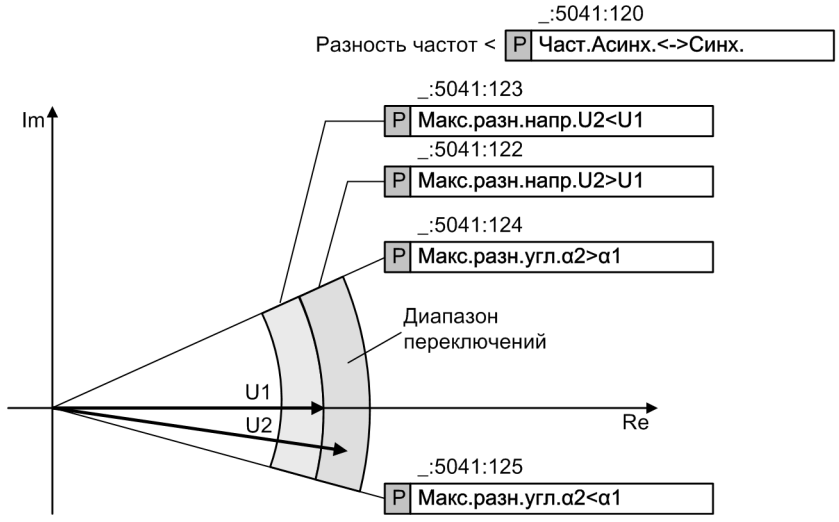
В режиме работы синхронных систем разница частот очень низка. Она меньше пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**. Состояние обозначается сообщением **Состояние f-синхрон.**.

Параметры ΔU и Δα проверяются на предмет выдачи разрешения на включение (см. *Рисунок 7-74*). Сообщение **Все усл.синхр.ОК** указывает, что выполняются оба условия. Если в течение установленной выдержки времени условия выполняются (параметр **Зад.ком.включения**), дается разрешение на включение (см. также раздел *7.5.6 Условия включения для ступени проверки синхронизма*).

О выполнении каждого условия сообщается отдельно с помощью сообщений **Разность напряж.ОК** и **Разность углов ОК**.

Если условие не выполняется, в сообщении указывается подробная информация о том, почему условие не выполнено. Например, если разность напряжений лежит вне заданных пределов, выдается сообщение **Разн.U больш.(U2<U1)**. Данное сообщение содержит косвенную информацию о том, что для выполнения успешной синхронизации напряжение U2 должно быть увеличено.

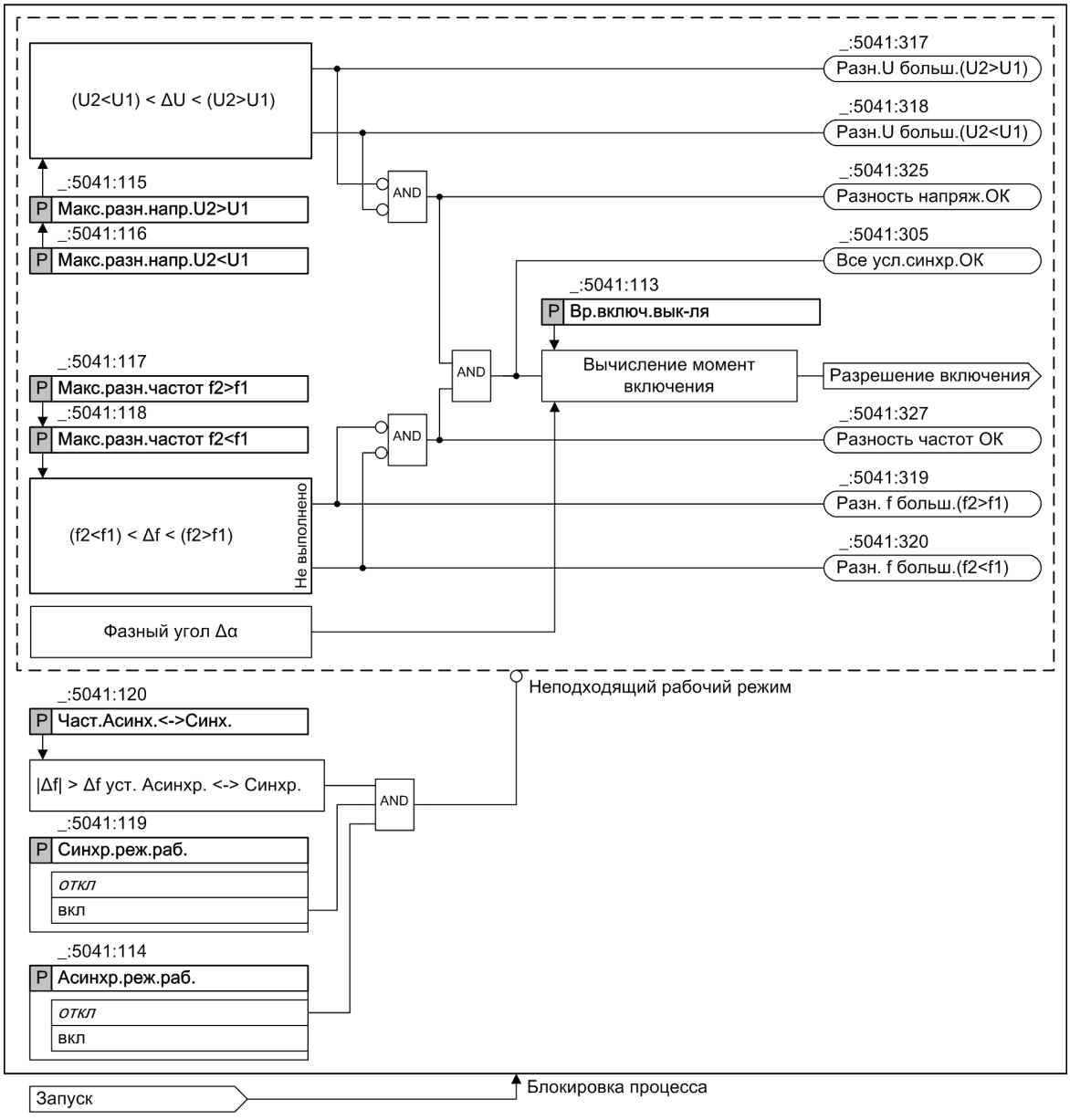
Настройка типа ступени **Расширенные параметры delta-f** и активация параметра **(_:142) Пред.dfдифф/dt асинхр.** также позволяют проверить скорость изменения разности частот. Если допустимая скорость изменения частоты (параметр **(_:143) МксЗndfдифф/dtасинхр**) превышена, выдается сообщение **(_:329) dfдифф/dt сл.больш.**.



[losynzus-110211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-74 Включение синхронных систем

Проверка условий включения асинхронных систем



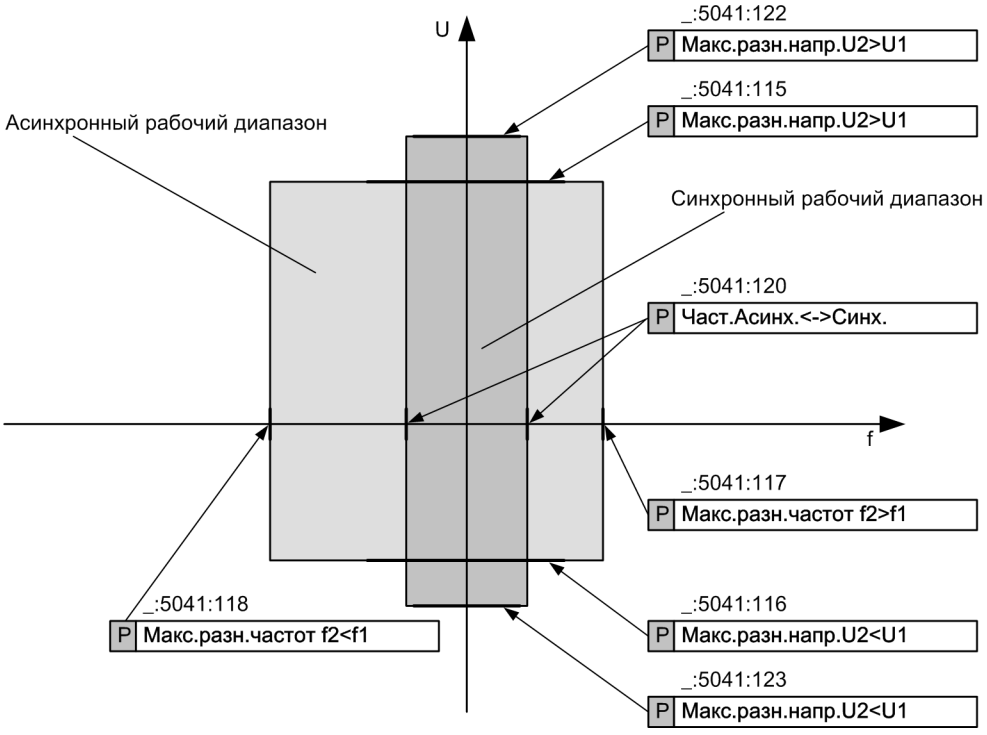
[losynasy-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-75 Условия включения асинхронных систем

В этом режиме работы проверяется соответствие условиям разности напряжений ΔU и разности частот Δf. Функция вычисляет момент выдачи команды на включение, принимая в расчет разность углов Δα и время включения выключателя. Расчет выполняется таким образом, чтобы в момент замыкания полюсов выключателя векторы напряжения были равными (ΔU ≈ 0, Δα ≈ 0).

Диапазоны на схеме напряжение-частота (Схема U-f)

Рисунок 7-76 отображает параметры настройки для синхронных и асинхронных условий на схеме U-f. В случае синхронных систем частотный диапазон является очень узким в силу принципа функционирования.



[losynarb-080211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-76 Рабочий диапазон напряжения (U) и частоты (f) в синхронных и асинхронных условиях

7.5.8 Расширенные проверки (df/dt и сглаженность колебаний)

При настройке функционального блока **Расширенные параметры delta-f** можно расширить проверки синхронизации, чтобы включить следующие аспекты:

- Ограничение скорости изменения частоты

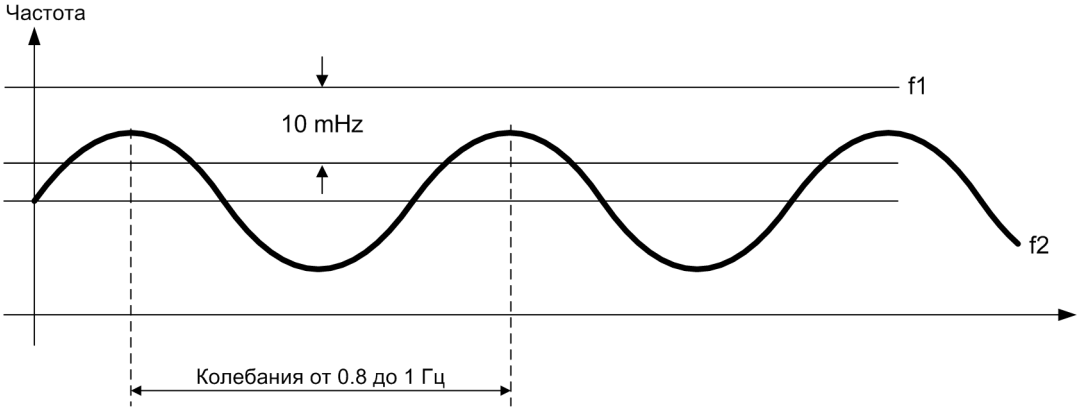
  С помощью этого параметра можно определить дополнительные верхние пределы для скорости изменения разности частот. Эти дополнительные верхние пределы учитываются проверками разрешения для обоих типов ступени. Параметры активации (**(_:140) Пред.dfдифф/dt синхр.** и **(_:142) Пред.dfдифф/dt асинхр.**) и верхних пределов (**(_:141) Мкс.зн.dfдифф/dt синхр.** и **(_:143) МксЗндfдифф/dtасинхр**) для скорости изменения частоты настраиваются избирательно для синхронных и асинхронных условий. Оба типа ступеней учитывают скорость изменения частоты при выдаче разрешения на переключение и выдают сообщения о превышении скорости.

  Если также активизировать параметр для компенсации низкочастотных колебаний (параметр **(_:150) Подавл.колеб.частоты**), скорость изменения частоты будет стабилизироваться при наличии таких колебаний. Стабилизация действует как для асинхронного, так и для синхронного режима.

- Компенсация низкочастотных колебаний

  Если активизировать этот параметр (**(_:150) Подавл.колеб.частоты**), низкочастотные колебания, например, возникшие в результате колебаний сети в диапазоне от 0,8 Гц до 1,6 Гц, будут обнаруживаться и сглаживаться. Это стабилизирует проверки разрешения в присутствии часто изменяющихся нарушений верхних и нижних пределов для указанных пороговых значений частоты. Этот параметр влияет на проверку частоты типов ступени **Контроль синхронизма** и на синхронный режим типа ступени **Синхронная/Асинхронная**. Он не влияет на асинхронный режим.

  В примере, показанном на следующем рисунке, функция контроля синхронизма должна инициировать подачу напряжения, если для допустимой разности частот задано значение 10 мГц без параметра **Подавл.колеб.частоты**, как только частота f2 попадет в диапазон 10 мГц. Если параметр **Подавл.колеб.частоты** активирован, подача напряжения не инициируется, так как среднее значение f2 не попадает в указанный диапазон.



[dwsynfre-101013-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-77 Пример: Разность между постоянной частотой f1 и частотой синусоидальных колебаний f2

Если этот параметр активен, диапазон величин измерения функции распространяется на сглаженную частоту. Разрешение включения в синхронных сетях происходит не раньше, чем через одну секунду. Это время необходимо для сглаживания величин измерения частоты.

Фактическая частота может быть больше или меньше, чем сглаженное значение, в любой момент времени. Параметр **Макс.разн."уст.f"** позволяет ограничить увеличение мгновенного значения частоты относительно соответствующего порогового значения частоты.

7.5.9 Включение на линию / шины без напряжения

Если как минимум один из двух энергообъектов обесточен, эти объекты могут быть объединены с помощью следующих режимов работы.

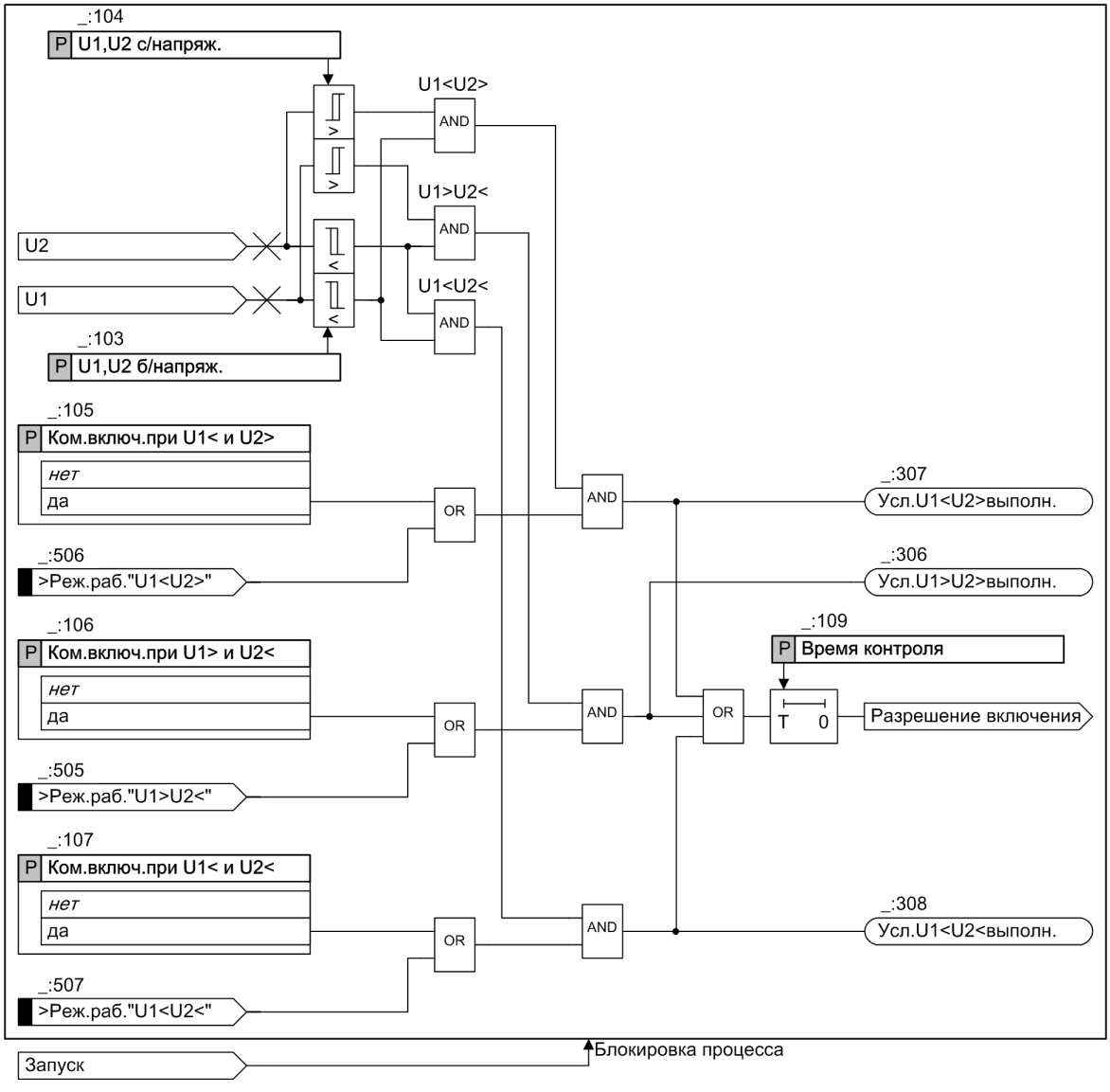
Если измеренное напряжение меньше порогового значения **U1,U2 б/напряж.**, определяется энергообъект без напряжения. Трехфазное подключение цепей напряжения к устройству повышает надежность, поскольку условия должны выполняться с учетом нескольких напряжений. Сторона, которая находится под напряжением, должна быть в определенном режиме работы с учетом напряжения и частоты (см. раздел *7.5.4 Общие функции*) и превышать пороговое значение **U1,U2 с/напряж.**.

Возможен выбор следующих дополнительных условий включения, которые будут применяться наряду с условиями включения для синхронных систем:

Параметр	Описание
Ком.включ.при U1> и U2<	Включение разрешается при условии, что энергообъект U_1 находится под напряжением, а объект U_2 обесточен.

Параметр	Описание
Ком.включ.при U1< и U2>	Включение разрешается при условии, что энергообъект U_1 обесточен, а объект U_2 находится под напряжением.
Ком.включ.при U1< и U2<	Включение разрешается при условии, что энергообъекты U_1 и U_2 обесточены.

Каждое из условий можно назначить действующим через параметры или дискретный вход. Также можно установить параметры для комбинаций, например, включение будет разрешаться, если выполняется условие **Ком.включ.при U1> и U2<** или **Ком.включ.при U1< и U2>**.



[losyn003-160311-01.tif, 1, ru_RU]

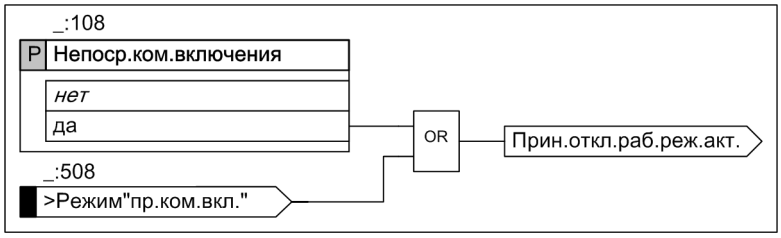
Рисунок 7-78 Условия разрешения включения на линию / шину без напряжения

Сообщения **Усл.U1>U2>выполн.**, **Усл.U1<U2>выполн.** и **Усл.U1<U2<выполн.** указывают, что соответствующие условия выполнены.

С помощью параметра **Время контроля** можно задать время контроля, в течение которого должны быть выполнены условия включения обесточенного элемента, после чего включение будет разрешено.

7.5.10 Команда прямого включения

Команду прямого включения режима работы можно активизировать статически через параметр **Непоср.ком.включения** или динамически через сигнал на дискретном входе **>Режим"пр.ком.вкл."** (см. *Рисунок 7-79*).



[losyndir-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-79 Активация команды прямого включения режима работы

Функция **Команда прямого включения** режима работы инициирует разрешение на включение без проведения проверок при пуске ступени синхронизации. Включение выполняется немедленно.

Комбинирование **команды прямого включения** и других режимов работы не рекомендуется, так как другие рабочие данные не будут учитываться.

Если функция синхронизации неисправна (режим готовности ступени синхронизации = аварийная или предупредительная сигнализация), выполнение команды прямого включения зависит от типа повреждения (см. также описание функций контроля в разделе *7.5.4 Общие функции*).

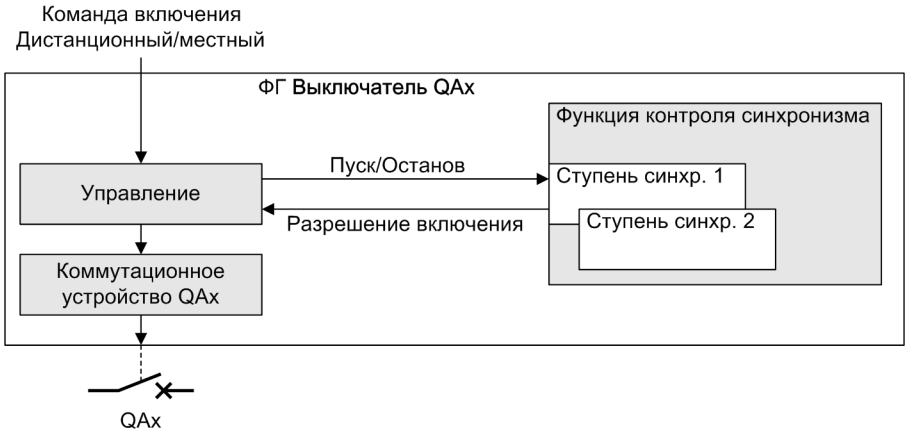
7.5.11 Взаимодействие с управлением и внешним пуском

С управлением

Функция управления и синхронизации всегда находится в функциональной группе **Выключатель**. Функция управления и синхронизации всегда работает с выключателем, соединенным с функциональной группой **Выключатель**.

Как только функция синхронизации будет в функциональной группе **Выключатель**, станет необходимой обязательная синхронизация выключателя. Если деактивируются все ступени синхронизации, включение выключателя через функцию управления станет невозможным, поскольку невозможно будет сгенерировать разрешение на включение. После удаления функции синхронизации обязательная синхронизация выключателя больше не будет необходима. Включение без синхронизации станет возможным через управление.

Если включение должно быть синхронизировано через функции управления, то управление автоматически сгенерирует внутренний сигнал, который запустит функцию синхронизации. Функциональная последовательность описана в разделе *7.5.5 Последовательность функций*. После выполнения всех условий включения функция синхронизации посылает функции управления разрешающий сигнал, который включает выключатель и останавливает функцию синхронизации.



[losynaw1-310111-01.tif, 1, ru_RU]

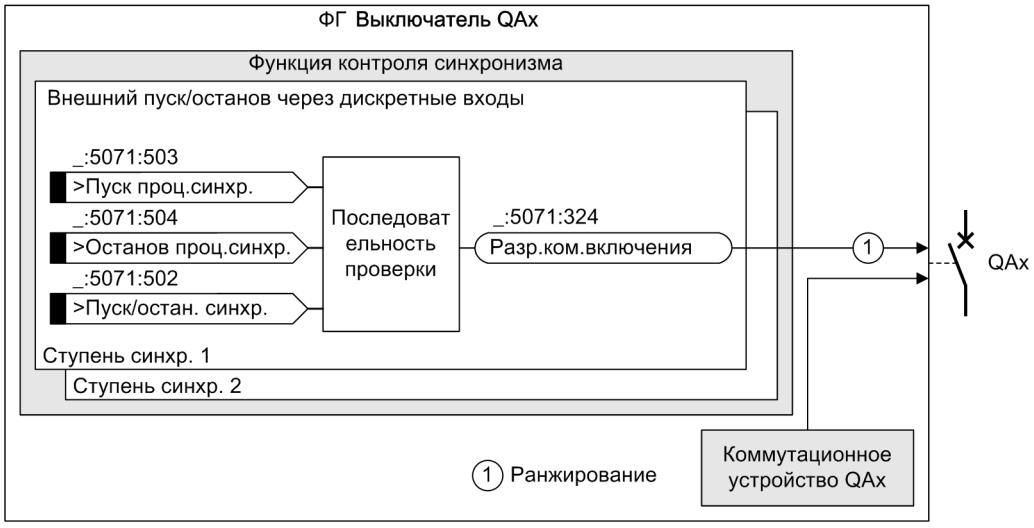
Рисунок 7-80 Взаимодействие управления с функцией синхронизации

Взаимодействие с внешним управлением

Возможен вариант внешнего управления функцией синхронизации через сигналы на дискретном входе. Такое управление описано ниже:

- С управлением по фронту
- Через сигналы **>Пуск проц.синхр.** и **>Останов проц.синхр.**
- С управлением состоянием, через сигнал **>Пуск/остан. синхр.** (см. также раздел *7.5.5 Последовательность функций*).

За пуском следует функциональная последовательность (см. раздел *7.5.5 Последовательность функций*). Если все условия выполняются, формируется выходной сигнал **Разр.ком.включения**. Коммутационное устройство QAx функциональной группы **Выключатель** не включается. Выходной сигнал **Разр.ком.включения** должен быть явно назначен дискретному выходу, чтобы включить выключатель.



[losynaw3-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-81 Взаимодействие функции синхронизации с внешним управлением

7.5.12 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Общее)

Выбор типа ступени

Доступны следующие два типа ступеней:

Тип ступени	Применение
Ступень контроля синхронизма	Выберите этот тип ступени для того, чтобы выдать дополнительную разрешающую команду во время ручного включения в целях обеспечения безопасности. При этом типе ступени перед объединением энергосистем проверяются переменные ΔU, Δf и Δα.
Синхронная / асинхронная ступень	Выберите этот тип ступени, если есть необходимость различать синхронные и асинхронные сети в зависимости от положения переключателя. Если гальванически связанные системы включены на параллельную работу, то они расцениваются как синхронные системы. Типовой характеристикой синхронных систем является равенство частот (Δf ≈ 0). В этом состоянии проверяются условия Δα и ΔU. Если нейтрали систем изолированы гальванически, то системы могут работать асинхронно. Одновременно проверяется соответствие условиям разности напряжений ΔU и разности частот Δf. При расчете времени команды прямого включения учитываются разность углов Δα и время включения выключателя. Расчет момента команды прямого включения выполняется таким образом, чтобы в момент замыкания полюсов выключателя напряжения были равными (ΔU ≈ 0, Δα ≈ 0).

Конфигурация напряжений U1 (опорная сторона) и U2

Напряжения U1 и U2 заводятся в функцию путем назначения точек измерения интерфейсу функциональной группы (см. раздел *7.5.3 Схемы подключения и основные определения*). Точка измерения, подключенная к интерфейсу **Напряжение**, является опорной стороной 1 с опорным напряжением U1. Точка измерения, подключенная к интерфейсу **Синхронное напряжение**, является опорной стороной 2 с опорным напряжением U2. Определение разностей параметров, которое можно получить, также рассматривается в главе *7.5.3 Схемы подключения и основные определения*.

Параметр: `Мин.раб.пред.Umин, Макс.раб.пред.Umакс`

- Рекомендуемая уставка **`(_:5071:101) Мин.раб.пред.Umин`** = ***`90 В`***
- Рекомендуемая уставка **`(_:5071:102) Макс.раб.пред.Umакс`** = ***`110 В`***

Значения определяют рабочий диапазон напряжения ступени синхронизации. Стандартная уставка ±10 % от номинального напряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Таким образом, как и в случае с измеряемыми значениями функции синхронизации, все параметры напряжения также должны пониматься как линейное напряжение.

Параметр: `Макс.длит.синхр.`

- Уставка по умолчанию **`(_:5071:110) Макс.длит.синхр.`** = ***`30 с`***

В течение этого времени заданные условия должны быть выполнены. Если условия не выполняются, дальнейшее разрешение на включение не выполняется, и ступень синхронизации останавливается. Если значение параметра времени указано как ∞, то условия проверяются до тех пор, пока они не будут выполнены. Это также значение параметра времени по умолчанию. При определении временных пределов необходимо соблюдать рабочие условия. Они должны определяться для каждой системы индивидуально. Если выбрано значение 0 с или 0,01 с, все условия проверяются только один раз в начальной точке времени. После этого процесс немедленно останавливается.

Параметр: `Корр.напряжения`

- Уставка по умолчанию **`(_:5071:126) Корр.напряжения`** = ***`1.00`***

Параметр может использоваться для корректировки амплитудных погрешностей, создаваемых непрямым измерением (например, устройством РПН трансформатора).

Параметр **Корр.напряжения** не требуется, если между двумя точками измерения расположен трансформатор. Для точек измерения устанавливаются коэффициенты трансформации, и функция начинает принимать их в расчет автоматически.

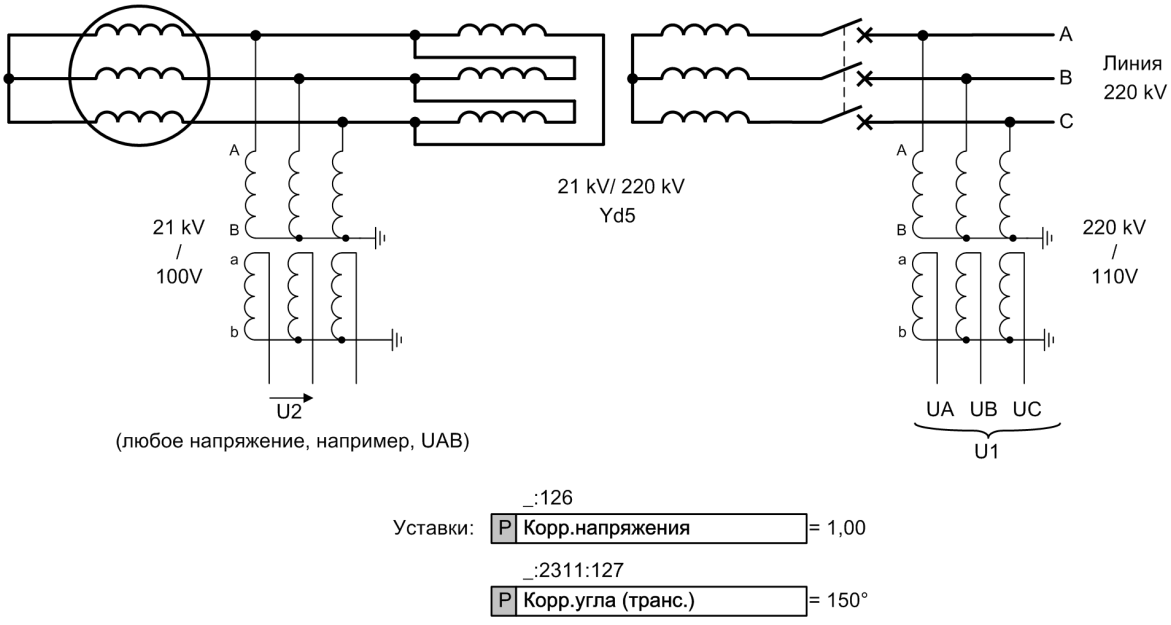
Параметр: Корр.угла (транс.)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:127) Корр.угла (транс.)** = *0* °

Параметр может применяться при следующих условиях:

- 1. Фазовый сдвиг из-за наличия силового трансформатора между точек измерения.
- 2. Коррекция угловых погрешностей

1. Фазовый сдвиг, вносимый силовым трансформатором между точками измерения:



[losynae1-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-82 Трансформатор между точек измерения

Если в зоне между двумя измерительными трансформаторами напряжения по сторонам выключателя, включение которого необходимо синхронизировать, установлен силовой трансформатор, откорректируйте фазовый сдвиг для векторной группы трансформатора, не равной нулю. *Рисунок 7-82* показывает такой вариант. Чтобы сохранить фазовый сдвиг, используется параметр **Корр.угла (транс.)**.

Группа соединения обмоток силового трансформатора определятся при переходе от стороны высшего напряжения к стороне низшего напряжения. Если опорный трансформатор напряжения (U1) подключен на стороне высшего напряжения силового трансформатора (как в *Рисунок 7-82*), введите фазовый сдвиг напрямую в соответствии с векторной группой трансформатора. К примеру, векторная группа 5 означает, что фазовый сдвиг составляет 5 • 30° = 150°. Задайте это значение для параметра **Корр.угла (транс.)**.

Если напряжение U1 находится на стороне низшего напряжения системы, необходимо добавлять угол 360°. Для трансформатора с группой соединения обмоток 5 требуется учитывать в расчетах угол 360° - (5 •· 30°) = 210°.

2. Коррекция угловых погрешностей: Угловую погрешность можно откорректировать параметрами для трансформаторов напряжения. Возможное значение корректировки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

Параметр: Вр.включ.вык-ля

- Уставка по умолчанию **(_:5041:113) Вр.включ.вык-ля** = *0.06 с*

Если необходимо выполнить объединение асинхронных систем, то дополнительно нужно учитывать и время включения выключателя. Устройство использует его для расчета момента подачи команды с тем, чтобы напряжение было в фазе в момент включения контактов выключателя. Учитывайте, что это время должно, помимо рабочего времени включения выключателя, также включать время срабатывания промежуточных реле, которые могут быть установлены в цепи. Время включения можно определить, воспользовавшись устройством защиты (см. примечания по вводу в эксплуатацию в разделе *10.17 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации*).

Этот параметр встречается только для ступени типа **Синхронная / асинхронная**.

7.5.13 Задание уставок и примечания по вводу (контроль синхронизма)

Параметр: Максимальные значения разности напряжений, частоты и фазы

- Уставка по умолчанию **(_:5071:122) Макс.разн.напр.U2>U1** = *5,0 В*
- Уставка по умолчанию **(_:5071:123) Макс.разн.напр.U2<U1** = *5,0 В*
- Уставка по умолчанию **(_:5071:117) Макс.разн.частот f2>f1** = *0,10 Гц*
- Уставка по умолчанию **(_:5071:118) Макс.разн.частот f2<f1** = *0,10 Гц*
- Уставка по умолчанию **(_:5071:124) Макс.разн.угл.α2>α1** = *10°*
- Уставка по умолчанию **(_:5071:125) Макс.разн.угл.α2<α1** = *10°*

Для значений разности напряжений, частот и фазы доступны два параметра. В случае необходимости с их помощью задаются несимметричные диапазоны включений.

Допустимые величины разности должны гарантировать отсутствие в системе повреждений или срабатывания защит из-за собственных компенсационных процессов энергосистемы (циркулирующих токов) и качаний мощности после отключения источников. Уставки, с другой стороны, не должны быть сконфигурированы слишком близко друг к другу, чтобы не блокировались нужные включения.

Обычно в качестве значений разности используются значения по умолчанию. В зависимости от энергосистемы, настройки необходимо проверять и регулировать по мере необходимости.

7.5.14 Задание уставок и примечания по вводу уставок (синхронное / асинхронное включение)

Параметр: Синхронный режим работы, Асинхронный режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:5041:119) Синхр.реж.раб.** = *откл*
- Уставка по умолчанию **(_:5041:114) Асинхр.реж.раб.** = *откл*

С помощью этого параметра можно активировать или деактивировать режимы работы ступеней. В целях безопасности режимы работы в настройках по умолчанию деактивированы.

Возможны следующие варианты комбинаций:

Синхр.реж.раб.	Асинхр.реж.раб.	Описание
вкл	*вкл*	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется **синхронный** режим работы. В других случаях активируется **асинхронный** режим работы. Если необходимо выполнить объединение систем с гальванически изолированными нейтралями, выберите этот режим работы.

Синхр.реж.раб.	Асинхр.реж.раб.	Описание
откл	***вкл***	Независимо от разницы частот и пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, режим работы активен исключительно как **асинхронный**. Для определения момента включения в этом случае во внимание всегда принимается время включения выключателя. Если необходимо включить машины, например, генераторы или асинхронные двигатели, выберите этот режим работы. Если объекты, которые будут объединяться, имеют одинаковую частоту, то этот рабочий режим невозможен. Поскольку, в случае зависимости от положения фазного угла (Δα) разрешение на включение может быть не выдано.
вкл	***откл***	Используйте этот режим работы для гальванически связанных систем. Включение возможно только с синхронными системами (с малым значением Δf).
откл	***откл***	Оба режима работы отключены. Поэтому разрешение на включение через эти режимы работы не может быть выдано. Такая конфигурация может быть рекомендована для особых случаев. Если необходимо включить, например, обесточенные энергообъекты, выберите этот режим работы.

Параметр для асинхронной работы: Макс. разн. потенциалов напряжения и частоты

- Уставка по умолчанию **(_:5041:115) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:116) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:117) Макс.разн.частот f2>f1** = ***0,10 Гц***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:118) Макс.разн.частот f2<f1** = ***0,10 Гц***

Дополнительные сведения см. в разделе **Параметр для синхронной работы**.

Параметр для синхронной работы: Макс. разн. потенциалов напряжения и фазы

- Уставка по умолчанию **(_:5041:122) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:123) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:124) Макс.разн.угл.α2>α1** = ***10***°
- Уставка по умолчанию **(_:5041:125) Макс.разн.угл.α2<α1** = ***10***°

Для значений разности напряжений, частот и фазы доступны два параметра. В случае необходимости с их помощью задаются несимметричные диапазоны включений.

Допустимые величины разности должны гарантировать отсутствие в системе повреждений или срабатывания защит из-за собственных компенсационных процессов энергосистемы (циркулирующих токов) и качаний мощности после отключения источников. Уставки, с другой стороны, не должны быть сконфигурированы слишком близко друг к другу, чтобы не блокировались нужные включения.

Обычно в качестве значений разности используются значения по умолчанию. В зависимости от энергосистемы, настройки необходимо проверять и регулировать по мере необходимости.

Параметр: Переключение между синхронным и асинхронным режимами работы

- Рекомендуемая уставка **(_:5041:120) Част.Асинх.<->Синх.** = ***0,01 Гц***

Этот параметр используется для того, чтобы задавать уставки разности частот для переключения между синхронным и асинхронным режимом работы.

Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные ***0,01 Гц***.

7.5.15 Задание уставок и примечания по вводу (Включение без напряжения / Команда прямого включения)

Если, как минимум, одна из двух частей энергосистемы обесточена, эти части могут быть объединены с помощью следующих режимов работы. Возможные условия разрешения включения команды не зависят друг от друга и могут комбинироваться.



ПРИМЕЧАНИЕ

В целях безопасности параметры разрешения деактивированы в настройках по умолчанию и, следовательно, имеют значение ***нет***. Даже если Вы хотите применить один из этих режимов работы, в целях безопасности Siemens рекомендует оставить значение по умолчанию для уставки как ***нет***. Режим работы следует устанавливать только динамически через назначенный сигнал на дискретный вход (например, **>Режим работы 'U1>U2<'**) (см. также *Рисунок 7-78*). Это поможет избежать неправильной статической активации одного из этих режимов работы, которая могла бы привести к неправильному включению.

Параметр: Ком.включ.при U1< и U2>

- Рекомендованное значение уставки **(_:5071:105) Ком.включ.при U1< и U2>** = ***нет***

Параметр	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если часть энергосистемы U1 обесточена, а часть U2 находится под напряжением, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: Ком.включ.при U1> и U2<

- Рекомендованное значение уставки **(_:5071:106) Ком.включ.при U1> и U2<** = ***нет***

Параметр	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если часть энергосистемы U1 находится под напряжением, а часть U2 обесточена, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: Ком.включ.при U1< и U2<

- Рекомендованное значение уставки **(_:5071:107) Ком.включ.при U1< и U2<** = ***нет***

Параметр	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если части энергосистемы U1 и U2 обесточены, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: U1,U2 с/напряж.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:104) U1,U2 с/напряж.** = ***80 V***

Величина уставки указывает напряжение, выше которого часть энергосистемы (отпайка или шина) может считаться гарантировано включенной.

Величина должна быть задана меньше ожидаемого минимального рабочего напряжения. По этой причине Siemens рекомендует выбирать величину данного параметра равной 80 % номинального напряжения.

Параметр: U1,U2 б/напряж.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:103) U1,U2 б/напряж.** = ***5 V***

Величина уставки указывает напряжение, ниже которого часть энергосистемы (отпайка или шина) может считаться гарантировано обесточенной.

Siemens рекомендует выбирать величину данного параметра равной 5 % номинального напряжения.

Параметр: Время контроля

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:109) Время контроля** = ***0,1 с***

Данный параметр определяет время контроля, в течение которого должны быть по минимуму выполнены указанные выше дополнительные условия активации при включении в отсутствии напряжения, до того как будет выдано разрешение на включение. С учетом переходного процесса, Siemens рекомендует установить значение ***0,1 с***.

Параметр: Непоср.ком.включения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:108) Непоср.ком.включения** = ***нет***

В этом режиме работы функция выдает разрешение на включение без всякого контроля при пуске ступени синхронизации. Включение выполняется немедленно.



ПРИМЕЧАНИЕ

В целях безопасности Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию ***нет***. Если необходимо выполнить прямое включение, Siemens рекомендует использовать этот режим работы динамически через сигнал на дискретном входе **>Режим"пр.ком.вкл."** (см. также *Рисунок 7-80*). Это поможет избежать неправильной статической активации одного из этих режимов работы, которая могла бы привести к неправильному включению.

7.5.16 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:127	Общие данные:Корр.угла (транс.)		-179.0 ° до 180.0 °	0.0 °
Общие данные				
_:5071:1	КонтрСинхр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5071:101	КонтрСинхр 1:Мин.раб.пред.Umин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5071:102	КонтрСинхр 1:Макс.раб.пред.Umакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:5071:110	КонтрСинхр 1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5071:108	КонтрСинхр 1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5071:126	КонтрСинхр 1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:5071:105	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5071:106	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5071:107	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5071:103	КонтрСинхр 1:U1,U2 б/ напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:104	КонтрСинхр 1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5071:109	КонтрСинхр 1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.01 с
Синхр. условия				
_:5071:122	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:123	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:117	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гц до 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:118	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гц до 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:124	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5071:125	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
Общие данные				
_:5041:1	Синх./Асинх.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5041:101	Синх./Асинх. 1:Мин.раб.пред.Uмин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5041:102	Синх./Асинх. 1:Макс.раб.пред.Uмакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5041:110	Синх./Асинх. 1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5041:108	Синх./Асинх. 1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5041:126	Синх./Асинх. 1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Вкл. без напряж.				
_:5041:105	Синх./Асинх. 1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5041:106	Синх./Асинх. 1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5041:107	Синх./Асинх. 1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5041:103	Синх./Асинх.1:U1,U2 б/ напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:104	Синх./Асинх.1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5041:109	Синх./Асинх.1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.01 с
Асинхр. реж. раб.				
_:5041:114	Синх./Асинх. 1:Асинхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:113	Синх./Асинх. 1:Вр.включ.вык-ля		0.01 с до 0.60 с	0.06 с
_:5041:115	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:116	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:117	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
_:5041:118	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
Синхр. реж. раб.				
_:5041:119	Синх./Асинх. 1:Синхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:120	Синх./Асинх. 1:Част.Асинх.<->Синх.		0.010 Гц до 0.200 Гц	0.010 Гц
_:5041:122	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:123	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:124	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.угл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:125	Синх./Асинх. 1:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:121	Синх./Асинх. 1:Зад.ком.включения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
предел dfдифф/dt				
_:140	Доп.опции:Пред.dfдифф /dt синхр.		• 0 • 1	ложь
_:141	Доп.опции:Мкс.зн.df дифф/dt синхр.		0.010 Гц/с до 0.025 Гц/с	0.010 Гц/с
_:142	Доп.опции:Пред.dfдифф /dt асинхр.		• 0 • 1	ложь

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:143	Доп.опции:МксЗndfдифф/dtасинхр		0.050 Гц/с до 0.500 Гц/с	0.050 Гц/с
Колеб.частоты				
_:150	Доп.опции:Подавл.колеб. частоты		• 0 • 1	ложь
_:151	Доп.опции:Макс.разн."уст .f"		0.000 Гц до 0.100 Гц	0.000 Гц

7.5.17 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Измерения			
_:2311:303	Общие данные:Множеств. выбор	SPS	O
_:2311:304	Общие данные:Блок.:U не выбрано	SPS	O
_:2311:329	Общие данные:U1	MV	O
_:2311:330	Общие данные:f1	MV	O
_:2311:331	Общие данные:U2	MV	O
_:2311:332	Общие данные:f2	MV	O
_:2311:300	Общие данные:dU	MV	O
_:2311:301	Общие данные:df	MV	O
_:2311:302	Общие данные:dα	MV	O
КонтрСинхр 1			
_:5071:81	КонтрСинхр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5071:500	КонтрСинхр 1:>Выбор	SPS	I
_:5071:502	КонтрСинхр 1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5071:503	КонтрСинхр 1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:5071:504	КонтрСинхр 1:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:5071:506	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5071:505	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5071:507	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5071:508	КонтрСинхр 1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5071:501	КонтрСинхр 1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5071:54	КонтрСинхр 1:Неактивно	SPS	O
_:5071:52	КонтрСинхр 1:Режим работы	ENS	O
_:5071:53	КонтрСинхр 1:Исправно	ENS	O
_:5071:328	КонтрСинхр 1:Работа	SPS	O
_:5071:324	КонтрСинхр 1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5071:305	КонтрСинхр 1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5071:325	КонтрСинхр 1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5071:326	КонтрСинхр 1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5071:327	КонтрСинхр 1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5071:307	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5071:306	КонтрСинхр 1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5071:308	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:5071:309	КонтрСинхр 1:Частота f1 > fмакс	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5071:310	КонтрСинхр 1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5071:311	КонтрСинхр 1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5071:312	КонтрСинхр 1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5071:313	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5071:314	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5071:315	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:5071:316	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5071:317	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5071:318	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5071:319	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5071:320	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5071:321	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5071:322	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5071:304	КонтрСинхр 1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5071:323	КонтрСинхр 1:Ошибка уставки	SPS	O
Синх./Асинх.1			
_:5041:81	Синх./Асинх.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5041:500	Синх./Асинх.1:>Выбор	SPS	I
_:5041:502	Синх./Асинх.1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5041:503	Синх./Асинх.1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:5041:504	Синх./Асинх.1:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:5041:506	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5041:505	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5041:507	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5041:508	Синх./Асинх.1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5041:501	Синх./Асинх.1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5041:54	Синх./Асинх.1:Неактивно	SPS	O
_:5041:52	Синх./Асинх.1:Режим работы	ENS	O
_:5041:53	Синх./Асинх.1:Исправно	ENS	O
_:5041:328	Синх./Асинх.1:Работа	SPS	O
_:5041:324	Синх./Асинх.1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5041:305	Синх./Асинх.1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5041:303	Синх./Асинх.1:Состояние f-синхрон.	SPS	O
_:5041:325	Синх./Асинх.1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5041:326	Синх./Асинх.1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5041:327	Синх./Асинх.1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5041:307	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5041:306	Синх./Асинх.1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5041:308	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:5041:309	Синх./Асинх.1:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:5041:310	Синх./Асинх.1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5041:311	Синх./Асинх.1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5041:312	Синх./Асинх.1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5041:313	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5041:314	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5041:315	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5041:316	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5041:317	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5041:318	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5041:319	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5041:320	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5041:321	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5041:322	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5041:304	Синх./Асинх.1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5041:323	Синх./Асинх.1:Ошибка уставки	SPS	O

7.6 РПН трансформатора

7.6.1 Описание функции

С помощью функции управления устройством можно изменить отпайку трансформатора, переместив ее выше или ниже, и контролировать выполнение команд регулирования.

Функция позволяет контролировать РПН и определять положение переключателя отпайки. Функции контроля используются для проверки напряжения и предоставления информации о положении РПН для адаптивного согласования дифференциальной защиты трансформатора.

Для управления доступны следующие опции:

- Прямые команды пользователя через клавиатуру устройства или ранжированные дискретные входы
- Определяемые пользователем условия через CFC

Если переключатель отпаек достигает конечных положений, функция управления выдает сообщение *(_:301) Пред.верх.отп.РПН* или *(_:302) Пред.ниж.отп.РПН*.

Для управления приводом РПН вставьте в проект из **библиотеки DIGSI** функциональную группу **РПН**.

РПН 1	161		*	*	*	*
РПН	161.5461		*	*	*	*
>Блок.сбора данных	161.5461.500	SPS				
>Ввести	161.5461.501	SPS				
Исправно	161.5461.53	ENS				
ok		SPS				
предупрежд.		SPS				
авар.сигнализ.		SPS				
Пред.верх.отп.РПН	161.5461.301	SPS				
Пред.ниж.отп.РПН	161.5461.302	SPS				
Позиция	161.5461.308	BSC	X	X	X	X
блок.сбора данных активна		SPS				
обновлено вручную		SPS				
Команда "прибавить"	161.5461.305	SPS				
Команда "убавить"	161.5461.306	SPS				
Команда активна	161.5461.307	SPS				
Вр.контр.двиг.истекло	161.5461.309	SPS				
Перекл.пуска защ.	161.5461.310	SPS				
Ош.полож.ком.	161.5461.311	SPS				
Сч.оп.	161.5461.312	INS				
Ошибка сброса	161.5461.319	SPC				

[sctssdig-210514-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-83 Функциональная группа РПН трансформатора в информационной матрице DIGSI

Главный элемент – это контролируемая **Позиция** типа BSC (дискретное сообщение о контролируемом пошагово управляемом элементе, см. МЭК 61850). Этот элемент управления подключается в матрице к необходимому числу дискретных входов, которые указывают текущее положение РПН.

Дополнительная информация приводится в Главе *7.6.2 Указания по применению и вводу уставок*.

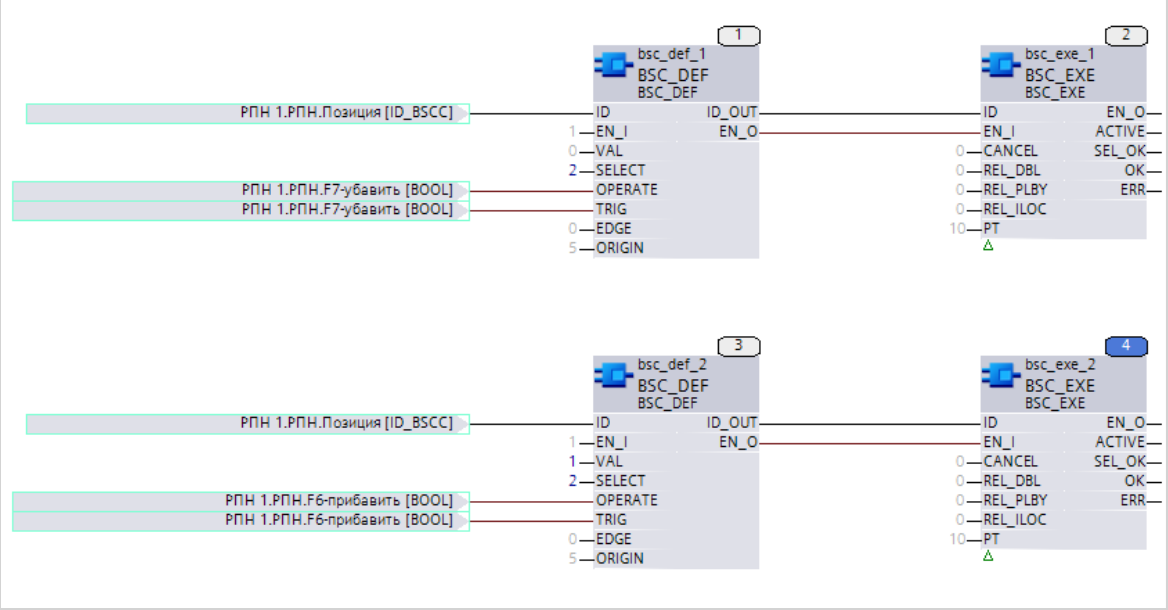
Элемент управления **Позиция** также содержит параметры. Чтобы изменить параметры, выберите элемент управления в информационной матрице DIGSI и измените параметры в диалоговом окне

"Свойства". РПН управляется командами **Команда "прибавить"** и **Команда "убавить"**, каждая из которых должна быть подключена к отдельному дискретному выходу.

Пример

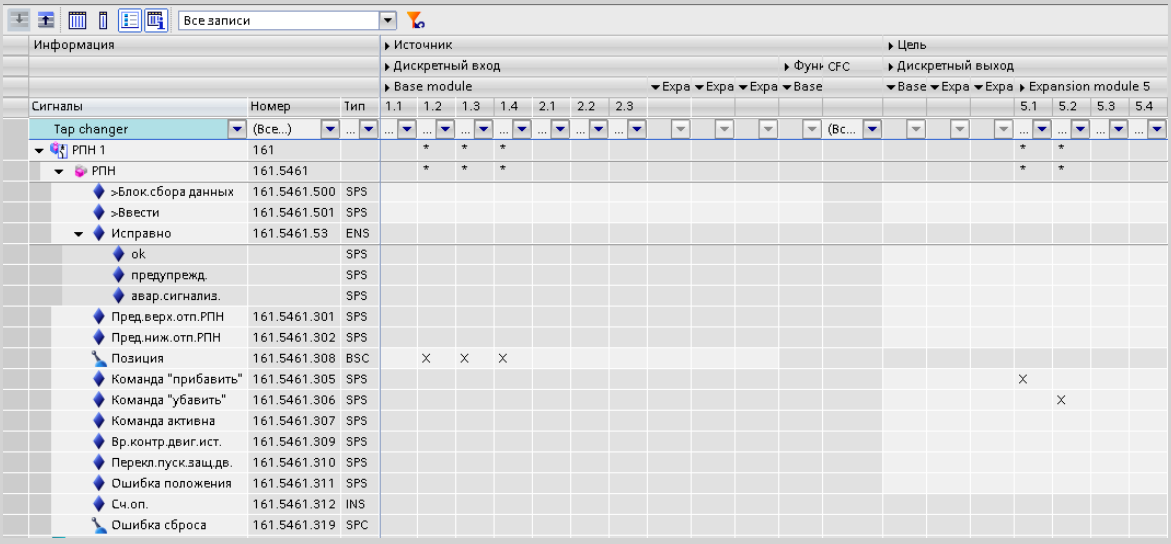
Нижеприведенные рисунки иллюстрируют схему CFC для управления РПН трансформатора с помощью функциональных клавиш для пошагового изменения отпайки: Для использования функциональных клавиш создайте два пользовательских однопозиционных сообщения (SPS). Они используются для функциональных клавиш (например, для увеличения отпайки <F1>, а для уменьшения <F2>) и в качестве входных сигналов для соответствующих блоков CFC.

Команды для переключения вверх или вниз не должны быть подключены в качестве выходов CFC. Блок BSC_EXE создает это подключение автоматически.



[sctrcfc1-220514-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-84 CFC логики управления приводом РПН



[scrafuts-100713-01.tif, 1, ru_RU]

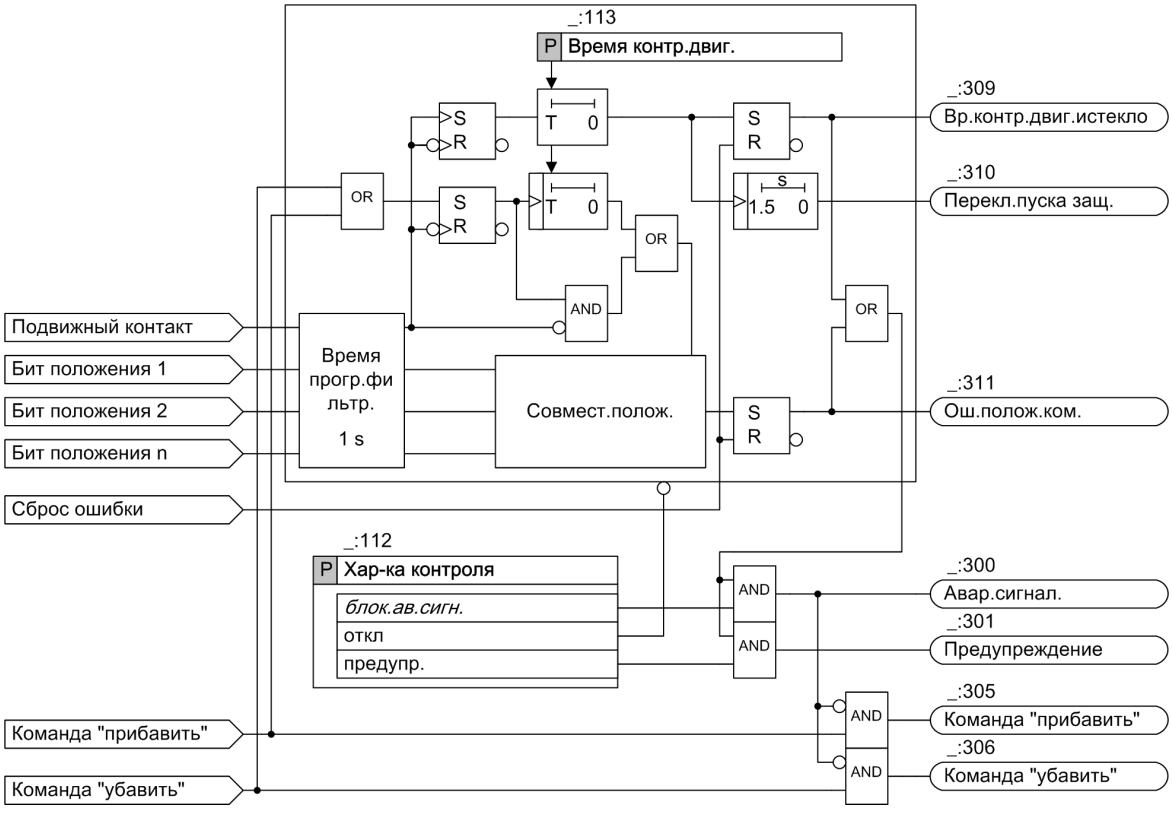
Рисунок 7-85 Ранжирование выходных команд и текущего положения привода РПН

Используя эту логическую блок-схему, можно управлять приводом РПН с помощью функциональных клавиш. Направление управляющего воздействия можно выбрать с помощью значения на входе **Val** блока BSC-DEF. 1 означает **шаг вверх**, 0 означает **шаг вниз**.

Контроль времени переключения

SIPROTEC позволяет контролировать работу привода РПН. Эта функция используется для определения отказов привода во время переключения и позволяет отключить автомат питания привода РПН, если это необходимо. Для использования **Контр.времени переключ.** необходимо ранжировать подвижный контакт и установить параметр Время контр.двиг. равным времени работы двигателя.

Подвижный контакт будет активен, пока переключатель отпаек не достигнет нового положения. Это время сравнивается с **Контр.времени переключ.**. Если новое положение РПН не будет достигнуто во время работы двигателя, устанавливается сообщение *Вр.контр.двиг.истекло*. Сообщение *Сраб.защ.привода*, которое завести на отключение питания привода, выдается через 1,5 с. В зависимости от параметра **Хар-ка контроля**, функция устанавливает состояние **Авар. сигнал** или **Предупреждение**.



[lotcmoue-090713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-86 Логика контроля положения и двигателя

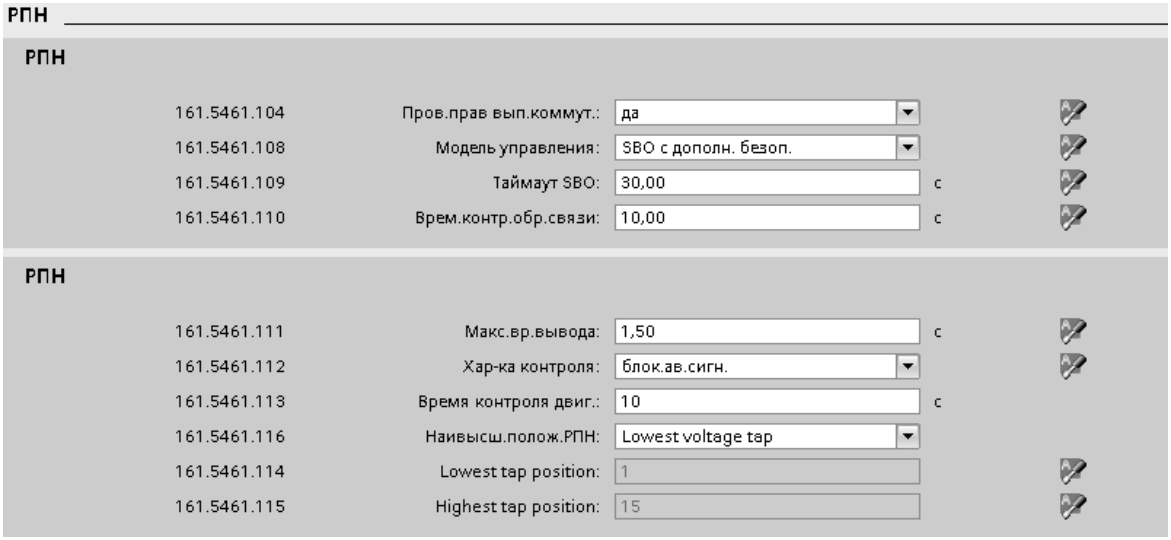
Любое переключение РПН должно быть санкционировано соответствующей командой от устройства SIPROTEC. Устройство отслеживает спонтанные изменения положения РПН без команды регулирования или изменения в неправильном направлении. Несанкционированные изменения положения РПН указывают на дефект или сбой переключателя отпаек.

Если положение РПН находится за пределами заданного диапазона (**Пред.ниж.отп.РПН**, **Пред.верх.отп.РПН**). Об ошибке сигнализирует сообщение Ош.полож.ком.. Сообщение о повреждении можно квитировать командой *Сброс ошибки*. В меню на лицевой панеле устройства эту команду можно найти с помощью навигационных клавиш: Главное меню → Функции устройства → Функции сброса → Переключатель отпаек.

Устройство подсчитывает число успешно завершенных команд регулирования с помощью учитываемого значения счетчика переключений *Сч.оп.*.

7.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры функциональной группы РПН трансформатора



[scstuslt-100713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-87 Параметры переключателя отпаек

ПРИМЕЧАНИЕ

В положении работы это означает, что доступны внутренние положения переключателя отпаек без изменения напряжения. При настройке параметров РПН необходимо учитывать следующее:

Если эти положения РПН содержат суффикс a и a или + и -, и дополнительные импульсы переключения не требуется, настройте параметр на обратную связь и время контроля двигателя на фактическое время работы двигателя при прохождении через рабочее положение. Siemens рекомендует параметрирование с захватом скользящего контакта.

Параметр: `Пров.прав вып.ком.`

- Уставка по умолчанию **`(_:104) Пров.прав вып.ком.`** = ***да***

Параметр: `Модель управления`

- Уставка по умолчанию **`(_:108) Модель управления`** = ***`SBO с дополн. безоп.`***

С помощью параметра **`Модель управления`** указывается модель управления в соответствии со стандартом IEC 61850-7-2. Доступны следующие варианты выбора:

- ***`прям. с обычн. безоп.`***
- ***`SBO с обычн. безоп.`***
- ***`прям.с дополн. безоп.`***
- ***`SBO с дополн. безоп.`***
- ***`только состояние`***

Параметр: `Таймаут SBO`

- Уставка по умолчанию **`(_:109) Таймаут SBO`** = ***`30 с`***

С помощью этого параметра указывается время для обнаружения просроченной команды SBO. Диапазон значений составляет 0,01 – 1800,00 с. Это время, которое может пройти между получением и выполнением команды (модель команды соответствует стандарту IEC 61850-7-2).

Параметр: Врем.контр.обр.связи

- Уставка по умолчанию **(_:110) Врем.контр.обр.связи** = ***10 с***

Время контроля обратной связи после выдачи команды переключения РПН. Этот параметр указывает время, по истечении которого происходит отмена команды, если новое положение РПН не установлено. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с.

Параметр: Макс.вр.выдачи

- Уставка по умолчанию **(_:111) Макс.вр.выдачи** = ***1,50 с***

Этот параметр определяет максимальное время выдачи команды. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с. Чтобы активация двигателей изменяла отпайку, рекомендуется установить значение 1,50 с.

Параметр: Хар-ка контроля

- Уставка по умолчанию **(_:112) Хар-ка контроля** = ***авар.блокировка***

Можно выбрать, должен ли отключаться контроль (***откл***) или только выдаваться предупреждение (***предупр.***). При уставке ***авар.блокировка*** выдается предупредительное сообщение и функция блокируется.

Параметр: Контр.времени переключ.

- Уставка по умолчанию **(_:113) Контр.времени переключ.** = ***10 с***

По истечении времени контроля двигателя отображается сообщение *Вр.контр.двиг.истекло* . Дополнительную информацию можно найти под заголовком *Контроль времени переключения, Страница 1167*. Диапазон значений изменяется от 5 с до 100 с.

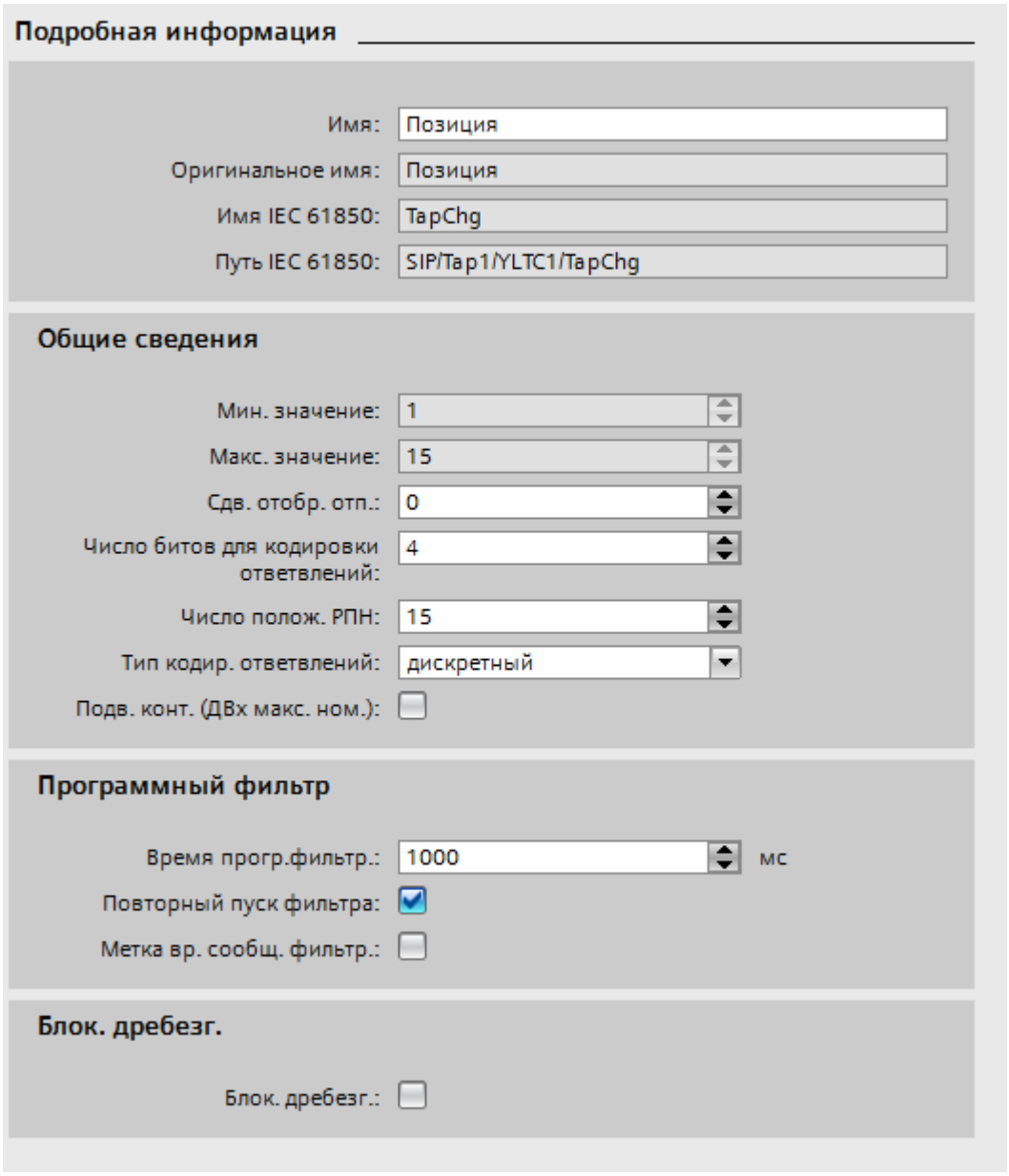
Параметр: Наивысш.полож.РПН

- Уставка по умолчанию **(_:116) Наивысш.полож.РПН** = ***Отпайка мин.напряж.***

Параметр **Наивысш.полож.РПН** показывает, какое напряжение соответствует максимальному положению переключателя отпаек: минимальное или максимальное.

Дополнительные параметры (диалоговое окно "Свойства" Позиция)

Дополнительные параметры назначаются элементу управления *Позиция* . Для отображения и изменения параметров выберите *Позиция* в информационной матрице DIGSI и перейдите в диалоговое окно "Свойства". Для этого щелкните вкладку **Свойства**.



[scdeegts-220514-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-88 Диалоговое окно Свойства

Параметр: **Мин. значение**

- Уставка по умолчанию **Мин. значение** = *1*

Параметр: **Макс. значение**

- Уставка по умолчанию **Макс. значение** = *15*

Уставки **Минимальное значение** и **Максимальное значение** вычисляются системой DIGSI 5. Вы указываете наименьшее и наибольшее число положений РПН на основании заданной кодировки отпайки. Эти уставки используются для контроля положения.

Параметр: **Сдв. отобр. отп.**

- Уставка по умолчанию **Сдв. отобр. отп.** = *0*

Если нужно изменить отображаемое значение в положительном или отрицательном направлении относительно фактического значения, введите необходимое число в поле **Сдв. отобр. отп.**.

Параметр: Число битов для кодировки отпаек

- Уставка по умолчанию **Число битов для кодировки отпаек** = ***4***

С помощью параметра **Число битов для кодировки отпаек** установите необходимое количество битов для кодирования отпаек трансформатора. Их количество зависит от выбранного **Тип кодир. ответвлений**. Например, для кодирования 7 отпаек требуется 3 бита в двоичной кодировке. Диапазон значений изменяется от 2 до 32.

Параметр: Число полож. РПН

- Уставка по умолчанию **Число полож. РПН** = ***15***

Используя параметр **Число полож. РПН**, установите количество отпаек трансформатора. Диапазон значений изменяется от 2 до 127. Выход положения РПН ограничен диапазоном от -63 до +63. Если количество РПН > 63, установите параметр **Сдв. отобр. отп.** так, чтобы положение РПН находилось в диапазоне от -63 до +63.

Параметр: Тип кодир.№ отпайки

- Уставка по умолчанию **Тип кодир.№отпайки** = ***дискретный***

В списке **Тип кодир.№отпайки** выберите тип интерпретации сообщения, ожидаемого на дискретном входе.

Вы можете выбрать среди следующих опций:

- ***дискретный***
- ***1 из n***
- ***BCD***
- ***таблица***
- ***BCD со знаком***
- ***код Грея***

Если вы хотите задать определенный **Тип кодир.№отпайки**, выберите значение **таблица**.

В разделе **Представление кодировки** выберите систему счисления, в которой будут показаны элементы вашей кодировочной таблицы.

- Двоичная (2 символа)
- Восьмеричная (8 символов)
- Десятичная (10 символов)
- Шестнадцатеричная (16 символов)

Выбранная система исчисления применяется для всех положений в таблице **Тип кодир.№отпайки**.

Если вы изменили систему счисления, и в таблице уже есть заданные ранее элементы, они конвертируются в новую систему счисления. Область выбора становится видимой, как только вы выбрали уставку **таблица** в поле **Тип кодир.№отпайки**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Неактивность всех дискретных входов, используемых для кодирования текущего положения РПН, приводит к тому, что положение отпайки считается недействительным (несмотря на отображаемое смещение). При неверных настройках на экране отображается----- или **-64** показатель качества **недопустимое**; исключение составляет BCD со знаком, см. *Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки: BCD со знаком), Страница 1172*.

Введите кодировку отпайки в столбец **Кодирование** в **Кодировочной таблице**. Введите значение согласно ранее выбранной системе счисления. Выберите желаемое количество отпаек и количество битов для кодирования отпайки. Отпайки с одинаковыми кодами и отпайки с кодом 0 не допускаются.

Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки: дискретный)

Следующая таблица показывает ранжирование трех дискретных входов (с ДВх1 по ДВх3) с четырьмя положениями РПН трансформатора, назначенных от 3 до 6. ДВх4 – скользящий контакт. **Тип кодир. №отпайки** – двоичная.

Таблица 7-19 Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки):

	Пример					
	ДВх1	ДВх2	ДВх3	ДВх4	ДВх5	ДВх6
Переключатель отпаек	X	X	X	X		
Значение	1 бит	2 бит	3 бит	Скользящий контакт		
Отпайка = 1	1	0	0			

При использовании 3 дискретных входов максимум 2^3 -1 = 7 положений РПН может быть представлено в бинарном коде. Если все ранжированные дискретные входы показывают 0, это интерпретируется как ошибка связи и сигнализируется положением **---** или **-64** с показателем достоверности **недопустимое**. Ниже приведена таблица конфигурации позиции РПН, для случая, когда отображение отпаек трансформатора должно начинаться с числа 3. Свойства сообщения должны конфигурироваться как показано в примере:

Тип кодирования отпайки:	Дискретный
Число полож. РПН:	4
Число битов для кодировки отпаек:	3
Сдв. отобр. отп.:	2
Подв. конт. (ДВх макс. ном.)	Да

Три дискретных входа должны быть пронумерованы последовательно, например, ДВх1, ДВх2, ДВх3 и ДВх4 для скользящего контакта.

Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки: BCD со знаком)

Следующая таблица показывает ранжирование трех дискретных входов (с ДВх1 по ДВх3) с семью положениями РПН трансформатора, обозначенными с -3 по 3. **Тип кодир.№отпайки** – BCD со знаком.

Таблица 7-20 Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки: BCD со знаком)

	Пример					
	ДВх1	ДВх2	ДВх3	ДВх4	ДВх5	ДВх6
Переключатель отпаек	X	X	X			
Значение	1 бит	2 бит	Знак			
Отпайка = 1	1	0	1			

С помощью 3 дискретных входов максимум 7 положений РПН может быть представлено с помощью кодировки BCD со знаком. Это снижает количество позиций с -3 до 3. определяется отпайка 0. Три дискретных входа должны быть пронумерованы последовательно.

Тип кодирования отпайки:	BCD со знаком
Число полож. РПН:	7
Число битов для кодировки отпаек:	3
Сдв. отобр. отп.:	0
Подв. конт. (ДВх макс. ном.)	Нет

Ранжирование команд управления РПН на дискретные выходы

Для выдачи команд переключения отпаек ранжируйте на одно реле каждое сообщение **Команда "прибавить"** и **Команда "убавить"**, см. следующий рисунок.

Информация			Цель									
			Дискретный выход									
			Base module				Expansion module 3					
Сигналы	Номер	Тип	1.10	1.11	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
РПН	161.5461							*	*			
>Блок.сбора данных	161.5461.500	SPS										
>Ввести	161.5461.501	SPS										
Исправно	161.5461.53	ENS										
Пред.верх.отп.РПН	161.5461.301	SPS										
Пред.ниж.отп.РПН	161.5461.302	SPS										
Позиция	161.5461.308	BSC										
Команда "прибавить"	161.5461.305	SPS						X				
Команда "убавить"	161.5461.306	SPS							X			
Команда активна	161.5461.307	SPS										
Вр.контр.двиг.ист.	161.5461.309	SPS										
Перекл.пуск.защ.дв.	161.5461.310	SPS										
Ошибка положения	161.5461.311	SPS										
Сч.оп.	161.5461.312	INS										

[sctrass7-190713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-89 Ранжирование команд управления РПН на дискретные выходы

Параметр: `Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`

- Уставка по умолчанию **`Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`** = ***нет***

Если положение РПН не должно распознаваться как действительное и не должно приниматься, пока подвижный контакт не просигнализирует, что он достиг отпайки, активизируйте опцию **`Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`**. Если подвижный контакт установлен, новые положения показываются и маркируются знаком *.

Параметр: `Время прогр.фильтр.`

- Уставка по умолчанию **`Время прогр.фильтр.`** = ***500 мс***

Этот параметр указывает **`время программной фильтрации`** при изменении состояния ДВх о положении РПН. Диапазон значений составляет от 0 мс до 86 400 000 мс. В течение этого периода кратковременные изменения на дискретных входах подавляются.

Параметр: `Повторный пуск фильтра`

- Уставка по умолчанию **`Повторный пуск фильтра`** = ***да***

С помощью этой уставки можно включить или отключить повторный пуск отсчета времени фильтрации при изменении положения.

Параметр: `Метка вр.сообщ.до фильтр.`

- Уставка по умолчанию **`Метка вр.сообщ.до фильтр.`** = ***да***

Этот параметр указывает, учитывается ли время фильтрации в метке времени изменения положения.

Параметр: `Блокировка при дребезге`

- Уставка по умолчанию **`Блок. дребезг.`** = ***да***

Эта уставка включает или отключает **`блокировку при дребезге`**.

7.6.3 Уставки (диалоговое окно "Свойства")

Перечисленные здесь уставки можно вызвать и изменить только с помощью диалогового окна **Свойства** регулируемого пункта **Положение**.

Адр.	Уставки	С	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Общая				
-	Минимальное значение		Рассчитанный	-
-	Максимальное значение		Рассчитанный	-
-	Смещение отображения отпаек		От –63 до +63	0
-	Количество бит для кодирования отпаек		От 2 до 32	4
-	Число отпаек		От 2 до 63	15
-	Тип кодирования отпайки		• Дискретный • 1-из-n • BCD • Таблица • BCD со знаком • Код Грея	Дискретный
Программный фильтр				
-	Время программной фильтрации		от 0 мс до 86400000 мс	500 мс

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о мониторе процесса содержится в главе *5.4.4.1 Обзор функций*.

7.6.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РПН				
_:104	РПН:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:108	РПН:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:109	РПН:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:110	РПН:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
РПН				
_:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с

7.6.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РПН			
_:500	РПН:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:501	РПН:>Ввести	SPS	I
_:53	РПН:Исправно	ENS	O
_:301	РПН:Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:302	РПН:Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:308	РПН:Позиция	BSC	C
_:305	РПН:Команда "прибавить"	SPS	O
_:306	РПН:Команда "убавить"	SPS	O
_:307	РПН:Команда активна	SPS	O
_:309	РПН:Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:310	РПН:Сраб.защ.привода	SPS	O
_:311	РПН:Ош.полож.ком.	SPS	O
_:312	РПН:Сч.оп.	INS	O
_:319	РПН:Сброс ошибки	SPC	C

7.7 Контроллер напряжения

7.7.1 Обзор функций

Функция регулирования напряжения (ANSI 90V) используется для контроля напряжения силовых трансформаторов (двух- и трехобмоточных трансформаторов, сетевых трансформаторов связи) и автотрансформаторов, используя управление приводом. Функция обеспечивает автоматическую регулировку напряжения в заданном диапазоне напряжений на вторичной стороне трансформатора или, в качестве альтернативы, в точке подключения удаленной нагрузки (компенсация Z или R/X) в сети. Для того, чтобы компенсировать изменения напряжения в сложнозамкнутой сети, используйте процедуру ***LDC-Z*** (компенсация Z). Для падения напряжения на линии используйте процедуру ***LDC-X и R*** (компенсация R/X).

Принцип регулировки базируется на том факте, что команда повышения или понижения, поступающая в привод РПН, является функцией изменения напряжения (ΔU) на каждое ответвление и вызывает повышение или понижение напряжения.

Регулировка напряжения выполняется от ответвления к ответвлению, при этом производится сравнение действительного напряжения (Uact) с заданной уставкой напряжения (Uset). Если разница значений превышает заданную величину (B), по прошествии заданного времени задержки (T1) в привод РПН подается команда повышения или понижения напряжения. Величина задержки по времени (T1) выбирается в зависимости от заданной характеристики регулятора (линейной или обратной); задержка вводится для того, чтобы избежать появления ненужных команд регулировки во время кратковременных отклонений напряжения от необходимого значения и для координации работы с другими автоматическими регуляторами напряжения в системе.

Функция регулирования напряжения также следит за токами на стороне высокого и низкого напряжения трансформатора, чтобы блокировать регулирование при возникновении недопустимых рабочих состояний (перегрузки по току / пониженного тока / снижения напряжения). Функция регулирования напряжения также имеет предельные значения, на основе которых в особых условиях работы запрещаются команды на повышение напряжения в случае перенапряжения и команды на понижение напряжения в случае пониженного напряжения.

7.7.2 Структура функции

Функциональные группы **Регулирование напряжения двухобмоточного трансформатора**, **Регулирование напряжения трехобмоточного трансформатора** и **Регулирование напряжения сетевого трансформатора связи** состоят из 3 функциональных блоков. В зависимости от конкретного применения функциональные группы могут быть сконфигурированы производителем в соответствующем шаблоне приложения или же ее можно скопировать в соответствующий проект устройства в процессе настройки.

На следующем рисунке показан список функций как пример в функциональной группе **Регулирование напряжения двухобмоточного трансформатора**.



[dwvolctl-060913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-90 Структура/реализация функциональной группы

Функциональные блоки **Общие данные** (GAPC), **РПН** (YLTC) и **Регулирование напряжения** (ATCC) являются точками логических узлов в IEC 61850-8-1.

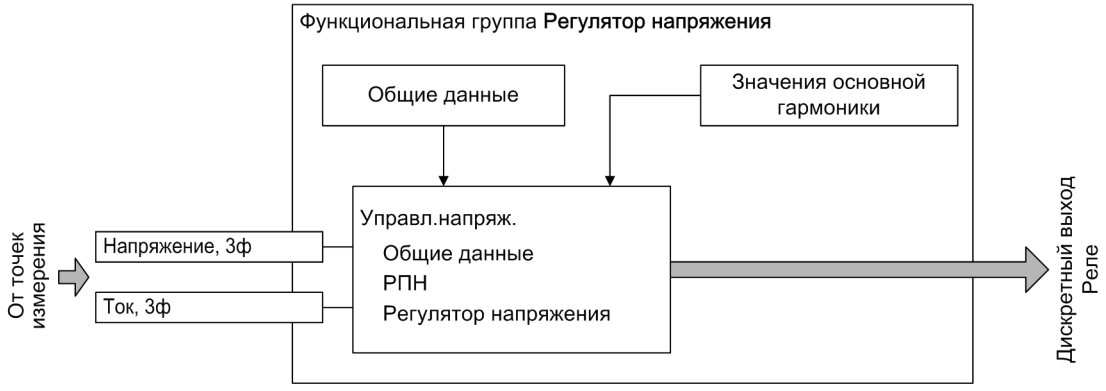
РПН (YLTC) представляет собой интерфейс между Регулирование напряжения (ATCC) и приводом РПН трансформатора (OLTC). Это значит, что ФБ Регулятор напряжения (ATCC) подает команды повышения и понижения напряжения в РПН, а последний, в свою очередь, подает управляющие импульсы в привод РПН трансформатора (OLTC). РПН (YLTC) измеряет положение ответвлений и отслеживает действия привода РПН (OLTC).

Функциональная группа имеет интерфейсы со следующими точками измерения:

- **Двухобмоточный трансформатор**:
  - Напряжение, 3-фазное
  - Ток, 3-фазный (опция)
- **Трехобмоточный трансформатор**:
  - 2 напряжения, 3-фазные
  - 2 тока, 3-фазные (опция)
- **Сетевой трансформатор связи**:
  - 2 напряжения, 3-фазные
  - 2 x 3-фазных тока

При необходимости можно назначить РПН функциональной группе **Сторона трансформатора**. В таком случае также осуществляется контроль за стороной высокого напряжения и срабатывание дифференциальной защиты блокирует регулятор напряжения.

На *Рисунок 7-91* показана блок-схема упомянутых интерфейсов.



[dwvocnti-060913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-91 Структура функциональной группы Регулирование напряжения

Информацию и измеренные значения регулятора напряжения можно найти в матрице ранжирования DIGSI.

7.7.3 Описание функции

При увеличении нагрузки в системе электроснабжения напряжение падает, а при уменьшении нагрузки — напряжение увеличивается. Обычно в силовых трансформаторах предусматривают устройство РПН (регулирование напряжения под нагрузкой), чтобы напряжение в сети поддерживалось на постоянном уровне.

В результате этого коэффициент трансформации трансформатора можно изменять с заранее заданным шагом. Это происходит путем переключения устройства РПН между различными отпайками обмотки трансформатора.

Функция автоматического регулирования напряжения трансформатора (АРНТ) предназначена для управления трансформаторами, оборудованными приводами РПН.

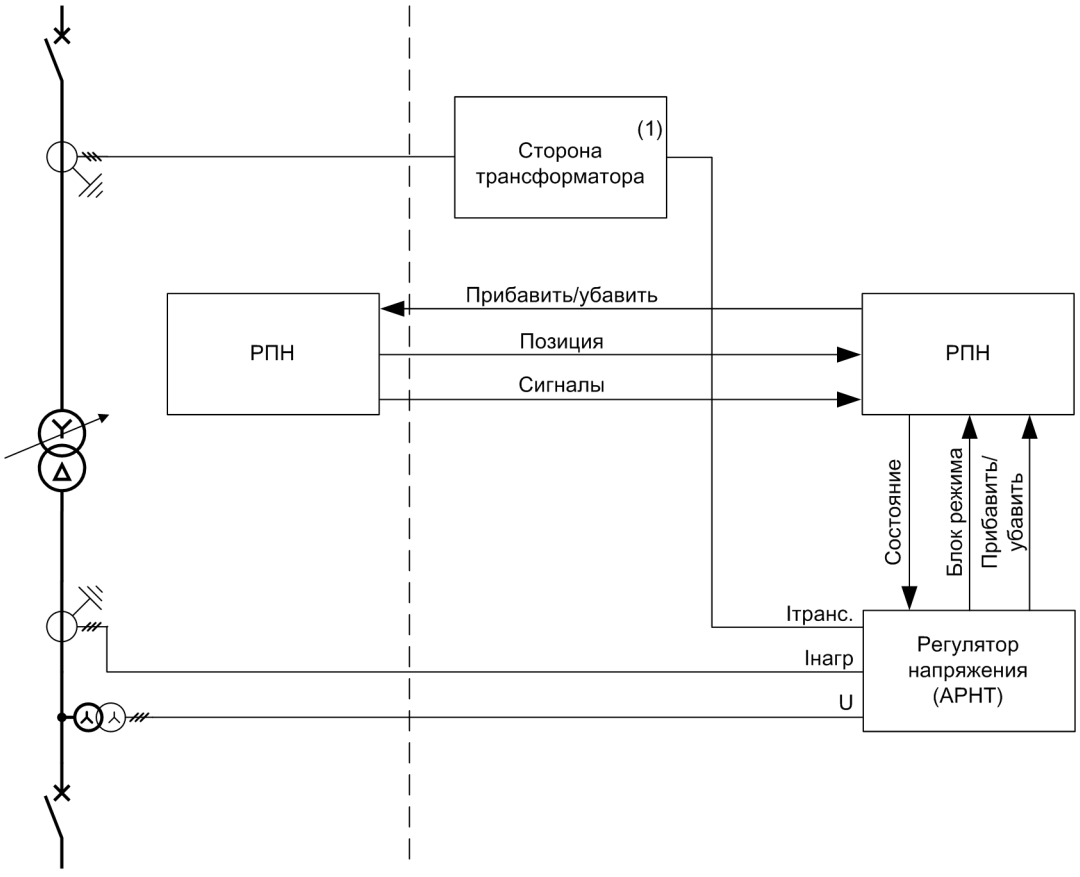
Эта функция позволяет регулировать:

- Для двухобмоточного трансформатора: напряжение на вторичной цепи силового трансформатора
- Для трехобмоточного трансформатора: напряжение вторичной обмотки 1 или обмотки 2
- Для трансформаторов связи: напряжение обмотки 1 или обмотки 2, в зависимости от направления мощности

Управление базируется на пошаговом принципе. Для переключения РПН на одну позицию выше или ниже на его механизм подается единичный импульс управления. Длительность импульса управления можно регулировать в широком диапазоне, чтобы обеспечить возможность управления приводами РПН различных типов. Импульс управления формируется, когда измеренное напряжение отличается от заданной базисной величины на величину, которая больше заданной, в течение времени, которое больше заданного значения.

Контроль напряжения можно осуществлять в точке измерения напряжения или в точке подключения нагрузки к сети. В последнем случае напряжение в точке подключения нагрузки подсчитывается с помощью измеренного тока нагрузки и известного полного сопротивления между точкой измерения напряжения и точкой подключения нагрузки.

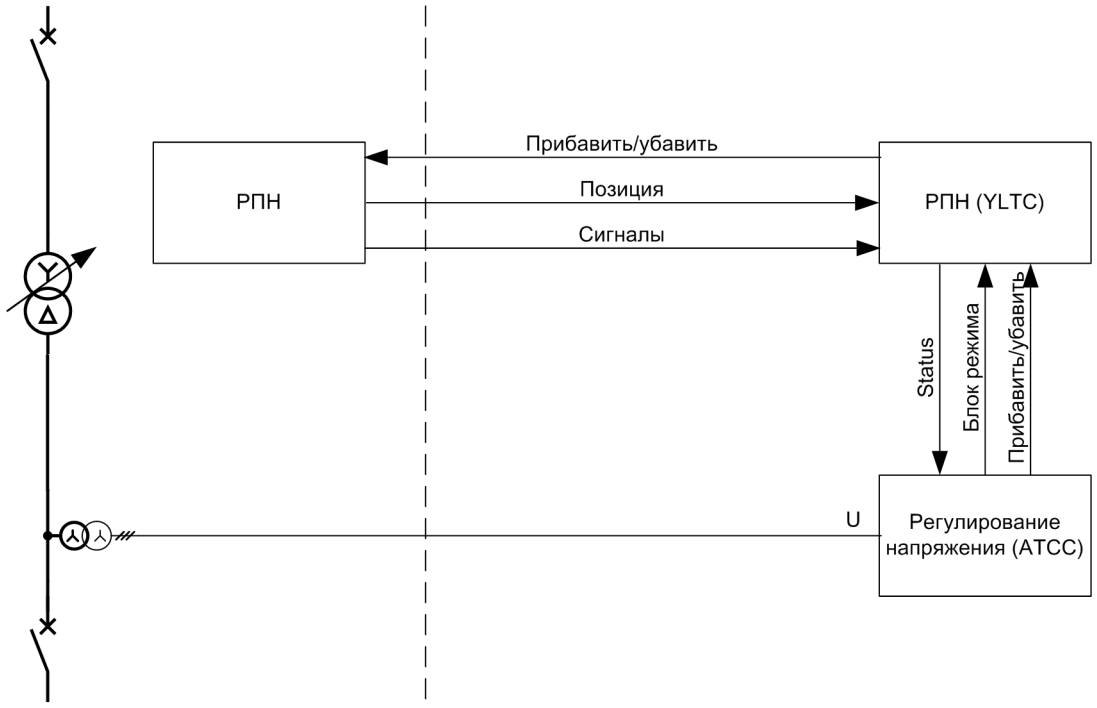
На представленных ниже рисунках показаны возможные схемы подключения регулятора напряжения для двухобмоточных трансформаторов с измерением тока и без него.



[dwkonlst-060913.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-92 Схема подключения устройства к силовому трансформатору с РПН с измерением тока

(1) Только в случае, если имеется сторона трансформатора



[dwkonlsK-060913.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-93 Схема подключения устройства к силовому трансформатору с РПН без измерения тока

Трехобмоточные трансформаторы

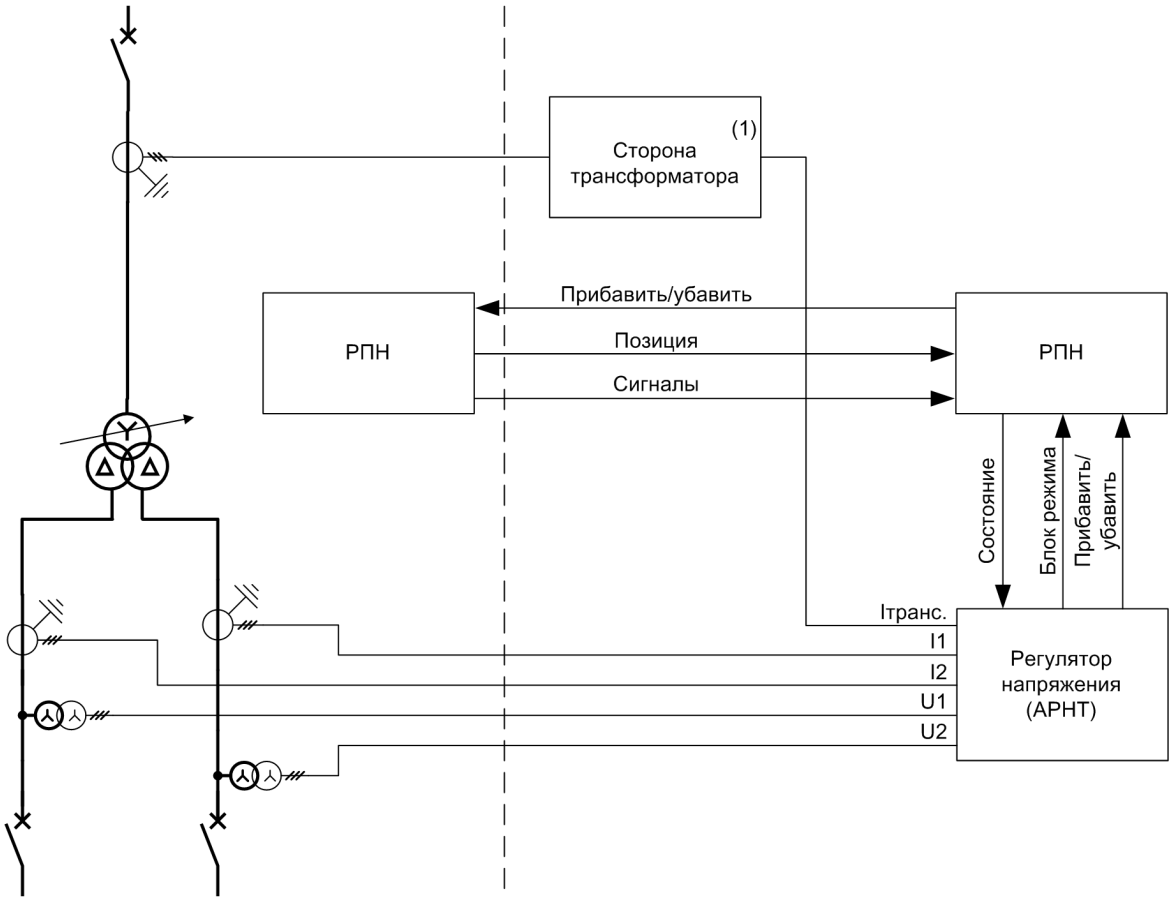
Трехобмоточные трансформаторы представляют собой специальные силовые трансформаторы, которые имеют 2 отдельные обмотки и, как правило, обеспечивают питание 2 различных шин. Уровни напряжения на вторичных обмотках силовых трансформаторов могут быть одинаковыми или разными. Несмотря на то, что имеют место трехобмоточные трансформаторы с 2 устройствами РПН (по одному на каждой вторичной обмотке), в основном трехобмоточные трансформаторы оснащены только одним РПН на первичной обмотке. Поэтому необходимо обеспечить подключение обоих напряжений вторичных обмоток к измерительным входам напряжения (U1, U2) и выбрать одно из них в качестве переменной управления, в зависимости от нагрузки на каждой из обмоток.

Одновременно выполняется контроль напряжений на обоих вторичных обмотках трехобмоточного трансформатора. При этом устройство может автоматически выбирать напряжение для контроля, исходя из значений тока нагрузки на обеих сторонах, или можно вручную указать номер обмотки по напряжению, которой будет осуществляться регулирование. Уставку, указывающую обмотку трансформатора напряжение от которой участвует в функции контроля, можно изменить, изменяя группу уставок с помощью дискретных входов, протокола или функциональных клавиш. Параллельно может регистрироваться напряжение обмотки, которая не используется для регулирования, чтобы гарантировать, что его величина остается в определенных пределах.

Если функции регулирования напряжения доступны токи обеих вторичных обмоток трансформатора, то выбрав для уставки Выбор обмотки значение ПриМаксНагр выбор контролируемого напряжения будет осуществляться автоматически.

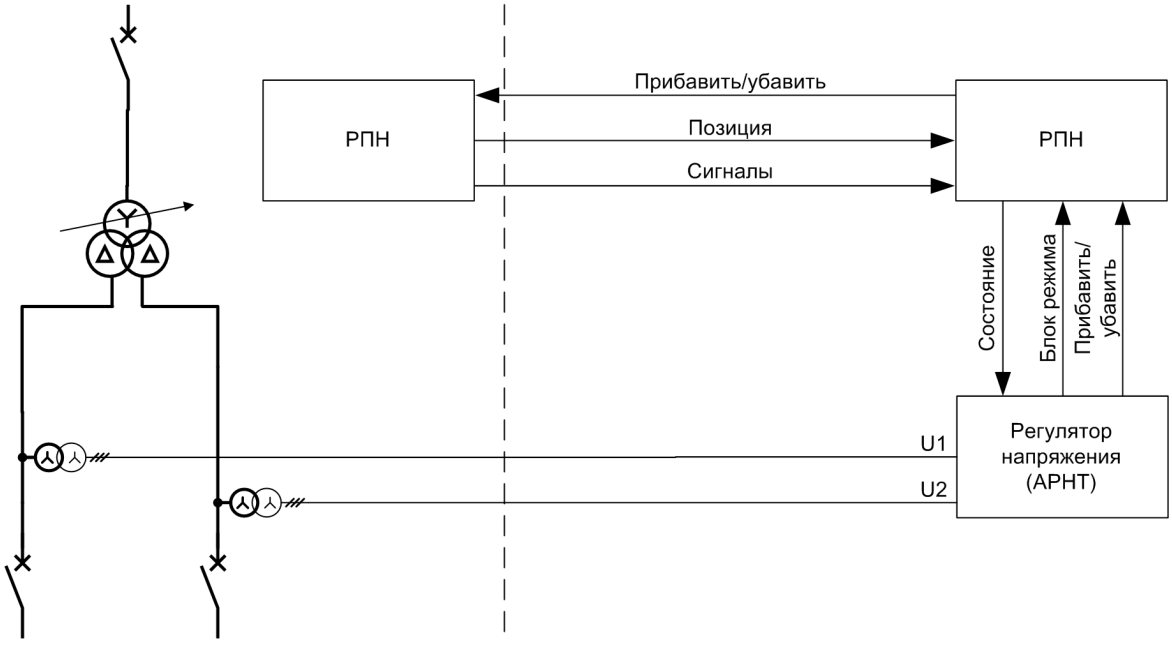
При автоматическом регулировании, в качестве контролируемого напряжения будет выбираться напряжение обмотки, по которой протекает наибольший ток нагрузки Не участвующее в регулировании напряжение проверяется на соответствие параметрам блокировки регулирования

В случае если напряжение на неконтролируемой обмотке превысит значение уставки максимального допустимого напряжения, то регулирование напряжения вверх и быстрое переключение вниз блокируются. В случае если напряжение на неконтролируемой обмотке станет ниже уставки минимального допустимого напряжения, то регулирование блокируется если параметр включен.



[dw_V-constell-3wind-with-imeas.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-94 Схема подключения устройства к силовому трехобмоточному трансформатору с РПН с измерением тока



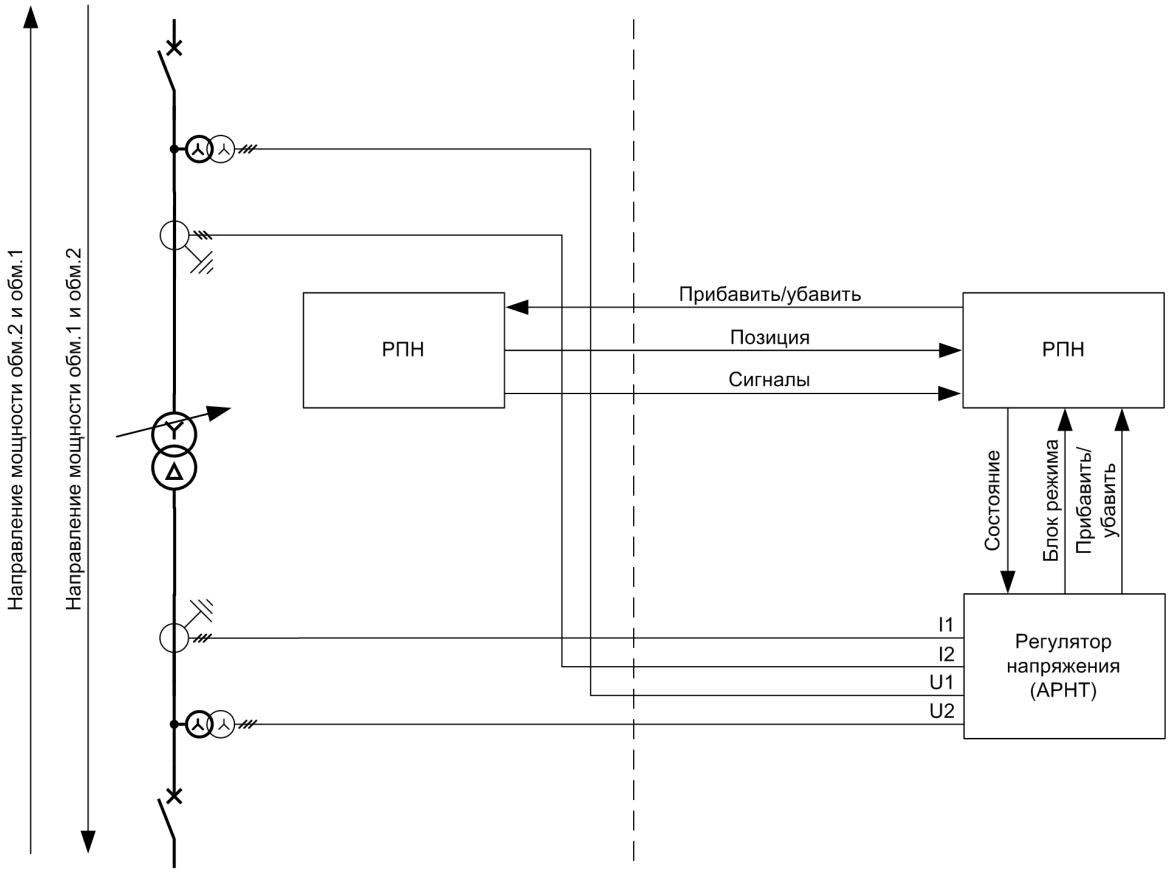
[dw_V-constell-3wind-without-imeas-091014.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-95 Схема подключения устройства к силовому трехобмоточному трансформатору с РПН без измерения тока

Трансформаторы связи

Трансформаторы связи представляют собой специальные силовые трансформаторы, которые соединяют между собой 2 энергосистемы. Регулируется напряжение со стороны нагрузки. Поток мощности может изменяться во время работы. Поэтому оба напряжения и тока, для обмотки 1 и 2, должны быть подключены к измерительным входам напряжения (U1, U2) и тока (I1 и I2). Напряжение регулирования должно быть выбрано с помощью уставки.

Одновременно выполняется контроль напряжений обеих обмоток сетевых трансформаторов связи. При необходимости, напряжение регулирования может быть изменено с помощью уставки. Уставка может быть изменена с помощью изменения группы уставок с помощью дискретного входа, протокола связи с АСУ ТП или функциональных клавиш.



[dw_V-constell-2wind-coupl-transf.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-96 Схема подключения устройства к трансформатору связи

Привод РПН

Привод РПН используется для переключения необходимой отпайки трансформатора под нагрузкой. При переключении сначала селектор ответвлений выбирает нужное ответвление. Затем привод РПН выполняет переключение от текущего ответвления к выбранному. В течение такого переключения одно ответвление ступенчатой обмотки кратковременно шунтируется низкоомным резистором, поэтому переключение осуществляется без прерывания электропитания. Физически привод РПН размещается в собственном корпусе в трансформаторе

РПН

Функция **РПН** обеспечивает подачу команд в привод РПН и принимает соответствующие сигналы обратной связи. Функция РПН внутри контроллера напряжения соответствует аналогичной функции отдельного РПН. Команды на подключение к отводу с более высоким или более низким напряжением формирует регулятор напряжения. Параметры **Пров.прав вып.ком.**, **Модель управления**, **Таймаут SBO** и **Врем.контр.обр.связи** заданы только в регуляторе напряжения.

Дополнительная информация приводится в Главе *7.7.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Регулирование напряжения

Функция регулирования напряжения следит за тем, чтобы измеренное напряжение находилось в пределах заданного диапазона и не превышало установленных пределов. С помощью параметра **Режим**, можно включить либо отключить регулятор напряжения, а также перевести его в тестовый режим.

Если регулятор напряжения выключен, команды управления как в ручном, так и автоматическом режиме не передаются в блок РПН. Вне зависимости от места инициирования команды, по месту или дистанционно.

С помощью параметра **Режим работы** либо команды **Режим работы** можно переводить регулятор в автоматический или ручной режим работы. В автоматическом режиме работы контроль напряжения осуществляется автоматически в соответствии с заданными параметрами.

Регулятор напряжения трехобмоточного трансформатора

Для регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора измеряемые величины, которые используются для регулирования, определены постоянно.

Для регулятора напряжения трехобмоточного трансформатора измеряемый величины, влияющие на регулирование, могут быть определены пользователем заранее (параметр **Выбор обмотки** = ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***) или они могут быть выбраны автоматически (**Выбор обмотки** = ***ПриМаксНагр***).

В последнем случае обмотка выбирается автоматически путем оценки тока нагрузки в обмотках. Если ток нагрузки в одной из двух обмоток больше тока нагрузки в другой обмотке на 5 % Iном в течение 10 с, то напряжение регулируется по напряжению обмотки с большим током нагрузки.

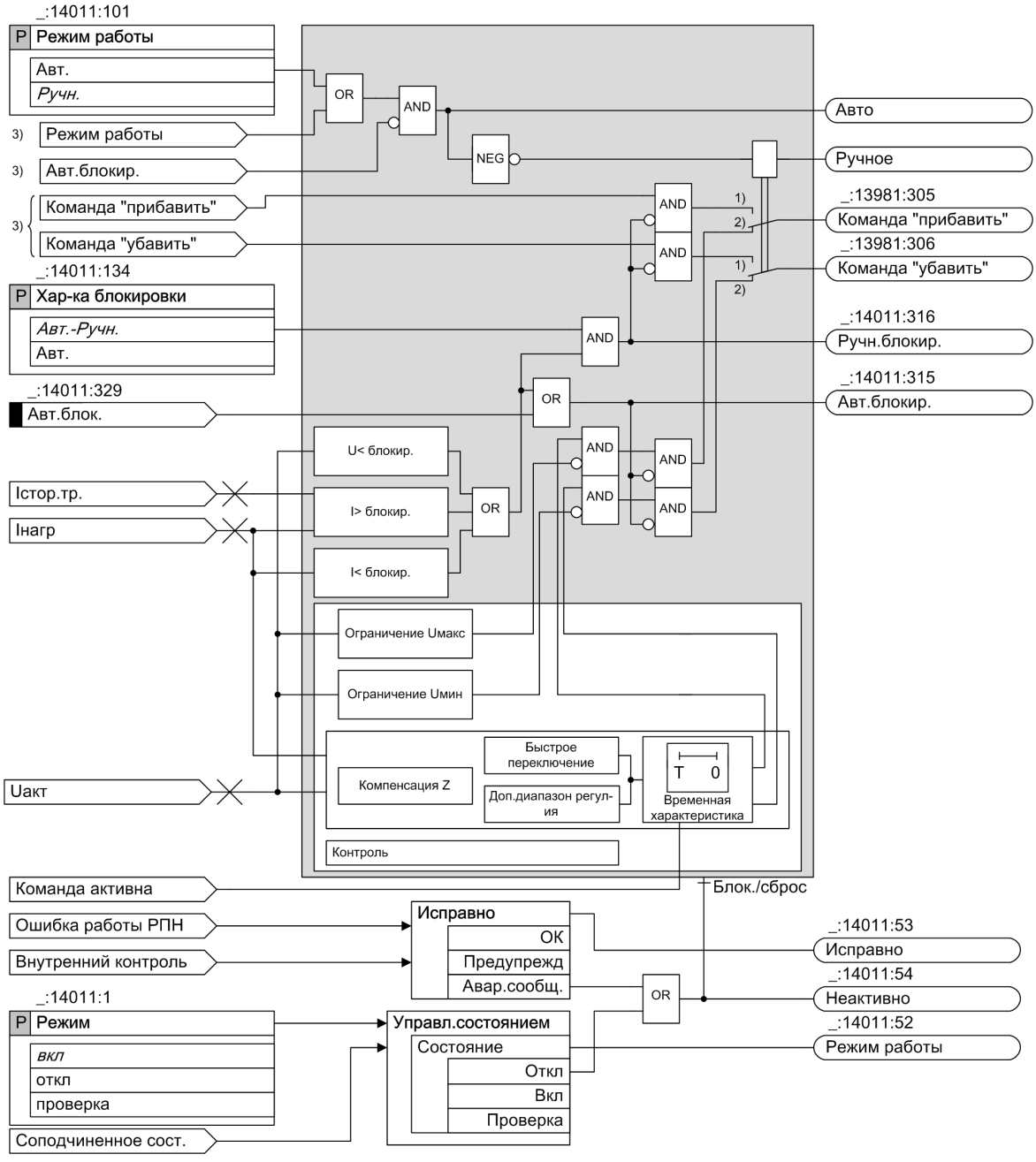
Регулятор напряжения сетевых трансформаторов связи

Для регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора измеряемые величины, которые используются для регулирования, определены постоянно.

Для регулятора напряжения сетевых трансформаторов связи эти измеряемые величины могут быть определены с помощью параметра (параметр **Выбор обмотки** = ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***).

Обмотку можно менять во время работы путем переключения групп уставок.

Логика работы регулятора напряжения



[lovoltco-060913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-97 Команда

(1) Ручной режим работы

(2) Автоматический режим работы

(3) Команда

Согласно стандарту IEC 61850, DOI LTCBlk (**Блокировка автоматического режима работы**), автоматическое управление можно блокировать командой.

Регулятор напряжения измеряет значение напряжения (Vact) и сравнивает его с заданной уставкой напряжения (Vset). Если разность измеренного значения и уставки (отклонение системы управления D) превышает заданную величину (B), по прошествии заданного времени задержки (T1) на привод РПН подается команда повышения или понижения напряжения.

Можно менять настройки управления во время работы с помощью переключения групп уставок.

Вы можете переключать группы уставок следующими способами:

- Через панель оператора непосредственно на устройстве
- Через онлайн-подключение DIGSI к устройству
- Через дискретные входы
- С помощью обмена данными с системой управления подстанцией (IEC 60870-5-103, IEC 61850).

Дополнительная информация приводится в Главе *3.10.1 Обзор функций*.

Отклонение регулирования

Отклонение регулирования подсчитывается с использованием мгновенного значения измеренного напряжения и значения напряжения уставки по отношению к номинальному напряжению.

$$D = \frac{U_{акт} - U_{треб}}{U_{ном}} 100\ \%$$

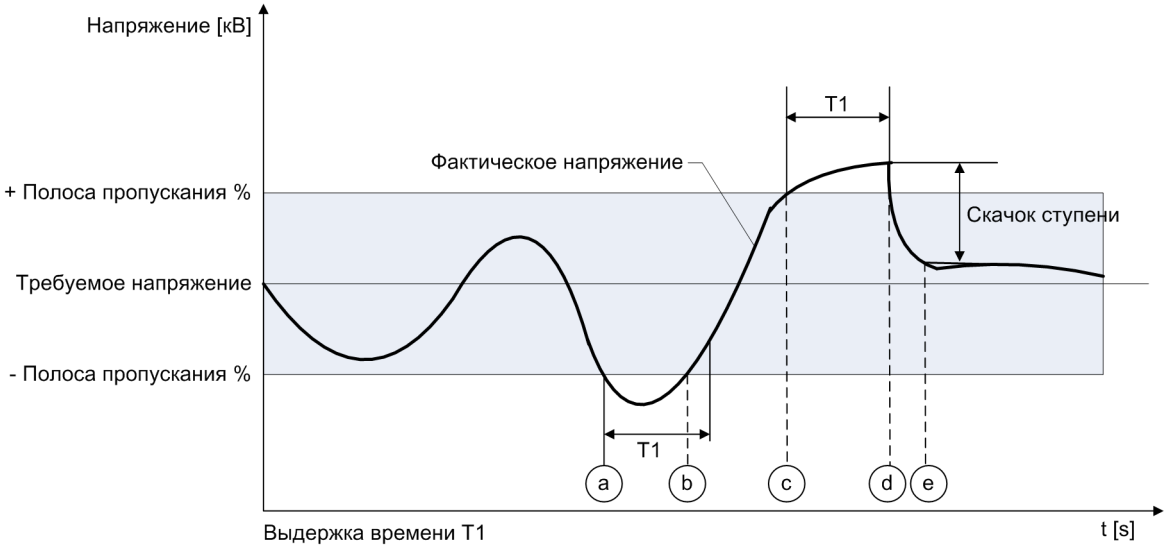
[fokonisk-211013, 1, ru_RU]

D = Отклонение регулировки

Допустимый диапазон отклонения

Чтобы свести к минимуму количество операций переключения привода РПН, определен допустимый диапазон отклонения. Пока измеренное напряжение не отклоняется более чем на величину допустимого диапазона отклонения, на привод РПН команда регулировки не подается. Если измеренное напряжение отклоняется на величину, большую, чем заданное значение допустимого диапазона отклонения, после предварительно заданной задержки по времени **`Задержка T1`** подается команда переключения. Если измеренное напряжение возвратится в пределы допустимого диапазона до истечения времени **`Задержка T1`**, команда переключения не подается.

Если измеренное напряжение возвратится в пределы допустимого диапазона до истечения времени T1, таймер начинает отсчет времени в обратном направлении с текущего значения. Если измеренное напряжение снова выйдет за пределы допустимого диапазона до полного возврата таймера, отсчет задержки времени T1 начнется с оставшегося времени. Таким образом, в случае частых выходов за пределы допустимого диапазона изменения выдержка времени сокращается



[dwistspn-060913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-98 Допустимый диапазон регулирования

(a) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона

(b) Измеренное напряжение оказалось в пределах допустимого диапазона до истечения времени T1 — переключение не производилось

(c) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона, начинается отсчет T1

(d) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона, время T1 истекло, инициирована процедура переключения

(e) Процедура переключения завершена, измеренное напряжение находится в пределах допустимого диапазона

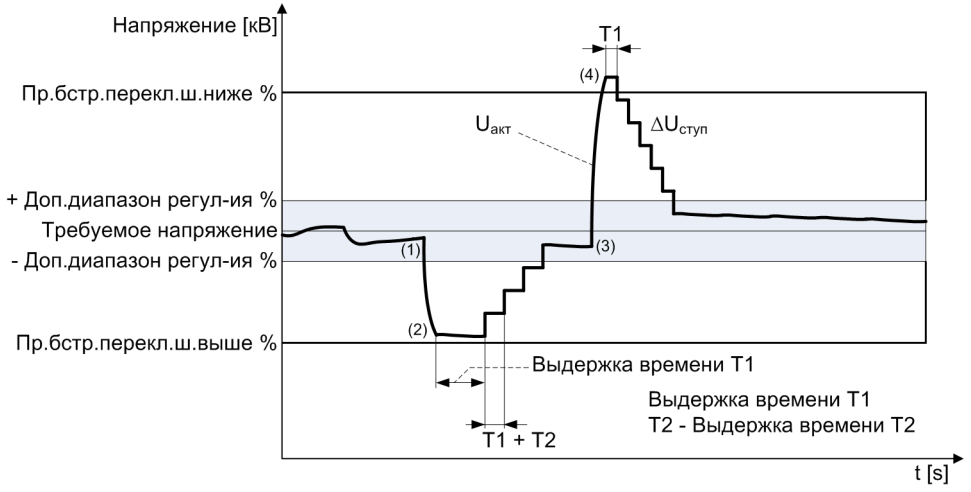
Линейная, инверсная характеристика управления

В случае **линейной** характеристики регулятор действует независимо от величины отклонения регулирования по прошествии заданного отрезка времени **`Задержка T1`**. Если для возврата значения измеренного напряжения в пределы допустимого диапазона требуется больше одного переключения, то после первого переключения следующее произойдет через время **`Задержка T2`**.

При **инверсной** характеристике управления время **`Задержка T1`** зависит от величины отклонения. При малых отклонениях время переключения больше, чем при больших отклонениях. Инверсная характеристика ограничена снизу (по времени) параметром **`T1 инверсн.мин.`**.

Кривая **инверсной** характеристики зависит от параметра **`Задержка T1`**. Характеристики для разных настроек времени **`Задержка T1`** показаны в главе *7.7.4 Указания по применению и вводу уставок*. Параметр: **`Хар-ка T1`**.

Регулирование при больших отклонениях



[dwistgro-060913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-99 Регулирование при больших отклонениях

(1) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона

(2) Переход к ответвлению с более высоким напряжением выполняется по прошествии T1 и затем T2

(3) Измеренное напряжение в пределах допустимого диапазона.

(4) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона для быстрого понижения напряжения. Режим быстрого понижения напряжения действует до тех пор, пока напряжение не попадет в пределы допустимого диапазона.

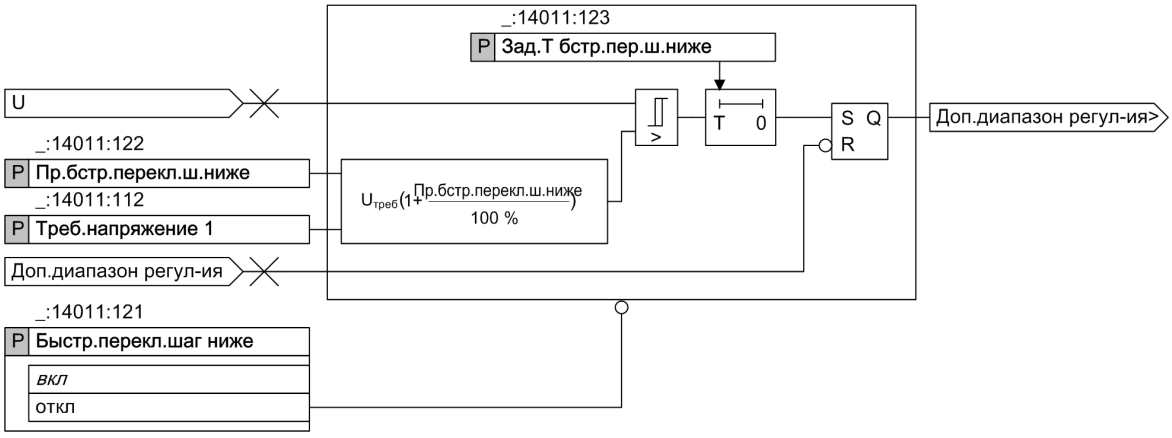
Режим быстрого повышения напряжения и режим быстрого понижения напряжения

Режимы быстрого понижения и быстрого повышения напряжения позволяют быстро реагировать на сильные скачки напряжения. *Рисунок 7-99* показывает такую ситуацию в точке (4). Режим быстрого понижения напряжения действует до тех пор, пока напряжение не попадет в пределы допу- стимого

диапазона. Время между двумя последовательными командами на понижение определяется двумя следующими условиями:

- Завершением команды переключения ответвлений после определения положения РПН
- Временем измерения напряжения

Активность режимов быстрого понижения напряжения и быстрого повышения напряжения отображается с помощью сигналов *(_:14011:308) Акт.бстр.пер.ш.ниж.* и *(_:14011:307) Акт.бстр.пер.ш.выш.*.



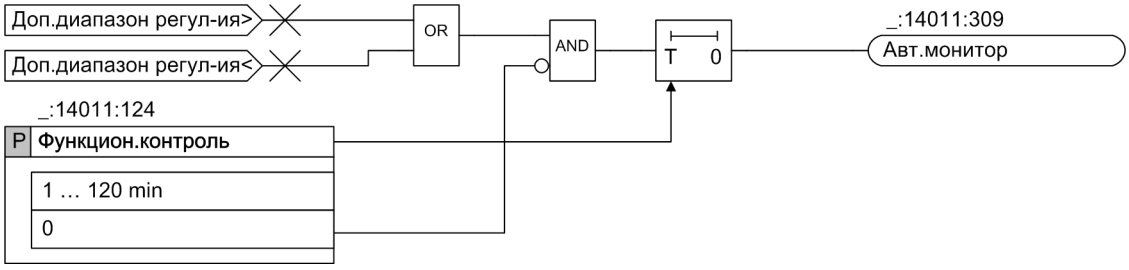
[losnlruk-090913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-100 Логика быстрого понижения напряжения

Быстрое повышение напряжения действует аналогичным образом.

Контроль функции для автоматического режима

Если измеренное напряжение будет находится за пределами допустимого диапазона в течение времени, большего, чем время Функцион.контроль, информация о сложившейся ситуации будет представлена сигналом *(_:14011:309) Авт.монитор*. Когда измеренное напряжение возвращается в пределы допустимого диапазона, вышеупомянутый сигнал сбрасывается. Можно отключить отображение сигнализации о срабатывании данной функции, выбрав время задержки = 0 минут.



[lofktueb-090913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-101 Логика контроля функции для автоматического режима

Компенсация падения напряжения на линии

При использовании компенсации можно учитывать падение напряжения фазы, которая соединена с трансформатором. Доступны два типа компенсации

- Компенсация по Z (LDC-Z)
- Компенсация по X и R (LDC-X и R)

ПРИМЕЧАНИЕ

Компенсация активна только в случае, если электроэнергия передается в направлении линии.

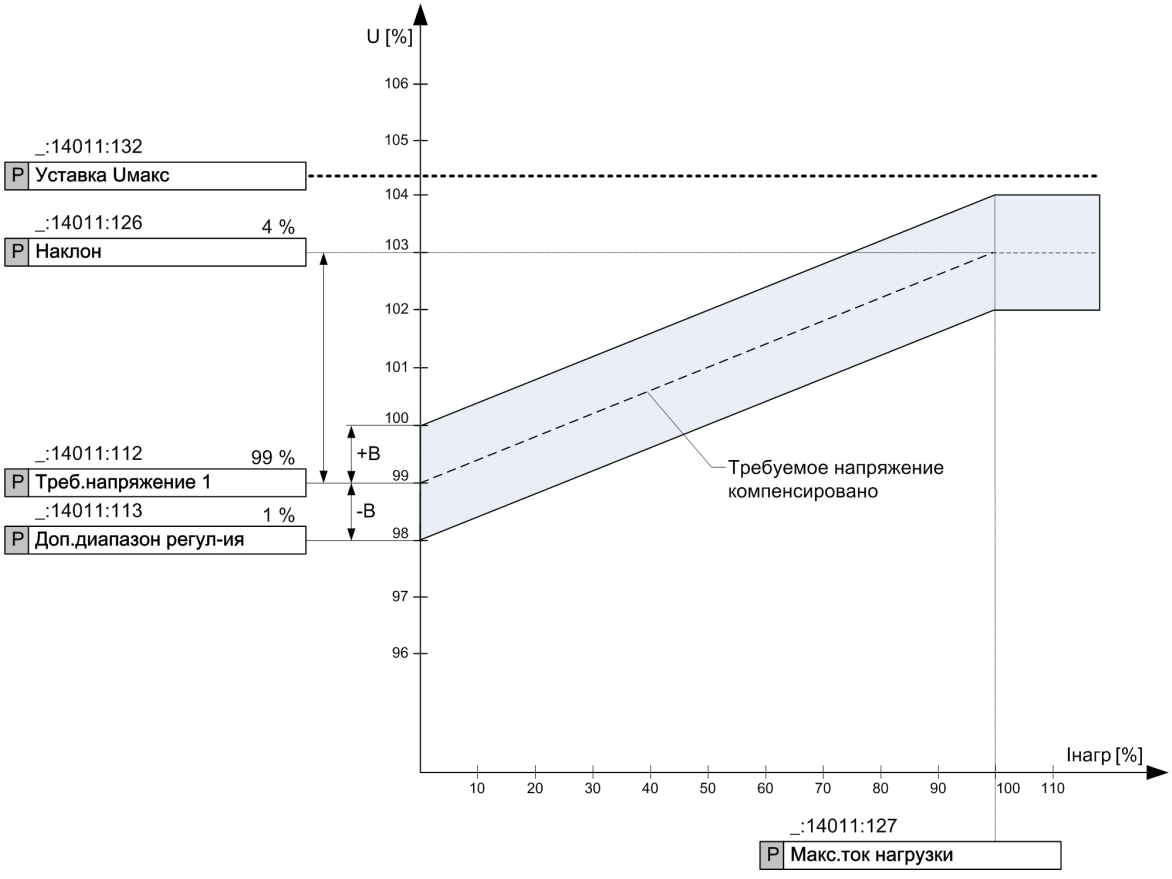
Компенсация по Z (LDC-Z)

Компенсация по Z позволяет учитывать падение напряжения на линии, подключенной к трансформатору. Компенсацию по Z можно включить и выключить. Компенсацию по Z можно использовать в случае, если cosϕ приблизительно является постоянной величиной. При выборе данного типа компенсации нужно подсчитать повышение напряжения (**Наклон**) при прохождении тока нагрузки (**Макс.ток нагрузки**).

Параметр **Наклон** представляет выраженное в процентах падение напряжения на линии при номинальной нагрузке.

Дополнительная информация и расчет приводится в главе *7.7.4 Указания по применению и вводу уставок*.

В случае использования компенсации по Z нужно ограничить максимально допустимое повышение напряжения по отношению к напряжению уставки, чтобы избежать слишком высокого напряжения на трансформаторе. Для этого задайте параметр **Макс.ток нагрузки**. Задайте параметр **Уставка Umакс** равным безопасному уровню напряжения работы трансформатора. Если измеренное напряжение превышает указанное пороговое значение, больше не подаются команды увеличения напряжения на привод РПН.

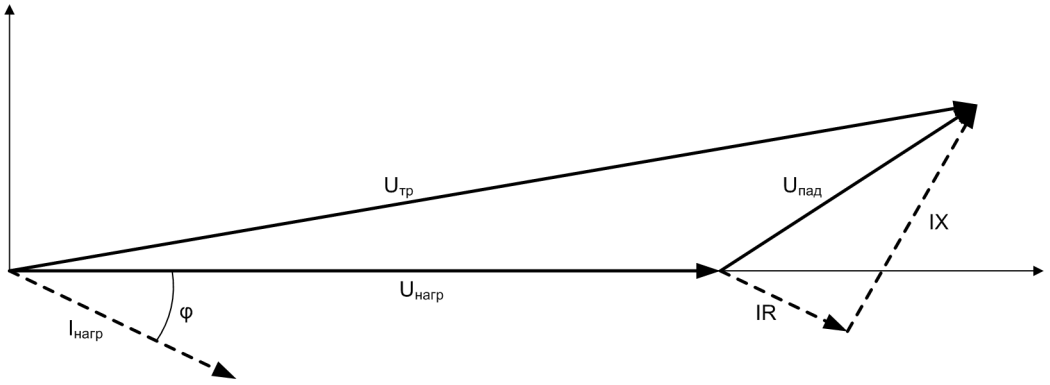


[dwregchr-090913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-102 Характеристика управления с компенсацией по Z

Компенсация по X и R (LDC-X и R)

Компенсация по X и R требует знания данных X и R линии. С помощью этих данных можно точно компенсировать падение напряжения на линии. Следующий рисунок показывает влияние компенсации.



[dw-line-drop-kompensation-250214-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-103 Векторная диаграмма компенсации X и R

$U_{тр}$	Напряжение на трансформаторе, регулируемое напряжение
$U_{нагр}$	Напряжение в точке подключения нагрузки (уставка напряжения $U_{нагр} = U_{трансф} - U_{пад}$)
$U_{пад}$	Падение напряжения на линии
IR, IX	Ортогональные составляющие падения напряжения на линии
$I_{нагр.}$	Ток нагрузки
ϕ	Угол нагрузки

В случае компенсации по X и R нужно ограничить максимально допустимое повышение напряжения по отношению к напряжению уставки, чтобы избежать слишком высокого напряжения на трансформаторе. Для этого следует присвоить необходимое значение параметру **Уставка Umакс**. Если измеренное напряжение превышает указанное пороговое значение, больше не подаются команды увеличения напряжения на привод РПН.

Предельные значения

Если измеренное значение поднимается выше значения параметра (**Уставка Umакс**), то команды на повышение напряжения блокируются, аналогично при снижении измеренного напряжения ниже уставки (**Уставка Umин**) команды снижения напряжения блокируются. Таким образом предотвращается переключение ответвлений при ненормальном напряжении и переключение ответвлений в неправильном направлении (например, при неправильном подключении проводов).

Могут быть заданы максимальное и минимальное положение РПН. Параметры **Пред.нижн.полож.РПН** и **Пред.высш.полож.РПН** вносят дополнительные ограничения в диапазон регулирования.

Блокировки

Блокировки предотвращают переключение ответвлений при ненормальных условиях в электрической сети. Доступны следующие блокировки:

- при недопустимом снижении напряжения
- при перегрузке по току
- при перегрузке по току одной из сторон трансформатора
- при снижении тока ниже уставки
- Внешняя блокировка (дискретный вход)

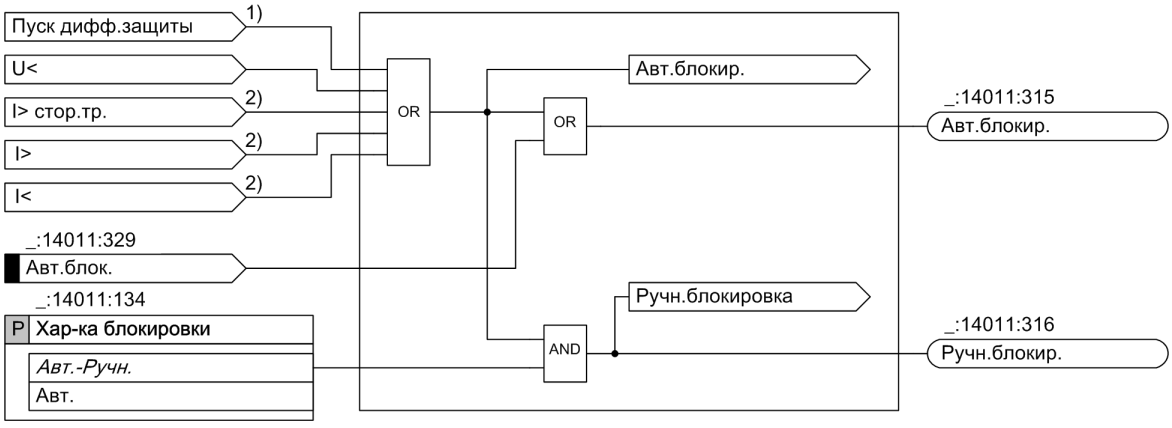
- Блокирующая команда LTCBlock по протоколу IEC 61850
- Блокировка в случае срабатывания дифференциальной защиты трансформатора

С помощью параметра **Хар-ка блокировки** пользователь указывает, будут ли действовать блокировки только в автоматическом режиме (***Авт.***) или в автоматическом и ручном режимах (***Авт.-Ручн.***).

Блокировка при перегрузке по току блокирует переключения ответвлений в случае перегрузки. Для блокировок по току подсчитывается ток прямой последовательности тока нагрузки и тока стороны высшего напряжения трансформатора.

Ток стороны высшего напряжения трансформатора задают в параметрах РПН. Задание этих параметров осуществляется в соответствующей функциональной группе **Сторона трансформатора** (см. главу *5.1.3.1 Обзор*). Для этого нужно использовать функциональный блок РПН регулятора напряжения.

Блокировка при снижении напряжения предотвращает переключение ответвлений в случае аварий в электрической сети. Выходные сигналы регулятора напряжения блокируются в зависимости от режима работы формируется сигнал *Авт.блокир.* и/или *Ручн.блокир.*.



[loblokir-090913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-104 Логика блокировки

(1) Если доступна дифференциальная защита трансформатора

(2) Если доступно измерение тока

При конфигурировании дифференциальной защиты, если на стороне трансформатора предусматривается установить переключатель ответвлений, автоматически предусматривается блокировка при срабатывании дифференциальной защиты трансформаторов.

Дополнительные блокировки для регулятора напряжения трехобмоточного трансформатора.

Блокировки, описанные в предыдущих разделах, также могут быть использованы для регулировки обмоток трехобмоточного трансформатора. Кроме того, применяются блокировки в части пониженного напряжения, максимального напряжения и перегрузки по току для измеряемых величин нерегулируемой стороны.

Дополнительные блокировки для регулятора напряжения сетевого трансформатора связи

Для блокировки регулятора напряжения сетевого трансформатора связи всегда используются напряжения и токи обеих обмоток.

Рабочие измеряемые величины двухобмоточных трансформаторов

Можно в любое время получить информацию о текущем состоянии регулирования посредством рабочих измеряемых величин. Доступны следующие значения:

Измеряемая величина	Описание	Первичные	Вторичные	% относительно
(_:14011:320) **Uфакт**	Текущее измеренное напряжение прямой последовательности (линейное)	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения
(_:14011:321) **Δuфакт**	Разница между значением напряжения уставки и измеренным напряжением	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:14011:322) **Iнагр**	Текущий измеренный ток нагрузки (система прямой последовательности)	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки
(_:14011:323) **Uмакс**	Максимальное измеренное напряжение прямой последовательности за все время измерений	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:14011:324) **Uмин**	Минимальное измеренное напряжение прямой последовательности за все время измерений	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:14011:325) **Uуст**	Напряжение уставки, подсчитанное с учетом компенсации Z	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки

Рабочие измеренные значения Umакс и Umин могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Рабочие измеряемые величины трехобмоточного трансформатора.

Можно в любое время получить информацию о текущем состоянии регулирования посредством рабочих измеряемых величин. Доступны следующие значения:

Измеряемая величина	Описание	Первичные	Вторичные	% относительно
(_:320) **UфОб1**	Фактическое напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:321) **UфОб2**	Фактическое напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:322) **Δuфакт**	Разница между значением напряжения уставки и измеренным напряжением	В	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:323) **IнгОбм1**	Ток нагрузки обмотки 1	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 1
(_:324) **IнгОбм2**	Ток нагрузки обмотки 2	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 2
(_:325) **Uмакс 1**	Максимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1
(_:326) **Uмакс 2**	Максимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:327) **Uмин 1**	Минимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1
(_:328) **Uмин 2**	Минимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:329) **Uу Об1**	Напряжение уставки для обмотки 1, подсчитанное с учетом компенсации Z	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1

Измеряемая величина	Описание	Первичные	Вторичные	% относительно
(_:330) Uy Об2	Напряжение уставки для обмотки 2, подсчитанное с учетом компенсации Z	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2

Рабочие измеренные значения Umакс и Umин могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Рабочие измеряемые величины трехобмоточного автотрансформатора.

Можно в любое время получить информацию о текущем состоянии регулирования посредством рабочих измеряемых величин. Доступны следующие значения:

Измеряемая величина	Описание	Первичные	Вторичные	% относительно
(_:16351:320) UфОб1	Фактическое напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:16351:321) UфОб2	Фактическое напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:16351:322) Δuфакт	Разница между значением напряжения уставки и измеренным напряжением	кВ	В	номинального напряжения контролируемой обмотки
(_:16351:323) IнгОбм1	Ток нагрузки обмотки 1	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 1
(_:16351:324) IнгОбм2	Ток нагрузки обмотки 2	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 2
(_:16351:325) Uмакс 1	Максимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1
(_:16351:326) Uмакс 2	Максимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:16351:327) Uмин 1	Минимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1
(_:16351:328) Uмин 2	Минимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2
(_:16351:329) Uy Об1	Напряжение уставки для обмотки 1,	кВ	В	номинального напряжения обмотки 1
(_:16351:330) Uy Об2	Напряжение уставки для обмотки 2, подсчитанное с учетом компенсации Z	кВ	В	номинального напряжения обмотки 2

Рабочие измеренные значения Umакс и Umин могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Основные величины

Основные величины всегда присутствуют в функциональных группах **РегU2обм.**, **РегU3обм.** и **РегUтрансфСвязи**. Кроме того, основные величины для обмотки 1 и обмотки 2 можно найти в функциональных группах **РегU3обм.** и **РегUтрансфСвязи**. Они не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице.

Таблица 7-21 Возможные основные величины функциональной группы регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора

Основные величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I_A, I_B, I_C	ФАЗНЫЕ ТОКИ	A	A	номинального напряжения

Основные величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	номинального напряжения
U_A, U_B, U_C	ФАЗНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	кВ	В	номинального напряжения/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	МЕЖДУФАЗНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	кВ	В	номинального напряжения
U_r	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	номинального напряжения/√3

Измеренные значения мощности

Измеренные значения мощности всегда присутствуют в функциональных группах **RegU2обм.**, **RegU3обм.**, и **RegU3обм.**. Измеренные значения мощности для обмотки 1 и обмотки 2 можно найти в функциональных группах **RegU3обм.** и **RegU3обм.**. Они не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице.

Таблица 7-22 Возможные основные величины функциональной группы регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора

Измеренное значение мощности		Первичные	Вторичные	% относительно
$P_{сумм}$	Активная мощность 3-х фаз	МВт	ВТ	$\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Реактивная мощность 3-х фаз	МВт	ВАр	$\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Полная мощность 3-х фаз	МВт	ВА	$\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
λ	(абсолютное)	(абсолютное)	(абсолютное)	100 % соответствует λ = 1

7.7.4 Указания по применению и вводу уставок

Двухобмоточный трансформатор: Общие данные

Параметр: **Номинальный ток**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный ток** = ***1000,00 A***

Параметр: **Номин.напряж.**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Измеренные значения регулятора напряжения могут отображаться в первичных значениях, вторичных значениях или выражаться в процентах. Используя параметры **Номинальный ток** и **Номин.напряж.**, можно установить опорное значение для процентных величин.

Трехобмоточный трансформатор: Общие данные

Обмотка 1

Параметр: **Номинальный ток**

- Уставка по умолчанию **(_:101) Номинальный ток** = ***1000,00 A***

Параметр: **Номин.напряж.**

- Уставка по умолчанию **(_:103) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Обмотка 2

Параметр: **Номинальный ток**

- Уставка по умолчанию **(_:102) Номинальный ток** = ***1000,00 A***

Параметр: **Номин.напряж.**

- Уставка по умолчанию **(_:104) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Измеренные значения регулятора напряжения могут отображаться в первичных значениях, вторичных значениях или выражаться в процентах. Используя параметры **Номинальный ток** и **Номин.напряж.**, можно установить опорное значение для процентных величин.

Сетевой трансформатор связи: Общие данные

Обмотка 1

Параметр: **Номинальный ток**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный ток** = ***1000,00 A***

Параметр: **Номин.напряж.**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Обмотка 2

Параметр: **Номинальный ток**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Номинальный ток** = ***1000,00 A***

Параметр: **Номин.напряж.**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Измеренные значения регулятора напряжения могут отображаться в первичных значениях, вторичных значениях или выражаться в процентах. Используя параметры **Номинальный ток** и **Номин.напряж.**, можно установить опорное значение для процентных величин.

РПН

Параметры РПН внутри регулятора напряжения соответствуют параметрам РПН, указанным в главе *7.6.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Для РПН внутри регулятора напряжения параметры модели управления являются копиями из регулятора напряжения. Это касается следующих параметров:

- Проверка прав доступа на проведение операций
- Модель управления
- SBO[24] Истечение выдержки времени
- Время контроля обратной связи

Регулятор напряжения

Параметр: **Режим**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:1) Режим** = ***вкл***

С помощью параметра **Режим** пользователь переводит регулятор напряжения в режим ***вкл***, ***откл*** или ***проверка***.

Параметр: **Режим работы**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:101) Режим работы** = ***Ручн.***

С помощью параметра **Режим работы** пользователь указывает, в каком режиме работает регулятор: ***Авт.*** или ***Ручн.***.

Только для трехобмоточного трансформатора:

Параметр: **Выбор обмотки**

[24] В стандарте IEC 61850 резервирование названо Выбор перед исполнением (SBO).

- Уставка по умолчанию **(_:157) Выбор обмотки** = ***Обмотка 1***

Параметр **Выбор обмотки** определяет, контролирует ли регулятор напряжение ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***, или же регулируемое напряжение выбирается автоматически в зависимости от тока нагрузки, ***ПриМаксНагр***.

Только сетевой трансформатор связи:

Параметр: **Выбор обмотки**

- Уставка по умолчанию **(_:16351:161) Выбор обмотки** = ***Обмотка 1***

Параметр **Выбор обмотки** определяет, контролирует ли регулятор напряжение ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***.

Управление

Параметр: **Пров.прав вып.ком.**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:107) Пров.прав вып.ком.** = ***да***

С помощью параметра **Пров.прав вып.ком.** пользователь указывает, проверяется ли во время действия команды регулирования права доступа на проведение операций (**локальный**, **удаленный**).

Параметр: **Модель управления**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:109) Модель управления** = ***SBO с дополн. безоп.***

Данный параметр **Модель управления** определяет модель управления согласно IEC 61850-7-2, которая соответствует поведению данных (SBO — Выбор перед исполнением).

Можно выбрать одну из следующих настроек:

- ***прям. с обычн. безоп.***
- ***SBO с обычн. безоп.***
- ***прям.с дополн. безоп.***
- ***SBO с дополн. безоп.***

Параметр: **Таймаут SBO**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:110) Таймаут SBO** = ***30,00 с***

С помощью этого параметра указывается время обнаружения просроченной команды SBO. Диапазон значений составляет 0,01 – 1800,00 с. Это время, которое может пройти между получением и выполнением команды (модель команды соответствует стандарту IEC 61850-7-2).

Параметр: **Врем.контр.обр.связи**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:111) Врем.контр.обр.связи** = ***10,00 с***

Время контроля обратной связи после выдачи команды переключения РПН. Если новое положение РПН не достигнуто, по истечении упомянутого времени данная команда сбрасывается.

Регулятор напряжения

Параметр: **Треб.напряжение 1**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:112) Треб.напряжение 1** = ***440,000 кВ***

Параметром **Треб.напряжение 1** задается напряжение, которое должно быть достигнуто регулятором. Можно указать **Треб.напряжение 1** как первичное, вторичное значение или в процентах.

Только для трехобмоточного трансформатора:

Параметр: **Треб.напряж.1 обм.1**

- Уставка по умолчанию **(_:112) Треб.напряж.1 обм.1** = ***440,000 кВ***

Параметр: **Треб.напряж.обм.2**

- Уставка по умолчанию **(_:146) Треб.напряж.обм.2** = ***440,000 кВ***

Только сетевой трансформатор связи:

Параметр: **Треб.напряж.1 обм.1**

- Уставка по умолчанию **(_:16351:112) Треб.напряж.1 обм.1** = ***440,000 кВ***

Параметр: **Треб.напряж.обм.2**

- Уставка по умолчанию **(_:16351:146) Треб.напряж.обм.2** = ***440,000 кВ***

Параметр: **Доп.диапазон регул-ия**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:113) Доп.диапазон регул-ия** = ***1,0 %***

С помощью параметра **Доп.диапазон регул-ия** пользователь задает диапазон напряжения, в котором не должны выполняться команды регулирования для повышения или понижения напряжения в окрестностях **Треб.напряжение 1**. Если фактическое напряжение не выходит за пределы диапазона относительно **Треб.напряжение 1**, коррекция не выполняется.

Подсчет **Доп.диапазон регул-ия**:

ПРИМЕЧАНИЕ

При расчете **Доп.диапазон регул-ия** В не забывайте о максимально допустимом отклонении напряжения в системе и напряжения ответвления РПН на вторичной стороне трансформатора.

Подсчет минимального диапазона:

$$B[\%] \geq 0{,}6 \cdot \left(\frac{U_{ном,втор}}{U_{ном,перв}} - \frac{U_{ном,втор}}{U_{(ном-1)перв}} \right) \cdot U_{ном,втор} \cdot 100\,\% \cdot \frac{U_{макс,перв}}{U_{ном,перв}}$$

[fospnvrz-211013, 1, ru_RU]

$U_{ном,втор}$	Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора
$U_{ном.перв}$	Напряжение ответвления N первичной обмотки трансформатора
$U_{(ном-1)перв}$	Напряжение ответвления N-1 первичной обмотки трансформатора
$U_{макс.перв.}$	Максимальное напряжение на первичной обмотке трансформатора

Параметр: **Хар-ка Т1**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:114) Хар-ка Т1** = ***Лин.***

Параметр: **Задержка Т1**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:115) Задержка Т1** = ***40 с***

Управляющие действия можно настраивать таким образом, чтобы требовалось наименьшее количество команд регулирования. Для этого, используя **Хар-ка Т1**, пользователь задает реакцию на управление, а с помощью **Задержка Т1** настраивает задержку времени.

В настройке ***Лин.*** (линейная характеристика управления) реакция на управление не зависит от отклонения напряжения. Здесь применяется постоянная задержка времени.

При настройке ***Инв.*** (инверсная характеристика управления) задержка времени является функцией отклонения напряжения относительно **Треб.напряжение 1**. Чем больше отклонения регулирования, тем быстрее реакция на управление. Повышается качество работы системы управления, но возрастает частота коммутаций.

Эффективная задержка по времени получается из:

$$\text{Задержка Т1} = \frac{T_1 \cdot B}{|D|}$$

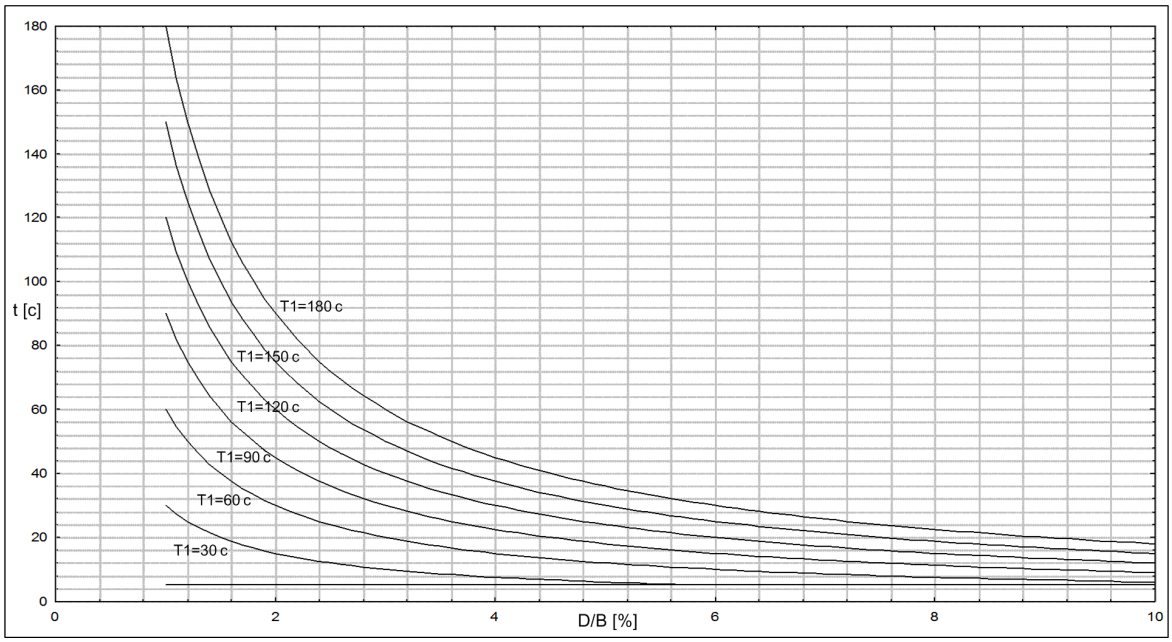
[fovrzzet-211013, 2, ru_RU]

T_1 – параметр **Задержка Т1**

$$D = \frac{U_{акт} - U_{треб}}{U_{ном}} 100\ \%$$

[fokonisk-211013, 1, ru_RU]

D = Отклонение регулировки



[dwrglchr-160913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-105 Инверсная характеристика управления

Параметр: **T1 инверсн.мин.**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:116) T1 инверсн.мин.** = ***5 c***

Параметр **T1 инверсн.мин.** используется для задания минимального времени задержки для действия управления. Это время применяется только к реакции на управление ***Инв.***, причем длительность реакции не может быть меньше, чем указанное время.

Параметр: Задержка T2

- Уставка по умолчанию **(_:14011:117) Задержка T2** = ***5 c***

Если для коррекции фактического напряжения нужно подать несколько команд регулировки, при каждой смене ответвлений устанавливается время ожидания **Задержка T2**. Задержка времени T2 имеет независимую характеристику. Если задержка T2 отключается путем установки на 0, всегда активна задержка T1.

Параметр: **Быстр.перекл.шаг ниже**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:121) Быстр.перекл.шаг ниже** = ***вкл***

Параметр: **Пр.бстр.перекл.ш.ниже**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:122) Пр.бстр.перекл.ш.ниже** = ***6 %***

Параметр: **Зад.T бстр.пер.ш.ниже**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:123) Зад.T бстр.пер.ш.ниже** = ***0,0 c***

Если фактическое напряжение больше, чем значение предела для режима быстрого понижения напряжения, активируется режим быстрого понижения напряжения. Активация режима быстрого понижения напряжения задерживается на заданное время. Режим быстрого понижения напряжения не активируется, если напряжение превышает установленный предел только на короткое время, которое меньше заданного времени задержки.

Параметр: **Быстр.перекл.шаг выше**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:118) Быстр.перекл.шаг выше** = ***откл***

Параметр: **Пр.бстр.перекл.ш.выше**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:119) Пр.бстр.перекл.ш.выше** = ***-6 %***

Параметр: **Зад.Т бстр.пер.ш.выше**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:120) Зад.Т бстр.пер.ш.выше** = ***2,0 с***

Если фактическое напряжение больше, чем значение предела для режима быстрого повышения напряжения, активируется режим быстрого повышения напряжения. Активация режима быстрого повышения напряжения задерживается на заданное время. Режим быстрого повышения напряжения не активируется, если напряжение превышает установленный предел только на короткое время, которое меньше заданного времени задержки.

Параметр: **Функцион.контроль**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:124) Функцион.контроль** = ***15 мин***

Можно установить задержку отображения сигнализации о срабатывании данной функции. В случае уставки **Функцион.контроль** = ***0 мин*** отображение сигнализации отключается.

Компенсация линии для двухобмоточного трансформатора

Параметр: **Компенсация Z**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:125) Компенсация Z** = ***откл***

Вы можете использовать параметр **Компенсация Z** для выбора процедуры коррекции в случае падения напряжения в линиях электропередач в зависимости от нагрузки. Существует 2 процедуры, доступных для выбора: ***LDC-Z*** и ***LDC-X и R***.

Рассмотрим следующий параметр для настройки параметра **Компенсация Z** = ***LDC-Z***:

Параметр: **Наклон**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:126) Наклон** = ***4 %***

Параметр **Наклон** определяет падение напряжения на линии Значение представляет собой увеличение напряжения в % от **Треб.напряжение 1**, которое возникает при номинальной нагрузке. Рассматривается только величина тока. Установленное значение прибавляется к **Треб.напряжение 1**.

Уставка увеличения значения [%] = $\Delta U_{нагр}$ [%], если $I_{нагр}$ = 100%

$$\text{Наклон}\,[\%] = \left(U_{\text{треб ком.}}\,[\%] - U_{\text{треб}}[\%]\right) \cdot \frac{100\,\%}{I_{\text{нагр}}[\%]}$$

[foschlst-211013, 1, ru_RU]

$U_{\text{треб ком.}}$	Напряжение уставки в конце линии
$U_{\text{треб}}$	Напряжение уставки
$I_{\text{нагр.}}$	Ток нагрузки в %

Параметр: **Макс.ток нагрузки**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:127) Макс.ток нагрузки** = ***100 %***

Настройкой параметра **Макс.ток нагрузки** пользователь может не допустить слишком большого повышения напряжения на трансформаторе в случае очень большого тока нагрузки. Если ток нагрузки превышает заданное значение, дополнительная компенсация тока нагрузки не подсчитывается.

Рассмотрим следующий параметр для настройки параметра **Компенсация Z** = ***LDC-X и R***:

Параметр: **R линии**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:153) R линии** = ***0,0***Ω

Параметр R линии **R линии** устанавливает линейное сопротивление линии.

Параметр: **X линии**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:154) X линии** = *0,0*Ω

Параметр X линии **X линии** устанавливает реактивное сопротивление защищаемой линии.

Для того чтобы определить падение напряжения на линии, необходимо ввести параметр **R линии** и **X линии** для процедуры **Компенсация Z** = ***LDC-X и R***. Если первичные значения известны, и вы хотели бы установить вторичные значения, используйте следующую формулу для расчета

$$X_{втор} = \frac{\text{Коэффициент трансформации трансформатора тока}}{\text{Коэффициент трансформации трансформатора напряжения}} X_{перв}$$

[fo-I-V-Ratio-250214, 1, ru_RU]

В качестве примера, рассчитайте $X_{втор}$ со следующими параметрами:

Коэффициент трансформации трансформатора тока	: 1000 A/1 A
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	: 380 кВ/0,1 кВ
$X_{перв}$	: 21 Ω

Таким образом, результат для $X_{втор}$ составляет:

$$X_{втор} = \frac{1000\ A/1\ A}{380\ kV/0.1 kV} 21\Omega = 5.53\ \Omega$$

[fo-I-V-Ratio_Value-250214, 1, ru_RU]

Компенсация линии для трехобмоточного трансформатора и сетевого трансформатора связи

Параметр: **Компенсация Z**

- Уставка по умолчанию **(_:125) Компенсация Z** = ***откл***

Рассмотрим следующий параметр для настройки параметра **Компенсация Z** = ***LDC-Z***:

Параметр: **УвТребНапряжОбм1**

- Уставка по умолчанию **(_:126) УвТребНапряжОбм1** = ***4 %***

Параметр: : **УвТребНапряжОбм2**

- Уставка по умолчанию **(_:147) УвТребНапряжОбм2** = ***4 %***

Параметр:: **Макс.ток нагрузки**

- Уставка по умолчанию **(_:127) Макс.ток нагрузки** = ***100 %***

Рассмотрим следующий параметр для настройки параметра **Компенсация Z** = ***LDC-X и R***:

Параметр: **R лин. обм.1**

- Значение параметра по умолчанию **(_:153) R лин. обм.1** = ***0,0 Ом***

Параметр: **R лин. обм.2**

- Значение параметра по умолчанию **(_:155) R лин. обм.2** = ***0,0 Ом***

Параметр: **X лин. обм.1**

- Значение параметра по умолчанию **(_:154) X лин. обм.1** = ***0,0 Ом***

Параметр: **X лин. обм.2**

- Значение параметра по умолчанию **(_:156) X лин. обм.2** = ***0,0 Ом***

Предельные значения

Параметр: **Пред.нижн.полож.РПН**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:102) Пред.нижн.полож.РПН** = ***1***

Параметр: **Пред.высш.полож.РПН**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:103) Пред.высш.полож.РПН** = ***15***

С помощью параметров **Пред.нижн.полож.РПН** и **Пред.высш.полож.РПН** пользователь может ограничить ответвления, доступные в автоматическом режиме. Например, с помощью параметра **Пред.высш.полож.РПН** блокируется возможность подключения к ответвлениям с более высоким напряжением, которые обеспечивают избыточный коэффициент трансформации, что в случае внезапного отключения нагрузки может привести к опасному повышению напряжения.

Параметр: **Предел Umин**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:128) Предел Umин** = ***вкл***

Параметр: **Уставка Umин**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:129) Уставка Umин** = ***420,000 кВ***

Параметр: **Задержка для Umин**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:130) Задержка для Umин** = ***10 с***

Параметр: **Задержка для Umакс**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:131) Задержка для Umакс** = ***вкл***

Параметр: **Уставка Umакс**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:132) Уставка Umакс** = ***460,000 кВ***

Параметр: **Задержка для Umакс**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:133) Задержка для Umакс** = ***10 с***

Пределы напряжения нужны только для специальных случаев регулировки напряжения. Предел перегрузки по напряжению предотвращает подключение по команде регулятора к ответвлениям с более высоким напряжением, если превышено предельное значение **Уставка Umакс**. Предел при пониженном напряжении предотвращает подключение по команде регулятора к ответвлениям с более низким напряжением, если напряжение оказалось ниже предельного значения **Уставка Umин**.

Предельные значения для трехобмоточного трансформатора и сетевого трансформатора связи

Параметр: **Уставка Umин обм.1**

- Уставка по умолчанию **(_:129) Уставка Umин обм.1** = ***420,000 кВ***

Параметр: **Уставка Umин обм.2**

- Уставка по умолчанию **(_:148) Уставка Umин обм.2** = ***420,000 кВ***

Блокировки

Параметр: **Хар-ка блокировки**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:134) Хар-ка блокировки** = ***Авт.-Ручн.***

Если напряжение превышает соответствующие пределы в одном или другом направлении, блокировка предотвращает подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. С одной стороны, это предотвращает чрезмерный износ контактов переключателя ответвлений, а с другой — предотвращает повреждение системы. С помощью параметра **Хар-ка блокировки** пользователь указывает, будут ли действовать блокировки только в автоматическом режиме или в автоматическом и ручном режимах.

Параметр: **Блокировка U<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:135) Блокировка U<** = ***вкл***

Параметр: **Уставка U<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:136) Уставка U<** = ***200 кВ***

Параметр: **Выд.врем. U<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:137) Выд.врем. U<** = ***10 с***

Параметр: **Блокировка I>**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:138) Блокировка I>** = ***вкл***

Параметр: **Уставка I>**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:139) Уставка I>** = ***150 %***

Параметр: **Выд.врем. I>**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:140) Выд.врем. I>** = ***10 с***

Если ток нагрузки опустится ниже порогового значения **Уставка I>** в течение времени **Выд.врем. I>**, блокировка по снижению тока предотвратит подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. Пороговое значение **Уставка I>** устанавливают в % по отношению к номинальному току. Чтобы выполнить это, нужно установить параметр **Iопорн.** для значений в %.

Параметр: **Блокировка I<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:141) Блокировка I<** = ***откл***

Параметр: **Уставка I<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:142) Уставка I<** = ***10 %***

Параметр: **Выд.врем. I<**

- Уставка по умолчанию **(_:14011:143) Выд.врем. I<** = ***10 с***

Если ток нагрузки опустится ниже порогового значения **Уставка I<** в течение времени **Выд.врем. I<**, блокировка по снижению тока предотвратит подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. Пороговое значение **Уставка I<** устанавливают в % по отношению к номинальному току. Чтобы выполнить это, нужно установить параметр **Iопорн.** для значений в %.

Блокировки для трехобмоточного трансформатора и сетевого трансформатора связи

Параметр: **Уставка U< обм.1**

- Уставка по умолчанию **(_:136) Уставка U< обм.1** = ***200 кВ***

Параметр: **Уставка U< обм.2**

- Уставка по умолчанию **(_:150) Уставка U< обм.2** = ***200 кВ***

7.7.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общая				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный ток		0.20 A до 100000.00 A	1000.00 A
_:2311:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:2311:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		-1.00 MBA до -1.00 MBA	0.00 MBA
РПН				
_:13981:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:13981:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:13981:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с
_:13981:116	РПН:Наивысш.полож.РПН		• Отпайка мин.напряж. • Отпайка макс.напряж.	Отпайка мин.напряж.
_:13981:114	РПН:Наим. положение РПН		-64 до 64	1
_:13981:115	РПН:Наиб. положение РПН		-64 до 64	15

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:14011:1	90V АРНТ 2обм:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:14011:101	90V АРНТ 2обм:Режим работы		• Ручн. • Авт.	Ручн.
Управление				
_:14011:107	90V АРНТ 2обм:Пров.прав вып.ком.		• нет • да	да
_:14011:109	90V АРНТ 2обм:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:14011:110	90V АРНТ 2обм:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:14011:111	90V АРНТ 2обм:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
Регулятор напряж.				
_:14011:112	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:14011:113	90V АРНТ 2обм:Доп.диапазон регул-ия		0.2 % до 10.0 %	1.0 %
_:14011:114	90V АРНТ 2обм:Хар-ка T1		• Лин. • Инв.	Лин.
_:14011:115	90V АРНТ 2обм:Задержка T1		5 с до 600 с	40 с
_:14011:116	90V АРНТ 2обм:T1 инверсн.мин.		5 с до 100 с	5 с
_:14011:117	90V АРНТ 2обм:Задержка T2		0 с до 100 с	5 с
_:14011:118	90V АРНТ 2обм:Быстр.перекл.шаг выше		• откл • вкл	откл
_:14011:119	90V АРНТ 2обм:Пр.бстр.перекл.ш.выше		-50.0 % до 0.0 %	-6.0 %
_:14011:120	90V АРНТ 2обм:Зад.T бстр.пер.ш.выше		0.0 с до 10.0 с	2.0 с
_:14011:121	90V АРНТ 2обм:Быстр.перекл.шаг ниже		• откл • вкл	вкл
_:14011:122	90V АРНТ 2обм:Пр.бстр.перекл.ш.ниже		0.0 % до 50.0 %	6.0 %
_:14011:123	90V АРНТ 2обм:Зад.T бстр.пер.ш.ниже		0.0 с до 10.0 с	0.0 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14011:124	90V АРНТ 2обм:Функ-цион.контроль		0 мин до 120 мин	15 мин
Компенс. Z				
_:14011:125	90V АРНТ 2обм:Компенсация Z		• откл • LDC-Z • LDC-X и R	откл
_:14011:126	90V АРНТ 2обм:Наклон		0.0 % до 20.0 %	4.0 %
_:14011:127	90V АРНТ 2обм:Макс.ток нагрузки		0.0 % до 500.0 %	100.0 %
_:14011:153	90V АРНТ 2обм:R линии		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:14011:154	90V АРНТ 2обм:X линии		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
Предел				
_:14011:102	90V АРНТ 2обм:Пред.нижн.поло ж.РПН		-128 до 127	1
_:14011:103	90V АРНТ 2обм:Пред.высш.поло ж.РПН		-128 до 127	1
_:14011:128	90V АРНТ 2обм:Предел Uмин		• откл • вкл	вкл
_:14011:129	90V АРНТ 2обм:Уставка Uмин		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:14011:130	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмин		0 с до 20 с	10 с
_:14011:131	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмакс		• откл • вкл	вкл
_:14011:132	90V АРНТ 2обм:Уставка Uмакс		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:14011:133	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмакс		0 с до 20 с	10 с
Блокир.				
_:14011:134	90V АРНТ 2обм:Хар-ка блокировки		• Авт. • Авт.-Ручн.	Авт.-Ручн.
_:14011:135	90V АРНТ 2обм:Блокировка U<		• откл • вкл	вкл
_:14011:136	90V АРНТ 2обм:Уставка U<		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:14011:137	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. U<		0 с до 20 с	0 с
_:14011:138	90V АРНТ 2обм:Блокировка I>		• откл • вкл	вкл
_:14011:139	90V АРНТ 2обм:Уставка I>		10 % до 500 %	150 %
_:14011:140	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. I>		0 с до 20 с	0 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14011:141	90V АРНТ 2обм:Блокировка I<		• откл • вкл	откл
_:14011:142	90V АРНТ 2обм:Уставка I<		3 % до 100 %	10 %
_:14011:143	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. I<		0 с до 20 с	10 с

7.7.6 Список сообщений

Двухобмоточный трансформатор

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные: Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные: Исправно	ENS	O
РПН			
_:13981:500	РПН: >Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН: >Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН: Исправно	ENS	O
_:13981:301	РПН: Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН: Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН: Позиция	BSC	C
_:13981:305	РПН: Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН: Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН: Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН: Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН: Сраб.защ.привода	SPS	O
_:13981:311	РПН: Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН: Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН: Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТ 2обм			
_:14011:81	90V АРНТ 2обм: >Блокировать	SPS	I
_:14011:85	90V АРНТ 2обм: >Сброс мин/макс	SPS	I
_:14011:53	90V АРНТ 2обм: Исправно	ENS	O
_:14011:54	90V АРНТ 2обм: Неактивно	SPS	O
_:14011:52	90V АРНТ 2обм: Режим работы	ENS	O
_:14011:301	90V АРНТ 2обм: Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:14011:302	90V АРНТ 2обм: Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:14011:326	90V АРНТ 2обм: Команда с обр.связью	BSC	C
_:14011:329	90V АРНТ 2обм: Авт.блок.	SPC	C
_:14011:312	90V АРНТ 2обм: Режим работы	SPC	C
_:14011:305	90V АРНТ 2обм: Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:14011:306	90V АРНТ 2обм: Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:14011:307	90V АРНТ 2обм: Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O
_:14011:308	90V АРНТ 2обм: Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:14011:309	90V АРНТ 2обм: Авт.монитор	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:14011:310	90V АРНТ 2обм: Предел Uмин	SPS	O
_:14011:311	90V АРНТ 2обм: Предел Uмакс	SPS	O
_:14011:315	90V АРНТ 2обм: Авт.блокир.	SPS	O
_:14011:316	90V АРНТ 2обм: Ручн.блокир.	SPS	O
_:14011:317	90V АРНТ 2обм: Блокировка U<	SPS	O
_:14011:318	90V АРНТ 2обм: Блокировка I>	SPS	O
_:14011:319	90V АРНТ 2обм: Блокировка I<	SPS	O
_:14011:320	90V АРНТ 2обм: Uфакт	MV	O
_:14011:321	90V АРНТ 2обм: Δuфакт	MV	O
_:14011:322	90V АРНТ 2обм: Iнагр	MV	O
_:14011:323	90V АРНТ 2обм: Uмакс	MV	O
_:14011:324	90V АРНТ 2обм: Uмин	MV	O
_:14011:325	90V АРНТ 2обм: Uуст	MV	O

Трехобмоточный трансформатор

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные: Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные: Исправно	ENS	O
РПН			
_:13981:500	РПН: >Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН: >Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН: Исправно	ENS	O
_:13981:301	РПН: Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН: Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН: Позиция	BSC	C
_:13981:305	РПН: Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН: Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН: Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН: Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН: Сраб.защ.привода	SPS	O
_:13981:311	РПН: Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН: Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН: Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТ 3обм			
_:15601:81	90V АРНТ 3обм: >Блокировать	SPS	I
_:15601:85	90V АРНТ 3обм: >Сброс мин/макс	SPS	I
_:15601:53	90V АРНТ 3обм: Исправно	ENS	O
_:15601:54	90V АРНТ 3обм: Неактивно	SPS	O
_:15601:52	90V АРНТ 3обм: Режим работы	ENS	O
_:15601:301	90V АРНТ 3обм: Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:15601:302	90V АРНТ 3обм: Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:15601:332	90V АРНТ 3обм: Команда с обр.связью	BSC	C
_:15601:335	90V АРНТ 3обм: Авт.блок.	SPC	C
_:15601:336	90V АРНТ 3обм: Режим работы	SPC	C

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:15601:305	90V АРНТ Зобм: Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:15601:306	90V АРНТ Зобм: Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:15601:307	90V АРНТ Зобм: Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O
_:15601:308	90V АРНТ Зобм: Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:15601:309	90V АРНТ Зобм: Авт.монитор	SPS	O
_:15601:357	90V АРНТ Зобм: Контр.перетока мощн.	SPS	O
_:15601:310	90V АРНТ Зобм: Предел Uмин обм.1	SPS	O
_:15601:311	90V АРНТ Зобм: Предел Uмин обм.2	SPS	O
_:15601:312	90V АРНТ Зобм: Предел Uмакс обм.1	SPS	O
_:15601:313	90V АРНТ Зобм: Предел Uмакс обм.2	SPS	O
_:15601:314	90V АРНТ Зобм: Авт.блокир.	SPS	O
_:15601:315	90V АРНТ Зобм: Ручн.блокир.	SPS	O
_:15601:316	90V АРНТ Зобм: Блок. U< обм.1	SPS	O
_:15601:317	90V АРНТ Зобм: Блок. U< обм.2	SPS	O
_:15601:318	90V АРНТ Зобм: Блокировка I>	SPS	O
_:15601:319	90V АРНТ Зобм: Блокировка I<	SPS	O
_:15601:320	90V АРНТ Зобм: UфОб1	MV	O
_:15601:321	90V АРНТ Зобм: UфОб2	MV	O
_:15601:322	90V АРНТ Зобм: Δuфакт	MV	O
_:15601:323	90V АРНТ Зобм: IнгОбм1	MV	O
_:15601:324	90V АРНТ Зобм: IнгОбм2	MV	O
_:15601:325	90V АРНТ Зобм: Uмакс 1	MV	O
_:15601:326	90V АРНТ Зобм: Uмакс 2	MV	O
_:15601:327	90V АРНТ Зобм: Uмин 1	MV	O
_:15601:328	90V АРНТ Зобм: Uмин 2	MV	O
_:15601:329	90V АРНТ Зобм: Uу Об1	MV	O
_:15601:330	90V АРНТ Зобм: Uу Об2	MV	O

Сетевой трансформатор связи

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные: Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные: Исправно	ENS	O
РПН			
_:13981:500	РПН: >Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН: >Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН: Исправно	ENS	O
_:13981:301	РПН: Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН: Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН: Позиция	BSC	C
_:13981:305	РПН: Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН: Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН: Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН: Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН: Сраб.защ.привода	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:13981:311	РПН: Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН: Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН: Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТсвязи			
_:16351:81	90V АРНТсвязи: >Блокировать	SPS	I
_:16351:85	90V АРНТсвязи: >Сброс мин/макс	SPS	I
_:16351:53	90V АРНТсвязи: Исправно	ENS	O
_:16351:54	90V АРНТсвязи: Неактивно	SPS	O
_:16351:52	90V АРНТсвязи: Режим работы	ENS	O
_:16351:301	90V АРНТсвязи: Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:16351:302	90V АРНТсвязи: Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:16351:332	90V АРНТсвязи: Команда с обр.связью	BSC	C
_:16351:335	90V АРНТсвязи: Авт.блок.	SPC	C
_:16351:336	90V АРНТсвязи: Режим работы	SPC	C
_:16351:305	90V АРНТсвязи: Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:16351:306	90V АРНТсвязи: Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:16351:307	90V АРНТсвязи: Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O
_:16351:308	90V АРНТсвязи: Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:16351:309	90V АРНТсвязи: Авт.монитор	SPS	O
_:16351:357	90V АРНТсвязи: Контр.перетока мощн.	SPS	O
_:16351:310	90V АРНТсвязи: Предел Uмин обм.1	SPS	O
_:16351:311	90V АРНТсвязи: Предел Uмин обм.2	SPS	O
_:16351:312	90V АРНТсвязи: Предел Uмакс обм.1	SPS	O
_:16351:313	90V АРНТсвязи: Предел Uмакс обм.2	SPS	O
_:16351:314	90V АРНТсвязи: Авт.блокир.	SPS	O
_:16351:315	90V АРНТсвязи: Ручн.блокир.	SPS	O
_:16351:316	90V АРНТсвязи: Блок. U< обм.1	SPS	O
_:16351:317	90V АРНТсвязи: Блок. U< обм.2	SPS	O
_:16351:318	90V АРНТсвязи: Блокировка I>	SPS	O
_:16351:319	90V АРНТсвязи: Блокировка I<	SPS	O
_:16351:320	90V АРНТсвязи: UфОб1	MV	O
_:16351:321	90V АРНТсвязи: UфОб2	MV	O
_:16351:322	90V АРНТсвязи: Δuфакт	MV	O
_:16351:323	90V АРНТсвязи: IнгОбм1	MV	O
_:16351:324	90V АРНТсвязи: IнгОбм2	MV	O
_:16351:325	90V АРНТсвязи: Uмакс 1	MV	O
_:16351:326	90V АРНТсвязи: Uмакс 2	MV	O
_:16351:327	90V АРНТсвязи: Uмин 1	MV	O
_:16351:328	90V АРНТсвязи: Uмин 2	MV	O
_:16351:329	90V АРНТсвязи: Uу Об1	MV	O
_:16351:330	90V АРНТсвязи: Uу Об2	MV	O

8 Функции контроля

8.1	Обзор	1208
8.2	Контроль потребления ресурсов	1209
8.3	Контроль вторичной системы	1214
8.4	Контроль аппаратных средств	1250
8.5	Контроль прошивки устройства	1255
8.6	Контроль конфигурации аппаратных средств	1256
8.7	Контроль коммуникационных соединений	1257
8.8	Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей	1258
8.9	Групповое предупредительное сообщение	1265

8.1 Обзор

Устройства SIPROTEC 5 отличаются обширной и комплексной концепцией встроенной самодиагностики. Непрерывный контроль:

- Обеспечение готовности устройства
- Исключает несрабатывание и излишнее функционирование устройства
- Защищает персонал и первичное оборудование
- Обеспечивает эффективную помощь при вводе в эксплуатацию и тестировании

Контролируются следующие области:

- Контроль потребления ресурсов приложения
- Контроль вторичной системы
- Контроль аппаратных средств устройства
- Контроль прошивки устройства
- Контроль конфигурации аппаратных средств
- Контроль коммуникационных соединений

При срабатывании функций контроля выдаются соответствующие сообщения. В устройстве формируются отчеты об ошибках. Отчеты об ошибках сгруппированы по степени серьезности дефекта.

Функции мониторинга работают избирательно. При срабатывании функций мониторинга - насколько это возможно - блокируются только затронутые части аппаратного и программного обеспечения. Если это невозможно, то устройство переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим). В дополнение к безопасности, это гарантирует высокую степень готовности.

8.2 Контроль потребления ресурсов

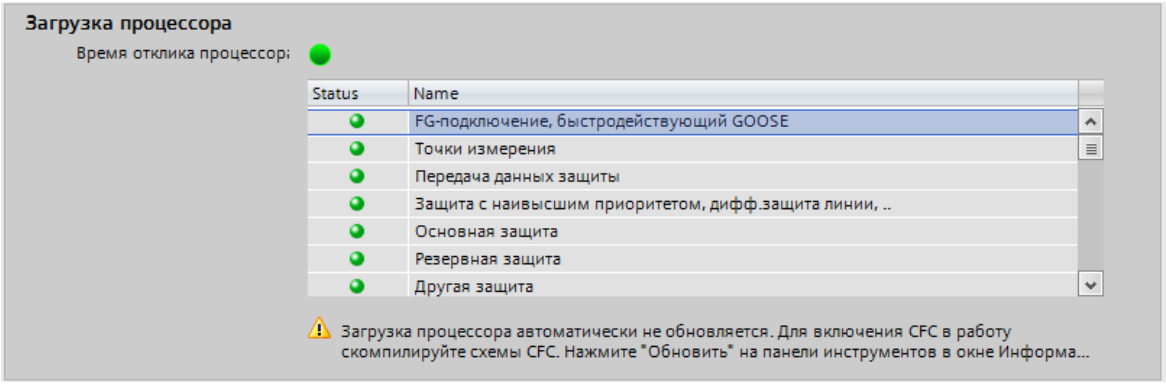
8.2.1 Модель загрузка процессора

Устройства SIPROTEC 5 свободно параметрируется. Функция модели загрузки процессора интегрируется в DIGSI 5. Модель загрузки предотвращает перегрузку устройства при работе со сложными, объемными конфигурациями.

Модель имитирует и показывает степень загрузки устройства и время реакции функций устройства. Если модель загрузки определяет, что текущая конфигурация, скорее всего, приведет к перегрузке устройства, DIGSI препятствует загрузке этого приложения в устройство.

В этом случае вы должны упростить конфигурацию, чтобы иметь возможность загрузить ее в устройство.

Модель загрузки можно найти в структуре проекта DIGSI 5: **Название устройства→ Информация об устройстве**. В рабочей области выберите окно настройки **Потребляемые ресурсы**. На следующем рисунке показан пример модели загрузки в DIGSI 5:



[sclastmo-141210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-1 Вид модели загрузки в DIGSI

Зеленый общий индикатор для времени отклика процессора означает, что устройство не перегружено данным приложением (конфигурацией). С другой стороны, если вы видите красный восклицательный знак, это значит что приложение перегружает устройство.

Ниже общего индикатора отображаются функциональные области. В этих строчках функции с одинаковыми требованиями к ресурсам процессора сгруппированы и отражают состояние в реальном времени. Зеленый индикатор в строке справа (см. *Рисунок 8-1*) показывает, что время отклика функций, сгруппированных в этой области, не перегружено и может быть сохранено. Красный восклицательный знак означает, что функции могут иметь большее время отклика, чем указано в технических данных устройства. В таком случае загрузка приложения в устройство блокируется.

В следующей таблице приведен обзор функциональных областей и наиболее важных параметров, влияющих на работу устройства:

Функциональная область	Краткое описание	Изменение загрузки процессора
CFC быстрая логика с пуском по событию	Схемы CFC, которые должны быть обработаны особенно быстро (например, блокировки функции защиты)	Добавление или удаление схем CFC из функциональной области (класса приоритетов) "быстрая логика с пуском по событию" • Создать диаграмму CFC • Удалить диаграмму CFC • Изменить класс приоритетов в свойствах схемы CFC Добавить или удалить схемы CFC класса приоритетов "быстрая логика с пуском по событию"

Функциональная область	**Краткое описание**	**Изменение загрузки процессора**
Точки измерения	Предоставление измеренных значений для функций защиты, управления и измерения	Добавление или удаление • Точек измерения (в редакторе "Ранжирование точек измерения") • Функциональных групп, обрабатывающие измерения (например, функциональная группа "Линия" и функциональная группа "Выключатель")
• FG-подключение • Быстродействующий GOOSE	• Взаимодействие между отдельными функциональными группами, например, между функциональной группой "Линия" и функциональной группой "Выключатель" • Быстродействующая GOOSE-коммуникация	Добавление или удаление • Функций защиты и их ступени • Функциональных групп "Выключатель" • Быстродействующих GOOSE подключений
Передача данных защиты	Передача сигналов по защитному интерфейсу	Добавление или удаление • Коммуникационных модулей защитного интерфейса (в режиме просмотра аппаратных средств DIGSI 5 и журналов) • Ранжирования на защитный интерфейс • Функций Дифференциальная защита трансформатора
Дифференциальная защита трансформатора	Дифференциальная защита трансформатора	Добавление или удаление функций дифференциальной защиты
Основная защита	Функции защиты с высокими требованиями к быстродействию	Добавление или удаление • Функции и зоны дистанционной защиты; функции и ступени отключения защиты от замыканий на землю • Блокировки при качаниях, функции и ступени ускорения при больших токах КЗ
Резервная защита	Функции защиты со средними требованиями к быстродействию	Добавление или удаление • Функции и ступени максимальной токовой защиты • Функции контроля синхронизма
Дополнительная защита	Функции защиты с низкими требованиями к быстродействию	Добавление или удаление • Функции защиты от перегрузки • Функции и ступени защиты по напряжению • Все функции, не перечисленные выше
CFC с пуском по событию, стандартный GOOSE	Схема CFC с максимальным временем обработки 40 мс	Добавление или удаление схем CFC из функциональной области (класса приоритетов) "быстрая логика с пуском по событию" • Создать диаграмму CFC • Удалить диаграмму CFC • Изменить класс приоритетов в свойствах схемы CFC Добавить или удалить схемы CFC класса приоритетов"логика с пуском по событию"

Функциональная область	Краткое описание	Изменение загрузки процессора
• Управление • Дополнительные схемы CFC • Рабочих измеряемых величин	• Управление и блокировка • Схемы CFC, относящихся к управлению, предварительной обработки измеренных значений и области, управляемой событиями • Рабочих измеряемых величин	Добавление или удаление • Функциональных блоков управления и блокировки • Схемы CFC, относящихся к управлению • Коммутационные устройства (за исключением выключателей), например, Функциональных групп "Разъединитель" • Рабочих измеряемых величин • Схемы CFC, работающие с измерениями

Если модель загрузки выдает предупреждение, примите во внимание следующие общие указания:

Области, указанные в таблице, перечислены в порядке убывания требований в реальном масштабе времени. Если появляется предупреждение о том, что гарантированное время отклика может быть превышено в области, вы сможете вернуться к допустимой области, выполнив следующие действия:

- Уменьшить объем функций в отмеченной области (красный восклицательный знак)
- Уменьшить объем функций в другой области с более высокими требованиями в реальном масштабе времени

После того, как вы уменьшили конфигурацию, проверьте индикатор в пункте "Потребляемые ресурсы"! Если функция или состояние было выключено, она будет по-прежнему представлять собой загрузку фукнциональной области. Если вам не нужна функция или ступень, удалите ее, а не выключайте.

Используйте общую функциональную группу **Выключатель** только в следующих случаях:

- Взаимодействие с группой защитных функций имеет важное значение.

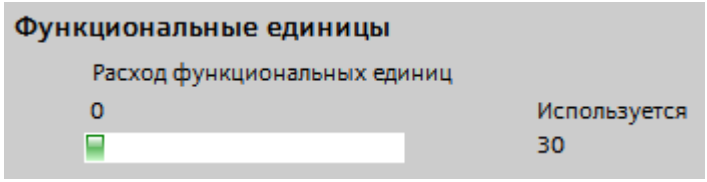
  То есть, сообщения о срабатывании функций защиты вызывают отключение автоматического выключателя, назначенного функциональной группе **Выключатель**.
- Вы хотите использовать функции, такие как функция АПВ или функция УРОВ в функциональной группе **Выключатель**.

Если выключатель используется только для контроля положения, используйте функциональную группу **Выключатель [только состояние]**.

8.2.2 Функциональные единицы

Когда вы заказываете устройство SIPROTEC 5, вы также заказываете определенное количество функциональных единиц для использования дополнительных функций.

На следующем рисунке показан расход функциональных единиц в текущем применении исходя из количества имеющихся функциональных единиц.



[scfpunkt-141210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-2 Обзор ресурсов: Расход функциональных единиц

Остающаяся белая полоса показывает функциональные единицы, которые еще не были использованы по вашей конфигурации. Число функциональных единиц, доступных в устройстве, зависит от деталей заказа на поставку устройства (позиция 20 кода заказа изделия). Вы также можете заказать функциональные единицы впоследствии и таким образом увеличить количество функциональных единиц для устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем заказать устройство, узнайте требования по функциональным единицам для нужного применения. Для этого вы можете использовать конфигуратор устройства.

8.2.3 Ресурсы CFC

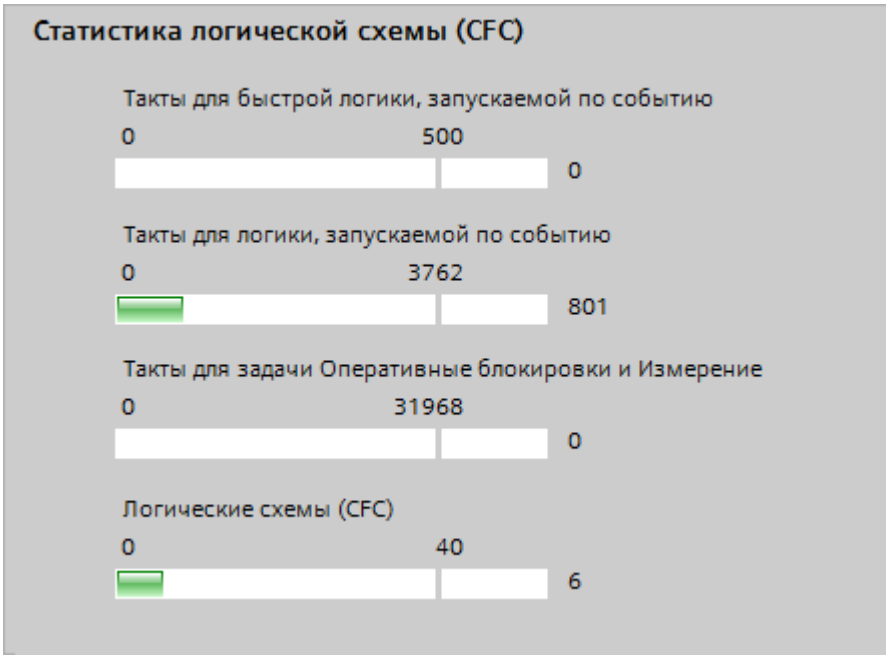
Ресурсы CFC включают в себя все элементы, используемые в CFC. Количество схем CFC, которые могут быть использованы в устройстве, ограничено. Ресурсы, доступные для схем CFC, контролируются по статистике CFC (см. рисунок ниже).

Функциональные блоки CFC могут работать в разных функциональных областях (классах приоритетов) и могут применяться в любом типе устройства. Функциональных блоков, работающих только в одном типе устройства, нет. Максимальное количество схем CFC не должно превышать 40. Если позволяет объем одной функциональной области (достаточное количество тактов), то все 40 схем CFC могут быть созданы в одной функциональной области. Такт представляет собой меру требований к производительности блоков CFC.

Количество тактов для каждой функциональной области рассчитывается в зависимости от созданной конфигурации устройства. Этот расчет основан на описанной выше модели загрузки. Рекомендуется сначала сконфигурировать все защитные функции и объекты, затем конфигурацию схем CFC, чтобы получить актуальную информацию об оставшейся емкости для схем CFC. Функциональные области CFC должны соответствовать времени отклика, типичному для их задач. Превышение этого типичного времени отклика контролируется моделью загрузки, для этого количество функциональных блоков CFC в соответствующей функциональной области ограничивается в соответствии с количеством доступных тактов.

Типичные времена отклика для CFC задач приведены в технических данных.

На следующем рисунке показан пример диаграммы расчета затрат ресурсов CFC в DIGSI, рассчитанных по модели загрузки. Здесь показаны такты, доступные для каждой функциональной области. Зеленые полосы представляют такты, используемые в функциональных областях, и количество используемых схем CFC. К этому диалогу можно перейти путем выбора: Устройство → Информация об устройстве → Потребляемые ресурсы.



[sc-cfc-statistic, 1, ru_RU]

Рисунок 8-3 Статистика CFC

Для того, чтобы оценить потребление тактов схемы CFC, используйте следующую формулу:

$T_{сх.} = 5 \cdot n_{Inp} + 5 \cdot n_{Outp} + T_{TLev} + \sum_i T_{int} + \sum_j T_{блок}$

где:

n_{Inp}	Количество сообщений, направленных в качестве входных данных в схему CFC
n_{Outp}	Количество сообщений, направленных в качестве выходных данных из схемы CFC
T_{TLev}	101 Такт на уровне быстродействующей логики с пуском по событию 104 Такт на уровне логики с пуском по событию 54 Такта на уровне измерения 74 Такта на уровне оперативной блокировки
T_{int}	Количество внутренних соединений между 2 блоками CFC в одной схеме
$T_{блок}$	Количество использованных тактов в блоке CFC (см. раздел "Технические данные")

ПРИМЕЧАНИЕ

Схемы CFC для быстродействующей логики с пуском по событию имеют наивысший приоритет и обрабатываются перед всеми другими задачами. На этом уровне доступно значительно меньшее количество тактов, чем во всех других задачах. Рекомендуется настраивать для этой задачи только логические функции с очень высоким приоритетом, а остальные логические функции - на любом другом уровне.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пустые схемы CFC потребляют системные ресурсы. Необходимо удалить ненужные пустые схемы.

8.3 Контроль вторичной системы

8.3.1 Обзор

Вторичные цепи, расположенные на стороне устройства, служат для подключения к защищаемому объекту энергосистемы. Устройство обеспечивает контроль функционирования входных измерительных цепей (по току и напряжению), а также контроль цепей управления силовыми выключателями. Подключение устройства к аккумуляторной батарее подстанции обеспечивает контроль внешнего напряжения питания. Вторичная система оснащена следующими системами контроля:

Измерительные цепи (напряжение):

- Повреждение в цепях измеряемого напряжения
- Автоматический выключатель трансформатора напряжения
- Симметрия напряжений
- Сумма напряжений
- Чередование фаз напряжения

Измерительные цепи (ток):

- Обрыв в токовых цепях
- Симметрия токов
- Сумма токов
- Чередование фаз тока

Цепи отключения

Внешнее напряжение питания

При запуске функции контроля формируется соответствующее предупредительное сообщение. В результате некоторых контрольных операций может происходить блокировка затронутых функций защиты либо маркировка недействительных точек измерения, с обеспечением перевода затронутых функций защиты в безопасное состояние.

Подробное описание механизмов контроля и действий, предпринимаемых при обнаружении соответствующих ошибок, содержится в разделе описания функций и в общем обзоре, приведенном в конце главы 8.

8.3.2 Неисправность в цепях измеряемого напряжения

8.3.2.1 Обзор функций

ФБ **ПоврЦепНапр** контролирует вторичные цепи трансформатора напряжения:

- Неподключенные ТН
- Срабатывание выключателя ТН (в случае возникновения КЗ в цепях)
- Обрыв одного, двух или трех фаз напряжения

Все эти события вызывают падение напряжения во вторичных цепях ТН до 0, что может привести к неправильной (излишней) работе функций защиты.

Следующие функции защиты автоматически блокируются в случае возникновения неисправности в цепях напряжения:

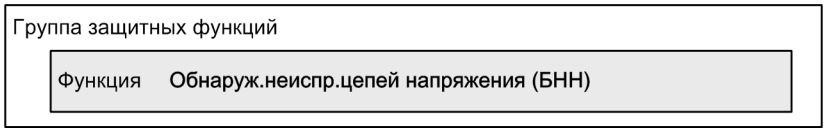
- Направленная защита обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в системах с заземленной нейтралью

Для следующих функций защит реакция (блокировка/отсутствие блокировки) в случае возникновения неисправности в цепях напряжения может быть задана отдельно для каждой функции:

- Направленная фазная МТЗ
- Защита максимального напряжения обратной последовательности
- Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности
- Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения
- Защита минимального напряжения прямой последовательности

8.3.2.2 Структура функции

Функция является частью функциональных групп защиты, которые связаны с измерением трех фазных напряжений и токов.

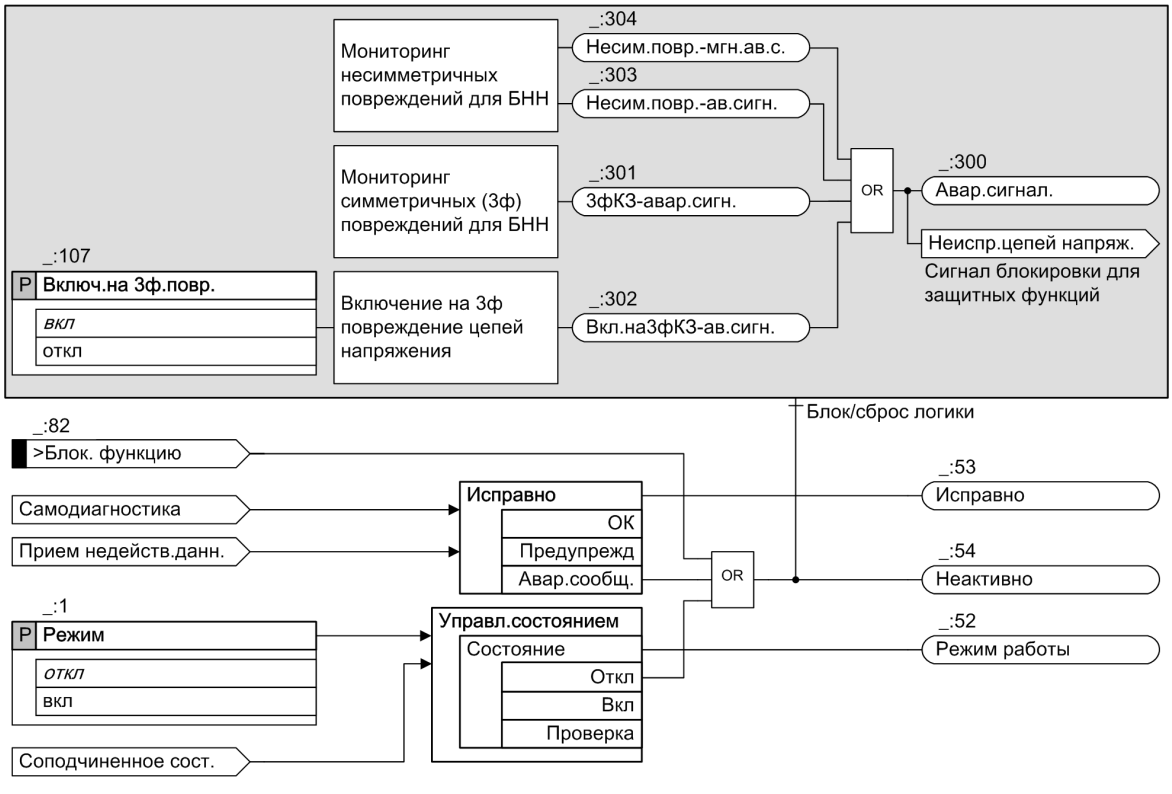


[dwstrffm-210113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-4 Структура/реализация функции

Данная функция разбита на три подфункции (см. *Рисунок 8-5*):

- Мониторинг несимметричных повреждений в цепях напряжения
- Мониторинг трехфазных повреждений в цепях напряжения
- Мониторинг включения на трехфазное повреждение в цепях напряжения



[lozusamm-100611-01.tif, 1, ru_RU]

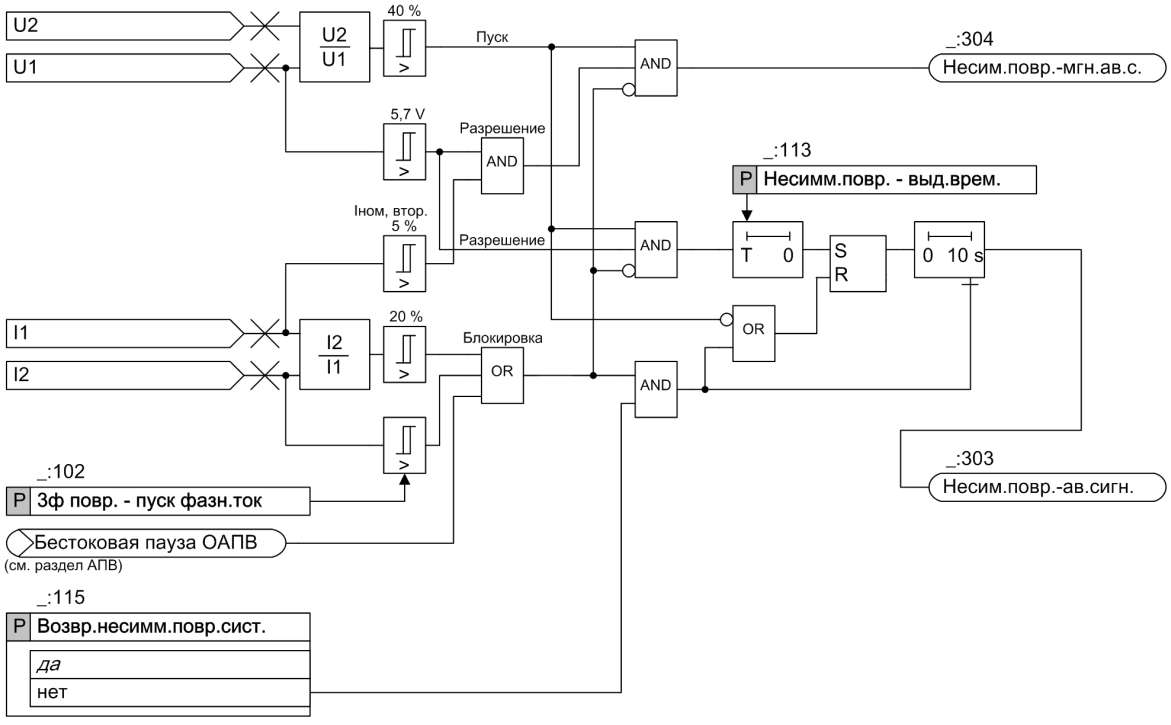
Рисунок 8-5 Функция обнаружения неисправностей в цепях напряжения (БНН)

Каждая подфункция создает собственное сообщение мониторинга. Функция суммирует данные сообщения с помощью групповых сообщений **`Авар.сигнал.`**.

Действия при обнаружении неисправности в цепях измерительного напряжения поясняются в описаниях отдельных функций защиты.

8.3.2.3 Несимметричное повреждение в цепях напряжения

Логика



[looppode-200812-05.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-6 Логическая схема обнаружения несимметричного повреждения в цепях напряжения

Критерием обнаружения несимметричного повреждения в цепях напряжения является несимметрия напряжений. Данная несимметрия определяется на основе соотношения между напряжениями обратной и прямой последовательности. Если значение уставки превышено и функция мониторинга введена и не заблокирована, то она запускается (см. *Рисунок 8-6*). Выдается сигнал *Несим.повр.-мгн.ав.с.*.

Функция мониторинга вводится в действие, как только будет превышено заданное минимальное напряжение. Это предотвращает ложное срабатывание при наличии низкого напряжения или отсутствии напряжения (например, при отключенном выключателе). Быстродействующий мониторинг также требует наличия минимального тока. Это предотвращает ложное быстродействующее срабатывание функции при слабом питании (ток < 10 % от номинального тока) в сочетании с КЗ в системе.

Если несимметрия напряжений вызвана несимметричным КЗ в энергосистеме, функция БНН блокируется. Устройство определяет несимметричное повреждение на основе соотношения между токами обратной и прямой последовательностей. Во время ОАПВ функция БНН блокируется.

Выдержка времени/подхват

При слабом питании (ток < 10% от номинального тока) отдельные функции защиты требуют больше времени для обнаружения КЗ в системе. Поэтому уставка **`Несимм.повр. - выд.врем.`** позволяет вводить выдержку времени.

Если во время данной выдержки времени обнаруживается КЗ в системе, функция БНН возвращается. Это происходит потому, что функция считает, что несимметрия и соответствующий пуск функции БНН произошли из-за КЗ в энергосистеме.

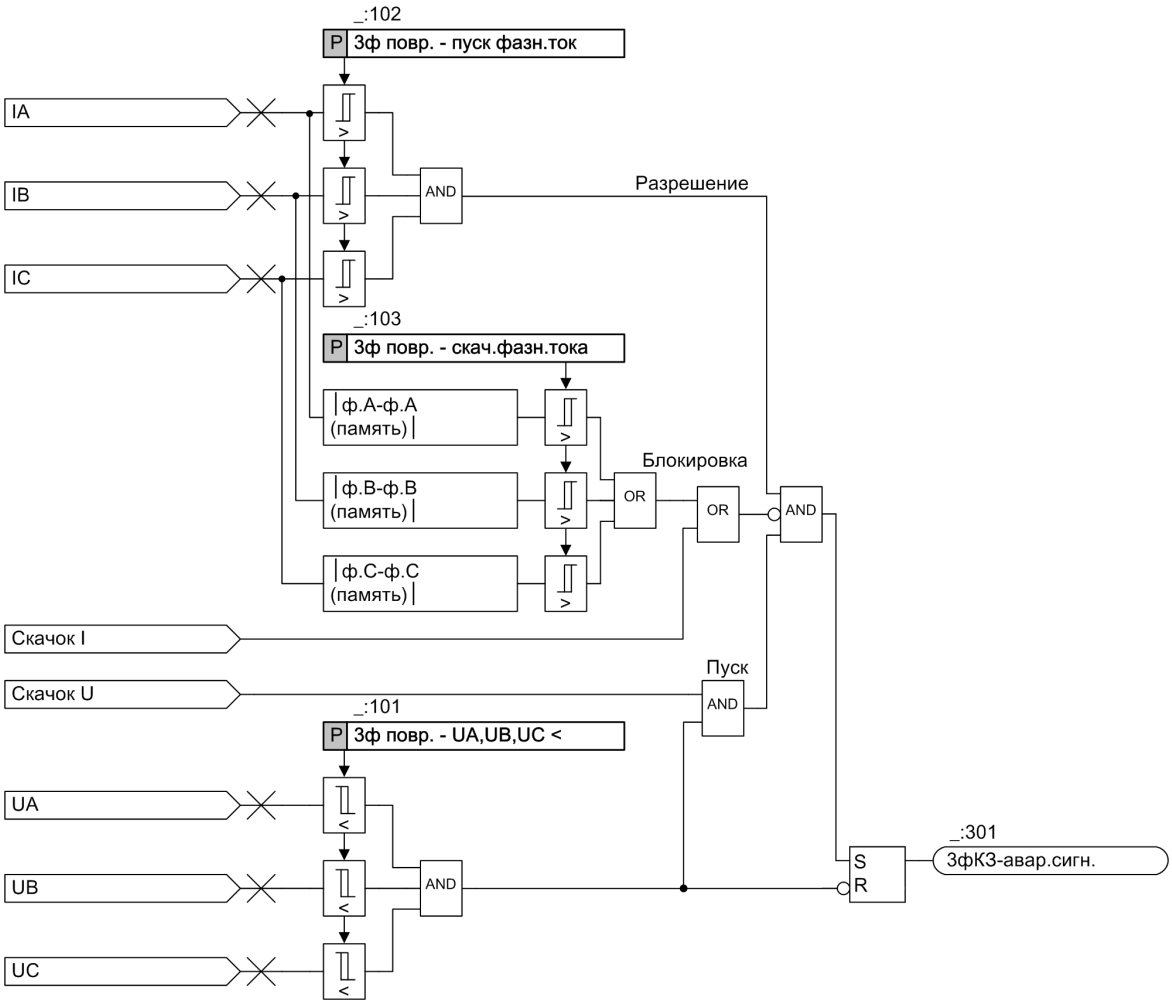
По истечении выдержки времени считается, что это повреждение в цепях напряжения. Срабатывание функции БНН запоминается (подхватывается), и выдается сообщение *Несим.повр.-ав.сигн.*. Функция

не вернется, пока не исчезнет несимметрия напряжений и не истечет время удерживания, равное 10 с. При включении на трехфазное КЗ это время удерживания не позволяет БНН вернуться и ввести в действие функции защиты слишком быстро.

Функция выдержки времени на возврат может быть выведена из работы с помощью уставки **Возвр.несимм.повр.сист.**. Как только обнаруживается КЗ в системе, функция БНН возвращается без выдержки времени.

8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения

Логика



[losymmet-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-7 Логическая схема обнаружения трехфазных повреждений в цепях напряжения

Симметричное замыкание - UA, UB, UC <

Повреждение считается трехфазным повреждением в цепях напряжения при одновременном выполнении следующих критериев:

- Все 3 фазных напряжения становятся меньше значения уставки **3ф повр. - UA,UB,UC <**
- Скачок напряжения (Сигнал **скачок U**)

Если данные критерии выполняются и функция БНН введена и не заблокирована, выдается сообщение **3фКЗ-авар.сигн.**. Когда значение напряжения (даже одной фазы) становится больше уставки, БНН возвращается.

Если в устройстве имеется дистанционная защита, устройство проверяет значение уставки **3ф повр. – пуск фазн.ток** и уставку минимального тока дистанционной защиты на соответствие. Значение уставки **3ф повр. – пуск фазн.ток** должно быть задано меньшим или равным пусковому току дистанционной защиты.

Пуск по фазному току

Когда все фазные токи превышают значение уставки **3ф повр. – пуск фазн.ток**, функция БНН активируется.

Блокировка при повреждении в системе

В случае возникновения трехфазного КЗ в системе, функция БНН должна быть заблокирована. Устройство определяет возникновение трехфазного КЗ по скачку тока. Данное изменение обнаруживается с помощью внутреннего сигнала **Скачок I** или когда изменение фазного тока превышает значение уставки **3ф повр. – скач.фазн.тока**. Изменение фазного тока формируется из разницы между текущим вектором тока и вектором тока предыдущего периода. Это позволяет учитывать скачок фазы тока.

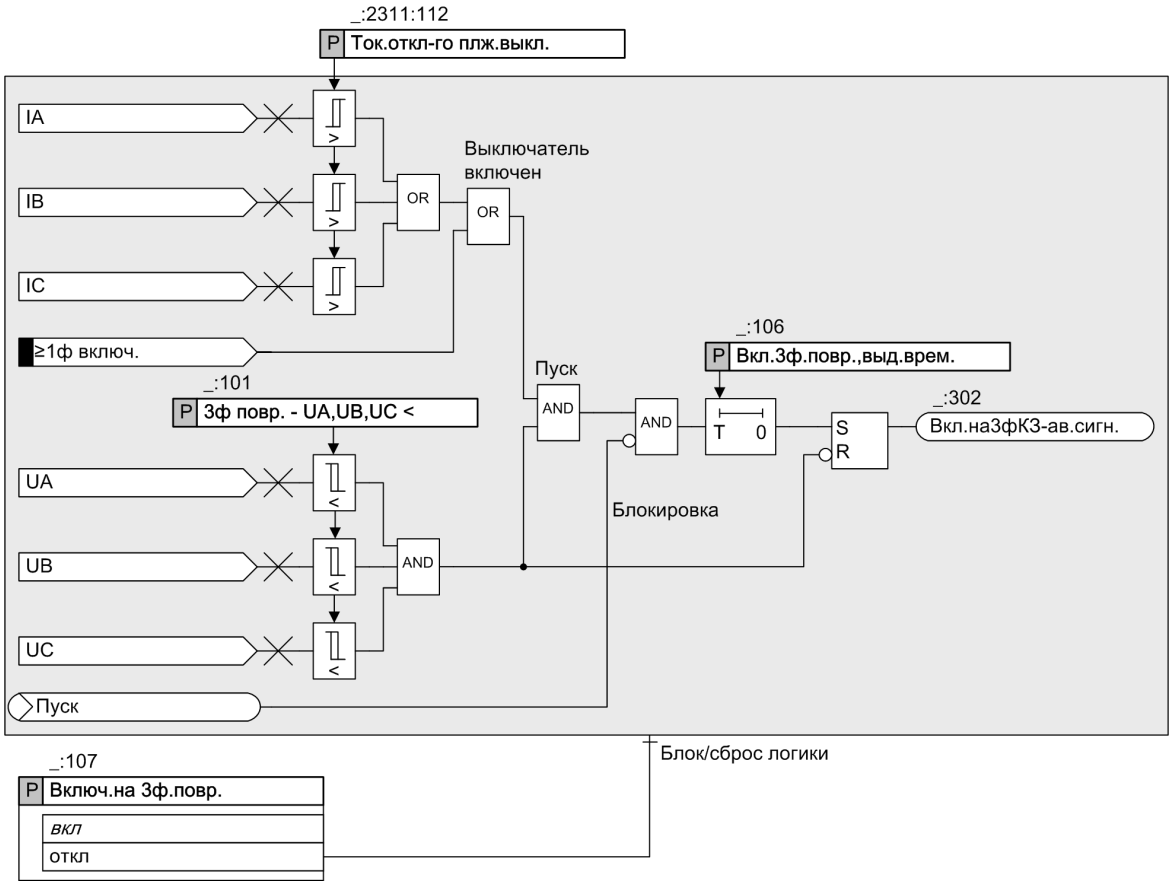


ПРИМЕЧАНИЕ

Если автомат ТН установлен во вторичных цепях ТН, его положение заводится в устройство с помощью дискретного входа (см. главу *8.3.3.1 Обзор функций*).

8.3.2.5 Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения, при малой нагрузке

Логика



[lozuscha-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-8 Логическая схема обнаружения включения на трехфазное повреждение в цепях напряжения

Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения обнаруживается при одновременном выполнении следующих критериев:

- Все 3 фазных напряжения становится меньше значения уставки **`3ф повр. - UA,UB,UC <`**.
- Зафиксировано включенное положение выключателя. Обнаружение происходит по фазным токам или с помощью сигнала **`≥1-полюса замкнуто`**, который формируется с помощью блок-контактов выключателя.

  См. главу Мониторинг технологического процесса *5.4.4.1 Обзор функций*.

Скачок напряжения — происходящий при трехфазных повреждениях в цепях напряжения при включенном выключателе (см. главу *8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения*) — не происходит в случае включения на трехфазное КЗ в цепях напряжения. Если функция БНН не блокирована, запускается выдержка времени **`Вкл.3ф.повр.,выд.врем.`**. По истечении этого времени формируется сообщение **`Вкл.наЗфКЗ-ав.сигн.`**. Возврат функции БНН возможен только при восстановлении напряжения.

Функция БНН блокируется, как только пускается функция защиты, и если выдержка времени БНН еще не истекла.

Данная подфункция также охватывает ситуацию трехфазного повреждения в цепях напряжения при малой нагрузке и включенном выключателе, так как состояние выключателя также определяется по положению его блок-контактов. Подфункция, определяющая трехфазные повреждения в цепях

напряжения (см. Раздел *8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения*) не пустится в данной ситуации, например, из-за того, что протекающий ток слишком мал.

Данная подфункция может отдельно вводиться и выводиться из работы с помощью уставки **Включ.на 3ф.повр.**.

8.3.2.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Несимм.повр. - выд.врем.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:113) Несимм.повр. - выд.врем.** = ***10,00 с***

Уставка **Несимм.повр. - выд.врем.** позволяет вам задавать время, в течение которого обнаружение КЗ в системе после возникновения небаланса сбрасывает функцию БНН. Данная уставка важна в случае слабого питания (ток < 10 % от номинального тока), чтобы дать отдельным функциям защиты (таким как дистанционная защита) больше времени для обнаружения повреждений в системе. В течение заданной выдержки времени считается, что небаланс вызван повреждением в системе.

По истечению данной выдержки времени функция БНН считает, что произошло повреждение в цепях напряжения и подхватывается.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Если Вы хотите, чтобы подхват функции происходил быстрее или сразу, вы можете уменьшить данное время.

Параметр: Возвр.несимм.повр.сист.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:115) Возвр.несимм.повр.сист.** = ***Нет***

Значение параметра	Описание
нет	По истечению выдержки времени функция БНН подхватывается. Даже если выполняется критерий наличия повреждения в системе, соответствующие функции защиты останутся заблокированными. Это позволяет избежать неселективного отключения из-за отсутствия измеряемого напряжения в случае несимметричного КЗ в системе. Это уставка по умолчанию.
да	Подхват функции отключен. Функция БНН возвращается без выдержки времени при обнаружении повреждения в системе. С помощью данной уставки сообщается только о несимметричном повреждении в цепях напряжения, а в случае двойного повреждения (повреждения в цепях напряжения и одновременном КЗ в системе), произойдет неселективное отключение.

Параметр: 3ф повр. - UA,UB,UC <

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) 3ф повр. - UA,UB,UC <** = ***5 В***

Уставка **3ф повр. - UA,UB,UC <** позволяет вам задавать значение пуска функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Если вы ожидаете появления значительных помех на входах напряжения, вы можете увеличить данное значение. Увеличение значения данной уставки делает функцию БНН более чувствительной к трехфазным КЗ в системе.

Параметр: 3ф повр. - пуск фазн.ток

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) 3ф повр. - пуск фазн.ток** = ***0,1 А*** для $I_{ном}$ = 1 А или ***0,5 А*** для $I_{ном}$ = 5 А

Уставка **3ф повр. - пуск фазн.ток** используется, чтобы задать порог фазного тока, выше которого разрешается работать функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: 3ф повр. - скач.фазн.тока

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) 3ф повр. - скач.фазн.тока** = ***0,1 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***0,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Уставка **3ф повр. - скач.фазн.тока** используется для задания дифференциального тока между текущим вектором тока и сохраненным вектором (из предыдущего периода). Если значение превышено, функция определяет КЗ в системе и блокирует БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Вкл.3ф.повр.,выд.врем.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** = ***3,00 c***

Уставка **Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** позволяет вам задавать значение пуска функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.



ПРИМЕЧАНИЕ

Согласуйте уставку **Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** с собственным временем работы функций защиты, которые предназначены для использования в качестве блокировки функции БНН.

Обратите внимание, что при задании уставки равной 0 с, блокировка функции БНН с помощью защиты будет невозможна.

Параметр: Режим работы

Данная уставка **(_:4711:101) Режим работы** и ее задание описаны в Разделе Мониторинг технологических процессов.

Подробная информация приведена в Разделе *5.4.4.1 Обзор функций*.

Параметр: Включ.на 3ф.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Включ.на 3ф.повр.** = ***вкл***

Значение параметра	Описание
вкл	Подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** активна. В случае малой нагрузки подфункция обнаружения трехфазного повреждения в цепях напряжения не сработает, например, из-за того, что протекающий ток слишком мал. В данной ситуации подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** может выполнить задачу БНН. Компания Siemens рекомендует ввести в действие данную подфункцию.
откл	С параметром ***откл*** подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** неактивна.

8.3.2.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ПоврЦепНапр				
_:1	ПоврЦепНапр:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:115	ПоврЦеп-Напр:Возвр.несимм.повр.сист.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:113	ПоврЦеп-Напр:Несимм.повр. - выд.врем.		0.00 с до 30.00 с	10.00 с
_:102	ПоврЦепНапр:3ф повр. - пуск фазн.ток	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:103	ПоврЦепНапр:3ф повр. - скач.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:101	ПоврЦепНапр:3ф повр. - UA,UB,UC <		0.300 В до 340.000 В	5.000 В
_:107	ПоврЦеп-Напр:Включ.на 3ф.повр.		• откл • вкл	вкл
_:106	ПоврЦепНапр:Вкл. 3ф.повр.,выд.врем.		0.01 с до 30.00 с	3.00 с

8.3.2.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ПоврЦепНапр			
_:82	ПоврЦепНапр:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	ПоврЦепНапр:Неактивно	SPS	O
_:52	ПоврЦепНапр:Режим работы	ENS	O
_:53	ПоврЦепНапр:Исправно	ENS	O
_:300	ПоврЦепНапр:Авар.сигнал.	SPS	O
_:304	ПоврЦепНапр:Несим.повр.-мгн.ав.с.	SPS	O
_:303	ПоврЦепНапр:Несим.повр.-ав.сигн.	SPS	O
_:301	ПоврЦепНапр:3фКЗ-авар.сигн.	SPS	O
_:302	ПоврЦепНапр:Вкл.на3фКЗ-ав.сигн.	SPS	O

8.3.3 Автоматический выключатель трансформатора напряжения

8.3.3.1 Обзор функций

Функция **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** обнаруживает отключение автомата ТН из-за КЗ во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Функция **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** работает независимо от функции **Обнаружение повреждения в цепях измеряемого напряжения** и должна использоваться (если это возможно) параллельно ей.

В случае отключения выключателя трансформатора напряжения автоматически блокируются следующие функции защиты:

- Направленная защита обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в системах с заземленной нейтралью

Для следующих функций можно задать действия (блокировать / не блокировать) в рамках функции в случаях отключения автомата ТН:

- Направленная фазная МТЗ
- Защита максимального напряжения обратной последовательности
- Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности
- Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения
- Защита минимального напряжения прямой последовательности

8.3.3.2 Структура функции

На *Рисунок 8-9* представлено положение функции в устройстве. Каждая точка измерения напряжения имеет функцию **Выключатель ТН**.



[dwmcbstr-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-9 Структура/реализация функции

8.3.3.3 Описание функции

При отключении автомата ТН поступает сигнал на дискретный вход **>Открыт**. При активном входном сигнале затронутым функциям передается информация о неисправности в цепях измерительного напряжения (см. *8.3.3.1 Обзор функций*). Действия при обнаружении неисправности в цепях измерительного напряжения поясняются в описаниях отдельных функций защиты.

Время срабатывания автоматического выключателя ТН

Время срабатывания автоматического выключателя ТН может быть больше времени пуска функции дистанционной защиты. В этом скрыт риск излишнего срабатывания. Время срабатывания задается в устройстве с помощью параметра **Время ответа**. Для своевременного обнаружения отключения автоматического выключателя ТН время пуска функции дистанционной защиты может быть задержано на время срабатывания.

8.3.3.4 Указания по применению и вводу уставок

Функция всегда активна, необходимости включать ее нет.

Входной сигнал: >Открыт

- Входной сигнал: **(_:500) >Открыт**

Входной сигнал **>Открыт** должен быть привязан к отключению автоматического выключателя трансформатора напряжения. Как правило, такое подключение выполняется ранжированием дискретного входа.

Параметр: Время срабатывания автоматического выключателя TH

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Время ответа** = ***0 мс***

Если автомат TH отключается, устройство должно немедленно заблокировать дистанционную защиту, чтобы избежать нежелательного отключения от дистанционной защиты из-за отсутствия измеряемого напряжения при наличии тока нагрузки.

Блокировка должна выполняться быстрее первой ступени дистанционной защиты. Для этого нужно чрезвычайно короткое время отклика защитного автомата (≤ 4 мс при 50 Гц и ≤ 3 мс при номинальной частоте 60 Гц). Если блок-контакт автоматического выключателя не соответствует данному требованию, время срабатывания устанавливается соответствующим образом.

8.3.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Автомат TH				
_:101	Автомат TH:Время ответа		0.00 с до 0.03 с	0.00 с

8.3.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
НезавВыдВр #			
_:500	Автомат TH:>Открыт	SPS	I

8.3.4 Контроль симметрии напряжений

8.3.4.1 Обзор функций

При работе энергосистемы в нормальном режиме наблюдается относительный баланс напряжений.

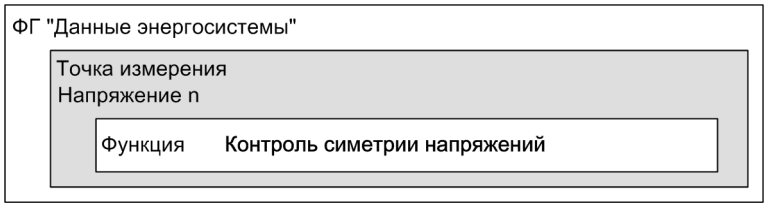
Функция **Контроль симметрии напряжений** обнаруживает следующие неисправности:

- Небаланс междуфазных напряжений во вторичной цепи
- Ошибки подключения при вводе в эксплуатацию, короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях

Измерение напряжения выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.4.2 Структура функции

Функция **Контроль симметрии напряжений** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.



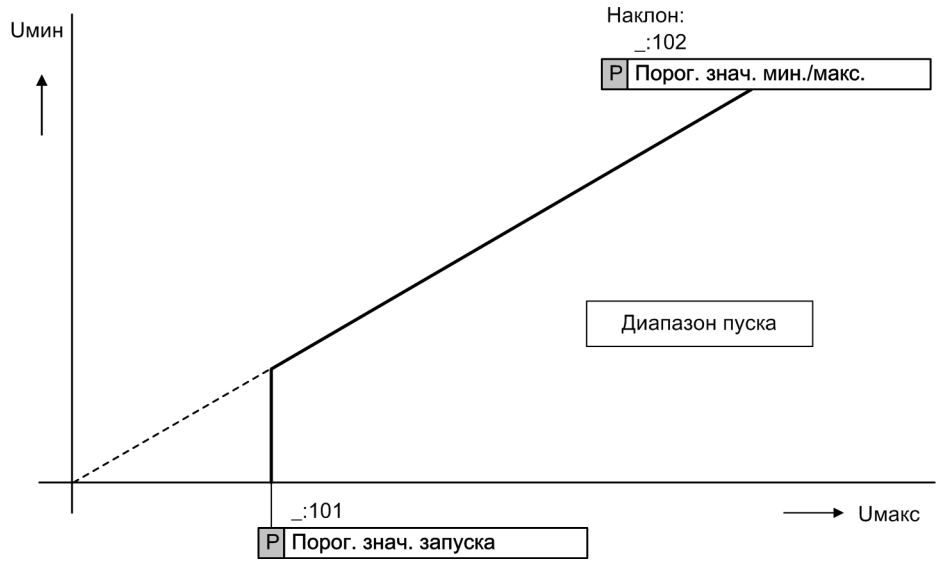
[dwstrusy-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 8-10 Структура/реализация функции

8.3.4.3 Описание функции

Симметрия напряжений проверяется функцией мониторинга амплитуды. Эта функция устанавливает соотношение между минимальным и максимальным линейным напряжением. Несимметрия фиксируется, если

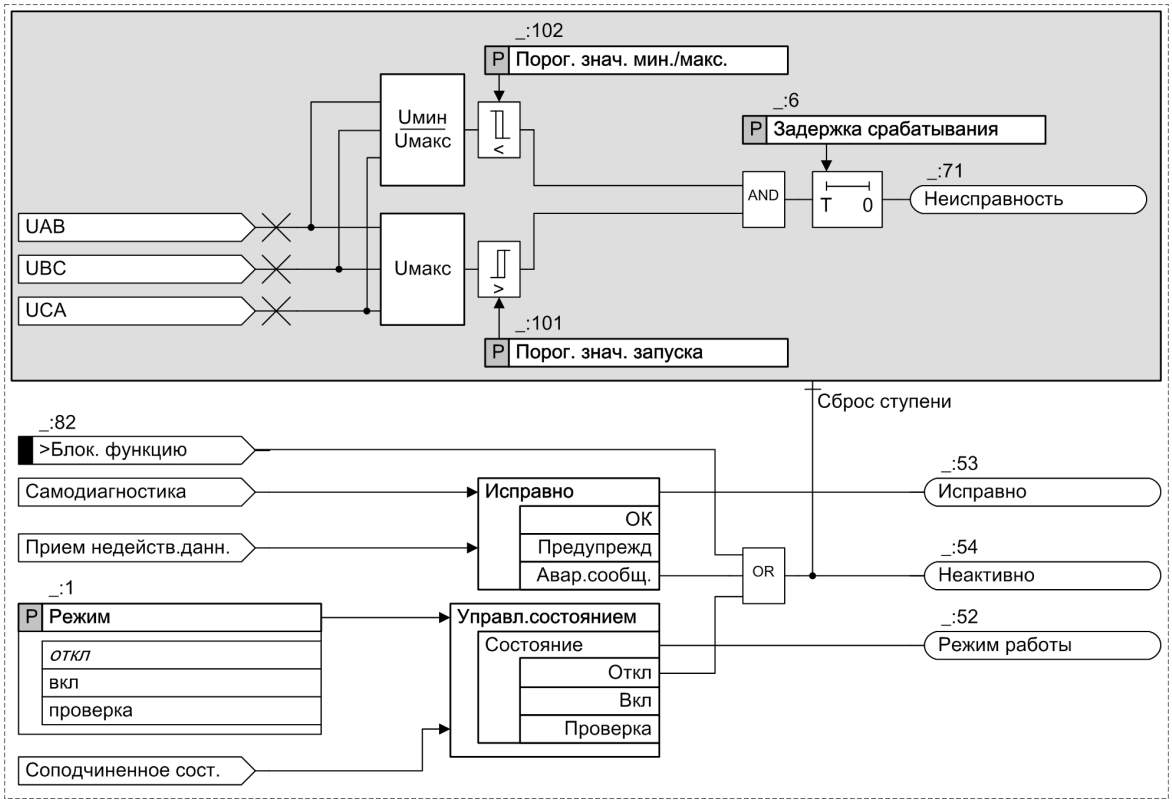
|Uмин| / |Uмакс| < **Порог. знач. мин./макс.**, до тех пор, пока Uмакс > **Порог. знач. запуска**.



[lokenuns-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-11 Характеристика контроля симметрии напряжений

Логика



[lospasym-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-12 Логическая схема контроля симметрии напряжений

Параметр **`Порог. знач. мин./макс.`** является критерием, по которому измеряется несимметрия фазных напряжений. Устройство рассчитывает соотношение между минимальным ($U_{мин}$) и максимальным ($U_{макс}$) фазным напряжением.

Введите нижний предел максимального фазного напряжения ($U_{макс}$) с помощью параметра **Порог. знач. запуска**. Это задает нижний предел рабочего диапазона этой функции.

Задержка срабатывания

Если значение несимметрии становится меньше коэффициента симметрии **Порог. знач. мин./макс.** и в то же время максимальное междуфазное напряжение превышает **Порог. знач. запуска**, запускается **Задержка срабатывания**. Если оба условия сохраняются в течение этого времени, выдается сообщение **Неисправность**.

8.3.4.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порог. знач. мин./макс.

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:102) Порог. знач. мин./макс.** = ***0,75***

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** используется для задания соотношения между минимальным ($U_{мин}$) и максимальным ($U_{макс}$) междуфазными напряжениями. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Порог. знач. запуска

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:101) Порог. знач. запуска** = ***50 В***

Параметр **Порог. знач. запуска** позволяет задать нижний предел максимального междуфазного напряжения ($U_{макс}$). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:6) Задержка срабатывания** = ***5,00 с***

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСимм U				
_:1	КонтрСимм U :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	КонтрСимм U :Порог. знач. запуска		0.300 В до 170.000 В	50.000 В
_:102	КонтрСимм U :Порог. знач. мин./макс.		0.58 до 0.95	0.75
_:6	КонтрСимм U :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСимм U			
_:82	КонтрСимм U :>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСимм U :Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСимм U :Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСимм U :Исправно	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:71	КонтрСимм U :Неисправность	SPS	O

8.3.5 Контроль суммы напряжений

8.3.5.1 Обзор функций

В нормальном режиме работы системы сумма всех напряжений в одной точке измерения должна быть примерно равной 0. Функция **Контроль суммы напряжений** отслеживает сумму напряжений в одной точке измерения вторичной цепи. Функция обнаруживает ошибки подключения при наладке или короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях. Для суммирования напряжений требуется 3 фазных напряжения и напряжение нулевой последовательности (da-dn - напряжение на подключенной в разомкнутый треугольник обмотке).

Измерение напряжения выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

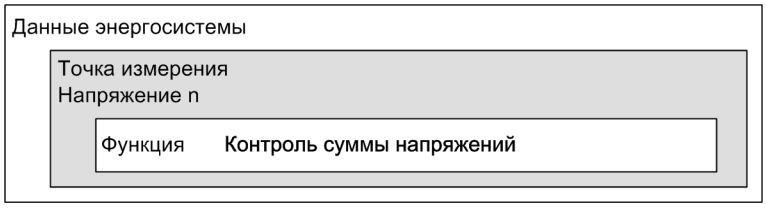
ПРИМЕЧАНИЕ

Для **Контроль суммы напряжений** внешнее напряжение нулевой последовательности от обмотки ТН соединенной в разомкнутый треугольник должно быть подключено к 4-му измерительному входу напряжения.

Для корректной работы **Контроль суммы напряжений**, соответственно должен быть правильно задан параметр **`Коэфф.согл.Uф/Uн`**.

8.3.5.2 Структура функции

Функция **Контроль суммы напряжений** находится в функциональной группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.



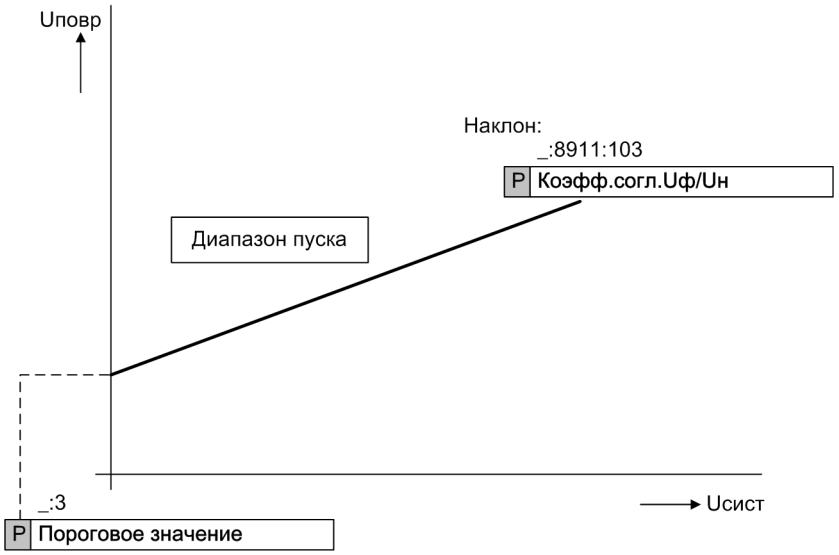
[dwstrvss-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-13 Структура/реализация функции

8.3.5.3 Описание функции

Сумма напряжений формируется путем сложения векторов напряжения. Неисправности в цепях напряжения фиксируются в случае

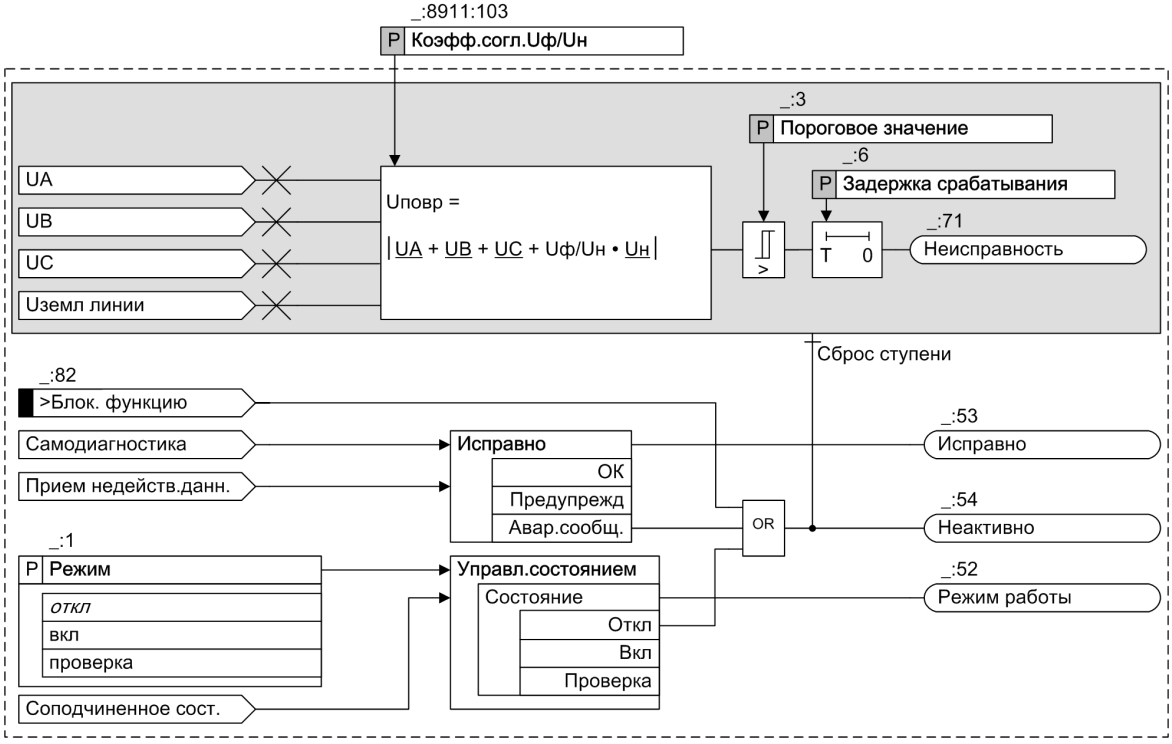
Uповр = |UA + UB + UC + Uф/Uн • UN| > **`Пороговое значение`**, где Uф/Uн формирует параметр **`Коэфф.согл.Uф/Uн`**.



[lokenvss-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-14 Характеристика контроля симметрии напряжений

Логика



[lovssumm-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-15 Логическая схема контроля суммы напряжений

Устройство измеряет фазное напряжение нулевой последовательности защищаемой линии. Сумма 4 напряжений должна быть равна 0.

Пороговое значение

Если расчетное напряжение повреждения ($U_{повр}$) превышает **Пороговое значение**, запускается отсчет параметра **Задержка срабатывания Неисправность**.

Устройство рассчитывает напряжение повреждения ($U_{повр}$) по формуле:

Uповр = |UA + UB + UC + Uф/Uн •UN|, где Uф/Uн формирует параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн**.

Параметр **Коэфф.согл.Uф/Uн** учитывает различные коэффициенты преобразования между входом напряжения нулевой последовательности и входами фазного напряжения.

Более подробную информацию можно найти в главе *8.3.5.1 Обзор функций*).

Задержка срабатывания

Когда установленное значение параметра для **Задержка срабатывания** будет превышено, генерируется сообщение **Неисправность**.

8.3.5.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3) Пороговое значение** = ***25 В***

Параметр **Пороговое значение** используется для задания напряжения, которое устройство использует для распознавания расчетного напряжения повреждения ($U_{повр}$) как несимметрии напряжений.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:6) Задержка срабатывания** = ***5:00 с***

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.5.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСум U				
_:1	КонтрСум U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3	КонтрСум U:Пороговое значение		0.300 В до 170.000 В	25.000 В
_:6	КонтрСум U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.5.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСум U			
_:82	КонтрСум U:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСум U:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСум U:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСум U:Исправно	ENS	O
_:71	КонтрСум U:Неисправность	SPS	O

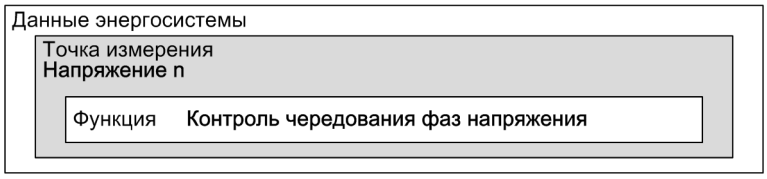
8.3.6 Контроль чередования фаз напряжения

8.3.6.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз напряжения** контролирует последовательность фаз напряжений вторичной цепи за счет контроля последовательности переходов напряжений через ноль (с таким же знаком). Это позволяет устройству выявить соединения, которые при наладке были подключены неверно. Критерием для проверки является задание параметра **`Чередование фаз`**.

8.3.6.2 Структура функции

Функция **Контроль чередования фаз напряжения** расположена в группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.

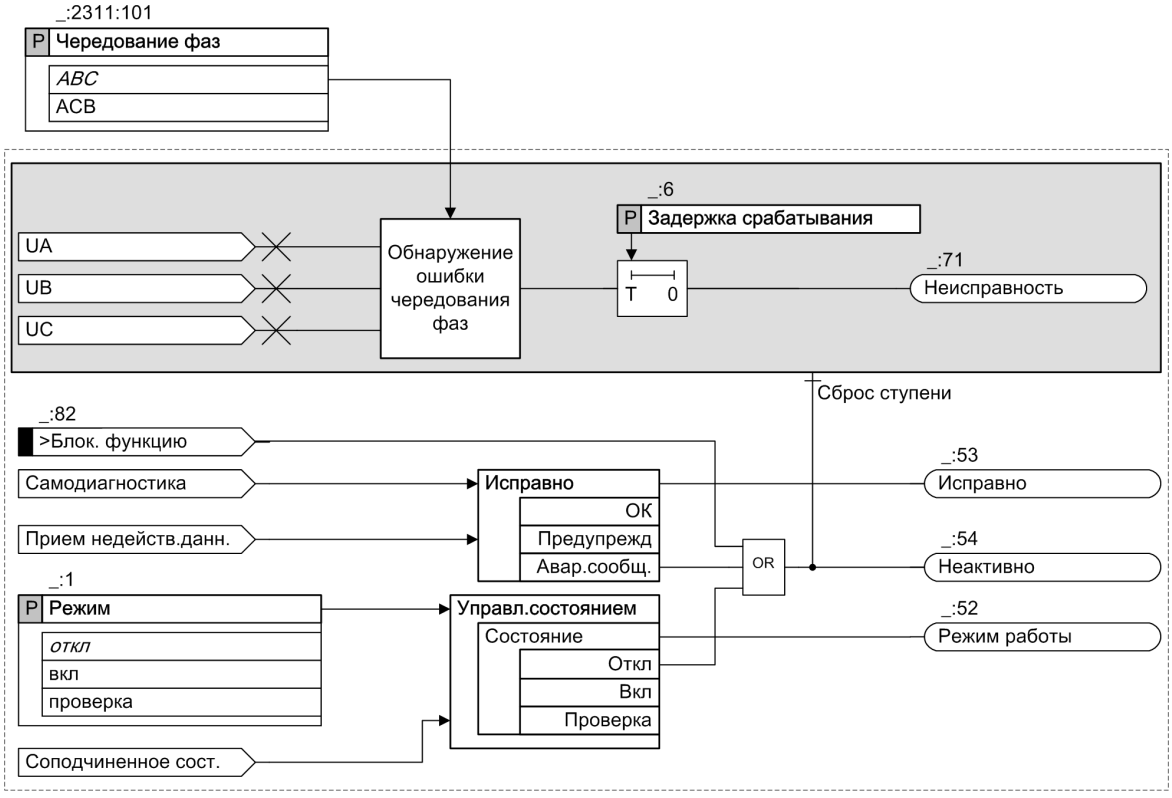


[dwstrvrs-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-16 Структура/реализация функции

8.3.6.3 Описание функции

Логика



[lovrsymm-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-17 Логическая схема контроля чередования фаз напряжений

Устройство сравнивает измеренную последовательность фаз с заданным чередованием фаз.

В разделе **Данные энергосистемы** вы можете найти более подробную информацию.

Чередование фаз имеет важное значение для функций защиты, которые обрабатывают информацию о фазе, контуре и направлении. Подключение напряжений в устройстве не зависит от выбранной последовательности фаз.

Схемы электрических соединений приведены в разделе **Приложение**.

Задержка срабатывания

Когда устройство обнаруживает обратное направления чередования фаз после отсчета параметра **Задержка срабатывания**, генерируется сообщение **Неисправность**.

8.3.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:6) Задержка срабатывания** = ***5.00 c***

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрЧерФаз U				
_:1	КонтрЧерФаз U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6	КонтрЧерФаз U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрЧерФаз U			
_:82	КонтрЧерФаз U:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрЧерФаз U:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрЧерФаз U:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрЧерФаз U:Исправно	ENS	O
_:71	КонтрЧерФаз U:Неисправность	SPS	O

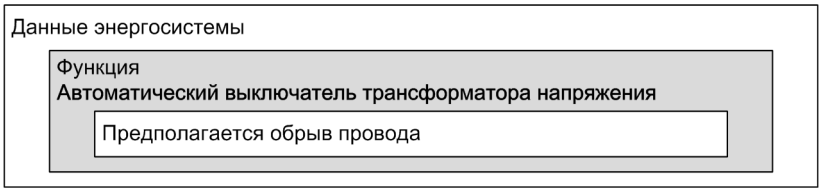
8.3.7 Обнаружение обрыва провода

8.3.7.1 Обзор функций

Цель функции обнаружения обрыва провода - обнаружить обрывы во вторичной цепи трансформатора тока в установившемся режиме. Кроме опасности появления высокого напряжения во вторичных цепях, такие обрывы могут стать причиной появления дифференциальных токов для дифференциальной защиты, как это происходило бы при КЗ на защищаемом объекте. Для предотвращения излишних срабатываний из-за неверной информации о величинах токов вы можете запрограммировать блокировку тех функций, которые могут сработать ложно.

8.3.7.2 Структура функции

Функция **Обнаружение обрыва провода** находится в данных энергосистемы для каждой из 3-х фазных точек измерения токов.



[dwbwsjsk-301112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-18 Структура/реализация функции

Задачи функции **Определение обрыва провода**:

- Мгновенные значения всех токовых точек измерения проверяются пофазно на наличие недостоверных значений.
- Выявленные фазы маркируются с подозрением на обрыв.
- В зависимости от типа контроля вы можете добавить маркер для блокировки функций защиты выявленной фазы.
- После 10 мс проверки наличия обрыва провода, данный обрыв выявляется однозначно.

8.3.7.3 Описание функции

Предполагаемый обрыв провода

Функция определения обрыва провода отслеживает динамическое изменение токов в каждой фазе для всех точек измерения. Для этого проверяется достоверность мгновенных значений токов. Любое ожидаемое отклонение должно быть подтверждено дополнительным критерием, прежде чем провод будет уверенно определяться как оборванный.

Обнаружение локальных обрывов производится для каждой трехфазной точки измерения устройства, селективно для каждой фазы.

Обнаружение:

Обрыв провода в начальный момент времени обнаруживает себя как резкое снижение тока, ниже минимального порога 0.04 $I/I_{ном}$. Проверка достоверности мгновенных значений за один предыдущий период подтверждает данное условие. Если критерии для подтверждения локального повреждения провода удовлетворены, поврежденная фаза маркируется как **Предполагаемый обрыв провода**.

Сброс:

Состояние обрыва провода сбрасывается при возобновлении протекания тока в фазе или сигналом дискретного входа. Сброс через дискретный вход может быть полезен во время лабораторных испытаний среди других приложений.

Сообщение:

Если при обнаружении обрыва провода функция проверки не сбрасывается в течении 10 мс, то появляется соответствующее сообщение. Сообщение остается активным в течение по меньшей мере 3-х периодов.

Контроль обрыва провода

Для предотвращения нежелательного срабатывания данной функции контроля, вызванного определенными условиями работы, например при повреждении, обслуживании, в режиме тестирования и т.п. подозрения на локальный обрыв провода должны быть подтверждены дополнительными критериями. Данные критерии проверяются на уровне функций защиты (Группа защитных функций).

Если хотя бы один из следующих критериев противоречит наличию обрыва провода, то локальный статус предполагаемого наличия обрыва, включая все соответствующие блокировки защиты, сбрасывается.

Критерий локального сброса:

- По крайней мере одна защитная функция запустилась.
- Соответствующий выключатель отключен.
- Обрыв провода одновременно определяется в другом локальном токовом канале.
- Обнаружение скачка в локальном канале напряжения (при наличии трансформатора напряжения)
- Обнаружение скачка соответствующего тока нулевой последовательности
- Обнаружение скачка в другом локальном токовом канале той же фазы без запуска предолагаемого обрыва провода
- Локальная перегрузка по току, если условие $I_ф > 2 \cdot I_{ном}$ выполняется, по крайней мере, для одной локальной фазы.

Критерий сброса на противоположном конце:

Для дифференциальной защиты линии существует дополнительный критерий, касающийся противоположного конца линии, который может противоречить предполагаемому наличию обрыва провода и вызвать сброс. Запрос на сброс передается через интерфейс защиты.

- Обрыв провода одновременно определяется в канале тока на противоположном конце.
- Обнаружение скачка в канале напряжения на противоположном конце (при наличии трансформатора напряжения)
- Обнаружение скачка в токовом канале на противоположном конце
- Локальная перегрузка по току на противоположном конце, если условие $I_ф > 2 \cdot I_{ном}$ выполняется хотя бы для одной из фаз.

Блокировка защиты

Решение о блокировке защиты и определение предполагаемого локального повреждения провода производится пофазно для всех трехфазных точек измерения тока устройства. Основной параметр режима при обнаружении обрыва провода (**Режим**) в данных энергосистемы определяет функционирование блокировки.

- Без блокировки
  - Сообщение об обрыве провода.
- Блокировка
  - Каждое предполагаемое наличие обрыва провода должно вызывать блокировку действующих функций защиты. Выявленные фазы отмечаются как “защита блокирована”.
- Автоматическая блокировка
  - Кроме зависимости от предполагаемого обрыва провода, блокировка защиты может зависеть от критерия, при котором максимальный дифференциальный ток во всех фазах не должен превышать установленное пороговое значение **знач.дельта для авт.блок.** для дифференциальной защиты. Помечаются фазы, для которых производится блокировка.

Каждая отдельная функция защиты отвечает за текущую блокировку и также описывается здесь..

8.3.7.4 Применение и рекомендации по выбору уставок

Параметр: Режим

- Рекомендуемая уставка **(_:1) Режим** = ***откл***

Параметр **Режим** используется для переключения функции определения обрыва провода на ***вкл***, ***откл*** и ***проверка***.

Параметр: Реж.блокировки

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Реж.блокировки** = ***блокировка***

Параметр **Реж.блокировки** позволяет вам определить условие блокировки (см. Блокировка защиты). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. Возможные уставки ***блокировка***, ***авто-блокировка*** и ***нет блокировки***.

Параметр: знач.дельта для авт.блок.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) знач.дельта для авт.блок.** = ***1,00 I/In***

С помощью параметра **знач.дельта для авт.блок.** вы можете установить возможность блокировки защитных функций в зависимости от величины дифференциального тока.

8.3.7.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбрПровПредпол				
_:1	ОбрПровПредпол:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ОбрПров-Предпол:Реж.блокировки		• блокировка • авто-блокировка • нет блокировки	блокировка
_:102	ОбрПров-Предпол:знач.дельта для авт.блок.		0.004 до 5.000	1.000

8.3.7.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбрПровПредпол			
_:82	ОбрПровПредпол:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	ОбрПровПредпол:Неактивно	SPS	O
_:52	ОбрПровПредпол:Режим работы	ENS	O
_:53	ОбрПровПредпол:Исправно	ENS	O
_:301	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.A	SPS	O
_:302	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.B	SPS	O
_:303	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.C	SPS	O
_:304	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.A	SPS	O
_:305	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.B	SPS	O
_:306	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.C	SPS	O
_:307	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв пров.	SPS	O
_:308	ОбрПровПредпол:Обрыв пров.подтв.	SPS	O

8.3.8 Контроль симметрии токов

8.3.8.1 Обзор функций

При работе энергосистемы в нормальном режиме наблюдается относительный баланс токов.

Функция **Контроль симметрии токов** обнаруживает следующие неисправности:

- Небаланс фазных токов во вторичной цепи
- Ошибки подключения при наладке, короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях

Измерение тока выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.8.2 Структура функции

Функция **Контроль симметрии токов** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного тока.

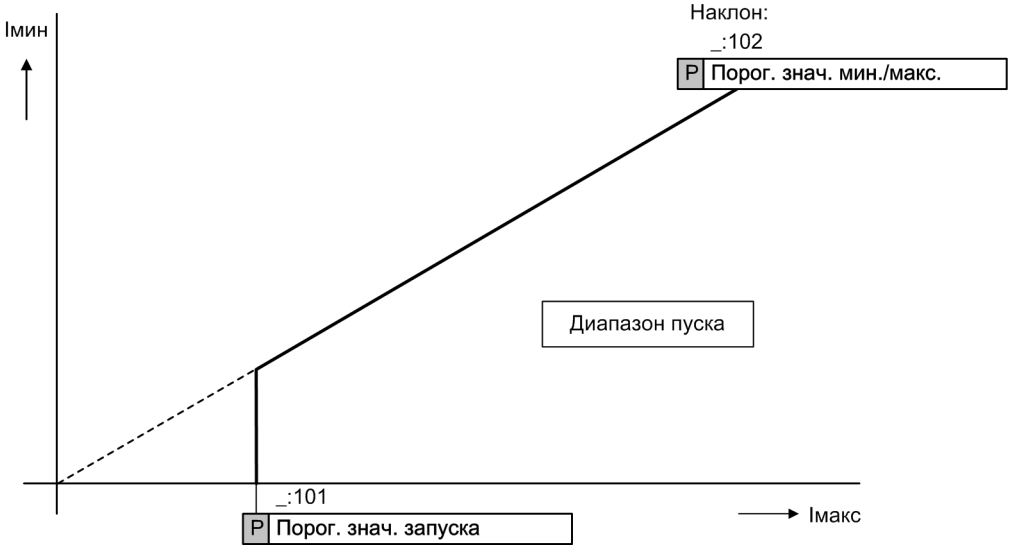


[dwstrsym-060611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-19 Структура/реализация функции

8.3.8.3 Описание функции

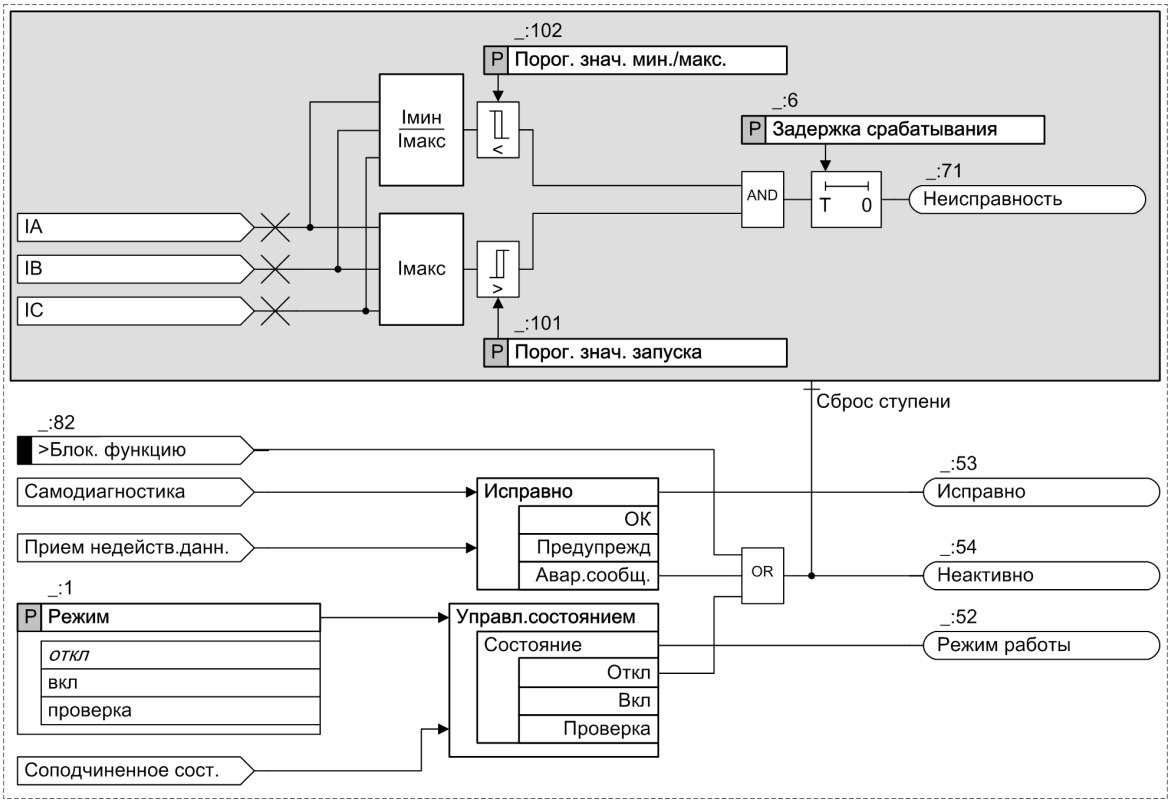
Симметрия токов проверяется функцией мониторинга амплитуды. Эта функция устанавливает соотношение минимального фазного тока к максимальному фазному току. Несимметрия фиксируется, если |Iмин| / |Iмакс| < **Порог. знач. мин./макс.**, до тех пор, пока Iмакс > **Порог. знач. запуска** / Iн.



[losymmke-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-20 Характеристика контроля симметрии токов

Логика



[locbsymm-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-21 Логическая схема контроля симметрии токов

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** является критерием, по которому измеряется несимметрия фазных токов. Устройство рассчитывает соотношение между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током.

Введите нижний предел максимального фазного тока ($I_{макс}$) с помощью параметра **Порог. знач. запуска**. Это задает нижний предел рабочего диапазона этой функции.

Задержка срабатывания

Если значение несимметрии становится меньше коэффициента симметрии **Порог. знач. мин./макс.** и в то же время максимальный фазный ток превышает **Порог. знач. запуска**, запускается отсчет выдержки времени на отключение. Если оба условия сохраняются в течение этого времени, выдается сообщение **Неисправность**.

8.3.8.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порог. знач. мин./макс.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Порог. знач. мин./макс.** = ***0.5***

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** используется для задания соотношения между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током.

Параметр: Порог. знач. запуска

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Порог. знач. запуска** = ***0,5 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***2,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Параметр **Порог. знач. запуска** используется для задания нижнего предела максимального фазного тока ($I_{макс}$).

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:6) Задержка срабатывания** = ***5.00 с***

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций).

8.3.8.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСимм I				
_:1	КонтрСимм I :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	КонтрСимм I :Порог. знач. запуска	1 А при 100 Iном	0.030 А до 90.000 А	0.500 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 450.000 А	2.500 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 45.000 А	0.500 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 225.000 А	2.500 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.440 А	0.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 7.200 А	2.500 А
_:102	КонтрСимм I :Порог. знач. мин./макс.		0.10 до 0.95	0.50
_:6	КонтрСимм I :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.8.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСимм I			
_:82	КонтрСимм I :>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСимм I :Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСимм I :Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСимм I :Исправно	ENS	O
_:71	КонтрСимм I :Неисправность	SPS	O

8.3.9 Контроль суммы токов

8.3.9.1 Обзор функций

В нормальном режиме работы системы сумма всех токов в одной точке измерения должна быть примерно равной 0. Функция **Контроль суммы токов** отслеживает сумму токов в одной точке измерения вторичной цепи. Функция обнаруживает ошибки подключения при наладке или короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях.

Для суммирования токов устройству необходимы фазные токи и ток заземления нейтрали трансформатора тока или отдельного трансформатора тока в этой точке измерения. Доступны следующие варианты соединений:

- Цепи трансформаторов тока подключены к трем трансформаторам тока и нейтральной точке (см. *Рисунок A-9* в Приложении)

- Ток нулевой последовательности фиксируется с помощью трех отдельных ТТ НП (см. *Рисунок A-11* в Приложении)
- Подключены три трансформатора тока и один суммирующий ТТ (см. *Рисунок A-10* в Приложении)
- Подключены два трансформатора тока и один суммирующий ТТ (см. *Рисунок A-15* в Приложении)

ПРИМЕЧАНИЕ

Для контроля суммы напряжений, ток НП защищаемой линии должен быть подключен к 4-му входу измерения тока ($I_н$).

8.3.9.2 Структура функции

Структура функции Функция **Контроль симметрии токов** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного тока.



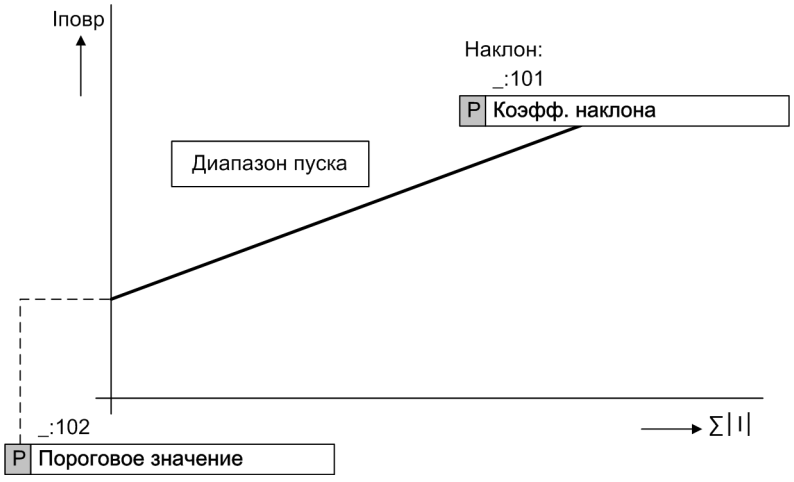
[dwstrcss-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 8-22 Структура/реализация функции

8.3.9.3 Описание функции

Сумма токов формируется путем сложения векторов токов. Повреждения в цепи ТТ обнаруживаются, если

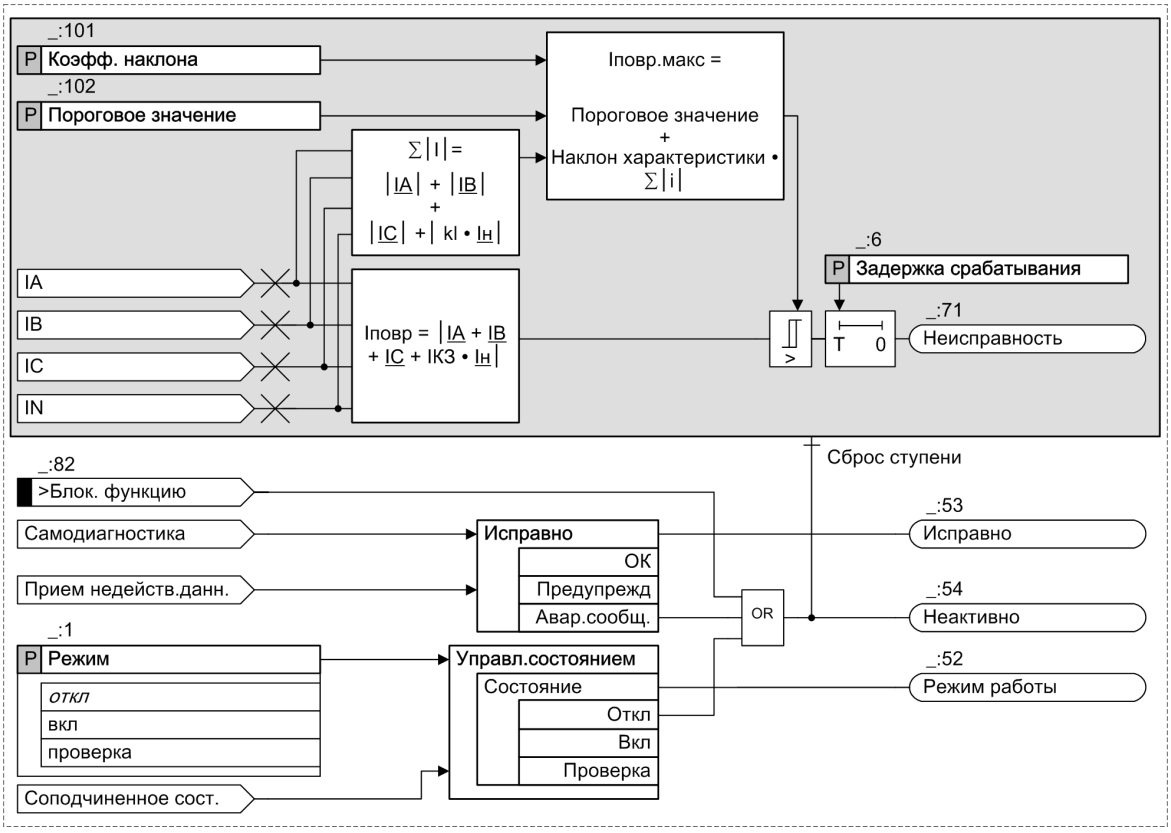
Iповр = |IA + IB + IC + kI•IN| > **Пороговое значение** + **Коэфф. наклона** •Σ | I |.



[lokensum-300311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-23 Характеристика контроля суммы токов

Логика



[locssumm-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-24 Логическая схема контроля суммы токов

Наклон характеристики

Часть **Коэфф. наклона** • Σ | I | учитывает допустимые пропорциональные току погрешности трансформатора тока, которые могут возникнуть в случае КЗ с большими токами.

Параметры **Коэфф. наклона** и**Пороговое значение** используются для установки предела тока повреждения ($I_{повр.макс}$), который является пороговым значением для функции мониторинга суммы токов. Устройство рассчитывает это значение тока повреждения по формуле:

$I_{повр.макс}$ = **Пороговое значение** + **Коэфф. наклона** • Σ| I |

Для расчетов устройство использует токовые входы (IA, IB, IC и IN):

- Ток повреждения Iповр = |IA + IB + IC + kI • IN|
- Максимальный ток Σ| I | = |IA|+|IB|+|IC|+|kI•IN|

где k_I учитывает возможную разницу коэффициента трансформации отдельного трансформатора тока НП ($I_н$), например, трансформатора тока НП кабельного типа.

- Коэффициент трансформации преобразователя тока НП: T_N:
- Коэффициент трансформации преобразователя фазного тока: T_{ph}:

$$k_I = \frac{K_{ТТ_НП}}{K_{Т_Ф}}$$

[foglchki-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Пороговое значение

Параметр **Пороговое значение** – это нижняя граница рабочего диапазона функции **мониторинга суммы токов**.

Задержка срабатывания

Когда расчетный ток повреждения ($I_{повр}$) превышает расчетное предельное значение тока повреждения ($I_{повр.макс}$), запускается **Задержка срабатывания**. Если нарушение порогового значения не устраняется в течение этого времени, генерируется сообщение о неисправности **Неисправность**.

8.3.9.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Коэфф. наклона

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Коэфф. наклона** = ***0.1***

Параметр **Коэфф. наклона** используется для задания соотношения между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током. Эта функция вычисляет действующие значения (RMS).

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:102) Пороговое значение** = ***0,5 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***2,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Параметр **Пороговое значение** используется для задания максимального фазного тока ($I_{макс}$).

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:6) Задержка срабатывания** = ***5.00 c***

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций).

8.3.9.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСум I				
_:1	КонтрСум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:102	КонтрСум I:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:101	КонтрСум I:Коэфф. наклона		0.00 до 0.95	0.10
_:6	КонтрСум I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.9.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСум I			
_:82	КонтрСум I:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСум I:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСум I:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСум I:Исправно	ENS	O
_:71	КонтрСум I:Неисправность	SPS	O

8.3.10 Контроль чередования фаз тока

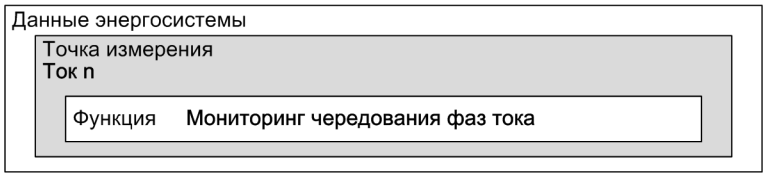
8.3.10.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз тока** контролирует последовательность фаз токов вторичной цепи за счет контроля последовательности переходов токов через ноль (с таким же знаком). Это позволяет устройству выявить соединения, которые были подключены неверно при вводе в эксплуатацию. Критерием для проверки является задание параметра **Чередование фаз**.

Измерение тока выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.10.2 Структура функции

Функция **Мониторинг чередования фаз токов** расположена в группе **Сетевые данные** каждой точки измерения 3-фазного тока.

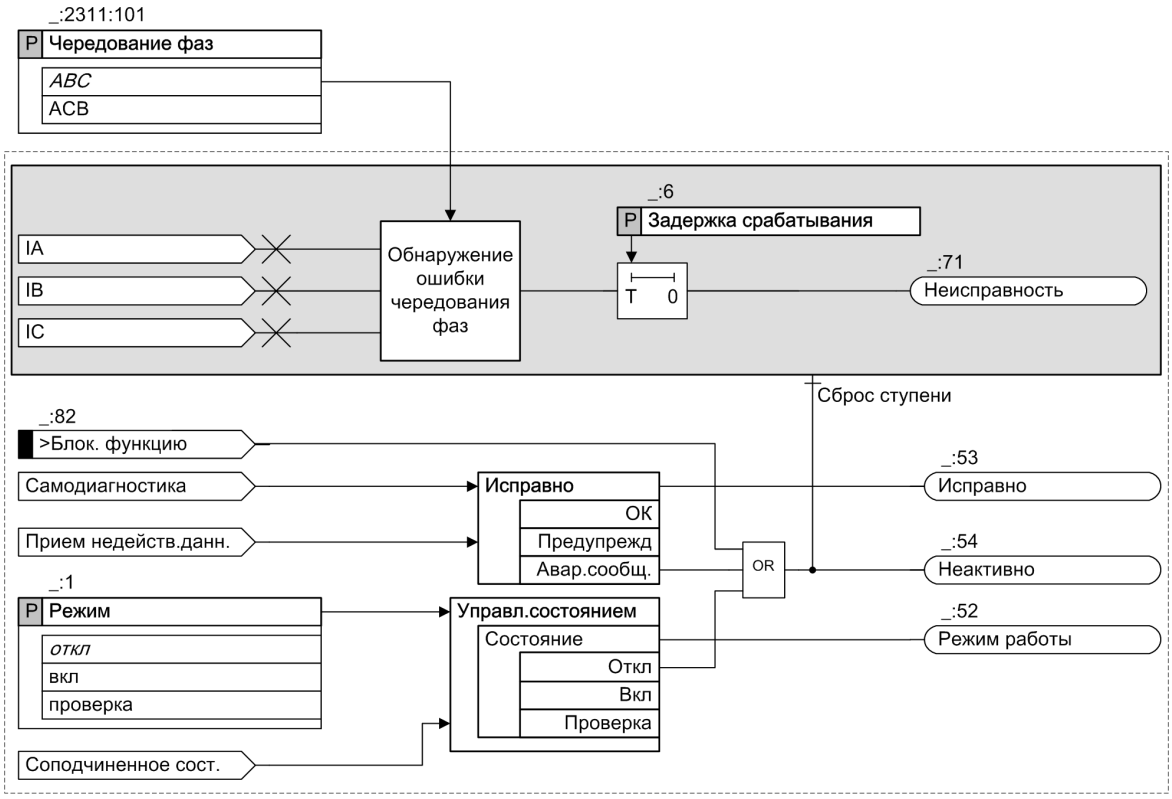


[dwstrcrs-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-25 Структура/реализация функции

8.3.10.3 Описание функции

Логика



[locrsymm-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-26 Логическая схема контроля чередования фаз тока

Устройство сравнивает измеренную последовательность фаз с заданным чередованием фаз.

В разделе **Данные энергосистемы** вы можете найти более подробную информацию.

Чередование фаз имеет важное значение для функций защиты, которые обрабатывают информацию о фазе, контуре и направлении. Подключение напряжений в устройстве не зависит от выбранной последовательности фаз.

Схемы электрических соединений приведены в разделе **Приложение**.

Задержка срабатывания

Когда устройство обнаруживает обратную последовательность фаз в течение **Задержка срабатывания**, генерируется сообщение **Неисправность**.

8.3.10.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:6) Задержка срабатывания** = *5.00 с*

Установите параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.10.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрЧерФаз I				
_:1	КонтрЧерФаз I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6	КонтрЧерФаз I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.10.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрЧерФаз I			
_:82	КонтрЧерФаз I:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрЧерФаз I:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрЧерФаз I:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрЧерФаз I:Исправно	ENS	O
_:71	КонтрЧерФаз I:Неисправность	SPS	O

8.3.11 Контроль цепи отключения

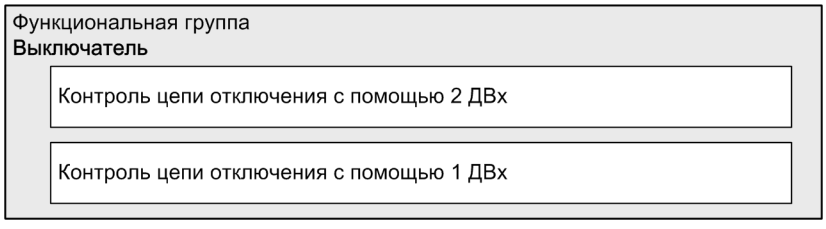
8.3.11.1 Обзор функций

Функция **Контроля цепи отключения** определяет обрывы в схеме отключения. Если используются два дискретных входа, функция распознает все обрывы в схеме отключения. Если доступен только 1 бинарный вход, она не распознает обрывы в самом выключателе.

Оперативное напряжение для выключателя должно быть больше, чем сумма минимального падения напряжения на бинарных входах $U_{Ctrl} > 2\ U_{BImin}$. Для каждого дискретного входа требуется как минимум 19 В. Из-за этого контроль возможен только при управляющем напряжении в системе > 38 В.

8.3.11.2 Структура функции

Контроль цепи отключения встроен в функциональную группу **Выключатель**. В зависимости от количества доступных дискретных входов, он работает с 1 или 2 дискретными входами.



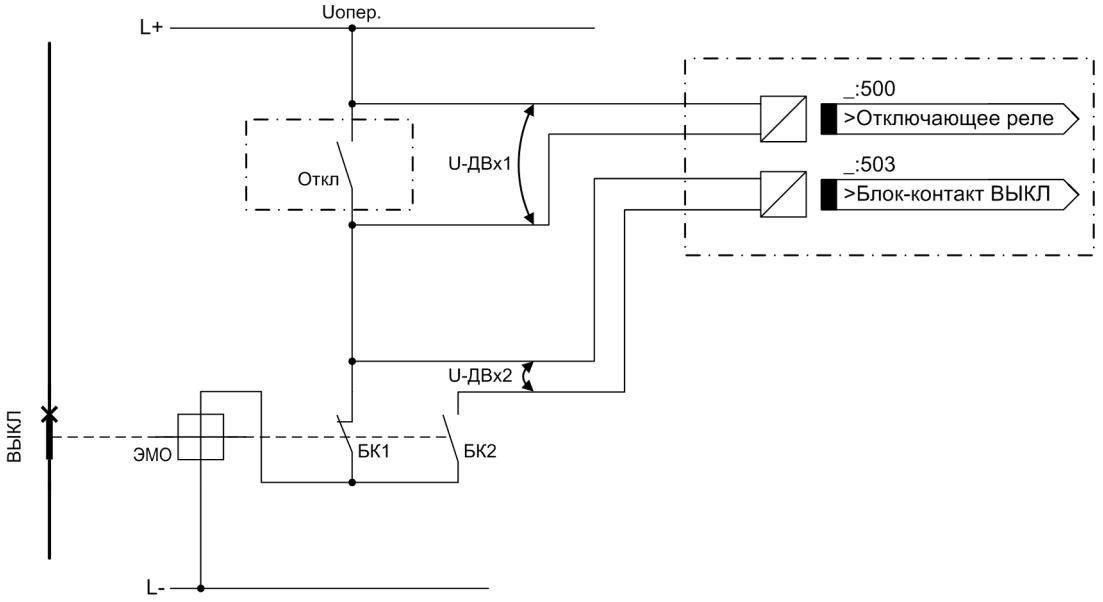
[dwtcsueb-010313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-27 Структура/реализация функции

8.3.11.3 Контроль цепей отключения с использованием 2 дискретных входов

Для определения обрывов цепи отключения в любом положении выключателя требуется 2 дискретных входа. Один подключается параллельно соответствующему контакту отключающего реле защиты, а другой параллельно блок-контакту выключателя.

На следующем рисунке показан принцип контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов.



[dwtcs2be-110611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-28 Принцип контроля цепей отключения с использованием 2 дискретных входов

Откл	Контакт отключающего реле
Выкл	Выключатель
ЭМО	Электромагнит выключателя
БК1	Блок-контакт выключателя (нормально замкнутый)
БК2	Блок-контакт выключателя (нормально разомкнутый)
Uопер	Оперативное напряжение (напряжение отключения)
U-ДВх1	Входное напряжение для дискретного входа 1
U-ДВх2	Входное напряжение для дискретного входа 2

Контроль с двумя дискретными входами обнаруживает обрывы в цепи отключения и потерю оперативного напряжения. Также контролируется реакция силового выключателя по положению его блок-контактов.

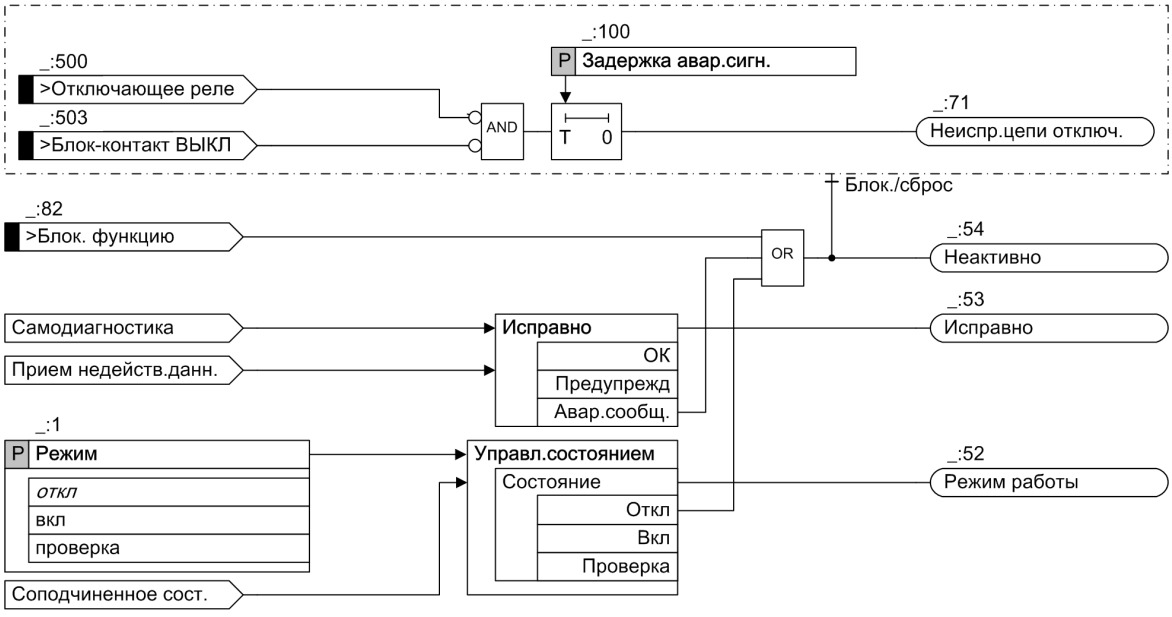
В зависимости от положения контакта отключения и положения блок-контактов выключателя дискретные входы либо активированы (**H**), либо нет (**L**). Если не активированы оба дискретных входа, то имеет место повреждение. Повреждение может быть обрывом или коротким замыканием в цепи отключения, потерей напряжения оперативного тока или неисправностью механической части выключателя. При исправной цепи отключения такое состояние возможно только кратковременно, когда контакт отключения замкнут, а выключатель пока еще не отключился.

№	Контакт отключения (CR)	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	БК1	БК2	ДВХ 1	ДВХ 2	Динамический режим	Статический режим
1	Разомкнут	ВКЛ.	Замкнут	Разомкнут	H	L	Нормальная работа при включенном выключателе	
2	Разомкнут	ВЫКЛ.	Разомкнут	Замкнут	H	H	Нормальная работа при отключенном выключателе	
3	Замкнут	ВКЛ.	Замкнут	Разомкнут	L	L	Переключение или повреждение	Повреждение
4	Замкнут	ВЫКЛ.	Разомкнут	Замкнут	L	H	Отключающее реле успешно активировало выключатель	

Параметр **`Задержка авар.сигн.`** служит для ввода задержки времени. После устранения неисправности в цепи отключения сообщение об ошибке автоматически снимается через такое же время.

Если сигналы дискретных входов *>Отключающее реле* или *>Блок-контакт ВЫКЛ* не подключены к дискретным входам устройства, появляется сообщение *Вх.сигн.не ранжир.* и функция **Контроль цепи отключения** является недействительной.

На следующем рисунке показана логическая схема контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов.



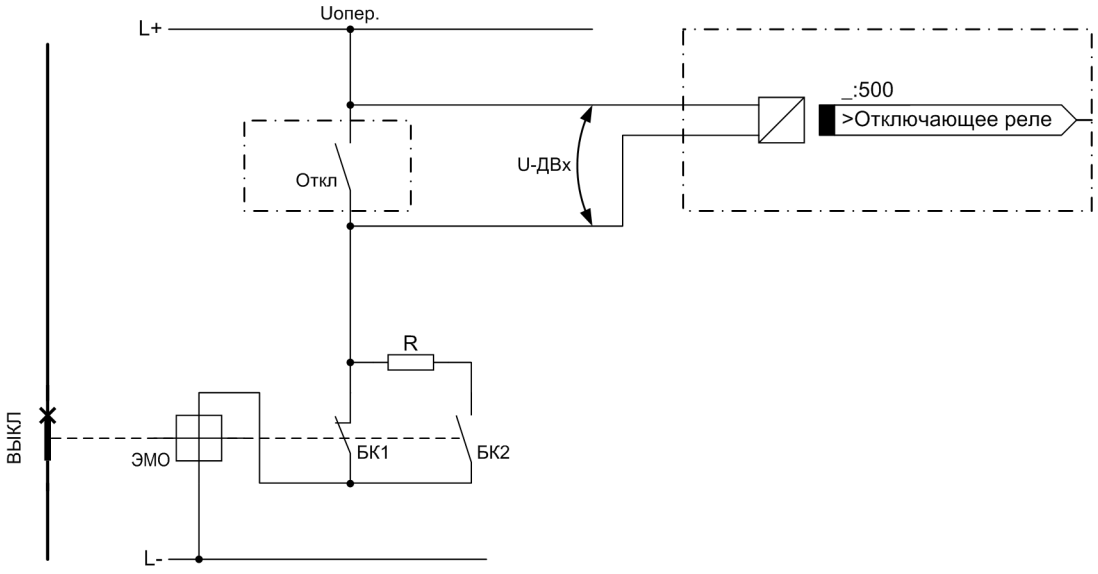
[lotcs2be-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-29 Логическая схема контроля цепи отключения с использованием двух дискретных входов

8.3.11.4 Контроль цепей отключения с использованием 1 дискретного входа

При использовании 1 дискретного входа вы не определите обрывы цепей отключения в выключателе. Дискретный вход подключается параллельно соответствующему контакту отключающего реле устройства защиты. Блок-контакт выключателя шунтирован соответствующим высокоомным резистором R.

На следующем рисунке показан принцип контроля цепей отключения с использованием одного дискретного входа.



[dwtcs1be-110611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-30 Принцип контроля цепей отключения с использованием 1 дискретного входа

Откл	Контакт отключающего реле
Выкл	Выключатель
ЭМО	Электромагнит выключателя
БК1	Блок-контакт выключателя (нормально замкнутый)
БК2	Блок-контакт выключателя (нормально разомкнутый)
Uопер	Оперативное напряжение (напряжение отключения)
U-ДВх	Входное напряжение для дискретного входа
R	Эквивалентное сопротивление

Контроль с 1 дискретным входом обнаруживает обрывы в цепи отключения и повреждение цепей оперативного напряжения.

В нормальном режиме дискретный вход активирован при разомкнутом контакте отключающего реле и исправной цепи отключения (**H**). Контролируемая цепь замкнута через резистор R или блок-контакт БК1 включенного выключателя. Дискретный вход неактивен, пока замкнут контакт отключающего реле (**L**). Если дискретный вход неактивен длительное время, имеет место обрыв цепи отключения или потеря оперативного напряжения.

№	Контакт отключения	ВЫКЛЮ-ЧАТЕЛЬ	БК1	БК2	ДВХ	Динамический режим	Статический режим
1	Разомкнут	ВКЛ.	Замкнут	Разомкнут	H	Нормальная работа при включенном выключателе	
2	Разомкнут	ВЫКЛ.	Разомкнут	Замкнут	H	Нормальная работа при отключенном выключателе	
3	Замкнут	ВКЛ.	Замкнут	Разомкнут	L	Переключение или повреждение	Повреждение
4	Замкнут	ВЫКЛ.	Разомкнут	Включено	L	Отключающее реле успешно активировало выключатель	

Используйте параметр **Блок.при ком.отключ.от** для установки условий, при которых блокируется контроль цепи отключения. Следующие условия могут вызвать блокирование функции контроля цепи отключения:

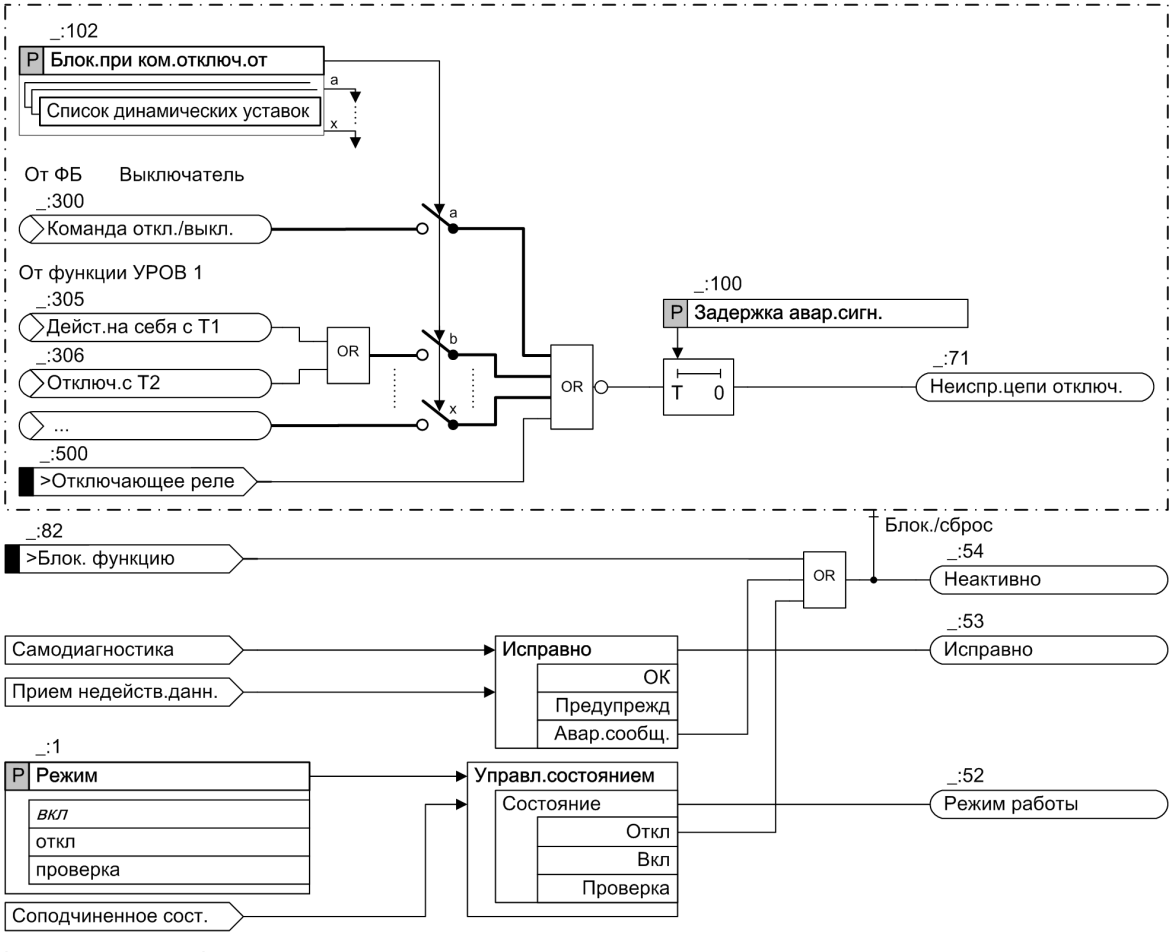
- Активируется *Команда откл./выкл.* выключателя
- Активируется одна из команд отключения функции УРОВ

Пока блокирована функция контроля цепи отключения, замкнутый контакт отключающего реле не вызывает сообщения о неисправности.

Если отключающие контакты другого устройства работают параллельно с цепью отключения, сообщение о неисправности необходимо отложить. Параметр **Задержка авар.сигн.** служит для ввода задержки времени. После устранения неисправности в цепи отключения сообщение об ошибке автоматически снимается через такое же время.

Если сигнал дискретного входа *>Отключающее реле* не подключен к дискретному входу устройства (**ранжирование информации** в DIGSI 5), появляется сообщение *Вх.сигн.не ранжир.* и функция **Контроль цепи отключения** является недействительной.

На следующем рисунке показана логическая схема контроля цепей отключения с использованием одного дискретного входа.



[lotcs1be-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-31 Логическая схема контроля цепи отключения с использованием 1 дискретного входа

Эквивалентное сопротивление R

Эквивалентное сопротивление R необходимо выбирать таким образом, чтобы ЭМО выключателя не активировался, когда выключатель отключен. Одновременно дискретный вход все же должен активироваться, когда разомкнуто отключающее реле.

Для обеспечения минимального значения напряжения срабатывания дискретного входа, $R_{макс}$ составляет:

$$R_{макс} = \left(\frac{U_{опер.} - U_{ДВх\ мин}}{I_{ДВх(выс.)}} \right) - R_{ЭМО}$$

[fofr1b02-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Для того чтобы электромагнит отключения выключателя не находился в состоянии срабатывания, $R_{мин}$ составляет:

$$R_{мин} = R_{ЭМО} \cdot \left(\frac{U_{опер.} - U_{ЭМО(низк.\ макс)}}{U_{ЭМО(низк.)}} \right)$$

[fofr1b03-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Можно вычислить оптимальное значение эквивалентного сопротивления R из 2 значений $R_{мин}$ и $R_{макс}$:

$$R = \frac{R_{макс} + R_{мин}}{2}$$

[fofr1b01-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Мощность эквивалентного сопротивления R составляет:

$$P_R = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_{опер.}}{R + R_{ЭМО}} \right)^2 \cdot R$$

[fofr1b04-090330-01.tif, 1, ru_RU]

8.3.11.5 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:100) Задержка авар.сигн.** = ***2 с*** (контроль цепи отключения с двумя дискретными входами)
- Рекомендуемое значение уставки **(_:100) Задержка авар.сигн.** = ***300 с*** (контроль цепи отключения с одним дискретным входом)

Используя параметр **Задержка авар.сигн.**, можно установить время задержки для выдачи сообщения *Неиспр.цепи отключ.*.

Для **контроля цепи отключения с помощью 2 дискретных входов** , вы задаете параметр **Задержка авар.сигн.** таким образом, чтобы кратковременное переходное состояние не стало причиной активизации функции.

Для **контроля цепи отключения с 1 дискретным входом,** вы задаете параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы самое продолжительное время действия команды отключения надежно перекрывалось. Этим обеспечивается срабатывание функции контроля только при реальном обрыве в цепи отключения.

Параметр: Блок.при ком.отключ.от

- Возможные уставки, в зависимости от применения

Параметр работает только с контролем цепи отключения через один дискретный вход.

Используйте параметр **Блок.при ком.отключ.от** для установки условий, при которых блокируется контроль цепи отключения. Следующие условия могут вызвать блокирование функции контроля цепи отключения:

- Активируется *Команда откл./выкл.* выключателя.
- Активируется одна из команд отключения УРОВ.
- Активируется одна из команд отключения защиты от повторного включения выключателя.

УРОВ предназначено для защиты цепи отключения, отличной от цепи местного выключателя. При использовании опций конфигурирования параметра **Блок.при ком.отключ.от** многими функциями контроля цепи отключения можно управлять параллельно. Например, функцией контроля цепи отключения, прикрепленной к местному выключателю, также можно управлять параллельно к выключателю более высокого уровня, для которого работает УРОВ.

8.3.11.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
74TCКтрЦОт1Вх#				
_:1	74TCКтрЦОт1Вх#:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:100	74TC КтрЦОт1Вх#:Задержка авар.сигн.		1.00 с до 600.00 с	300.00 с
_:102	74TC КтрЦОт1Вх#:Блок.при ком.отключ.от		Варианты уставок зависят от конфигурации	
74TC КтрЦО2Вх#				
_:1	74TC КтрЦО2Вх#:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:100	74TC КтрЦО2Вх#:Задержка авар.сигн.		1.00 с до 30.00 с	2.00 с

8.3.11.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
74TCКтрЦОт1Вх#			
_:82	74TCКтрЦОт1Вх#:>Блок. функцию	SPS	I
_:500	74TCКтрЦОт1Вх#:>Отключающее реле	SPS	I
_:54	74TCКтрЦОт1Вх#:Неактивно	SPS	O
_:52	74TCКтрЦОт1Вх#:Режим работы	ENS	O
_:53	74TCКтрЦОт1Вх#:Исправно	ENS	O
_:71	74TCКтрЦОт1Вх#:Неиспр.цепи отключ.	SPS	O
_:301	74TCКтрЦОт1Вх#:Вх.сигн.не ранжир.	SPS	O
74TC КтрЦО2Вх#			
_:82	74TC КтрЦО2Вх#:>Блок. функцию	SPS	I
_:500	74TC КтрЦО2Вх#:>Отключающее реле	SPS	I
_:503	74TC КтрЦО2Вх#:>Блок-контакт ВЫКЛ	SPS	I
_:54	74TC КтрЦО2Вх#:Неактивно	SPS	O
_:52	74TC КтрЦО2Вх#:Режим работы	ENS	O
_:53	74TC КтрЦО2Вх#:Исправно	ENS	O
_:71	74TC КтрЦО2Вх#:Неиспр.цепи отключ.	SPS	O
_:301	74TC КтрЦО2Вх#:Вх.сигн.не ранжир.	SPS	O

8.4 Контроль аппаратных средств

8.4.1 Обзор

Исправное состояние аппаратных средств устройства является необходимым условием для правильного функционирования. Отказ или ошибочное функционирование компонента аппаратных средств приводит к нарушению нормальной работы устройства.

Контролируются следующие модули аппаратных средств устройства:

- Базовый модуль
- Модули расширения
- Съемные модули в слотах установки модулей интерфейса

Неисправности приводят, в зависимости от типа и степени тяжести или неисправности, к следующему:

Неисправности аппаратного обеспечения, когда устройство остается в работе.

Выдается сообщение об неисправности. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недостоверные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Такими неисправностями, например, являются:

- Отказ коммуникационного модуля (модуль x)
- Отказ модуля измерительного преобразователя (модуль x)
- Интерфейс USB
- Встроенный интерфейс Ethernet
- Часы реального времени
- Аналого-цифровой преобразователь (быстрый контроль суммы токов)
- Напряжение батареи
- Неисправность или отсутствие значений компенсации (амплитуда/фаза)

Неисправности, которые могут быть частично исправлены путем перезагрузки устройства. Устройство кратковременно выводится из работы.

Такими неисправностями, например, являются:

- Неисправность памяти (RAM) в базовом модуле
- Неисправность модуля
- Неисправность соединения модуля (соединение печатной платы)
- Неисправность в цепи контроля дискретного выхода
- Отключение внутреннего напряжения питания



ПРИМЕЧАНИЕ

Если неисправность не устранена после 3 безуспешных попыток перезагрузки, система автоматически признает ее серьезным сбоем. Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Фатальные ошибки устройства с выходом из строя центральных компонентов: Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасный режим (режим "Fallback").

Такими неисправностями, например, являются:

- Неисправность памяти (флэш) в базовом модуле
- Неисправность ЦП/контроллера/FPGA в базовом модуле
- Три неудачных перезагрузки подряд

Подробное описание действий при обнаружении неисправности (в форме таблицы) приводится в конце главы 8. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей.

Количество рабочих часов устройства

Статистическое значение *Количество рабочих часов устройства* подсчитывает количество часов, отработанных физическим устройством. Время запуска и нахождения в режиме Fallback не учитываются.

Вы не можете сбросить или изменить эту статистическую величину.

8.4.2 Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов

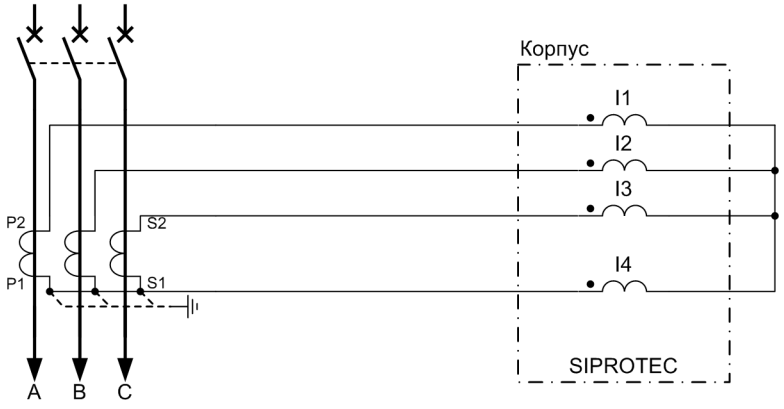
8.4.2.1 Обзор функций

Функция **Мониторинг внутренних АЦП устройства** выполняет следующие задачи:

- Мониторинг правильной работы внутренних АЦП устройства на основе суммирования всех токов в одной точке измерения вторичной цепи.
- Обнаружение неисправностей внутренних измерительных цепей устройства (например АЦП)
- Блокировка функций защиты и управления, которые обрабатывают данные измерений от этой точки измерения тока (например, дифференциальной защиты). Это позволяет избежать излишних срабатываний устройства.

Принцип мониторинга — "быстрый" контроль суммы токов с подключением тока нейтрали к четвертому токовому измерительному входу. Для того, чтобы гарантировать, что даже быстродействующие отключающие ступени защитных функций могут быть заблокированы перед ошибочным пуском, быстродействующая операция измерения токов работает с мгновенными значениями.

Для **Мониторинга АЦП** к четвертому токовому измерительному входу устройства должен быть подведен ток нейтрали цепей ТТ защищаемой линии ($I_н$). Сигнал на четвертый токовый измерительный вход должен заводиться через трансформатор тока в нейтрали ($I_н$ нейтрали) (см. следующий рисунок).



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +Iн

[tileite2-070211-01.tif, 1, ru_RU]

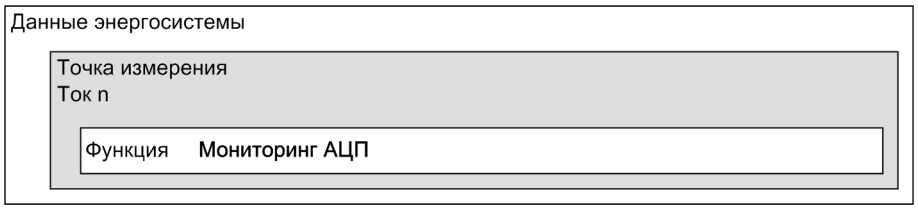
Рисунок 8-32 Подключение трехфазного трансформатора тока и измеряемого тока НП (ток в обратном проводе)

ПРИМЕЧАНИЕ

Контроль аналогового канала путем быстрого суммирования токов доступен только в том случае, если 4-й вход тока является трансформатором тока P-класса. В дереве проекта DIGSI 5, раздел **Устройство** → **Ранжирование точек измерения**, установите тип соединения ***3 фазн.тока +Iн*** для точки измерения тока.

8.4.2.2 Структура функции

Функция **Мониторинга внутренних АЦП устройства** расположена в функциональной группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения трехфазных токов.



[dwschstr-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-33 Структура/реализация функции

8.4.2.3 Описание функции

Повреждения в цепи ТТ обнаруживаются, если

$I_{повр.}$ = |iA + iB + iC + iN| > **пороговое значение** + **наклон характеристики 1** •Σ| i |.

$I_{повр.}$ > **наклон характеристики 2** • (Σ| i | - **базовая точка 2**)

Для токовых входов (iA, iB, iC и iN) устройство рассчитывает:

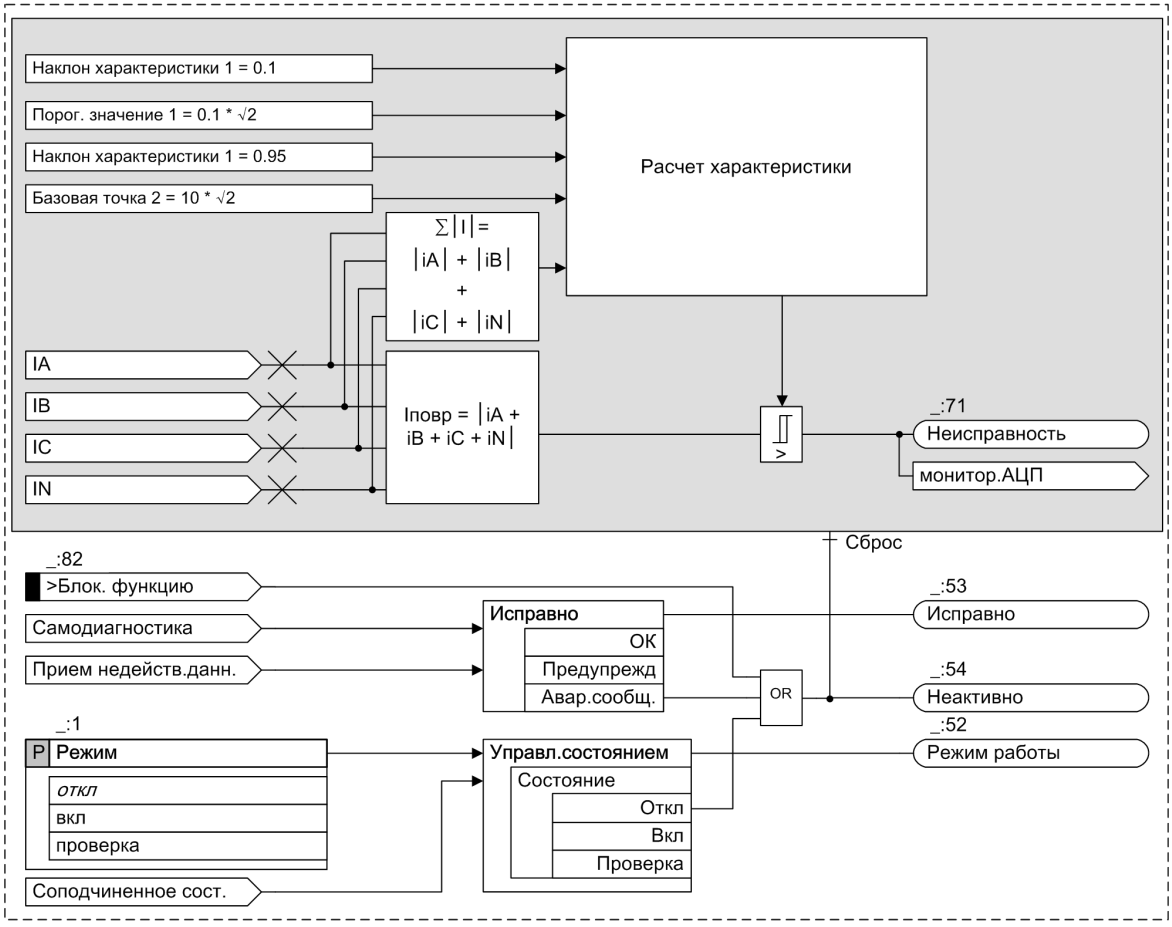
- Ток повреждения $I_{повр.}$ = |iA + iB + iC + iN|
- Максимальный ток Σ| i | = |iA|+|iB|+|iC|+ |iN|



[lokenisu-240413-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-34 Характеристика функции мониторинга внутренних АЦП устройства

Логика



[losumsch-240413-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-35 Логическая схема функции мониторинга внутренних АЦП устройства

Когда выходной сигнал **Мониторинг АЦП** активен, во избежание повреждения следующие защитные функции блокируются (см. *11.62 Контроль аналоговых измерений путем быстрого суммирования токов*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки в устройстве заданы "жестко" и не могут быть изменены.

Необязательно изменять уставки в зависимости от применения.

Пороговое значение

Пороговое значение является нижней границей рабочего диапазона функции **Контроль внутреннего АЦП устройства**.

Наклон характеристики 1

Компонент **наклон характеристики 1** • Σ | i | учитывает допустимые ошибки ввода тока, которые могут возникнуть в случае малых токов.

Наклон характеристики 1 имеет фиксированное значение 0,1.

Наклон характеристики 2

Компонент **наклон характеристики 2** учитывает допустимые ошибки ввода тока, которые могут возникнуть в случае больших перегрузок по току (в случае короткого замыкания).

Наклон характеристики 2 имеет фиксированное значение 0,95. Базовая точка параметра **Наклон характеристики 2** имеет фиксированное значение 10.

8.5 Контроль прошивки устройства

Прошивка устройства определяет функциональные характеристики устройства.

Стабильную работу устройства обеспечивают следующие типы контроля:

- Контроль соответствия данных и версии
- Контроль ненарушенной последовательности действий прошивки устройства
- Контроль доступной производительности процессора

Когда вы запускаете устройство, загрузите данные через интерфейсы, и контроль прошивки устройства будет выполняться непрерывно во время работы устройства. В зависимости от типа и серьезности ошибки при ее обнаружении будут выполняться следующие действия:

Неисправности прошивки, при которых устройство продолжает работать.

Выдается сообщение о неисправности. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недостоверные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Такими неисправностями, например, являются ошибки синхронизации времени (потеря и ошибки).

Ошибки, которые могут быть частично исправлены путем перезагрузки устройства. Устройство кратковременно выводится из работы.

Такими ошибками, например, являются:

- Пуск устройства с неисправным новым набором параметров. Старый набор параметров все еще присутствует.
- Перегрузка процессора
- Ошибка программной последовательности

Неустранимая ошибка прошивки. Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Такими ошибками, например, являются:

- Пуск устройства с неисправным новым набором параметров. Пригодный для использования набор параметров отсутствует.
- Пуск устройства при ошибке версии
- Ошибка при выполнении CFC
- Три неудачных перезагрузки подряд

Подробное описание действий при обнаружении ошибок (в форме таблицы) приводится в конце главы 8. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей.

8.6 Контроль конфигурации аппаратных средств

Модульная концепция аппаратных средств требует соблюдения некоторых правил модульной системы. Ошибки конфигурации показывают, что сохраненная в устройстве конфигурация аппаратных средств не соответствует фактически обнаруженному аппаратному обеспечению. Необходимо найти недопустимые компоненты и неразрешенные комбинации, а также отсутствующие сконфигурированные компоненты.

В зависимости от типа и серьезности ошибки при ее обнаружении будут выполняться следующие действия: Идентифицированные ошибки конфигурации аппаратных средств соотносятся со сложностями дефекта следующим образом:

Неисправности конфигурации, при которых устройство продолжает работать.

Выдается сообщение о неисправности. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недостоверные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Такими неисправностями, например, являются ошибки конфигурации преобразователя IE (потеря и ошибки)

Неустранимая ошибка конфигурации: Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Такими ошибками, например, являются:

- Отсутствующий модуль аппаратных средств (модуль x)
- Ошибочный модуль аппаратных средств (модуль x)
- Ошибочная комбинация аппаратных средств
- Ошибочный сменный модуль (модуль x)

Подробное описание действий при обнаружении ошибок (в форме таблицы) приводится в конце главы 8. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей. Ошибки конфигурации можно устранить путем еще одной синхронизации с DIGSI.

8.7 Контроль коммуникационных соединений

Устройства SIPROTEC 5 предлагают широкие возможности коммуникации через фиксированный и опциональный интерфейсы. Помимо аппаратного контроля подключаемых модулей связи, передаваемые данные должны быть проверены с точки зрения их совместимости, неисправности или выхода из строя.

Контроль

При контроле соединений обмена данными каждый коммуникационный порт контролируется поочередно.

- Неисправности обнаруживаются и фиксируются в журнале рабочих сообщений. Устройство остается в рабочем состоянии!
- Каждый порт дополнительно оборудован отдельным журналом связи, с помощью которого отображаются неисправности (например, частота ошибок).

Маркировка ошибочных сигналов/данных

Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недостоверные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Вот несколько примеров:

- сигналам GOOSE можно автоматически присвоить значения по умолчанию в случае нарушения связи МЭК 61850.
- Неисправные интерфейсы защиты устанавливают статус для векторных значений, аналоговых измеряемых величин и дискретной информации как **недостоверный** (например, для дифференциальной защиты). Ранжирование дискретного сигнала может принимать определенные значения в случае неисправности.
- Ошибочные сигналы синхронизации времени могут привести к автоматическому изменению источника синхронизации времени.

Как правило, неисправности связи устраняются путем проверки внешних подключений или путем замены неисправных модулей связи. В главах *8.8.4 Тяжесть дефекта 3* вы можете найти подробное описание реакции на ошибки в табличном виде. Также здесь можно найти и соответствующие меры по устранению неисправностей.

8.8 Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей

8.8.1 Обзор

Когда возникают ошибки устройства, и происходит пуск соответствующих функций контроля, устройство фиксирует это и оповещает сообщением. Ошибки устройства могут приводить к искажению данных и сигналов. Такие данные и сигналы маркируются и обозначаются меткой **недействительный**, чтобы затронутые функции автоматически перешли в безопасное состояние. Пуск функций контроля ведет к определенным действиям при обнаружении ошибок.

Как ошибки устройств становятся заметными

При возникновении ошибок в устройстве пускаются функции контроля. Устройство реагирует в соответствии с типом и серьезностью ошибки. Чтобы сообщить об ошибке, функции контроля используют выходы устройства и сообщения.

Светодиод RUN (зеленый)	Присутствует внешнее напряжение питания. Устройство готово к работе.
Светодиод ERROR (красный)	Устройство не готово к работе. Контакт готовности устройства разомкнут.
Контакт готовности устройства	Сообщает о готовности устройства, которая наступает после успешного запуска устройства.
Групповое предупредительное сообщение	Устройство в работе и выдает сигналы об ошибке.
Журнал событий устройства	Сообщения о причинах дефектов и мероприятиях по исправлению ситуации

Определение причины неисправности и мер по исправлению ситуации

Чтобы определить причину неисправности и понять, как ее устранить, выполните пошаговую инструкцию.

Шаг 1: Пуск функций контроля во всех случаях ведет к одной из следующих степеней тяжести дефекта.

- **Тяжесть дефекта 1:** Выдается сообщение об ошибке, устройство продолжает работать
- **Тяжесть дефекта 2:** Неустранимая ошибка, устройство перезапускается (сброс)
- **Тяжесть дефекта 3:** Неустранимая ошибка, устройство безвозвратно выходит из работы в безопасное состояние (аварийный режим). В аварийном режиме функции защиты и автоматики неактивны. Устройство не работает.

Шаг 2: В следующих главах для каждой сложности дефекта приводятся подробные таблицы с информацией о причинах ошибок, действиях при обнаружении ошибок и мер по исправлению ситуации.

	Сигнализация об ошибке						
	Групповоепредупредительное сообщение (СИД)	**Сообщение в журнале рабочих сообщений**	**Сообщение в буфере диагностики устройства**	**Сообщение контакта готовности устройства**	**Групповое сообщение о повреждении**	**Перезапуск устройства (сброс)**	**Аварийный режим Fallback**
Тяжесть дефекта 1	x	x	x				

	Сигнализация об ошибке						
Тяжесть дефекта 2			x	x	x	x	
Тяжесть дефекта 3			x	x	x		x

8.8.2 Тяжесть дефекта 1

Тяжесть дефектов 1 уровня позволяет продолжать безопасную работу устройства. При повреждениях уровня тяжести дефекта 1 выдается сообщение. Устройство остается в рабочем состоянии.

При запуске функций контроля поврежденные данные и сигналы маркируются как **недействительные**. Таким образом, затронутые функции могут перейти в безопасное состояние. Решение о блокировке функции принимается в самой функции. Дополнительные сведения см. в описаниях функций.

Контакт исправности	Остается замкнутым
Красный светодиод ошибки	Не горит

Журнал

Для каждой неисправности устройства выводится соответствующее сообщение функций контроля. Устройство записывает эти сообщения с указанием реального времени в рабочий журнал. Таким образом, они доступны для последующего анализа. Если функции диагностики коммуникационных интерфейсов связи обнаруживают неисправность, сообщение фиксируется в отдельном журнале связи, доступном для каждого порта. Здесь доступны расширенные диагностические сообщения и измеряемые величины. В журнале диагностики устройства содержится расширенное описание неисправностей. Тут же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

Вы найдете дополнительную информацию о работе с журналами в главе 3.

Групп.предупр.сообщ.

По заводской конфигурации все сообщения функций контроля ранжируются на Групп.предупр.сообщ.. Таким образом, можно обнаружить неисправность устройства с помощью только одного показателя. Большинство сообщений функций контроля постоянно подключено к групповому предупредительному сообщению (Групп.предупр.сообщ. (фиксированное)). Однако, некоторые сообщения функций ранжируются гибко на Групп.предупр.сообщ. через соединение со схемой CFC (Групп.предупр.сообщ. (CFC)). Групп.предупр.сообщ. (CFC) можно снова убрать из группового сообщения по необходимости.

Вы найдете дополнительную информацию о работе с журналами в главе 3.

Обзор ошибок

Сообщение	**Тип**	**Групп.предупр.сообщ.**	**Пояснения**
Устройство: (_:320) **Неиспр. питания**	Неактивно SPS	Фиксированное	Неисправность блока питания: Проверить внешний источник питания
Устройство: (_:305) **Неиспр.батареи**	Неактивно SPS	Фиксированное	Неисправность батареи: Заменить батарею устройства
Устройство: (_:312) **Ошибка компенсации** x	ENS	Фиксированное	Ошибка калибровки модуля x: Обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество**: Величины измерения маркируются атрибутом достоверности *сомнительно* (величина измерения отображается со значком ~).

Сообщение	Тип	Групп.предупр.сообщ.	Пояснения
Устройство: (_:314) **Ошибка смещения** x	ENS	Фиксированное	Ошибка смещения на модуле x: Если это сообщение сохраняется после запуска устройства, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество**: Величины измерения маркируются атрибутом достоверности *сомнительно* (величина измерения отображается со значком ~).
Устройство: (_:306) **Неисправность часов**	Неактивно SPS	Фиксированное	Неисправность внутреннего времени • Сначала проверьте уставки времени. • Затем замените батарею устройства • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество**: Внутренний таймер маркируется атрибутом достоверности *Ошибка часов*.
Устройство: (_:319) **Ошибка памяти**	Неактивно SPS	Фиксированное	Ошибка контрольной суммы (CRC) в контролируемой области памяти устройства
Устройство: Ошибка измерительного преобразователя (x)	ENS	Фиксированное	Аппаратная неисправность датчика измерения в слоте E/F/M/N/P: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
Обработка аварийных сообщений: (_:503) **>Групп.авар.сообщ.**	Неактивно SPS		Входной сигнал для генерирования аварийного сигнала: Сообщение *Исправность* устройства установлено на ***аварийный сигнал***. Контакт готовности размыкается и загорается красный светодиод ошибки. **Блокировка**: Блокируются все защитные и управляющие функции. **Качество**: Управляемые по внутренним каналам сигналы маркируются показателем достоверности *не достоверно*. Управляемые по внутренним каналам сигналы: • Измеряемые величины • Бинарные входные и выходные сигналы • Сигналы GOOSE и CFC
Обработка аварийных сообщений: (_:504) **>Групп.предупр.сообщ.**	Неактивно SPS		Входной сигнал для генерирования группового предупредительного сообщения
Обработка аварийных сообщений: (_:301) **Групп.предупр.сообщ.**	Неактивно SPS		Групповое предупредительное сообщение
Синхронизация времени: (_:305) **Ош.синхр.врем.**	Неактивно SPS	Фиксированное	Ошибка синхронизации времени, генератор синхронных импульсов неисправен: • Сначала проверить внешний источник времени • Проверить внешние соединения. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество**: Внутренние часы маркируются атрибутом качества *Часы не синхронизированны*.

Сообщение	Тип	Групп.предупр.сообщ.	Пояснения
Данные энергосистемы: Точка измерения I 3ф: Обрыв провода: (_:301) **Предпол.обрыв ф.A** (_:302) **Предпол.обрыв ф.B** (_:303) **Предпол.обрыв ф.C** (_:304) **Обрыв провода A** (_:305) **Обрыв провода ф.B** (_:306) **Обрыв провода ф.C** (_:307) **Предпол.обрыв пров.** (_:308) **Обрыв пров.подтв.**	Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS	CFC CFC	Зафиксирован обрыв провода (см. главу *8.3.7.1 Обзор функций*) **Блокировка**: Функции защиты, которые могут ложно сработать в случае обрыва провода, блокируются.
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф: КонтрСимм I (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Нарушение симметрии тока (см. главу *8.3.8.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф: КонтрЧерФаз I: (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Неверное чередование фаз (см. главу *8.3.10.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф: КонтрСум I (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Ошибка суммы токов (см. раздел *8.3.9.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф: КонтрАЦП Сум I: (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Ошибка быстрой суммы токов (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*) Сообщение о состоянии указывает на неисправность АЦП измерительного входа. • Проверить внешнюю проводку. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество**: Управляемые по внутренним каналам измеряемые значения тока маркируются атрибутом достоверности *не достоверно*. **Блокировка**: Заблокированы защитные функции на основе измерений тока.
Данные энергосистемы: Точка измерения U 3ф: Автомат TH: (_:500) **>Открыт**	Неактивно SPS	CFC	Автомат трансформатора напряжения отключен. **Блокировка**: Соответствующие функции либо блокируются обязательно либо могут индивидуально блокироваться пользователем.
Данные энергосистемы: Точка измерения U 3ф: КонтрСимм U: (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Ошибка симметрии напряжения (см. раздел *8.3.4.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы: Точка измерения U 3ф: КонтрЧерФаз U: (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Нарушение контроля чередования фаз (см. главу *8.3.6.1 Обзор функций*)

Сообщение	Тип	Групп.предупр.сообщ.	Пояснения
Данные энергосистемы: Точка измерения U 3ф: КонтрСум U: (_:71) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Ошибка суммы напряжений (см. раздел *8.3.5.1 Обзор функций*)
Обм.дан.м/у 2устр.: ЗащИнт #: (_:303) **Обрыв соединения** (_:316) **Част.ош./мин превыш.** (_:317) **Част.ош./час превыш.** (_:318) **Превыш.выд.времени** (_:320) **Выд.врем., скачок**	Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS Неактивно SPS		Ошибка подключения интерфейса данных защиты: • Проверить соединения и внешнюю инфраструктуру связи. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Переданные сигналы**: Ошибочные или неполученные телеграммы обнаруживаются на приемном конце и не учитываются. Они не приводят к ошибкам применений (конфигурации). Настроенные дискретные сигналы сбрасываются через некоторое задаваемое время.
Двигатель: Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН) (_:300) **Неисправность**	Неактивно SPS	CFC	Пропало измеряемое напряжение: Проверить внешнюю проводку. **Блокировка**: Соответствующие функции либо блокируются обязательно (например, функция дистанционной защиты) либо могут индивидуально блокироваться пользователем.

8.8.3 Тяжесть дефекта 2

Неисправности 2 уровня являются критическими неисправностями устройства, ведущими к немедленному перезапуску устройства (перезагрузка).

Если данные устройства повреждены (например, память ОЗУ), то перезагрузка восстановит целостность данных. Устройство кратковременно выходит из рабочего режима, однако сбой устраняется.

Контакт готовности устройства	Размыкается во время перезапуска.
Красный светодиод ошибки	Загорается во время перезапуска.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если неисправность 2 уровня не была устранена после 3 безуспешных попыток перезапуска (перезагрузки), неисправности автоматически присваивается 3 уровень. Устройство автоматически перейдет в аварийный режим.

Журнал

Учтите, что в журнале рабочих сообщений фиксируются только события после перезапуска, если перезапуск (перезагрузка) вызван ошибкой. Исходное сообщение об ошибке записывается в журнал диагностики устройства во время обнаружения неисправности до перезапуска. Эти сообщения записаны с меткой реального времени и доступны для последующего анализа. В журнале диагностики устройства содержится более детальное описание неисправностей. Тут же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

Вы найдете дополнительную информацию о работе с журналами в главе 3.

Групповое предупредительное сообщение

При запуске следующих функций мониторинга с немедленным перезапуском устройства нет необходимости в обычных контрольных сообщениях, а это в свою очередь не приводит к активации группового предупредительного сообщения.

Обзор ошибок

Номер	Журнал диагностики устройства
826	Неисправность процессора базового модуля: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
830	Неисправности оборудования FPGA базового модуля: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
834	Ошибка памяти (кратковременная): Инициирована перезагрузка.
3823	Сбой выполнения программы: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
826	Перегрузка ЦП: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
Разное	Внутренняя ошибка прошивки: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.

8.8.4 Тяжесть дефекта 3

Повреждения, которые относятся к тяжести дефекта 3, являются неустранимыми повреждениями устройства, в результате которых устройство немедленно переходит в аварийный режим.

Неустранимые ошибки устройства – это ошибки, которые не могут быть исправлены при перезапуске устройства. В этом случае обращайтесь в Центр сервисной поддержки Siemens. Устройство безвозвратно выходит из работы, во избежание повреждения. В аварийном режиме возможен минимальный набор действий через панель оператора и DIGSI. Так, например, можно считывать информацию журнала диагностики устройства.

Контакт готовности устройства	В аварийном режиме размыкается
Красный светодиод ошибки	В аварийном режиме загорается

Журнал

Записи сообщений функциями мониторинга об ошибке, которая приводит к немедленному переходу устройства в аварийном режим, в журнал рабочих сообщений невозможны. Текущие сообщения функций мониторинга заносятся в журнал рабочих сообщений в момент обнаружения повреждения, т.е. до перехода в аварийный режим. Эти сообщения записаны с меткой реального времени и доступны для последующего анализа. В журнале диагностики устройства содержится более детальное описание неисправностей. Там же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

Вы найдете дополнительную информацию о работе с журналами в главе 3.

Групповое предупредительное сообщение

Пуск функций контроля приводящих к переходу устройства в аварийный режим не позволяет выводить стандартные сообщения контроля. Таким образом, переход устройства в аварийный режим не приводит к активации группового предупредительного сообщения.

Обзор ошибок

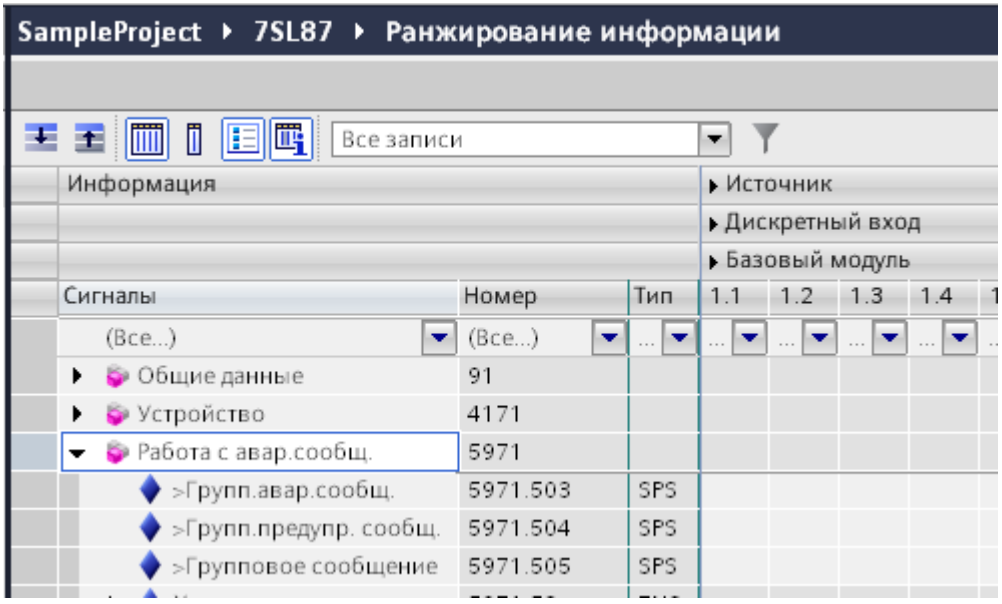
Номер	Журнал диагностики устройства
2822	Ошибка памяти (постоянная) Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
4727, 5018-5028	Аппаратная ошибка модуля 1-12: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.

Номер	Журнал диагностики устройства
4729	Ошибка шины устройства (повторяющаяся): • Проверьте конфигурацию и подключения модуля. • Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
4733	Неправильная конфигурация аппаратных средств: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
5037-5048	Обнаружена неисправность модуля 1-12: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
5031-5035	Обнаружена неисправность сменного модуля в слоте E/F/M/N/P: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
	Ошибка конфигурации применения: Ищите причину в журнале рабочих сообщений и загрузите в устройство правильную конфигурацию.
3640, 4514	Ошибка структуры данных: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
956	Ошибка версии прошивки: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
2013, 2025	Ошибка подписи: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
	Ошибка логики CFC: Проверьте логические схемы CFC в DIGSI для обнаружения причин ошибки.
5050-5061	Неисправность дискретного выхода модуля 1-12: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
5088, 5089	Обнаружена ошибка: создана ошибочная конфигурация дисплея: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.

8.9 Групповое предупредительное сообщение

Групповое предупредительное сообщение "Груп.предупр.сообщ." позволяет сигнализировать о неисправности и фиксировать пуск функции контроля всего лишь одним сигналом. Сообщения об ошибках, описанные в главе приводят к появлению группового предупредительного сообщения.

Некоторые сообщения об ошибках фиксированно связаны с групповым предупредительным сообщением, в то время как другие сообщения об ошибках устройств связаны гибко через CFC (групповое предупредительное сообщение). Для создания гибких конфигураций в группе сигналов группового предупредительного сообщения предусмотрен специальный дискретный входной сигнал *>Грп.предупр.сообщ.*, который можно свободно конфигурировать в матрице ранжирования сообщений DIGSI. Таким образом, например, функции мониторинга, предназначенные для тестирования, можно удалить из группового предупредительного сообщения. При необходимости для активации группового предупредительного сообщения также можно использовать пользовательские сигналы. Сигналы содержатся в структуре проекта DIGSI 5 **Название устройства**) → **Ранжирование информации**. В рабочей области содержатся групповое предупредительное сообщение *Груп.предупр.сообщ.* и дискретный входной сигнал *>Грп.предупр.сообщ.* **Работа с аварийными сообщениями** (см. следующий рисунок).



[scgrwarn-010313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-36 Групповое предупредительное сообщение в матрице ранжирования DIGSI 5

Индикация на устройстве

Если активировано групповое предупредительное сообщение, то автоматически активируется 16-й светодиод базового модуля.

Журнал

Групповое предупредительное сообщение фиксируется в журнале рабочих сообщений с меткой реального времени вместе с наименованием ошибки, вызвавшей его.

9 Измеренные значения, значения энергии и статистические данные

9.1	Обзор функций	1268
9.2	Структура функции	1269
9.3	Рабочие измеряемые величины	1271
9.4	Основная гармоника и симметричные составляющие	1273
9.5	PMU (блок измерения параметров векторов)	1274
9.6	Средние значения	1291
9.7	Минимальные/максимальные значения	1294
9.8	Значения энергии	1296
9.9	Определяемые пользователем значения учета	1299
9.10	Статистические величины первичной системы	1303
9.11	Измерительные преобразователи	1304
9.12	Мониторинг износа выключателя	1312

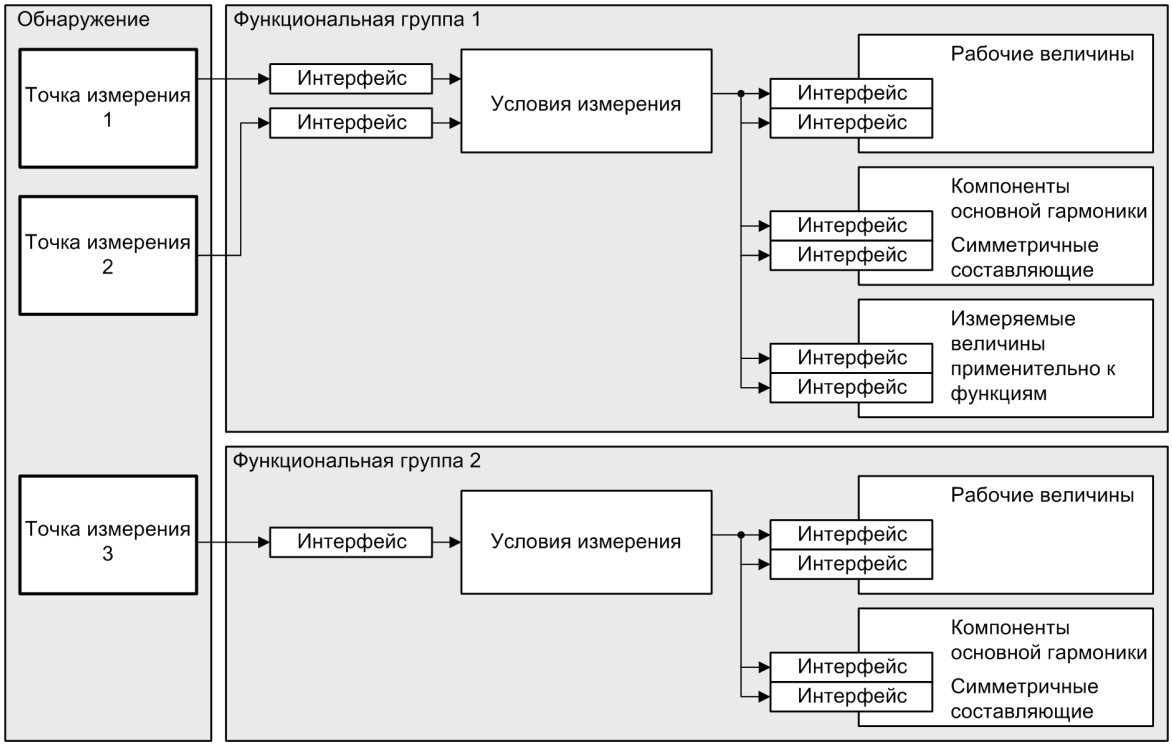
9.1 Обзор функций

Измеренные величины регистрируются в точках измерения и передаются в функциональные группы.

В функциональных группах далее вычисляются производные величины из измеренных величин, которые необходимы для работы этой функциональной группы. Так, например, вычисляется электрическая мощность из измеренных величин напряжения и тока.

Измерительные преобразователи сами формируют различные расчетные параметры из аналоговых величин тока и напряжения.

Основные команды для сбора и редактирования данных процесса можно найти в главе Типовая функциональная структура *2.1 Реализация функций в устройствах*.



[dwomverf-010212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-1 Схема получения и обработки измеренных величин

Для отображения на экране измеренные величины устройства SIPROTEC 5 объединяются в следующие группы:

- Рабочие измеряемые величины
- Основная гармоника и симметричные составляющие
- Специализированные измеряемые величины для функций
- Минимальные величины, максимальные величины, средние величины
- Рассчитанные величины энергии
- Определяемые пользователем измеренные и счетные величины
- Статистические величины

9.2 Структура функции

В зависимости от соединений функциональных групп, они могут содержать разные группы измеряемых величин. Стандартная функциональная группа показана ниже.

Группы функций для напряжения и тока на трех фазах и напряжения на трех фазах

В самом простом варианте функциональные группы **Напряжение 3ф** и **Напряжение и ток 3ф** получают измеренные величины из трехфазной системы тока и напряжения и содержат следующую группу измеренных величин:



[dwomvstr-110912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-2 Структура измеряемых величин в функциональных группах

Группы измеряемых величин **Рабочие величины** и **Компоненты основной гармоники** можно вставить из библиотеки DIGSI 5 в функциональные группы **Напряжение 3ф** и **Напряжение и ток 3ф**.

Информацию о группах со списком измеряемых величин можно найти в таблицах в следующих главах.

Функциональная группа Выключатель

Функциональная группа **Выключатель** может содержать следующие величины измерения:



[dwomvls1-250211-01.tif, 1, ru_RU]

Инверсия измеренных и статистических величин, связанных с выводом

Рассчитанные направленные величины в рабочих измеряемых величинах (мощность, коэффициент мощности, энергия, а также минимальные, максимальные и средние величины, основанные на них) обычно определяются как положительные в направлении защищаемого объекта. Для расчета этих величин необходимо правильно задать полярность соединения для используемых точек измерения (сравните параметр **(_:8881:116) Общ.тчк.ТТв объект** 3-фазного тока в точке измерения). Однако можно задать "прямое" направление для функций защиты и положительное направление для мощностей и т. д. или настроить параметры так, чтобы величина активной мощности (из линии в шину) отображалась положительно. Затем установите опцию **Знак P, Q** в затронутых функциональных группах для параметра ***инвертировано***. При использовании параметра ***не инвертировано*** (уставка по умолчанию) положительное направление питания и т.д., соответствует направлению «вперед» для функций защиты.

Подробное описание указанных величин можно найти в разделах *9.3 Рабочие измеряемые величины* — *9.10 Статистические величины первичной системы*.

9.3 Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины назначаются для разных функциональных групп.

Величины могут быть представлены как в первичных величинах или во вторичных, а так же в процентах.

Рабочие измеряемые величины вычисляются согласно следующим выражениям:

Среднеквадратичные величины

$$X = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t}^{t+T} x^2(t)dt}$$

Активная мощность

$$P = \int_{t}^{t+T} u(t)\,i(t)\,dt$$

Полная мощность

$$S = \sqrt{3} * U * I$$

Реактивная мощность

$$Q = \sum_{n} U_n \cdot I_n \cdot \sin(\varphi_n)$$

n Порядок гармоник

ϕ_n Сдвиг фаз между напряжением и током n-й гармоники

Коэффициент мощности

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

Тип функциональной группы "Напряжение/ток 3ф"

В следующей таблице указаны рабочие измеряемые величины функциональной группы **Напряжение, ток 3ф**:

Все защитные функции имеют доступ к этим величинам.

Таблица 9-1 Рабочие измеряемые величины функциональной группы Напряжение/ток 3ф

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
I_H	Ток нейтрали	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$U_н$	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
ф	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВт	–	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные	% относительно
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	MBAp	–	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	MBA	–	Номинальное значение рабочего напряжения и тока в первичных величинах $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
λ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100 % соответствует λ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность фазы	MBт	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность фазы	MBAp	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность фазы	MBA	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие данные** можно инвертировать знак следующих измеряемых величин соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B и Q_C

9.4 Основная гармоника и симметричные составляющие

Компоненты основной гармоники вычисляются из постоянных значений через фильтр Фурье (интервал интегрирования: один цикл). Результатами являются векторные величины, которые описываются с помощью амплитуды и фазы.

В соответствии с матрицей преобразования, симметричные составляющие вычисляются из векторов тока и напряжения. Они также являются векторными величинами.

Компоненты основной гармоники

Таблица 9-2 Компоненты основной гармоники

Значения		Первичные	Вторичные	% относительно
$\underline{U}_A$, $\underline{U}_B$, $\underline{U}_C$	Напряжения между фазой и землей	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$\underline{U}_{Нг}$	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$\underline{U}_{AB}$, $\underline{U}_{BC}$, $\underline{U}_{CA}$	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
$\underline{I}_A$, $\underline{I}_B$, $\underline{I}_C$	Фазные токи	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_N$	Ток нейтрали	A	A	Номинальный первичный рабочий ток

Симметричные составляющие

Таблица 9-3 Симметричные составляющие

Значения		Первичные	Вторичные	% относительно
$\underline{U}_0$	Составляющая напряжения нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$\underline{U}_1$	Составляющая напряжения прямой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$\underline{U}_2$	Составляющая напряжения обратной последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
$\underline{I}_0$	Составляющая тока нулевой последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_1$	Составляющая тока прямой последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_2$	Составляющая тока обратной последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток

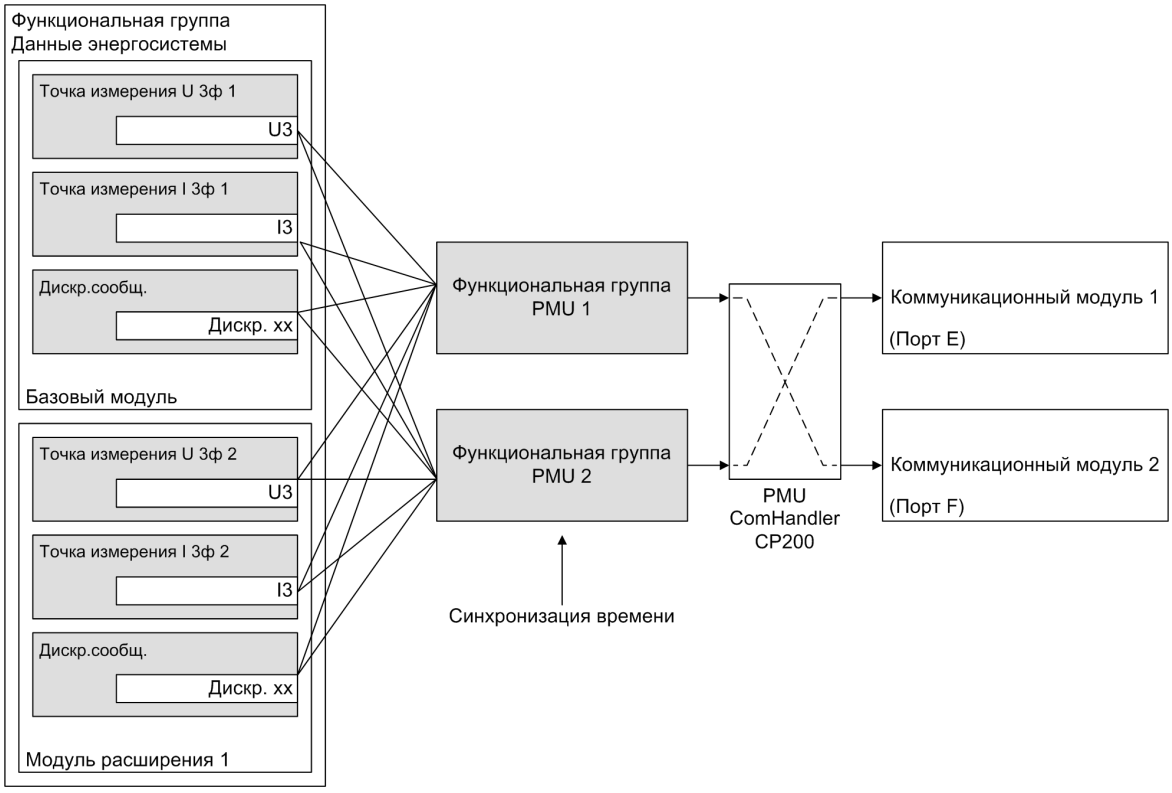
9.5 PMU (блок измерения параметров векторов)

9.5.1 Обзор функций

Блок векторных измерений (PMU) измеряет векторные величины тока и напряжения. Эти значения получают высокоточную метку времени и вместе с величинами частоты сети, скорости ее изменения и дополнительными двоичными данными, также снабженными меткой времени, передаются в центр анализа данных. Для этого используется стандартизованный протокол передачи данных IEEEC 37.118.

9.5.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **PMU** активируется при выборе протокола *IEEE C37.118PMU* на модуле Ethernet (электрическом или оптическом). PMU получает измеренные величины из точек измерения, а точное время — от функции синхронизации времени. На основании этих данных формируются синхрофазоры тока и напряжения, которые вместе с дополнительными величинами передаются через коммуникационный модуль на сервер (PDC, концентратор векторных данных).



[dwstrpmu-250613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-3 Структура/реализация функции

9.5.3 Описание функции

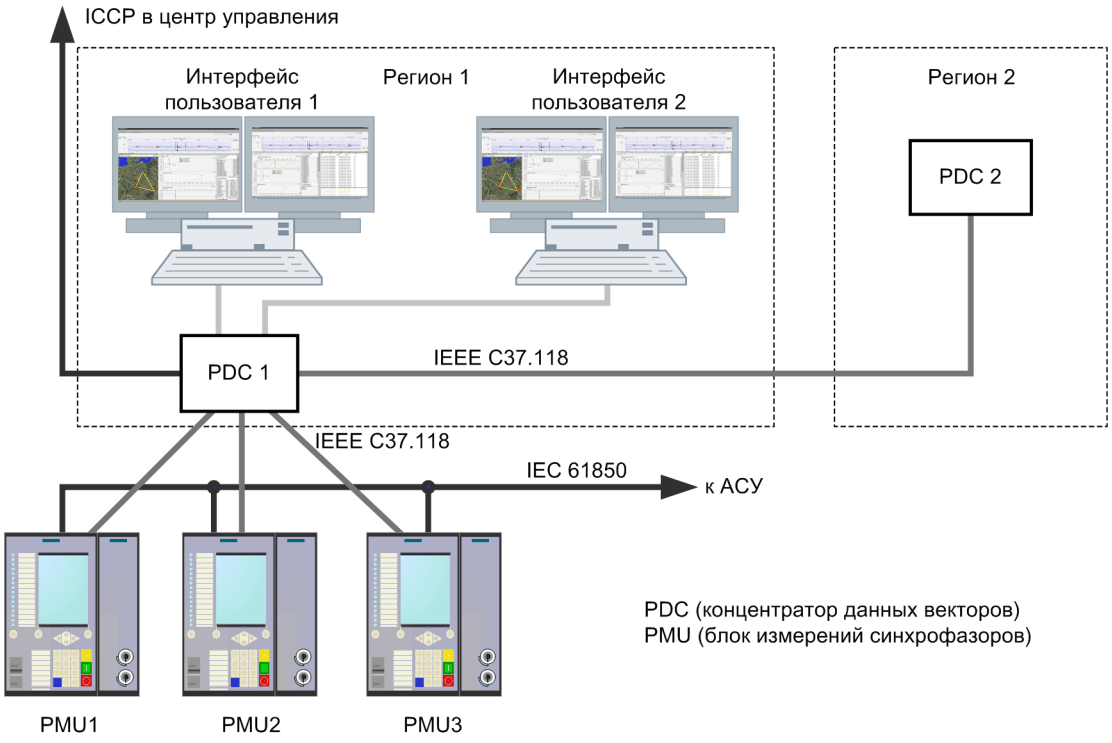
Синхронные векторы, передаваемые из **PMU** в непрерывном потоке данных на PDC, имеют метки времени и, следовательно, могут сравниваться с измеренными величинами других PMU. Частота сети, скорость ее изменения и дополнительные двоичные данные также передаются в виде величин измерения с меткой времени. Таким образом, вы получаете общие сведения о переходных процессах в распределенной системе передачи электроэнергии, таких как колебания в сети и переходные процессы при коммутациях.

Следующая таблица показывает различия между измеренными величинами PMU и измеренными величинами устройства.

Таблица 9-4 Сравнение обычных измеренных величин с параметрами синхронных векторов.

Синхрофазоры PMU	**Измеренные величины из точек измерения**
Постоянное обновление (величины измерения тока) с частотой, например, 10 значений в секунду (скорость поступления сообщений)	Медленное обновление (обычно каждые 5 секунд)
Каждая измеренная величина имеет метку времени.	Измеренные величины без метки времени
Векторные величины тока и напряжения (амплитуда и фаза)	Действующие величины без фазного угла

Следующий рисунок показывает структуру такой распределенной системы мониторинга. Данные, получаемые PDC от PMU, передаются в центр управления сетью по протоколу ICCP, соответствующему стандарту DIN EN 60870-6.



[dwstrwam-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-4 Структура системы мониторинга переходных режимов (СМПР) с блок измерений синхрофазоров

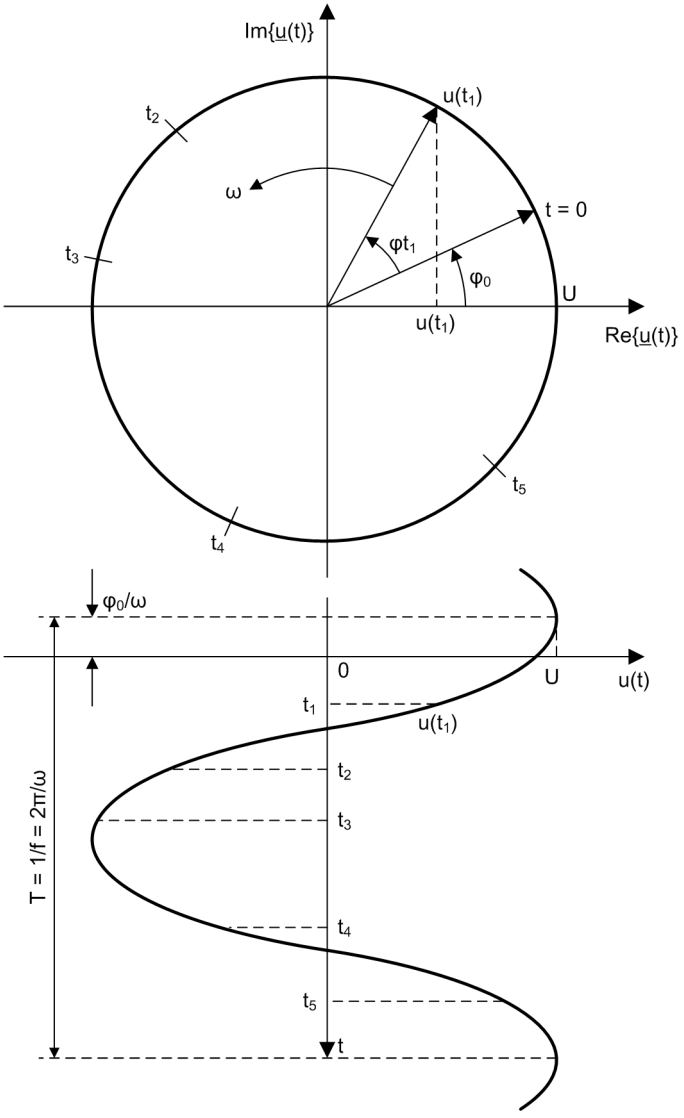
Каждое устройство PMU оснащено двумя коммуникационными интерфейсами: модуль Ethernet для обмена информацией о синхрофазорах по IEEE C37.118 и еще один модуль, для связи с АСУ ТП, например, по протоколу МЭК 61850.

Центр анализа данных, например SIGUARD PDP (Phasor Data Processor), получает данные и файлы, архивирует и графически отображает их в пользовательском интерфейсе. В этой системе может выполняться функция самодиагностики, например, при незатухающих качаниях мощности. Дальнейшее распределение информации на другие PDC или станцию управления также выполняется в этой системе.

В соответствии с требованиями к максимальным погрешностям (TVE) по стандарту IEEE C37.118, допуск по времени относительно времени UTC (UTC - всемироное скоординированное время) может составлять не более 10 мкс. Поэтому для правильной работы PMU устройство должно синхронизироваться непосредственно с сигналом точного времени GPS.

Векторы

Вектор $u(t) = \underline{U}e^{j\omega t}$ можно представить как вектор, который вращается против часовой стрелки в комплексной плоскости с угловой частотой ω. Функция напряжения $u(t) = Re\{\underline{u}(t)\}$ получается как проекция вектора $\underline{u}(t)$ на действительную ось.

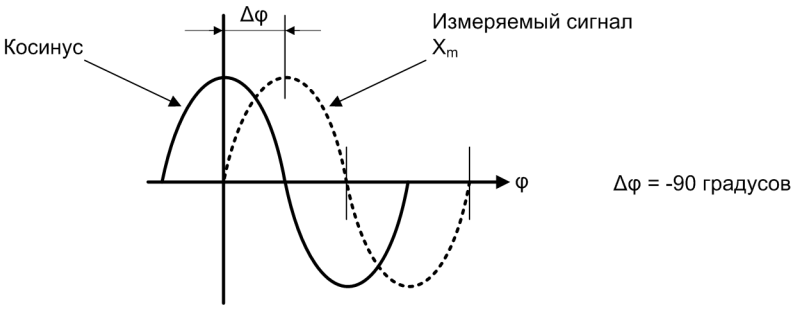


[dwgeopdc-061011-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-5 Геометрическое представление вектора

Опорная точка для определения угла

Фазный угол сигнала измерения X_m определяется относительно косинусоиды, номинальная частота которой синхронизирована с системой отсчета времени UTC (см. *Рисунок 9-6*).



[dwutcphi-260112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-6 Определение фазного угла ρ сигнала измерения X_m относительно косинусоиды

Настраивается количество векторов, которое передается в секунду. Скорость передачи данных определяется в соответствии с IEEE C37.118 как скорость отчетности. Скорость передачи отчетов определяет количество векторов, которые передаются за 1 секунду. Необходима очень точная синхронизация времени, так чтобы можно было выполнить векторное измерение для сравнения векторов из разных мест.

Скорость передачи отчетов

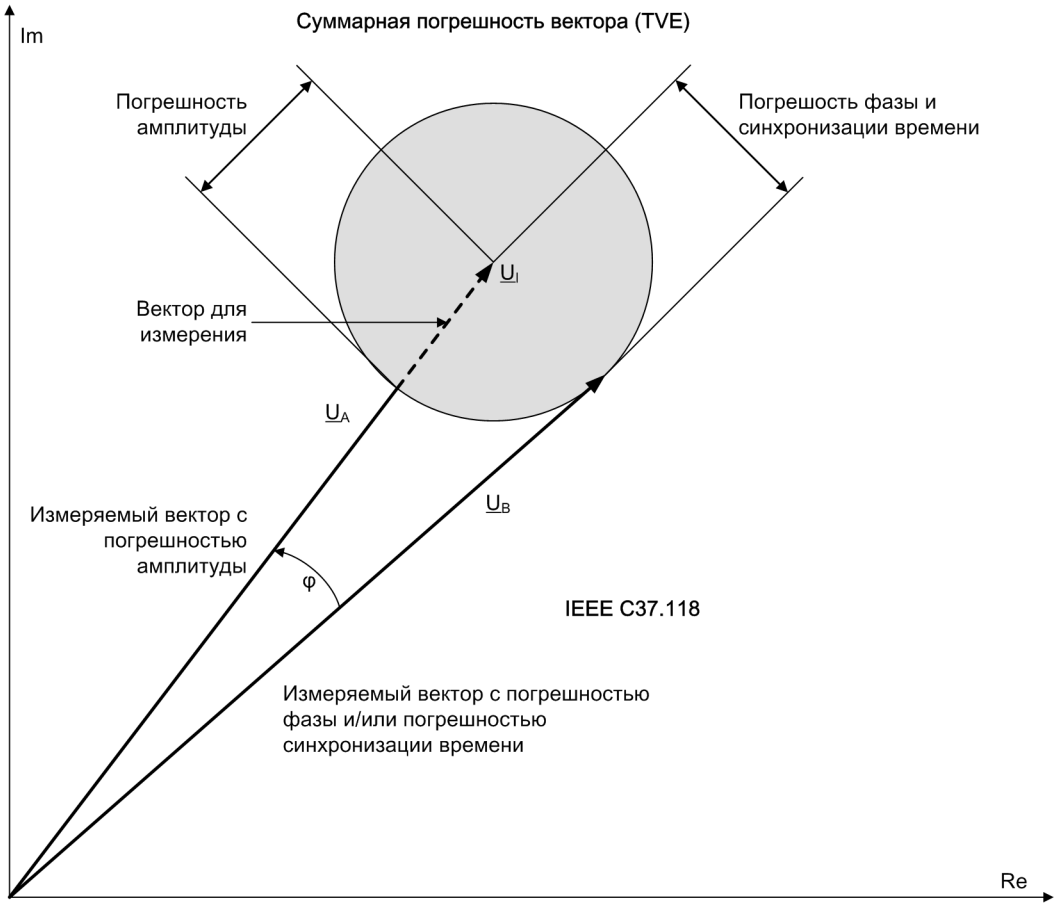
Вы используете регулируемую скорость отчетности (параметр **(_:10621:102) Частота отчетов**) для определения количества телеграмм, которые собираются и отправляются в PDC за секунду. Она настраивается в зависимости от номинальной частоты и используется для всех токов и напряжений соответствующей функциональной группы **PMU**. Если в устройстве создано несколько функциональных групп **PMU**, они могут работать с разными скоростями отчетности.

Суммарная векторная погрешность (TVE)

TVE описывает погрешность между действительными и измеренными величинами входного сигнала. Стандарт векторной синхронизации IEEE 37.118 среди прочего определяет верхние предельные величины 120 % $U_{ном}$ и 200 % $I_{ном}$. До этих предельных величин в установившемся режиме TVE не должна превышать 1 %. Стандарт определяет два функциональных класса — классы P и M — как диапазоны, в пределах которых влияющие переменные являются допустимыми и должно поддерживаться величина TVE ≤ 1 %. Устройства SIPROTEC 5 соответствуют классам P и M, которые определяют следующие влияющие переменные для TVE 1 %:

- Частота сигнала (относительно $f_{ном}$)
- Амплитуда сигнала (относительно 100 % номинальной амплитуды) для напряжения и тока
- Фазный угол (относительно 0°)
- Гармонические искажения (относительно < 0,2 % (THD) до 50-й гармоники

На следующем рисунке суммарная векторная погрешность показана графически. Как и для амплитуды, TVE также включает и угловую погрешность.



[dwklatve-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-7 Представление суммарной векторной погрешности

TVE определятся следующим образом:

$$TVE = \sqrt{\frac{(X_{r(n)} - X_r)^2 + (X_{i(n)} - X_i)^2}{X_r^2 + X_i^2}}$$

[fo_utcphi-111011-01.tif, 1, --_--]

где:

- $X_{r(n)}$ = действительная часть измеренного сигнала
- $X_{r(n)}$ = мнимая часть измеренного сигнала
- $X_{r(n)}$ = действительная часть входного сигнала
- $X_{r(n)}$ = мнимая часть входного сигнала

Переменные, которые влияют на TVE, это:

- Погрешности амплитуды
- Угловые погрешности
- Точность синхронизации (отклонение от UTC)

Точность синхронизации зависит от таймера GPS и точной коррекции выдержки времени в принимающем модуле GPS, а также от оптимальной настройки антенны GPS.

9.5.4 Передаваемые данные

Следующая информация передается из PMU в PDC:

- Векторы напряжения и тока
- Частота
- Периодичность изменения
- Двоичные данные

Каналы напряжения и тока, передаваемые из функциональной группы **PMU**, выбираются с помощью редактора **соединения функциональных групп** в DIGSI 5. Частота и скорость изменения частоты определяются один раз для каждой группы PMU. Таким образом, учитываются только каналы тока и напряжения, выбранные в редакторе **соединения функциональных групп** для данной группы PMU. Ранжирование двоичных данных можно настроить в матрице ранжирования информации DIGSI 5.

Канал, используемый для указания частоты, выбирается динамически во время работы устройства. Каждый канал проверяется на наличие сигнала в следующем порядке:

1. точки измерения 3-фазного напряжения
2. точки измерения 1-фазного напряжения
3. точки измерения 3-фазного тока
4. точки измерения 1-фазного тока

Первая найденная точка измерения с допустимым сигналом используется для указания частоты в функциональной группе **PMU**.

В случае 3-фазных точек измерения вместо трех отдельных синхронных векторов могут передаваться компоненты системы прямой последовательности. Уставки вводятся с помощью параметра **(_:10621:103) Только ПП**.

9.5.5 Коммуникация PMU (IEEE C37.118)

Коммуникация PMU согласно IEEE C37.118 – это формат связи клиент-сервер, в котором PDC (Концентратор данных векторов) работает и как клиент, и как сервер.

Как только PDC успешно подключается к устройству PMU, и данные конфигурации PMU запрошены, PDC инициирует передачу данных о синхронных векторах, посылая команду в PMU. Кроме векторов передаются наименования каналов ранжированных точек измерения и двоичные данные. Они генерируются самой соответствующей группой функций PMU и не предусматривают возможности редактирования.

Пример наименований точек измерения и двоичных данных показан ниже:

Таблица 9-5 Возможные имена точек измерения

Имя, отображаемое в редакторе соединений функциональной группы DIGSI	**В зависимости от типа подключения наименование передается в PDC (не может быть изменено)**
Точка измерения U-3ф 1[ID 1]	MP-V3ф VAB ID01 MP-V3ф VBC ID01 MP-V3ф VCA ID01 MP-V3ф VA ID01 MP-V3ф VB ID01 MP-V3ф VC ID01 MP-V3ф V1 ID01
Точка измерения I-3ф 1[ID 2]	MP-I3ф IA ID02 MP-I3ф IB ID02 MP-I3ф IC ID02 MP-I3ф I1 ID02

Имя, отображаемое в редакторе соединений функциональной группы DIGSI	В зависимости от типа подключения наименование передается в PDC (не может быть изменено)
Точка измерения I-1ф 1[ID 3]	MP-I1ф ID03
Точка измерения U-1ф 1[ID 4]	MP-V1ф ID03

Таблица 9-6 Возможные имена двоичных данных

Путь, отображаемый в DIGSI 5 (можно изменить)	Наименование, передаваемое в PDC (нельзя изменить)
PMU 1: Transf.bin.1: >BinaryInfo.6	BIN-01-INFO-6
PMU 1: Transf.bin.2: >BinaryInfo.8	BIN-02-INFO-8
PMU 1: Transf.bin.10: >BinaryInfo.3	BIN-10-INFO-3

Данные постоянно передаются из PMU в PDC с заданной скоростью отчетности. Передача заканчивается соответствующей командой отключения из PDC или когда связь между PDC и PMU прерывается.

Связь между PMU и PDC осуществляется с помощью протоколов TCP и UDP.

Следующие порты используются для передачи данных:

- TCP: Порт 4712
- UDP: Порт 4713

Порты, должны быть настроены на PDC.

До трех разных PDC можно подключить к одному PMU устройства одновременно. IP-адреса для максимум 3 PDC устанавливаются в функциональной группе **PMU**. Если сконфигурировано 4 устройства PMU, то это обеспечивает поддержку до 12 PDC.

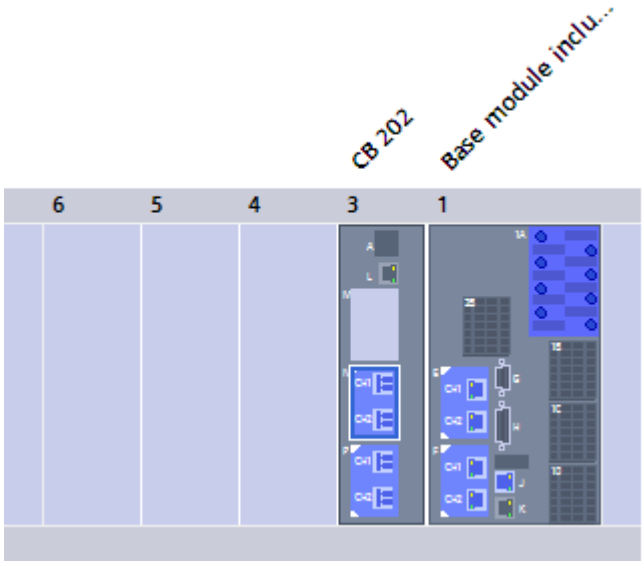
9.5.6 Параметрирование PMU с помощью DIGSI

Вы задаете и настраиваете параметры PMU с помощью DIGSI. После добавления устройства в проект DIGSI можно настроить в качестве PMU один или более модулей связи, поддерживающих синхронные векторы. Модуль устройства поддерживает максимум 2 модуля связи, которые можно настроить как PMU. Если нужно более двух PMU, устройство следует расширить с помощью сменного модуля CB202 (модуль расширения), который может иметь 2 или более коммуникационных модуля.

Следующие модули связи поддерживают синхронные вектора:

- ETH-BA-2EL (два электрических интерфейса Ethernet, RJ45)
- ETH-BB-2FO (2 x оптических Ethernet, 2 км, LC, дуплекс)

Эти модули затем свободно назначаются для портов E, F, N или P устройства, см. *Рисунок 9-8*. Выбранный порт можно увидеть в параметре **(_:10621:104) Порт**. Этот параметр автоматически контролируется DIGSI и не может быть изменен.



[sccommod-140213-01.tif, 1, ru_RU]

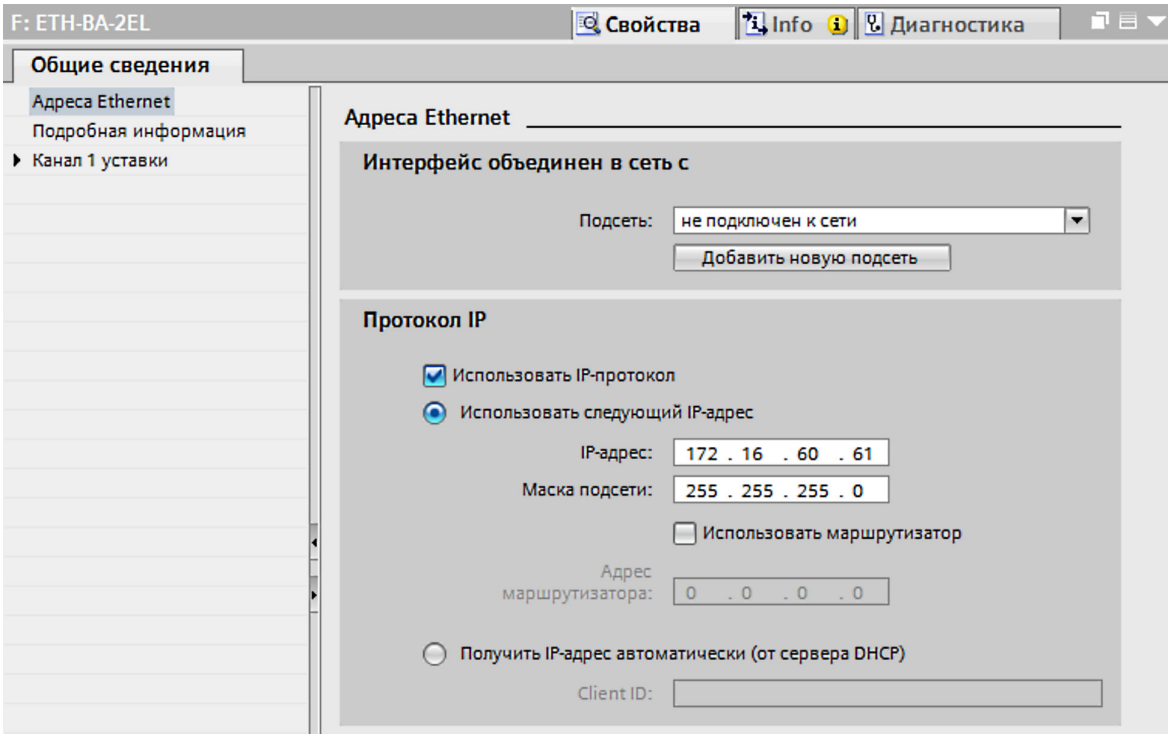
Рисунок 9-8 Расположение коммуникационных модулей

ПРИМЕЧАНИЕ

Порт M подключаемого сменного модуля CB202 используется для размещения модулей измерительных преобразователей и не может использоваться для коммуникационных модулей.

Адресация

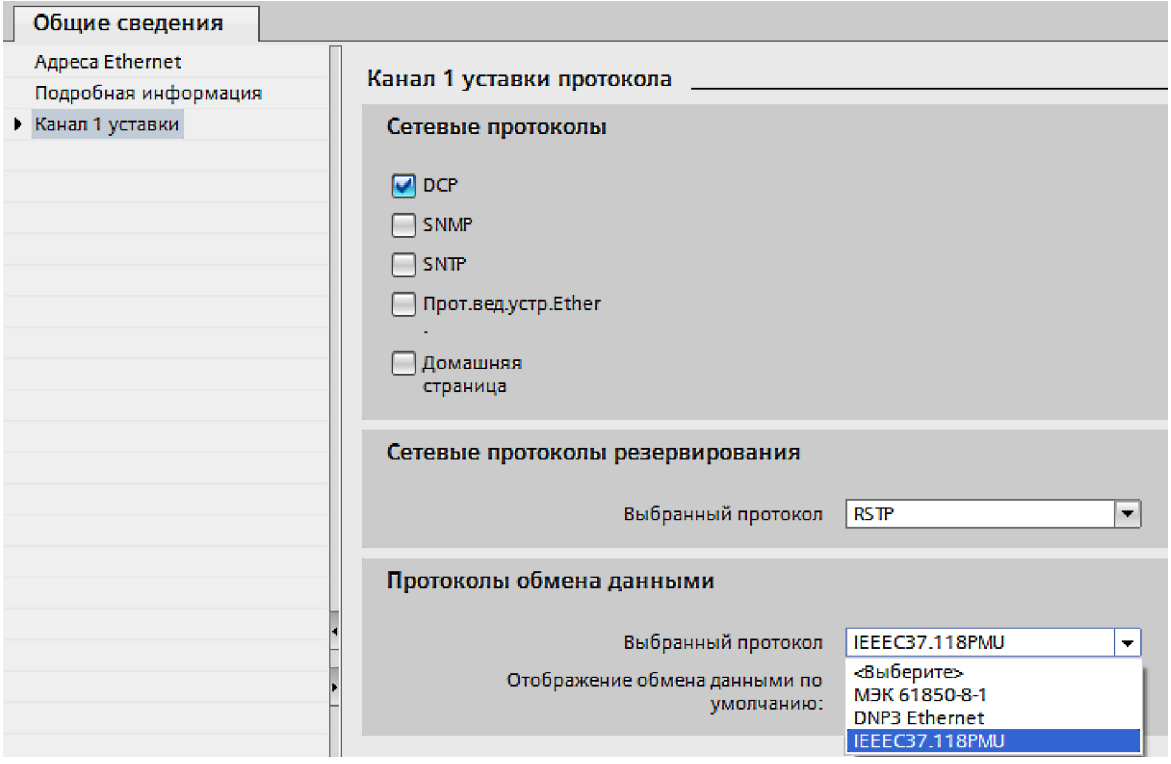
Настройте соответствующий адрес Ethernet (IP-адрес, маску подсети, и т. д.) для каждого коммуникационного модуля в DIGSI. Это выполняется в DIGSI в диалоговом окне свойств **Общие сведения** коммуникационного модуля в пункте меню **Адреса Ethernet**, и таким образом формирует IP-адрес для соответствующего PMU.



[scethern-200912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-9 Настройка адреса Ethernet

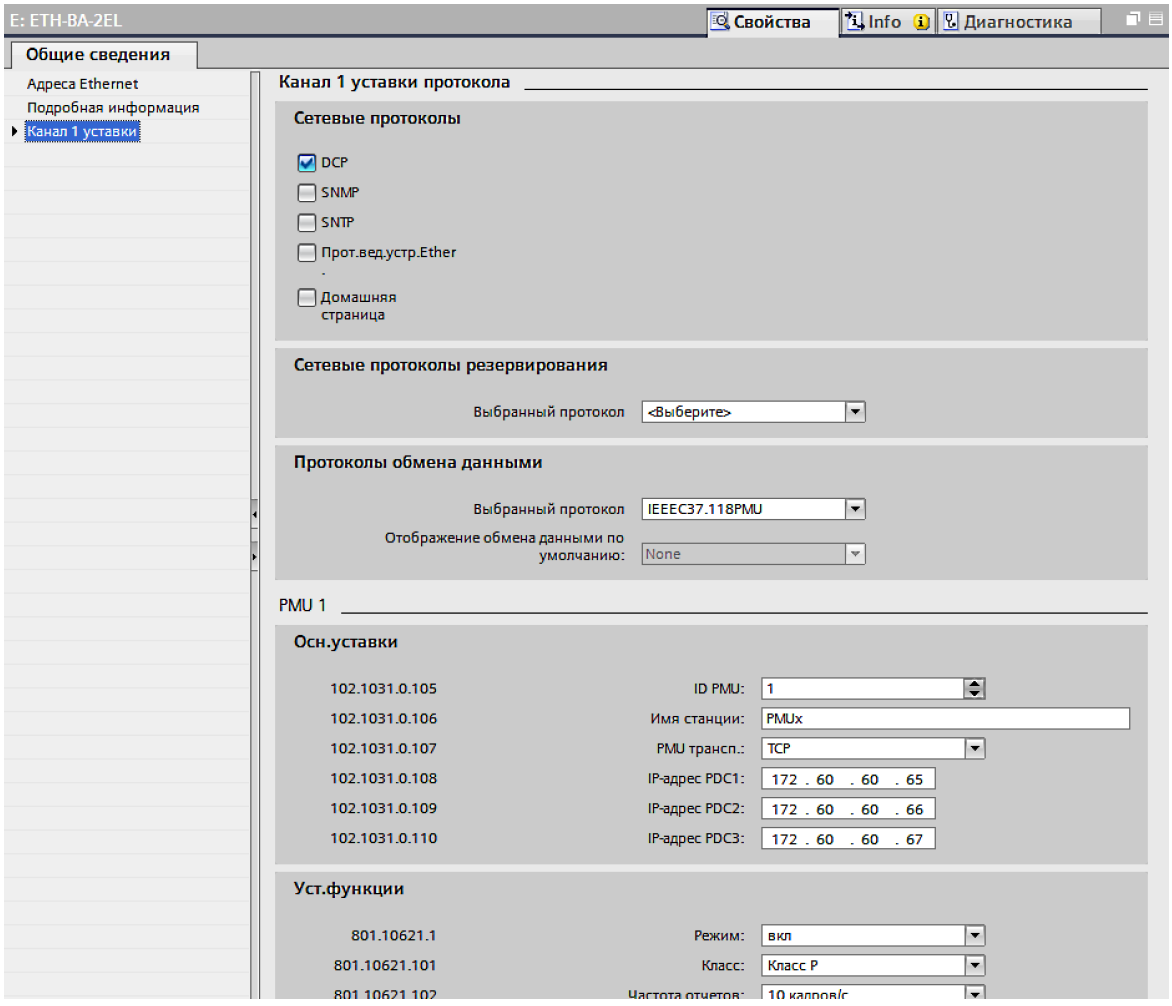
В диалоговом окне свойств DIGSI для канала 1 и выберите протокол синхронных векторов, см. *Рисунок 9-10*.



[scprotoc-200912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-10 Выбор протокола

После выбора протокола синхронных векторов для модуля связи откроется следующее диалоговое окно для конфигурации отдельного PMU, см. *Рисунок 9-11*.



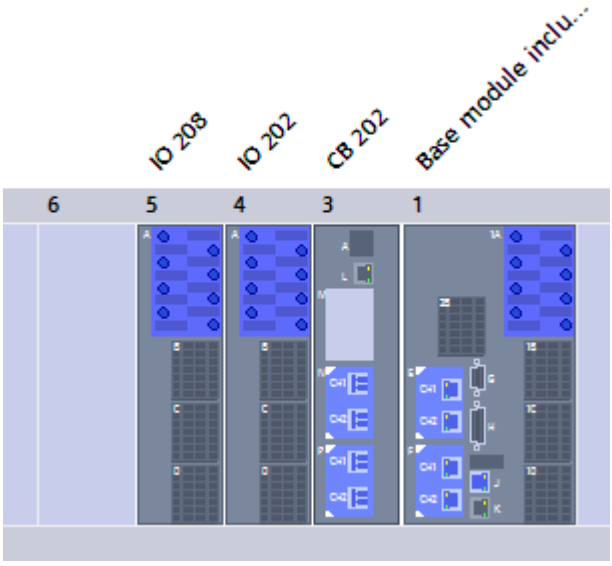
[scpmucon-200912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-11 Настройка отдельного PMU

Вы задаете специализированные уставки протокола связи в верхней части этого диалогового окна. В нижней его части вы задаете соответствующие параметры для отдельных PMU.

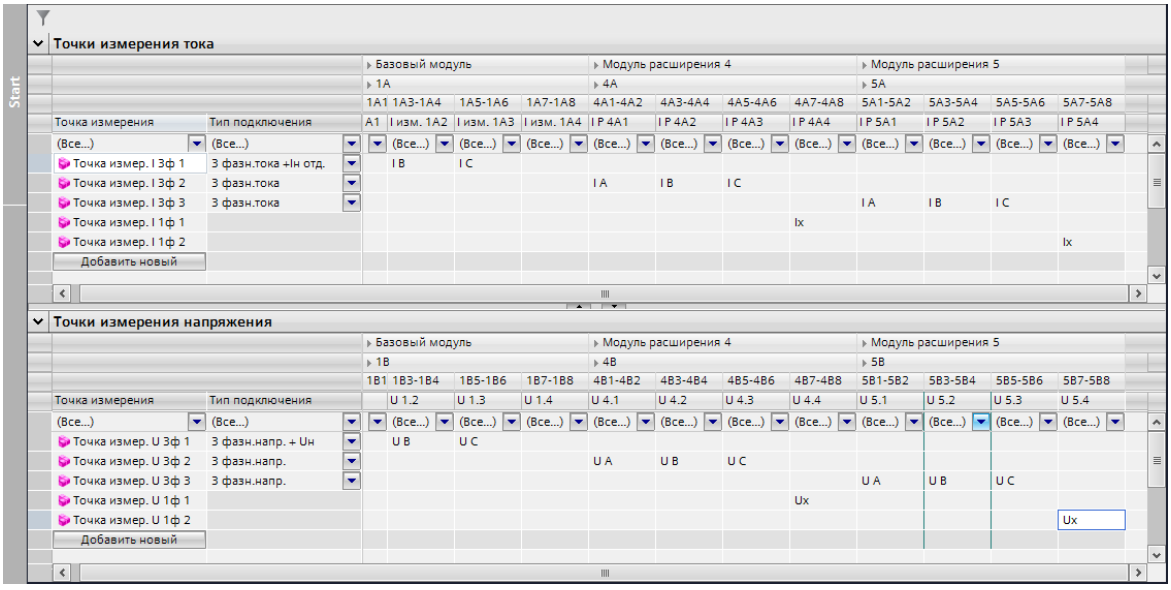
Назначение точек измерения

После добавления в устройство точек измерения, вы можете назначить эти точки измерения для любого сконфигурированного PMU. *Рисунок 9-12* показывает пример расширения конфигурации устройства за счет двух дополнительных модулей ввода-вывода. Вы заводите выходные сигналы тока и напряжения на эти модули входов/выходов к точкам измерения через матрицу ранжирования DIGSI, см. *Рисунок 9-13*.



[scaddios-140213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-12 Добавление дополнительных модулей входов/выходов



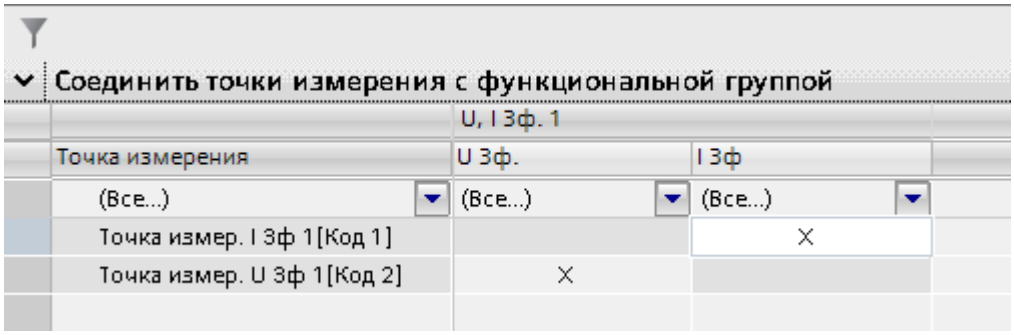
[scroutin-240912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-13 Назначение входов для напряжения и тока в дополнительных модулях входов/выходов для точек измерения

Максимальное количество точек измерения, которые можно задать для одного PMU:

- 2 x 3ф точки измерения напряжения
- 2 x 3ф точки измерения тока
- 2 x 1ф точки измерения напряжения
- 2 x 1ф точки измерения тока

Вы можете назначить все поддерживаемые точки измерения для любого PMU, см. *Рисунок 9-13*. Однако каждая функция PMU должна быть подключена к 3ф точке измерения напряжения.



[scfgconn-240912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-14 Подключение точек измерения к сконфигурированным функциональным группам PMU

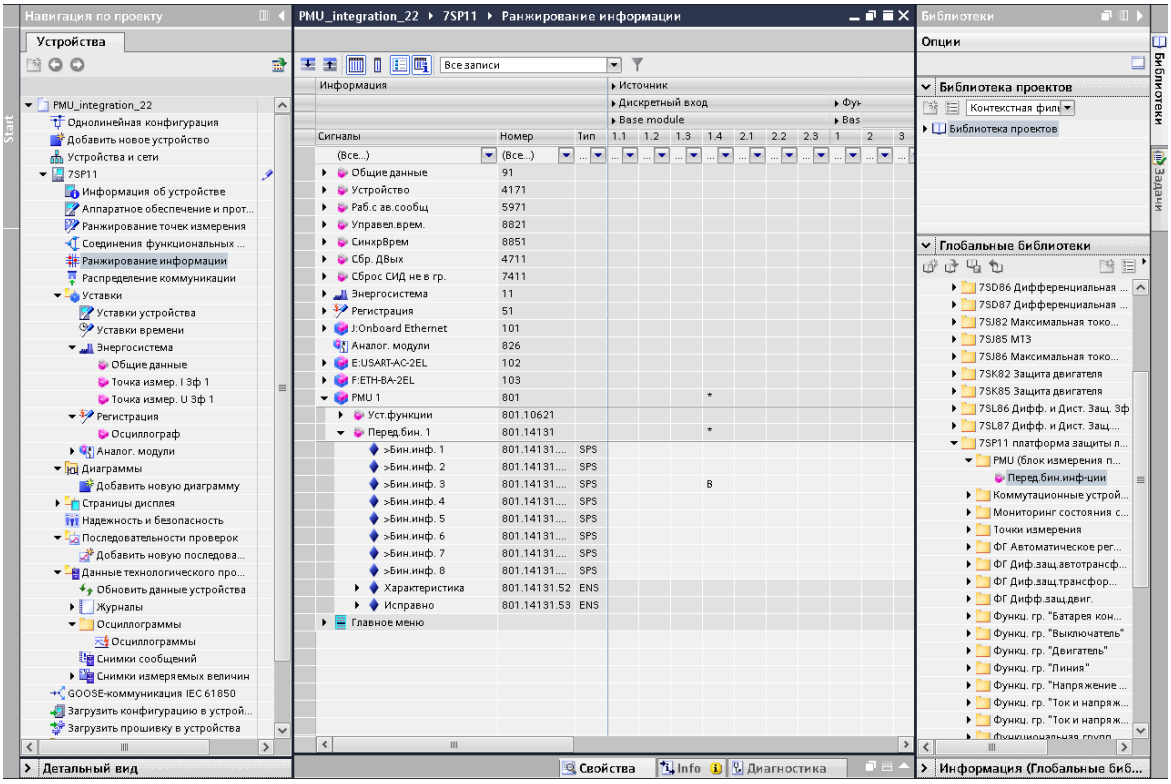
Когда все настройки выполнены, PMU полностью настроены. **PMU** — это функциональная группа, которая работает независимо от других функциональных групп, установленных на устройстве.

Загрузка устройства, однако, зависит от:

- Количество функций PMU
- Функциональный класс (класс M создает более высокую нагрузку)
- Число назначенных каналов
- Настроенная скорость отчетности для каждого PMU
- Число передаваемых дискретных сигналов

Ранжирование дискретных сигналов

Вы можете связать дискретные входы или CFC с дискретными каналами PMU с помощью матрицы ранжирования информации DIGSI. В папке **Блок векторных измерений (PMU)** библиотеки функций DIGSI вы найдете функциональный блок **Передача двоичных данных** (см. *Рисунок 9-15*). Вы можете использовать до 10 функциональных блоков в одной функциональной группе **PMU**. Каждый функциональный блок содержит 8 параметров для ранжирования дискретных каналов.



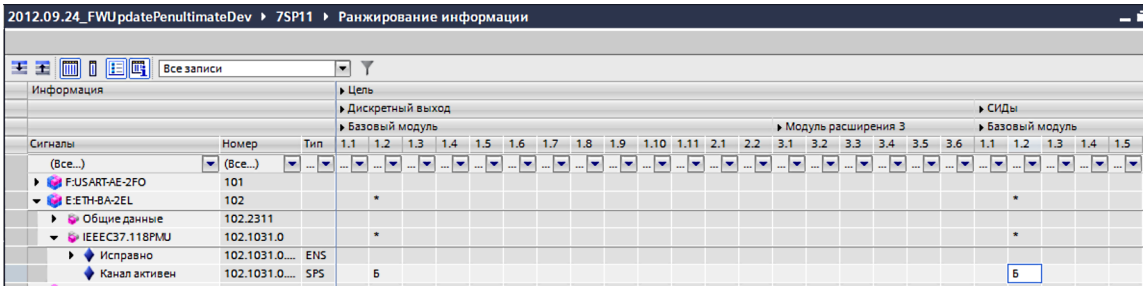
[scpmubif-240613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-15 Ранжирование информации в DIGSI 5

Ранжирование сообщений

Сообщение*Канал активен* журнала PMU

- Поступает, если PMU подключен к PDC.
- Не поступает, если соединение с PDC прервано.

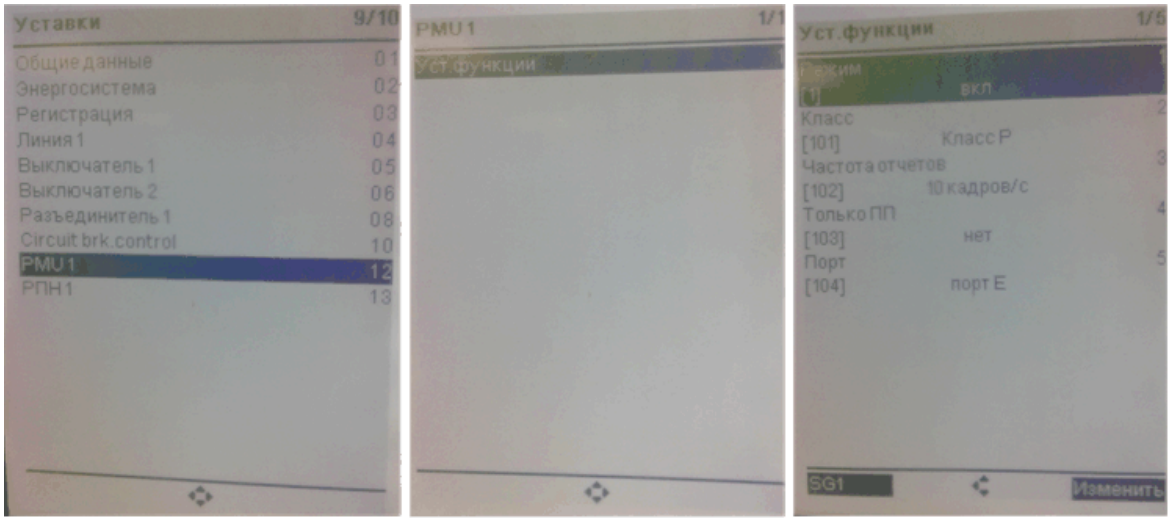


[scparami-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-16 Сообщение журнала для отображения соединения PMU/PDC

9.5.7 Параметрирование PMU на устройстве

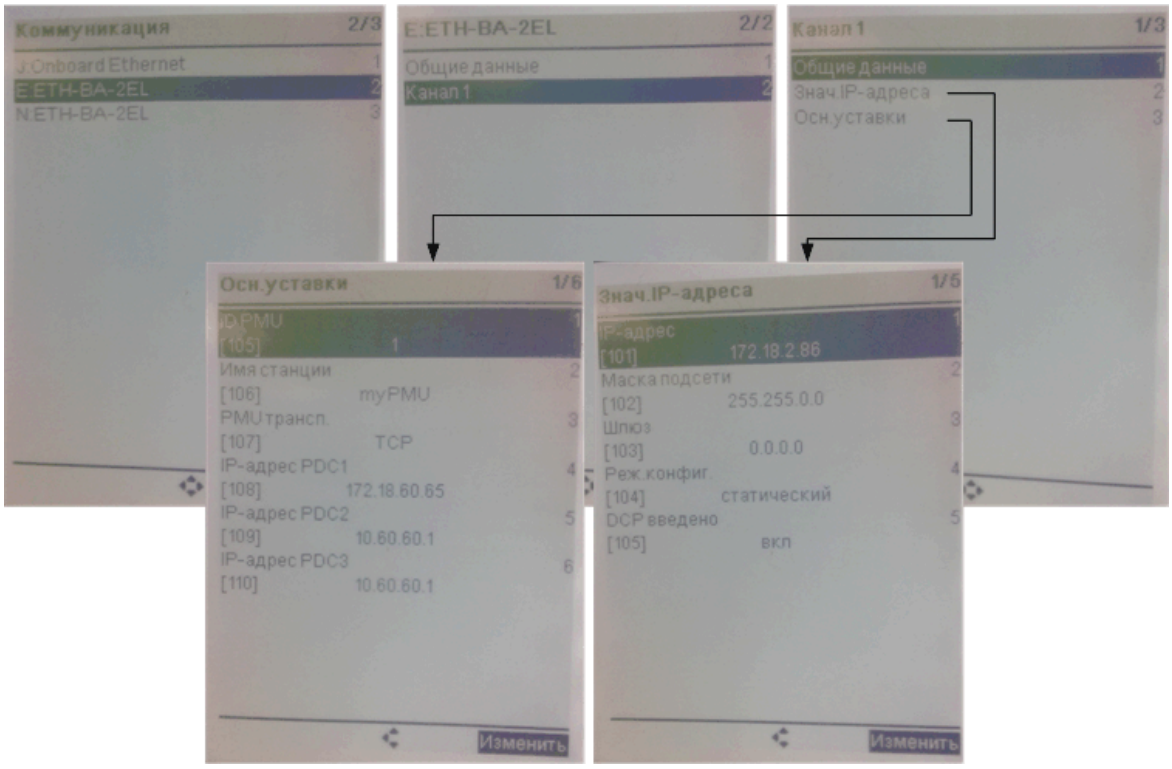
Вы можете также изменить параметры PMU непосредственно с передней панели устройства. Для этого выберите нужный PMU вместо показанного на экране. Выбрав пункт меню **Уставки**, вы попадете в раздел редактируемых уставок (см. *Рисунок 9-17*). Обратите внимание, что параметр **Порт** изменить нельзя, т.к. он соответствует физическому положению слота рассматриваемого модуля связи.



[scdevpmu-260613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-17 Изменение уставок функции PMU через дисплей устройства

Таким же образом вы можете изменить коммуникационные параметры. Для этого выберите соответствующий порт в меню **Коммуникация** на дисплее устройства. Из пункта меню **Канал 1** вы сможете перейти к подробным вариантам уставок для определения IP или параметров коммуникации для PMU (см. *Рисунок 9-18*).



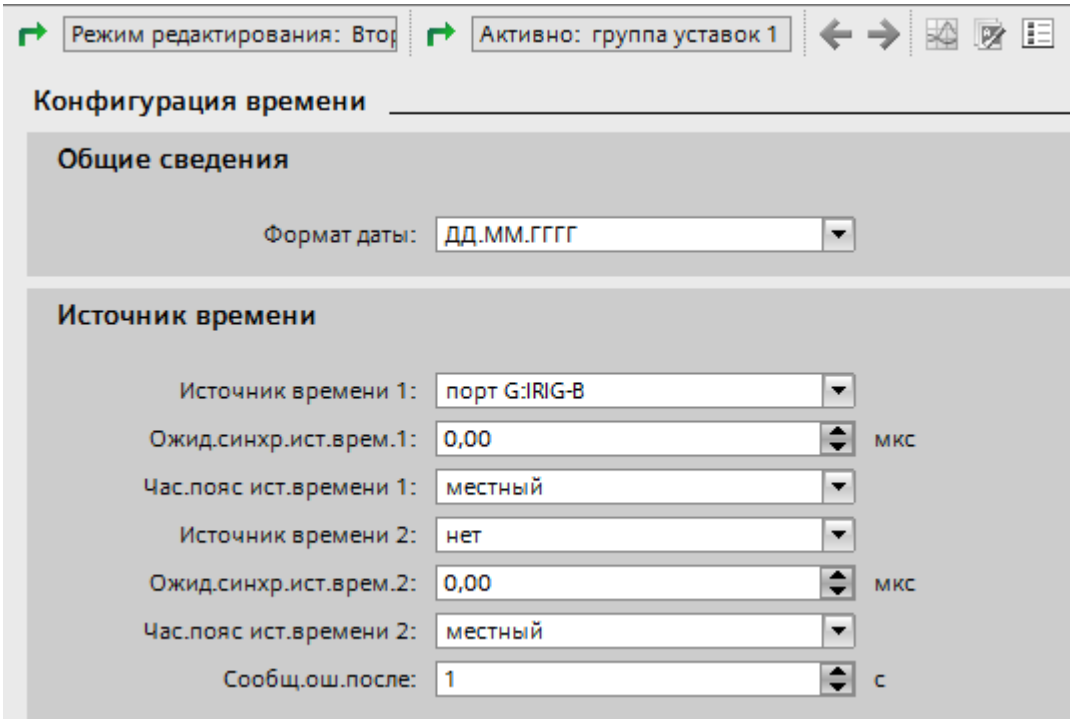
[scdevcom-260613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-18 Изменение параметров обмена данными через дисплей устройства

9.5.8 Указания по применению и вводу уставок

Синхронизация времени

Для того, чтобы обеспечить точность времени PMU, необходимо выбрать **IRIG-B** в качестве протокола для часов GPS, см. рисунок ниже. При других уставках функциональная группа **Функция PMU** указывает на отсутствие синхронизации по времени.



[sc_setting time source_2014-09-09, 1, ru_RU]

Рисунок 9-19 Настройка синхронизации времени

Для того чтобы быстро обнаружить отсутствие синхронизации времени, установите время ожидания для сообщения о повреждении при потере синхронизации равным минимально возможному значению, т.е. 1 с.

Параметр: Режим

- Уставка по умолчанию **(_:10621:1) Режим** = ***вкл***

Активизируйте или деактивизируйте функцию PMU или включите тестовый режим с помощью параметра **Режим**. Возможные уставки – ***вкл***, ***откл*** и ***проверка***. В тестовом режиме данные PMU маркируются как недействительные.

Параметр: Частота отчетов

- Уставка по умолчанию **(_:10621:102) Частота отчетов** = ***10 кадров/с***

С помощью параметра **Частота отчетов** вы определяете количество сообщений, которые собираются и отправляются в PDC за одну секунду.

ПРИМЕЧАНИЕ

Задаваемые величины отображаются или скрываются в зависимости от установленной номинальной частоты.

Параметр: Только ПП

- Уставка по умолчанию **(_:10621:103) Только ПП** = ***нет***

С помощью параметра **Только ПП** вы устанавливаете, должны ли передаваться данные прямой последовательностью вместо трех отдельных синхронных векторов для трех-фазных точек измерения. Собранные здесь уставки затем подтверждаются для всех PMU с 3ф точками измерения.

Параметр: Класс

- Уставка по умолчанию **(_:10621:101) Класс** = ***Класс P***

Используя параметр **Класс**, можно выбрать, какой класс характеристик используется для расчета измеренных значений. ***Класс P*** — это стандартный вариант для PMU. В этом случае используются фильтры, подходящие для кратковременных изменений и, следовательно, для регистрации динамических процессов. ***Класс M*** предназначен для приложений, на которые не влияют кратковременные искажения и для которых не требуется быстрая реакция.

Параметр: Порт

Этот параметр нельзя задать, поскольку **Порт** является результатом физической позиции, в которой установлен соответствующий коммуникационный модуль.

9.5.9 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уст.функции				
_:10621:1	Уст.функции:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:10621:101	Уст.функции:Класс		• Класс P • Класс M	Класс P
_:10621:102	Уст.функции:Частота отчетов		• 1 кадр/с • 5 кадров/с • 6 кадров/с • 10 кадров/с • 12 кадров/с • 15 кадров/с • 20 кадров/с • 25 кадров/с • 30 кадров/с • 50 кадров/с • 60 кадров/с • 100 кадров/с • 120 кадров/с	10 кадров/с
_:10621:103	Уст.функции:Только ПП		• нет • да	нет

9.5.10 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:10621:52	Уст.функции:Режим работы	ENS	O
_:10621:53	Уст.функции:Исправно	ENS	O

9.6 Средние значения

9.6.1 Описание функций среднекватратичных величин

Среднеквадратичные (усредненные, средние) величины можно получить на основе разных измеряемых величин:

- Рабочие измеряемые величины
- Симметричные составляющие

С помощью уставок вы можете задать, как и когда вычислять средние величины. Уставки описывают:

- Временной интервал, за который вычисляется средняя величина
  (Параметр: **`Средн.инт.вычисл.`**)
- Интервал обновления для отображения средних величин
  (Параметр: **`Средн.инт.обновл.`**)
- Время синхронизации для создания даты начала обновления информации, например, в начале часа (чч:00) или в один из других моментов времени (чч:15, чч:30, чч:45).
  (Параметр: **`Средн.вр.синхр.`**)

Средние величины вычисляются из следующих измеряемых величин:

- Измеряемые рабочие величины за исключением фазных параметров.
- Суммы симметричных составляющих

Можно сбросить вычисление средних величин через

- Дискретный вход>Сброс средней величины
- DIGSI
- Встроенную панель управления



ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие данные** можно инвертировать знак следующих измеряемых величин соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Реактивная мощность (полная): Qсумм

9.6.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для средних величин

Функция вычисления средних величин не имеет в функциональной группе предварительной конфигурации. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Следующие уставки, указанные для вычисления средних величин, можно задать с помощью DIGSI и через устройство. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Средн.инт.вычисл.

- Уставка по умолчанию: **`(_:104) Средн.инт.вычисл.`** = ***`60 мин`***

Значение параметра	Описание
от 1 мин до 60 мин	Временной интервал для вычисления средних величин, например 60 минут

Параметр: Средн.инт.обновл.

- Уставка по умолчанию: **(_:105) Средн.инт.обновл.** = ***60 мин***

Значение параметра	Описание
от 1 мин до 60 мин	Интервал обновления для отображения средней величины, например 60 минут

Параметр: Средн.вр.синхр.

- Уставка по умолчанию: **(_:106) Средн.вр.синхр.** = ***чч:00***

  Параметр описывает время синхронизации для вычисления средней величины.

Значение параметра	Описание
чч:00	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение полного часа
чч:15	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 15 минут после полного часа
чч:30	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 30 минут после полного часа
чч:45	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 45 минут после полного часа



ПРИМЕЧАНИЕ

Вычисление средней величины сбрасывается после

- Изменения одного из трех установленных параметров для вычисления средней величины
- Сброса устройства (первоначальный сброс или перезагрузка)
- Изменения времени
- Сброса средних величин

Средняя величина сбрасывается немедленно. На дисплее появляется "---".

Следующие примеры объясняют как установить параметры и выполнить изменение.

Средн.инт.вычисл. = **60 мин**
Средн.инт.обновл. = **30 мин**
Средн.вр.синхр. = ***чч:15***

Новая средняя величина вычисляется каждые 30 минут, чч:15 (15 минут после последнего часа) и чч: 45 (15 до последнего часа). Все величины измерения, полученные за последние 60 минут, используются для вычисления средней величины.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---" . Затем первая средняя величина вычисляется в 12:15:00.

В этом примере **Средн.вр.синхр.** = ***чч:45*** действует, как указано выше для = ***чч:15***.

Средн.инт.вычисл. = **60 мин**
Средн.инт.обновл. = **60 мин**
Средн.вр.синхр. = ***чч:15***

Новая средняя величина вычисляется каждые 60 мин в чч:15 (15 минут после последнего часа). Все величины измерения, полученные за последние 60 минут, используются для вычисления средней величины.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---" . Затем первая средняя величина вычисляется в 12:15:00.

Средн.инт.вычисл. = **5 мин**
Средн.инт.обновл. = **10 мин**
Средн.вр.синхр. = ***чч:00***

Новая средняя величина вычисляется каждые 10 мин в чч:00, чч:10, чч:20, чч:30, чч:40, чч:50. Все измеренные величины, полученные во время последних 5 мин, используются для вычисления средней величины.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---" . Затем первая средняя величина вычисляется в 11:10:00.

9.7 Минимальные/максимальные значения

9.7.1 Описание функций минимальных/максимальные величин

Минимальные и максимальные величины можно вычислить на основе разных измеряемых или вычисленных величин.

- Рабочие измеряемые величины
- Симметричные составляющие
- Выбранные величины

Вы можете задать, какие измеряемые величины будут использоваться. Измерения для вычисления минимума и максимума загружаются из DIGSI.

Вычисление и сброс максимальных и минимальных величин управляется уставками. Уставки описывают следующие точки:

- Переменная с минимальными/максимальными величинами периодически сбрасывается на 0, либо не сбрасывается совсем.
  (Уставка **Мин./макс.знч.,пер.сбр.**)
- Момент времени, когда переменная минимальных/максимальных величин сбрасывается на 0.
  (Уставка **Мин./мкс.зн.,сбр.каждые** и уставка **Мин./макс.зн.,минут.сбр.**)
- Момент времени, когда начинается цикличная процедура сброса минимальных/максимальных величин (после задания параметров)
  (Уставка **Мин./макс.,дней до нач.**)

Следующий рисунок показывает влияние заданных параметров.



[dwminmax-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-20 Вычисление (формирование) минимальных и максимальных величин

Минимальные и максимальные величины имеют метку времени.

Для вычисления минимальных/максимальных величин используются:

- Измеряемые рабочие величины за исключением фазных параметров.
- Суммы симметричных составляющих
- Средние значения

Минимальные и максимальные величины регулярно сбрасываются через

- Дискретный вход>Сброс мин/макс величин
- DIGSI
- Встроенную панель управления

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **Знак P, Q** в функциональном блоке **Общие данные** можно инвертировать знак следующих измеряемых величин соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Минимальные и максимальные величины активной и реактивной мощностей:
  Мин:Pсумм, Макс:Pсумм, Мин:Qсумм, Макс:Qсумм
- Минимальные и максимальные средние величины активной и реактивной мощности:
  СредМин:Pсумм, СредМакс:Pсумм, СредМин:Qсумм, СредМакс:Qсумм

9.7.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок минимальных/максимальных величин

Функция измерения минимальных/максимальных величин не имеют предварительной конфигурации. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Следующие уставки, указанные для вычисления минимальных/максимальных величин, можно задать с помощью DIGSI и на устройстве. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Мин./макс.знч.,пер.сбр.

- Уставка по умолчанию: **(_:107) Мин./макс.знч.,пер.сбр.** = ***да***

Значение параметра	Описание
Да	Периодический сброс памяти минимальных и максимальных величин активирован.
Нет	Периодический сброс памяти минимальных и максимальных величин не активирован. Следующие параметры не видны

Параметр: Мин./мкс.зн.,сбр.каждые

- Уставка по умолчанию: **(_:108) Мин./мкс.зн.,сбр.каждые** = ***1 день***

Значение параметра	Описание
от 1 до 365 дней	Сброс минимальной и максимальной величины осуществляется периодически во все указанные дни, например, каждый день (1 день)

Параметр: Мин./макс.зн.,минут.сбр.

- Уставка по умолчанию: **(_:109) Мин./макс.зн.,минут.сбр.** = ***0 мин***

Значение параметра	Описание
от 0 мин до 1439 мин	Сброс минимальной и максимальной величин в указанную минуту дня, которая задается параметром **Сброс мин/макс. значений происходит каждые** , например 0 мин (= 00:00)

Параметр: Мин./макс.,дней до нач.

- Уставка по умолчанию: **(_:110) Мин./макс.,дней до нач.** = ***1 день***

Значение параметра	Описание
от 1 до 365 дней	Сообщение, с которого начинается сброс минимальной и максимальной величины, например 1 день (после задания параметров)

9.8 Значения энергии

9.8.1 Описание функций величин энергии

Устройство постоянно определяет величины для активной и реактивной энергии из величин измерения мощности. Оно вычисляет переданную и потребленную электрическую энергию. Вычисление (суммирование за период времени) начинается сразу после запуска устройства. Вы можете просмотреть существующие на данный момент величины энергии на дисплее устройства или через DIGSI, удалить величину энергии (установлено на 0) или установить его на другую исходную величину. После ввода новых уставок вычисление величины энергии будет продолжено уже на базе новых параметров.

Величины энергии можно передавать в центр управления через интерфейс. Величины энергии преобразовываются в учетные величины энергии. Здесь используется следующее:

$$\text{Значение учета электроэнергии} = \frac{\text{Значение электроэнергии}}{S_{\text{ном,об.}}} \cdot 60000\ \frac{\text{Импульс}}{\text{h}}$$

[foomverg-020311-01.tif, 1, ru_RU]

Через заданные параметры, вы можете установить, как обрабатываются измеряемые величины. Задание параметров касается всех учетных величин энергии устройства и не оказывает влияния на функциональную группу. Вы определяете следующие точки:

- Параметр **Вр.восст.энерг.**

  Момент времени (часы); в этот момент устройство будет передавать измеренные величины для передачи через коммуникационный интерфейс. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Инт.восст.энерг.** автоматически деактивируется.

- Параметр **Инт.восст.энерг.**

  Регулируемый период в минутах до первой и каждой последующей передачи измеренной величины через коммуникационный интерфейс устройства. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Интервал передачи используется как альтернатива времени передачи и деактивирует установленное время передачи. Дисплей устройства всегда обновляется.

  Вы найдете эти параметры в уставках устройства в **измеряемые величины**.

Кроме того, восстановление можно отключить через ранжируемый дискретный вход (*>Восстановление*). Фронт сигнала на дискретном входе приводит к активации параметра, т.е. обеспечивает передачу учетных величин энергии через коммуникационный интерфейс.

Память измеренных величин и величины энергии можно установить на 0 через дискретный вход (*>Сброс*) при наличии фронта на дискретном входе.

Примечание: Дискретные входы влияют на все измеренные/учетные величины энергии.

Доступны следующие величины энергии:

Величины энергии		**Первичные**
Wp+	Активная энергия, выход	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч
Wp-	Активная энергия, вход	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч
Wq+	Реактивная энергия, выход	кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч
Wq-	Реактивная энергия, вход	кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч

В соответствии с МЭК 61850 при отсутствии отдельных измеряемых величин достоверность величин учета электроэнергии меняет атрибут на **Сомнительно**.

Состояние достоверности сохраняется, пока для счетчика энергии не будет определена величина энергии, что осуществляется с помощью:

- подтверждения текущего содержания счетчика через **Установить**
- **Установка** нового содержимого счетчика

- **Сброса** счетчика в 0.



ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **Знак P, Q** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих измеряемых величин соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная энергия, выход: Wp+
- Активная энергия, вход: Wp-
- Реактивная энергия, выход: Wq+
- Реактивная энергия, вход: Wq-

9.8.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для величин энергии

Установленные параметры используются для счетчика электроэнергии устройства. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Инт.восст.энерг.

- Уставка по умолчанию: **(_:111) Инт.восст.энерг.** = ***10 мин***

Значение параметра	Описание
0 мин	Восстановление отключено
60 мин	Цикличное восстановление после установленного времени от 1 до 60 минут

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Вр.восст.энерг.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Вр.восст.энерг.

- Уставка по умолчанию: **(_:112) Вр.восст.энерг.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Деактивировано
чч:00	Восстановление после полного часа
чч:15	Восстановление в 15 минут после полного часа
чч:30	Восстановление в 30 минут после полного часа
чч:45	Восстановление в 45 минут после полного часа

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Инт.восст.энерг.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Восст.энергии

- Уставка по умолчанию: **(_:120) Восст.энергии** = ***самое посл. знач.***

Значение параметра	Описание
самое посл. знач.	Сброс текущей величины энергии
разностное значение	Сброс разницы между текущей величиной энергии и величиной энергии при последней операции восстановления

Параметр: Восст.энергии по врем.А

- Уставка по умолчанию: **(_:121) Восст.энергии по врем.А** = ***Неверно***

Значение параметра	Описание
Неверно	Восстановление отключено
Истина	Циклическое восстановление после времени, заданного параметром **(_:111) Инт.восст.энерг.** будет также синхронизировано с системным временем. Пример: **Инт.восст.энерг.** = 30 мин; текущее системное время: 12:10. Первое восстановление: 12:30; следующая операция восстановления: 13:00 и т.д.

Примечание: Если параметр активирован для параметра **(_:111) Инт.восст.энерг.** возможны следующие значения параметров: 1 мин; 2 мин; 3 мин; 4 мин; 5 мин; 6 мин; 10 мин; 12 мин; 15 мин; 20 мин; 30 мин; 60 мин.

Входные сигналы: >Восстановление и >Сброс

Дискретные входы	Описание
>Восстановление	Восстановление измеренных величин запускается с помощью дискретного входа.
>Сброс	Память величин учета устанавливается на 0 через дискретный вход.

Вы ранжируете эти логические сигналы в матрице ранжирования DIGSI. Откройте функциональую группу, например Линия, где вы создали величину энергии. На вкладке **Измеряемые величины** вы найдете вкладку **Энергия, 3 фазы**. На этой вкладке вы найдете логические сигналы и измеряемые величины.

9.9 Определяемые пользователем значения учета

9.9.1 Описание функции учитываемого значения импульса



ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете определить дополнительные измеряемые величины через DIGSI для определяемых пользователем режимов.

Используйте счетчики импульсов; затем вы можете определить соответствующие учитываемые величины через DIGSI и задать параметры для них аналогично величинам энергии. Вы можете просмотреть измеряемые величины на дисплее устройства или через DIGSI.

С помощью этих уставок вы можете индивидуально задать обработку каждой счетно-импульсной величины:

- Параметр **`Время восстановления`**

  Момент времени (часы), когда устройство передаст учетную величину через коммуникационный интерфейс. После этого в соответствии с выбранным протоколом будет выполнена передача данных.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **`Интервал восстановл.`** автоматически деактивируется.

- Параметр **`Интервал восстановл.`**

  Регулируемый период в минутах до первой и каждой последующей передачи измеренной величины через коммуникационный интерфейс устройства. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **`Время восстановления`** автоматически деактивируется.

Кроме того, сброс можно отключить через заданный входной дискретный сигнал (**`>Пересохранить пуск`**) или через внутренний логический дискретный вход. Фронт сигнала на дискретном входе приводит к восстановлению параметра и, таким образом, происходит передача учетной величины через коммуникационный интерфейс.

Сигнал счетчика внутреннего/внешнего генератора импульсов заводится на устройство через ранжируемый дискретный вход (**`>Импульсный вход`**). Если при этом не происходит передача правдоподобных величин, то об этом устройству сигнализируется через другой ранжируемый дискретный вход (**`>Внешняя ошибка`**).

В соответствии с МЭК 61850, при внешней ошибке достоверность учетных величин меняет показатель на **Сомнительно**. Импульсы не суммируются, пока существует внешняя ошибка. Как только условие внешней ошибки устраняется, импульсы снова начинают суммироваться.

Достоверность учетной величины остается с показателем **Сомнительно**, пока не будет определено новое показание счетчика с помощью:

- Подтверждения текущего содержания счетчика через **Уставки**
- **Уставка** нового содержимого счетчика
- **Сброса** счетчика в 0.

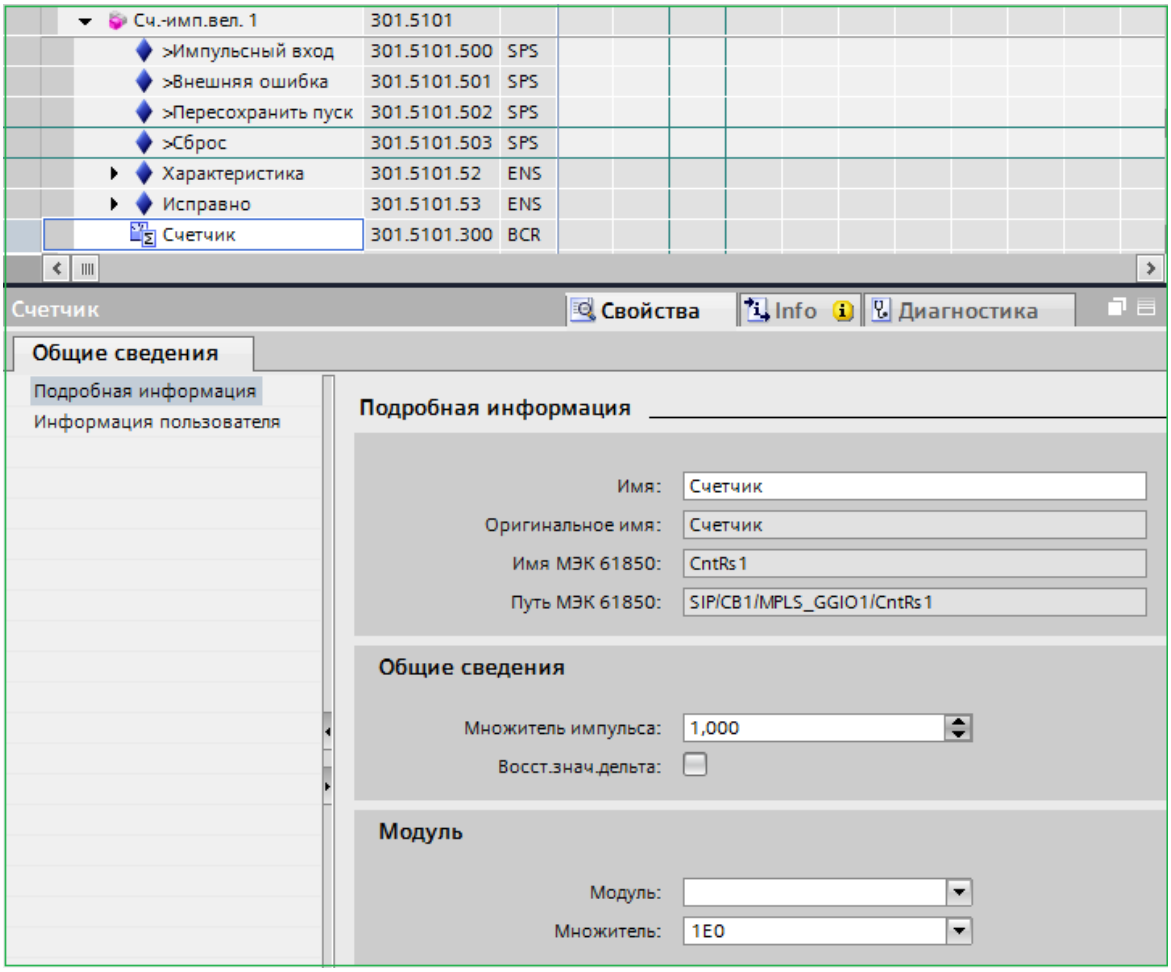
- Параметр **`Фронт пуска`**

  С помощью уставок вы можете сделать выбор между подсчетом импульсов по фронту или по срезу сигнала.

Счетчик импульсов можно сбросить в 0. Вы можете выполнить этот сброс через дискретный вход (при подаче на него фронта сигнала) (**`>Сброс`**) или путем выполнения операции на устройстве.

Чтобы вывести учетные величины на экран устройства, используйте DIGSI для установки желаемого веса импульсов счетчика, единицы измерения учетных величин и коэффициент увеличения для каждого генератора импульсов. Вы также можете назначить имя, задаваемое пользователем.

Для этого откройте функциональное поле **Счетно-импульсная величина** в ранжировании данных DIGSI. (см. (см. *Рисунок 9-21*). Выберите учетную величину и введите уставки в **Свойствах**.



[scomvimp-010313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-21 Уставка с помощью DIGSI, основные уставки, счетно-импульсные величины

9.9.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок счетно-импульсных величин

Функция **Счетно-импульсные величины** не имеет предварительной конфигурации. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Параметры можно установить индивидуально для каждого счетчика импульсов. Вы найдете устанавливаемые параметры в DIGSI в структуре проекта в **Параметр > Группа функций**.

Для счетно-импульсных величин доступны следующие уставки и дискретные входы.

Параметр: `Время восстановления`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Время восстановления`** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Деактивировано
чч:00	Передача после полного часа
чч:15	Передача в 15 минут после полного часа Примечание
чч:30	Передача в 30 минут после полного часа Примечание
чч:45	Передача в 45 минут после полного часа Примечание

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Интервал восстановл.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Интервал восстановл.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Интервал восстановл.** = ***0 мин***

Значение параметра	Описание
0 мин	Передача деактивирована
от 1 min до 60 min	Цикличная передача после установленного времени от 1 до 60 минут

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Время восстановления** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Фронт пуска

- Уставка по умолчанию **(_:103) Фронт пуска** = ***фронт импульса***

Значение параметра	Описание
фронт импульса	Подсчет с помощью фронта импульса
фронт и срез имп.	Подсчет с помощью фронта и срезу импульса

Параметр: Восст.по абс.времени

- Уставка по умолчанию **(_:104) Восст.по абс.времени**= ***Ложь***

Значение параметра	Описание
Ложь	Передача деактивирована
Истина	Циклическое восстановление настроек **Интервал восстановл.** по истечении заданного времени также синхронизировано с системным временем. Пример: **Интервал восстановл.** = 30 мин; текущее системное время: 12:10. Первая операция восстановления: 12:30; следующая операция восстановления: 13:00 и т.д.

Входные сигналы: >Импульсный вход, >Внешняя ошибка, >Пересохранить пуск, >Сброс

Дискретные входы	Описание
>Импульсный вход	Вход для подсчета импульсов внешнего генератора импульсов
>Внешняя ошибка	Сообщение о неисправности счетчика импульсов внешнего генератора импульсов. Сообщение влияет на показатель достоверности импульсной величины.
>Пересохранить пуск	Передача измеренных величин запускается с помощью дискретного входа.
>Сброс	Фронт сигнала на дискретном входе сбрасывает счетчик импульсов на 0.

Количество энергии, определяемое генератором импульсов, должно отображаться в учетной величине.

1 импульс соответствует 100 Вт*ч.

Весовой коэффициент импульса, единицы Си и коэффициент следует настроить, чтобы они соответствовали друг другу.

Отображаемая величина = Вычисленная учетная Величина * Вес импульса * Коэффициент * Единица Си.

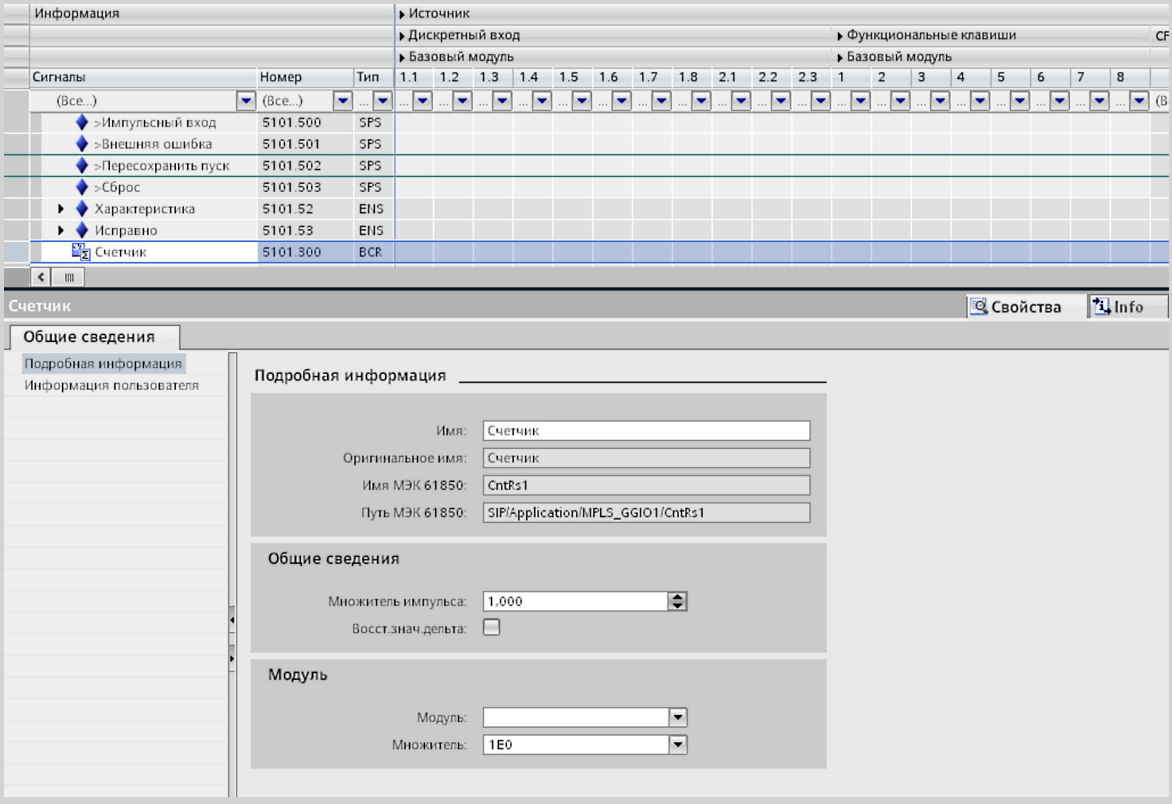
Если вы отметили кнопку **Восстановление дифференциальных значений**, то дифференциальное значение будет передано через коммуникационный интерфейс в заданное время восстановления. Дифференциальная величина формируется путем вычитания содержимого счетчика при последней операции восстановления из текущего показания счетчика.

Вы ранжируете логический сигнал ***>Импульсный вход*** на дискретный вход, к которому подключен генератор импульсов.

Установите следующие величины:

Имя	**Счетчик активной мощности**
Весовой коэффициент импульса	100
Восстановление дифференциального значения	Активировано
Единица Си	Вт*ч
Коэффициент	1

Коэффициент используется для адаптации больших единиц (например, 1000 для кВт*ч). Он настраивается путем возведения в степень числа (1, 10, 100, 1000 и т.д.). Следующий рисунок показывает сигналы, которые можно ранжировать в матрице сообщений DIGSI. Откройте функциональную группу, где вы создали счетно-импульсную величину, например, Линию 1. Здесь вы можете найти функциональное поле **Счетно-импульсная величина**. Здесь вы также найдете логические сигналы, они идут после величин учета. Выберите учетную величину и введите уставки в **Свойствах**.



[scimpzwe-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-22 Задание уставок с помощью DIGSI

9.10 Статистические величины первичной системы

Устройство содержит статические данные для выключателей и разъединителей.

Для каждого выключателя доступны следующие величины:

- Общее количество отключений выключателя, инициированных устройством.
- Количество отключений выключателя, инициированных устройством, отдельно для каждого полюса выключателя (если возможно однофазное отключение)
- Суммарный отключаемый ток
- Суммарные отключаемые токи, отдельно для каждого полюса выключателя
- Количество часов при отключенном выключателе
- Часов под нагрузкой

Следующие величины доступны для каждого разъединителя:

- Общее количество операций разъединителя инициированных устройством
- Количество операций отключения разъединителя, инициированных устройством, отдельно для каждого полюса разъединителя (если возможны однофазные операции)

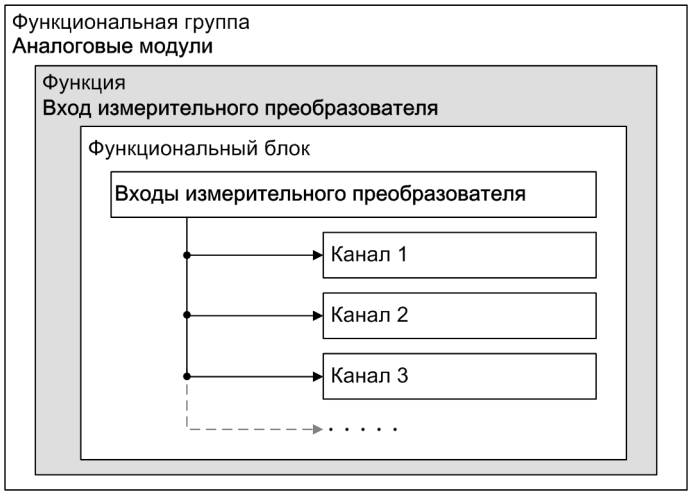
9.11 Измерительные преобразователи

9.11.1 Обзор функций

В устройствах можно использовать измерительные преобразователи с 20 мА входами. Доступны 4 таких входа в модуле ANAI-CA-4EL, который можно вставить в слот коммуникационного модуля (например, порт E или F). Можно подключить до 4 модулей. Обычно медленно изменяющиеся переменные технологического процесса, например температура или давление газа, регистрируются через такие 20 мА измеренные величины, а затем эти величины передаются в АСУ ТП.

9.11.2 Структура функции

Блоки измерительных датчиков встроены в функциональную группу **Аналоговые блоки** и содержат входные и выходные каналы, которые настраиваются независимо друг от друга.

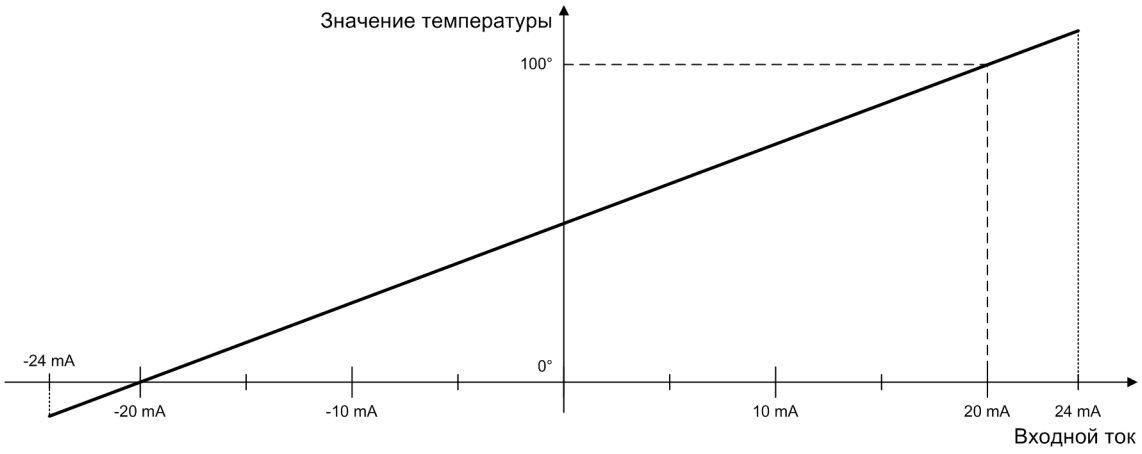


[dwstrumu-050313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-23 Структура/реализация функции

9.11.3 Описание функции

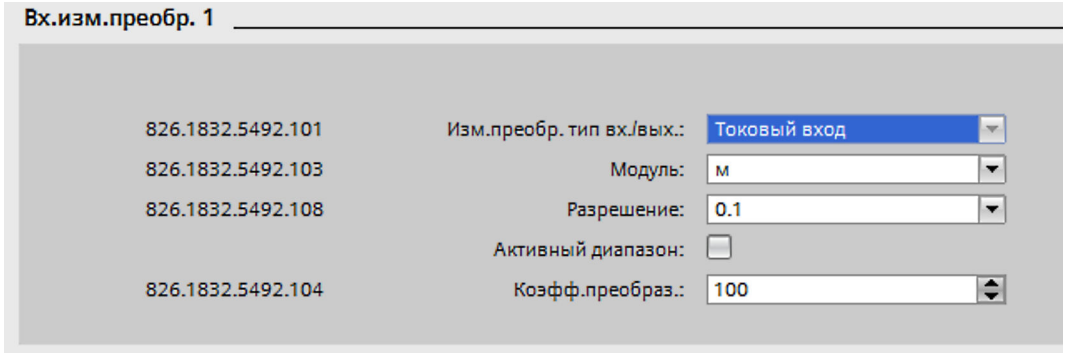
Обычно входы 20 мА передают значение, которое отображает физическую величину, например температуру или давление. Следовательно, устройство может иметь характеристику, которая задает физическую величину 20 мА величине. Если параметр **Активный диапазон** не активирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от -24 мА до +24 мА. Задание диапазона для величины масштабного коэффициента берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА. Пример показан на следующем рисунке.



[dwklbsp1-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-24 Характеристика 20 мА входа (пример 1)

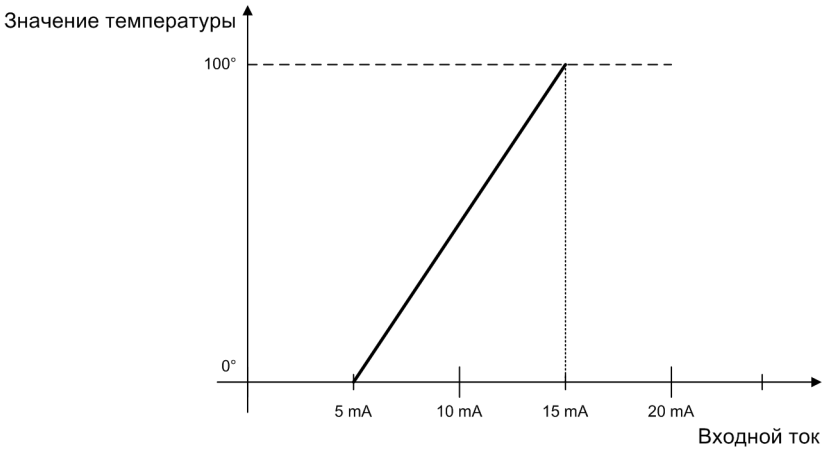
В этом примере измеренная величина -20 мА означает температуру 0 градусов по Цельсию, а измеренное значение 20мА означает температуру 100 градусов по Цельсию. Таким образом, задаются параметры **Модуль** = ***°C*** и **Коэфф.преобраз.** = ***100***. Для значения температуры можно выбрать разрешение (разряд десятичной дроби); в качестве разряда десятичной дроби выберите **Разрешение** = ***0.1***.



[sctransd-110113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-25 Настройки для примера 1

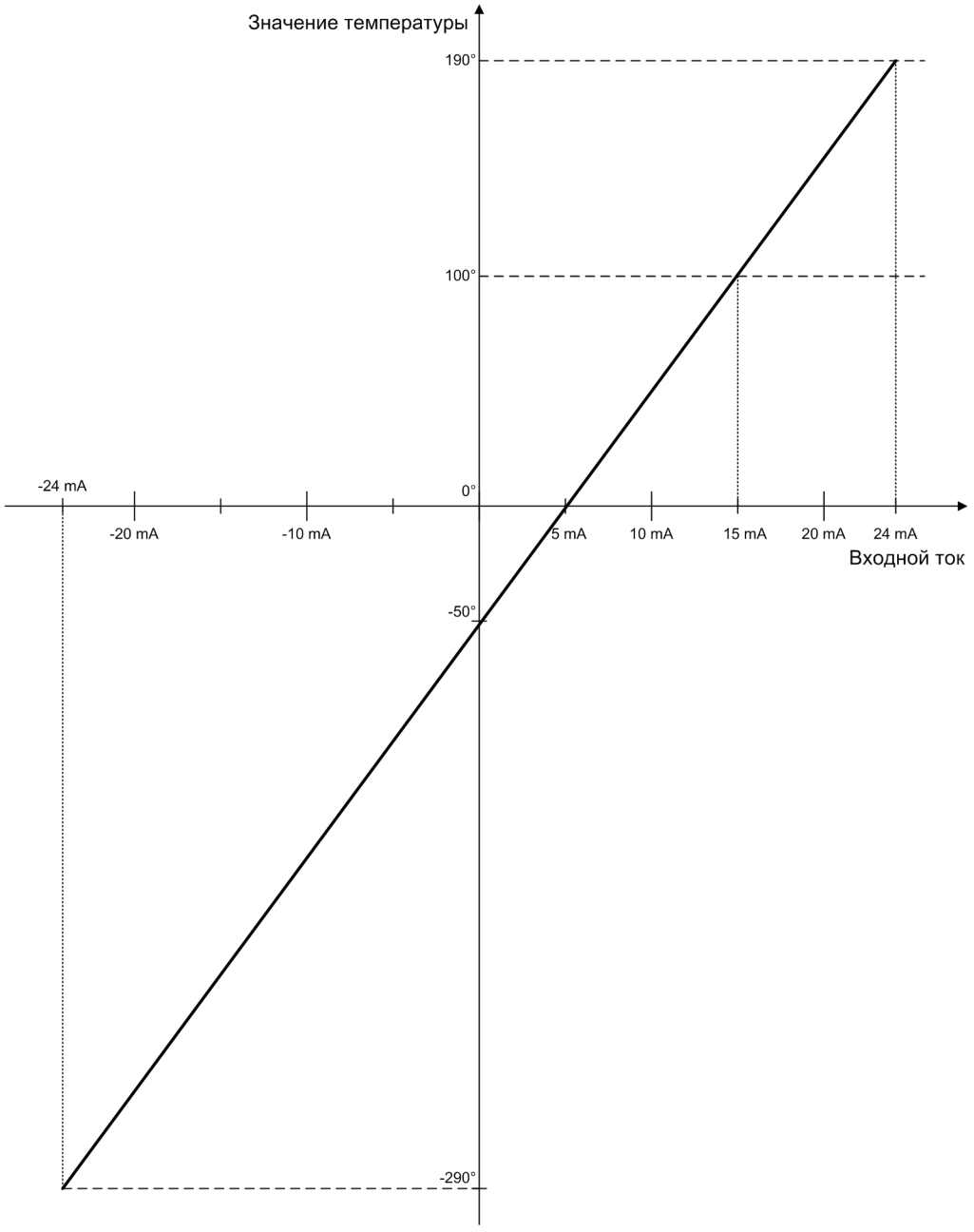
Если используется величина, меньшая -24 мА или большая +24 мА на входе измерительного преобразователя, то измеренная величина маркируется как **недостоверное**. Если активирован параметр **Активный диапазон**, появляются два дополнительных параметра **Верхний предел** и **Нижний предел**. Оба предельных значения обозначают входной ток в мА, для которого установлена величина с помощью **Коэфф.преобраз.** (**Верхний предел**) и действительно значение 0 (**Нижний предел**) вычисленной величины (см. следующий рисунок).



[dwklbsp2-120124-01.tif, 1, ru_RU]

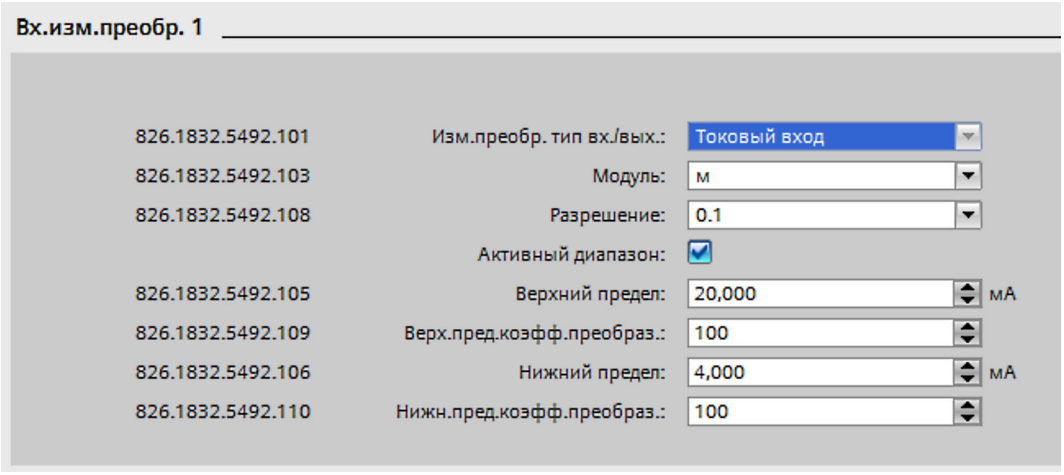
Рисунок 9-26 Характеристика 20 мА входа (пример 2)

В этом примере выбирается **Активный диапазон**. Параметр **Верхний предел** задается при 15 мА, параметр **Нижний предел** - при 5 мА и параметр **Коэфф.преобраз.** при 100. Общие результаты характеристики, как показано на следующем рисунке, учитывают все возможные допустимые измеренные величины от -24 мА до +24 мА. Настройка **Верх.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.



[dwklges2-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-27 Суммарная характеристика в примере 2



[sctrans2-110113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-28 Настройки для примера 2

Каждый измерительный преобразователь делает доступным масштабированную измеренную величину в матрице сообщений (в примерах рассмотрены значения температуры) и исходную величину измерения тока в мА при дальнейшей обработке.

Величины измерительного преобразователя можно выводить на экран и обрабатывать в схемах CFC.

9.11.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Модуль

- Рекомендованное значение уставки **(_:103) Модуль** = ***°C***

Настройка **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэфф.преобраз.

Параметр **(_:104) Коэфф.преобраз.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:107) Активный диапазон** = ***false***

Если параметр **Активный диапазон** не активизирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от -24 до +24 мА. Задание диапазона для величины масштабного коэффициента берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА.

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.датчика**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.датчика**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.датчика и Нижн.пред.датчика

- Уставка по умолчанию **(_:105) Верхний предел** = ***20 000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:109) Верх.пред.датчика** = ***100***

- Уставка по умолчанию **(_:106) Нижний предел** = ***4000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:110) Нижн.пред.датчика** = ***100***

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.датчика** и **Нижн.пред.датчика**. Настройка **Верх.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.датчика** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.

9.11.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Вх.ИзмПреобр#				
_:101	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр. тип вх./вых.		• Вход напряжения • Токовый вход • Выход напряжения • Токовый выход • Вх.измер.темпер.	Токовый вход

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	Вх.ИзмПреобр#:Модуль		• • % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт • Вт/с • Вт • Вт*час	м
_:108	Вх.ИзмПреобр#:Разре-шение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:107	Вх.ИзмПреобр#:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:104	Вх.ИзмПреобр#:Коэфф.преобраз.		1 до 10000	100
_:105	Вх.ИзмПреобр#:Верхний предел		-20.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:109	Вх.ИзмПреобр#:Верх.пред.датчика		-10000 до 10000	100
_:106	Вх.ИзмПреобр#:Нижний предел		-20.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА
_:110	Вх.ИзмПреобр#:Нижн.пред.датчика		-10000 до 10000	100

9.11.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Вх.ИзмПреобр#			
_:301	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр.вх.шкала	MV	O
_:302	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр. входDC	MV	O

9.12 Мониторинг износа выключателя

9.12.1 Обзор функций

Функция **Монит.изн.выкл**:

- Регистрирует износ выключателей
- Позволяет выполнять техническое обслуживание контактов выключателя, когда этого требует их фактическая степень износа
- Формирует предупреждающий сигнал, когда степень износа выключателя достигает заданного значения
- Позволяет контролировать время включения выключателя

Одним из основных преимуществ использования этой функции является экономия затрат на техническое обслуживание и ремонт.

9.12.2 Структура функции

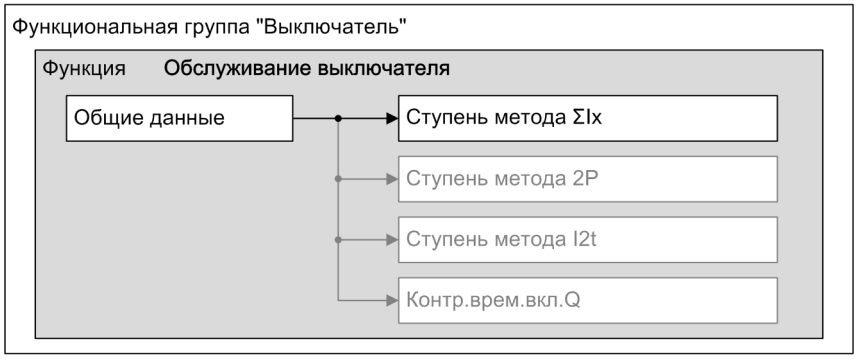
Функция **Монит.изн.выкл** может использоваться в функциональной группе **Выключатель**.

Эта функция предлагает 4 независимые рабочие ступени с различными методами измерения:

- Ступень **ΣI^x-метода**
  Суммирование мощности отключаемых токов
- **Ступень 2P-метода**
  Метод расчета оставшихся циклов переключения по двум точкам
- Ступень **I^2t-метода**
  Суммирование интегралов квадратов всех токов повреждений
- **Ступень контр.врем.вкл.Q**
  Контроль собственного времени включения выключателя

Эта функция предварительно настроена производителем с одной ступенью **ΣI^x-метода**. В этой функции может работать одновременно максимум 1 ступень **ΣI^x-метода**, 1 ступень **2P-метода**, 1 ступень **I^2t метода** и 1 ступень **Ступень контр.врем.вкл.Q**.

Общая функциональность доступна для всех ступеней и предоставляет единообразный начальный критерий для ступеней.



[DwCBWear, 2, ru_RU]

Рисунок 9-29 Структура/реализация функции

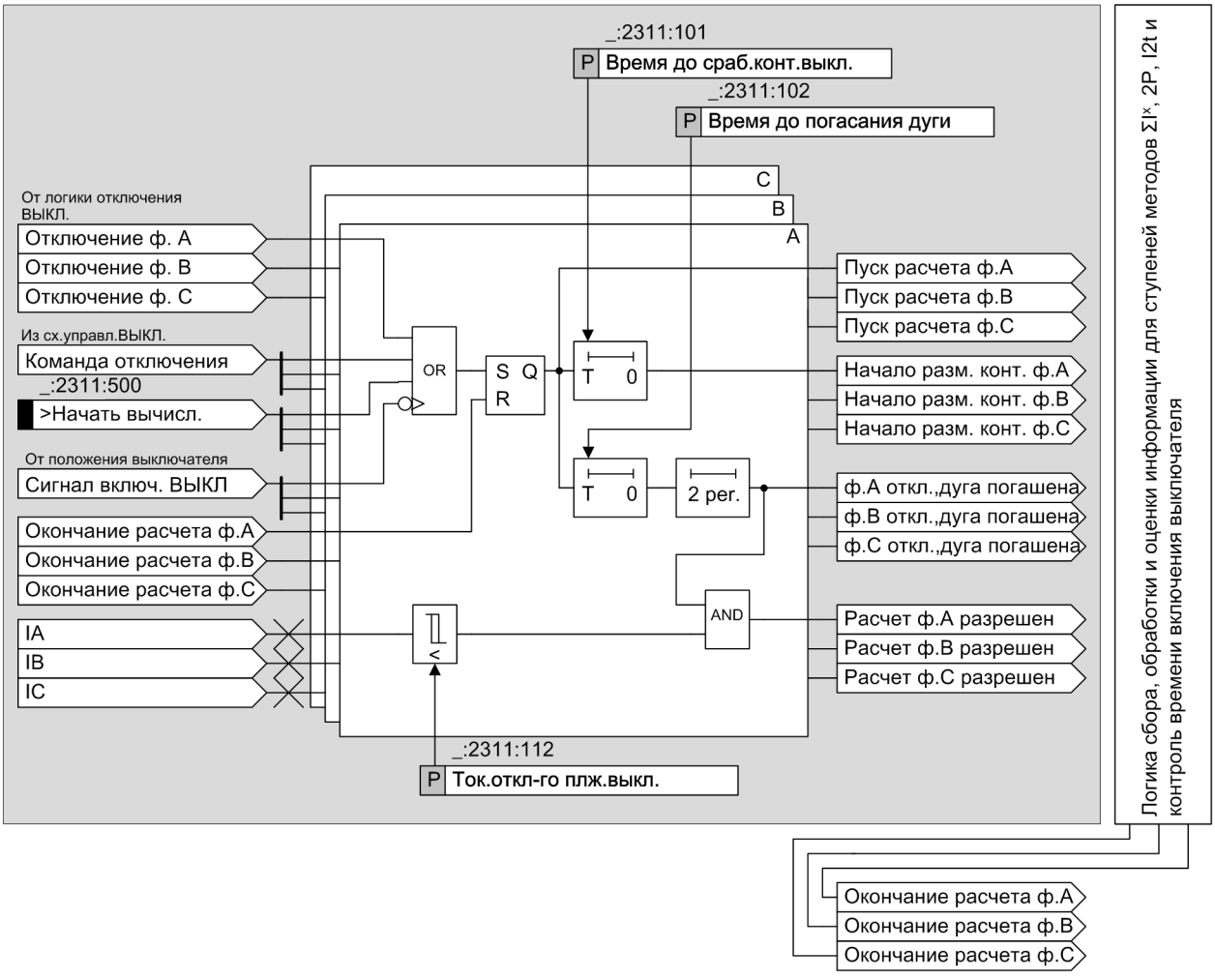
9.12.3 Описание функции

9.12.3.1 Описание

Логика

Поскольку износ выключателя зависит от амплитуды тока и фактической длительности операции переключения (времени), определение данных параметров является важным. Эти параметры определяет общий блок функции Монит.изн.выкл и передает ступеням (методам).

Определение токов коммутации и времени горение дуги осуществляется для каждой фазы отдельно На следующем рисунке показана логика функционирования мониторинга износа выключателя.



[LoCBWear, 2, ru_RU]

Рисунок 9-30 Логическая схема ступеней (методов) расчета ресурса выключателя и функции мониторинга износа выключателя

Пуск функции мониторинга износа выключателя

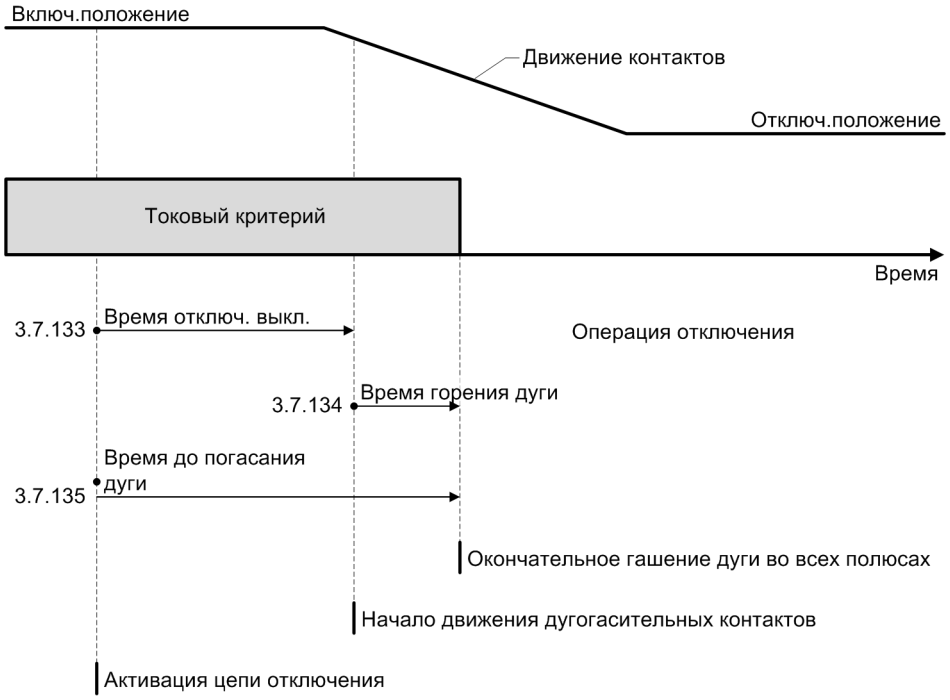
Функция **Монит.изн.выкл** запускается при:

- Получение внутреннего сигнала отключения от функционального блока **Логика отключ.**
- Получение команды на отключение от функционального блока **Управление**.
- Приеме дискретного входного сигнала *>Начать вычисл.* от внешнего устройства.

- Возврате сигнала о включенном положении выключателя
  Этот сигнал формируется блок-контактами выключателя. Таким образом ,при размыкании НО блок-контактов выключателя, определяется отключение выключателя.

Входные сигналы логики для ступеней

Пуск функции инициирует два таймера отсчитывает время между выдачей сигнала на отключение и началом движения силовых контактов выключателя, второй учитывает полное время отключения от момента выдачи сигнала на отключения до погасания дуги отключения. Параметр **Время до сраб.конт.выкл.** определяет время первого таймера. Параметр **Время до погасания дуги** определяет время второго таймера. На следующем рисунке показана связь между этими параметрами.



[DwCBTime, 2, ru_RU]

Рисунок 9-31 Параметры времени выключателя

Чтобы предотвратить неправильный расчет в случае отказа выключателя, параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** используется для проверки, возвращается ли ток к 0 после двух дополнительных циклов. Для сравнения пороговых значений используются составляющие промышленной частоты. Когда критерий протекания тока соответствует требованию, разрешается расчет и оценка соответствующих методов.

Окончание расчета

После завершения расчета и оценки выдается сигнал об окончании расчета соответствующей фазы, который сбрасывает пуски. Функция **Монит.изн.выкл** готова к новому запуску.

9.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Время до сраб.конт.выкл.

- Значение уставки по умолчанию **(_:2311:101) Время до сраб.конт.выкл.** = *0,065 с*

Параметр **Время до сраб.конт.выкл.** используется для задания интервала времени между подачей напряжения на электромагнит отключения выключателя и началом размыкания переключающих контактов.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя. Также см. *Рисунок 9-31*.

Параметр: `Время до погасания дуги`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:102) Время до погасания дуги`** = ***`0,080 с`***

Параметр **`Время до погасания дуги`** используется для задания интервала времени между подачей напряжения на электромагнит отключения выключателя и моментом погасания дуги (и размыкания контакта).

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя. Также см. *Рисунок 9-31*.

Параметр: `Время вкл. выкл-ля`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:103) Время вкл. выкл-ля`** = ***`0,080 с`***

Параметр **`Время вкл. выкл-ля`** позволяет задать стандартный интервал времени между моментом подачи команды на включение выключателя и моментом времени, когда начинает протекать ток.

Дополнительные сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

9.12.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:101	Общие данные:Время до сраб.конт.выкл.		0.001 с до 0.500 с	0.065 с
_:2311:102	Общие данные:Время до погасания дуги		0.001 с до 0.600 с	0.080 с
_:2311:103	Общие данные:Время вкл. выкл-ля		0.001 с до 0.600 с	0.080 с

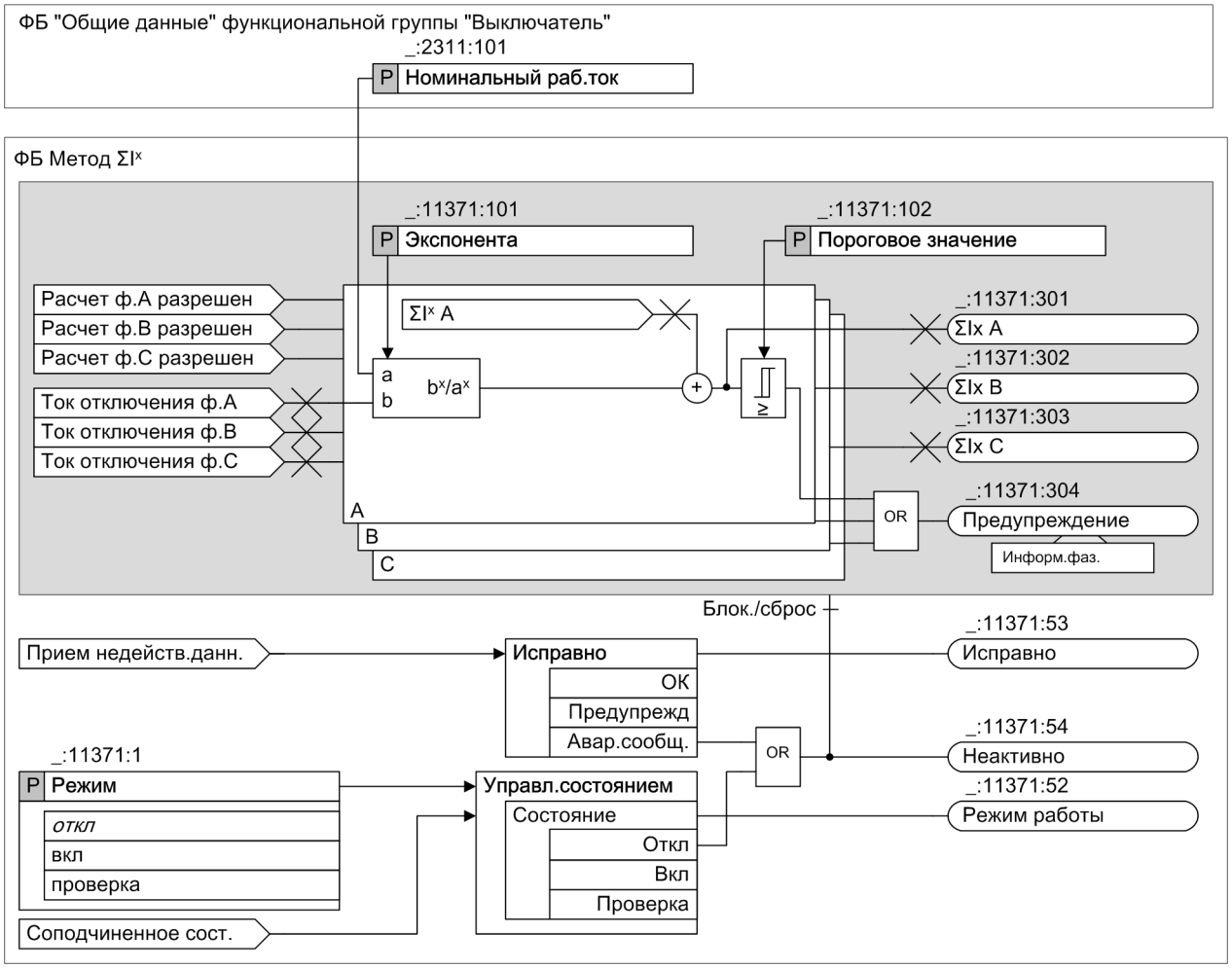
9.12.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
`Общие данные`			
_:2311:500	Общие данные:>Начать вычисл.	SPS	I

9.12.4 Ступень ΣI^x метода

9.12.4.1 Описание

Логическая схема ступени



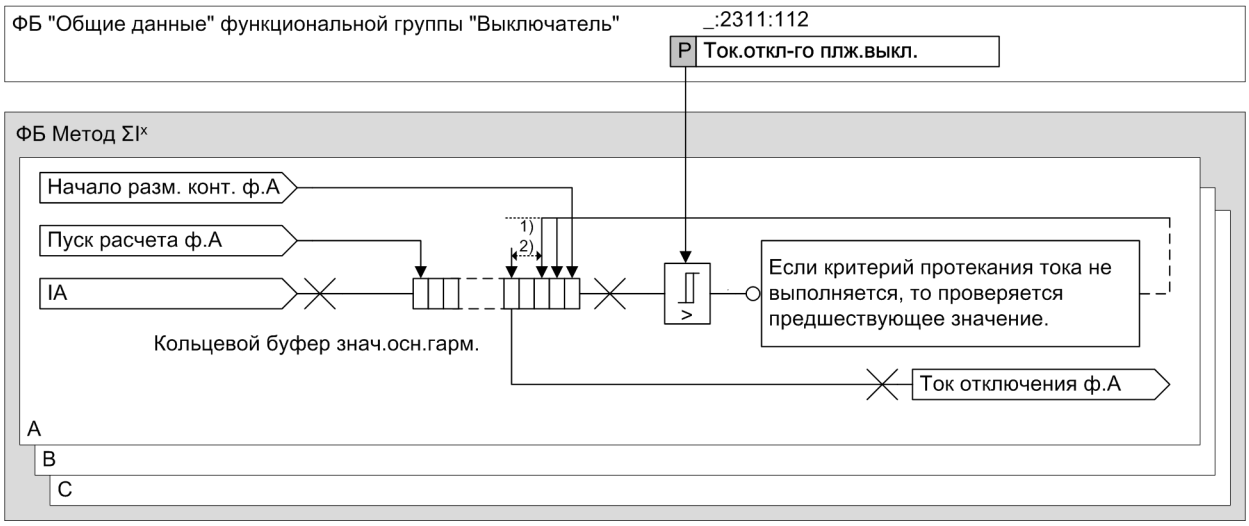
[LoCBWIxS, 3, ru_RU]

Рисунок 9-32 Логика ступени ΣI^x-метода

Определение величины тока отключения/включения

Действующие величины составляющих промышленной частоты сохраняются для каждой фазы в буфере в течение периода времени между начальным критерием и критерием начала размыкания контакта. При наступлении критерия начала размыкания контакта выполняется поиск последнего значения в буфере, превышающего уставку параметра **`Ток.откл-го плж.выкл.`**. Величина, зарегистрированная на 20 мс раньше, используется в качестве тока отключения/включения для дальнейших расчетов.

Если в буфере отсутствуют величины, превышающие уставку, размыкание выключателя влияет только на механический срок службы выключателя и, следовательно, не учитывается данным методом.



[LoCBWIxF, 1, ru_RU]

Рисунок 9-33 Логика определения величины тока отключения

(1) Выполнение критерия протекания тока

(2) Величина, зарегистрированная на 20 мс раньше

Расчет износа

Если ступень **ΣIx-метода** получает разрешающий сигнал логики, определенный ток отключения используется для расчета износа. Затем результаты расчета прибавляются к существующим статистическим величинам метода ΣIx, как показано в следующем примере для фазы A.

$$\sum I_A^x = \frac{1}{I_{ном}^x} \sum_{q=1}^{тИ} I_{A\ откл.,q}^x$$

[FoCBWIxA-301012-01.tif, 1, ru_RU]

где:

x	Экспонента параметра
q	Номер цикла переключения выключателя
$I_{A\ отключ,q}^x$	Ток отключения/включения фазы A в степени x в q-ой операции выключателя
$I_{ном}^x$	Номинальный нормальный ток в степени x
$\sum I_A^x$	Статистическая величина фазы тока A, рассчитанная методом ∑Ix
m	Полное количество циклов переключения

Величина с выбором фазы ΣIx доступна в виде статистической величины. Вы можете сбросить или задать статистические данные в соответствии с конкретным применением.

Чтобы упростить интерпретацию суммы степеней тока отключения, величины задаются относительно возведенного в степень номинального нормального тока $I_{ном}$ выключателя (см. также примечания по вводу уставок).

Предупреждение об обслуживании выключателя

Если величина суммы ΣIx одной из фаз превышает пороговое значение, выдается предупреждающий сигнал с выбором фазы.

9.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Экспонента

- Уставка по умолчанию **(_:11371:101) Экспонента** = ***2,0***

Параметр **Экспонента** используется для задания экспоненты для метода ΣI^x.

Обычно значение по умолчанию 2. Однако практический опыт показывает, что для отдельных выключателей могут потребоваться немного отличные величины.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11371:102) Пороговое значение** = ***10 000,00***

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порога статистической величины.

Зависимость степеней тока отключения от возведенного в степень номинального нормального тока $I_{ном}$ позволяет предельной величине метода ΣI^x соответствовать максимальному числу операций включения-отключения. Для выключателя, контакты которого еще не изношены, максимальное число операций включения-отключения можно ввести непосредственно в качестве предельной величины.

9.12.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод ΣIx				
_:11371:1	Метод ΣIx:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11371:101	Метод ΣIx:Экспонента		1.0 до 3.0	2.0
_:11371:102	Метод ΣIx:Пороговое значение		0.00 до 10000000.00	10000.00

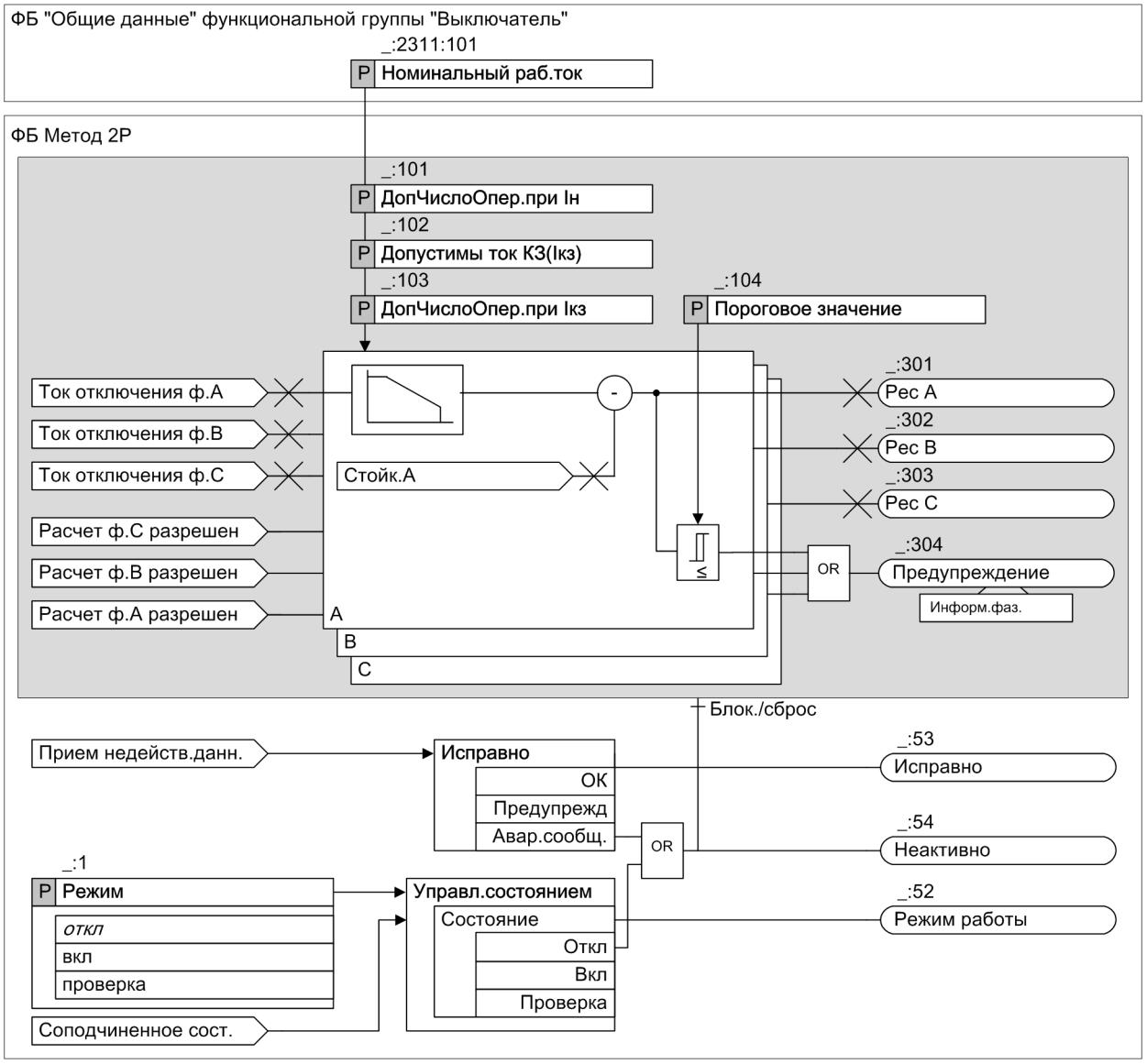
9.12.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод ΣIx			
_:11371:54	Метод ΣIx:Неактивно	SPS	O
_:11371:52	Метод ΣIx:Режим работы	ENS	O
_:11371:53	Метод ΣIx:Исправно	ENS	O
_:11371:301	Метод ΣIx:ΣIx A	BCR	O
_:11371:302	Метод ΣIx:ΣIx B	BCR	O
_:11371:303	Метод ΣIx:ΣIx C	BCR	O
_:11371:304	Метод ΣIx:Предупреждение	ACT	O

9.12.5 Ступень 2P метода

9.12.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[LoCBW2PS, 1, ru_RU]

Рисунок 9-34 Логика 2P-метода

Определение величины тока отключения

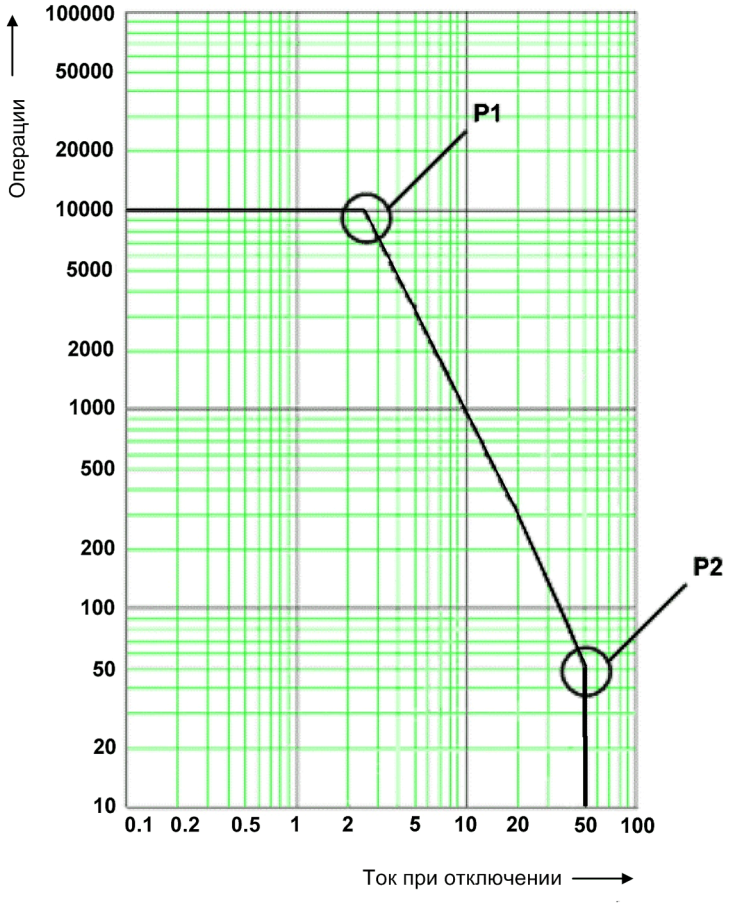
Описание определения величины тока отключения см. в разделе *9.12.4.1 Описание*.

Расчет оставшегося допустимого числа циклов переключения

На логарифмическом графике, предоставляемом производителем выключателя, показана зависимость допустимого числа циклов переключения от тока отключения; см. рисунок ниже. Выключатель, показанный в примере, может сработать примерно 1000 раз при токе отключения 10 кА.

Две точки и соединяющая их линия определяют зависимость числа циклов коммутаций от тока отключения. Точка P1 определяется числом допустимых отключений при номинальном рабочем токе $I_{ном}$.

Точка P2 определяется максимальным числом отключений при допустимом токе короткого замыкания $I_{кз}$. Указанные величины необходимо ввести в устройство с помощью уставок **Номинальный раб.ток**, **ДопЧислоОпер.при Iн**, **Допустимы ток КЗ(Iкз)** и **ДопЧислоОпер.при Iкз**.



[DwCBWOpC, 1, ru_RU]

Рисунок 9-35 Расчет допустимого числа отключений по методу 2P

Как показано на предыдущем рисунке (на логарифмическом графике), прямая линия между P1 и P2 может быть выражена следующей экспоненциальной функцией:

$$n = b \cdot \left(\frac{I_{ном}}{I_{откл}} \right)^{m}$$

[FoCBW2P1-301012-01.tif, 1, ru_RU]

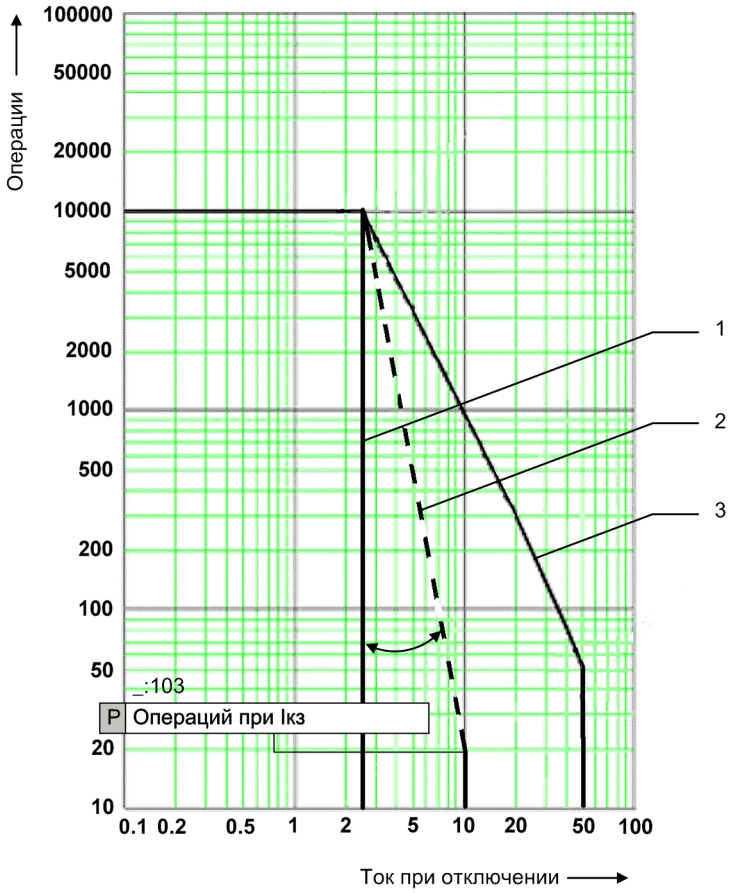
Где:

$I_{откл}$	Ток при отключении выключателя
$I_{ном}$	Номинальный рабочий ток
m	Коэффициент наклона
b	Допустимое число отключений при номинальном рабочем токе
n	Допустимое число отключений при токе Iоткл

Из экспоненциальной функции можно получить общее линейное уравнение для логарифмического представления, а также коэффициенты b и m.

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку коэффициент наклона m < -4 технически невозможен, поэтому при расчетах коэффициент наклона ограничивается значением -4. Если коэффициент меньше -4, экспоненциальная функция при расчетах не используется. Вместо нее в качестве результата расчета текущего числа циклов переключения используется максимальное число циклов переключения при $I_{кз}$, показанное на следующем рисунке пунктирной линией с m=-4,48.



[DwCBWSlo, 1, ru_RU]

Рисунок 9-36 Ограничение величины коэффициента наклона

(1) m < -4
(2) m = -4,48
(3) m = -1,77

Если ступень **2P-метода** получает разрешающий сигнал от общей логики мониторинга износа выключателя, то для измеренного тока отключения рассчитывается эквивалентное число отключений при номинальном рабочем токе. Эта величина вычитается из оставшегося допустимого количества отключений при Iном. Число допустимых отключений при Iном доступно в виде статической величины. Представленный ниже пример наглядно иллюстрирует этот процесс.

Значение допустимого числа отключений при Iном можно сбросить до нуля или установить необходимое значение. Операция сброса изменяет статистическую величину на 0, а не на величины по умолчанию 10 000.

Статистическая величина оставшихся циклов отключения рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ДопКолОткл}\text{ПриIном}_i = \text{ДопКолОткл}\text{ПриIном}_{i-1} - \frac{n_{ном}}{n_{отключ}}$$

[FoCBW2P2-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Где:

i	Номер последнего отключения
ДопКолОткл ПриIном	Рассчитанное допустимое число отключений при Iном после i-го отключения
$n_{ном}$	Допустимое число отключений при Iном из технических данных выключателя
$n_{откл}$	Допустимое число отключений при текущем токе отключения
$n_{ном}/n_{откл}$	Отношение допустимого числа отключений при Iном к числу отключений при текущем токе

ПРИМЕР

Для расчета допустимого числа операций отключения выключателем принимаются следующие величины:

P1 (2,5 кА, 10 000)

P2 (50,0 кА, 50)

Выключатель выполнил 100 операций отключения при номинальном рабочем токе, две операции отключения при номинальном токе КЗ и три операции отключения при токе 10 кА. Число оставшихся допустимых операций отключения при Iном равно

$$\text{ДопКолОткл}\text{ПриIном} = n_{ном} - \left(100 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{2.5\,kA}}\right) - \left(2 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{50\,kA}}\right) - \left(3 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{10\,kA}}\right)$$

$$= 10\,000 - \left(100 \cdot \frac{10\,000}{10\,000}\right) - \left(2 \cdot \frac{10\,000}{50}\right) - \left(3 \cdot \frac{10\,000}{861}\right) = 9465$$

[FoCBW2P3-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Допустимо еще 9465 операций отключения при номинальном рабочем токе.

Предупреждение о необходимости проведения технического обслуживания выключателя

Если число оставшихся операций отключения одной из фаз ниже порогового значения, выдается предупреждающий сигнал с указанием фазы.

9.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: ДопЧислоОпер.при Iн

- Уставка по умолчанию **(_:101) ДопЧислоОпер.при Iн** = *10 000*

Параметр **ДопЧислоОпер.при Iн** используется для задания числа допустимых циклов переключения при номинальном нормальном токе.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: Допустимы ток КЗ(Iкз)

- Уставка по умолчанию **(_:102) Допустимы ток КЗ(Iкз)** = *25 000 A*

Параметр **Допустимы ток КЗ(Iкз)** используется для задания номинального тока отключения КЗ.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: ДопЧислоОпер.при Iкз

- Уставка по умолчанию **(_:103) ДопЧислоОпер.при Iкз** = ***50***

Параметр **ДопЧислоОпер.при Iкз** используется для задания числа допустимых циклов переключения при номинальном токе отключения КЗ.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:104) Пороговое значение** = ***1000***

Параметр **Пороговое значение** используется для задания порогового числа оставшихся циклов переключения при номинальном нормальном токе. Предупреждающий сигнал выдается, когда статистическая величина меньше, чем **Пороговое значение**.

Пример

Ниже приводится пример настройки параметра **Пороговое значение**. Рассмотрим выключатель с такими же техническими данными, как в примере для расчета оставшихся циклов переключения: разрешается 50 операций отключения при номинальном токе отключения КЗ.

Предупреждающий сигнал должен выдаваться, когда число возможных операций отключения при номинальном токе отключения КЗ меньше 3. Для выполнения этого условия устанавливается величина **Пороговое значение**, основанная на следующем расчете:

$$3 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{50kA}} = 3 \cdot \frac{10000}{50} = 600$$

[FoCBW2P4-301012-01.tif, 1, ru_RU]

9.12.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод 2P				
_:1	Метод 2P:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Метод 2P:ДопЧислоОпер.при Iн		100 до 1000000	10000
_:102	Метод 2P:Допустимы ток КЗ(Iкз)		10 A до 100000 A	25000 A
_:103	Метод 2P:ДопЧислоОпер.при Iкз		1 до 1000	50
_:104	Метод 2P:Пороговое значение		0 до 10000000	100

9.12.5.4 Список сообщений

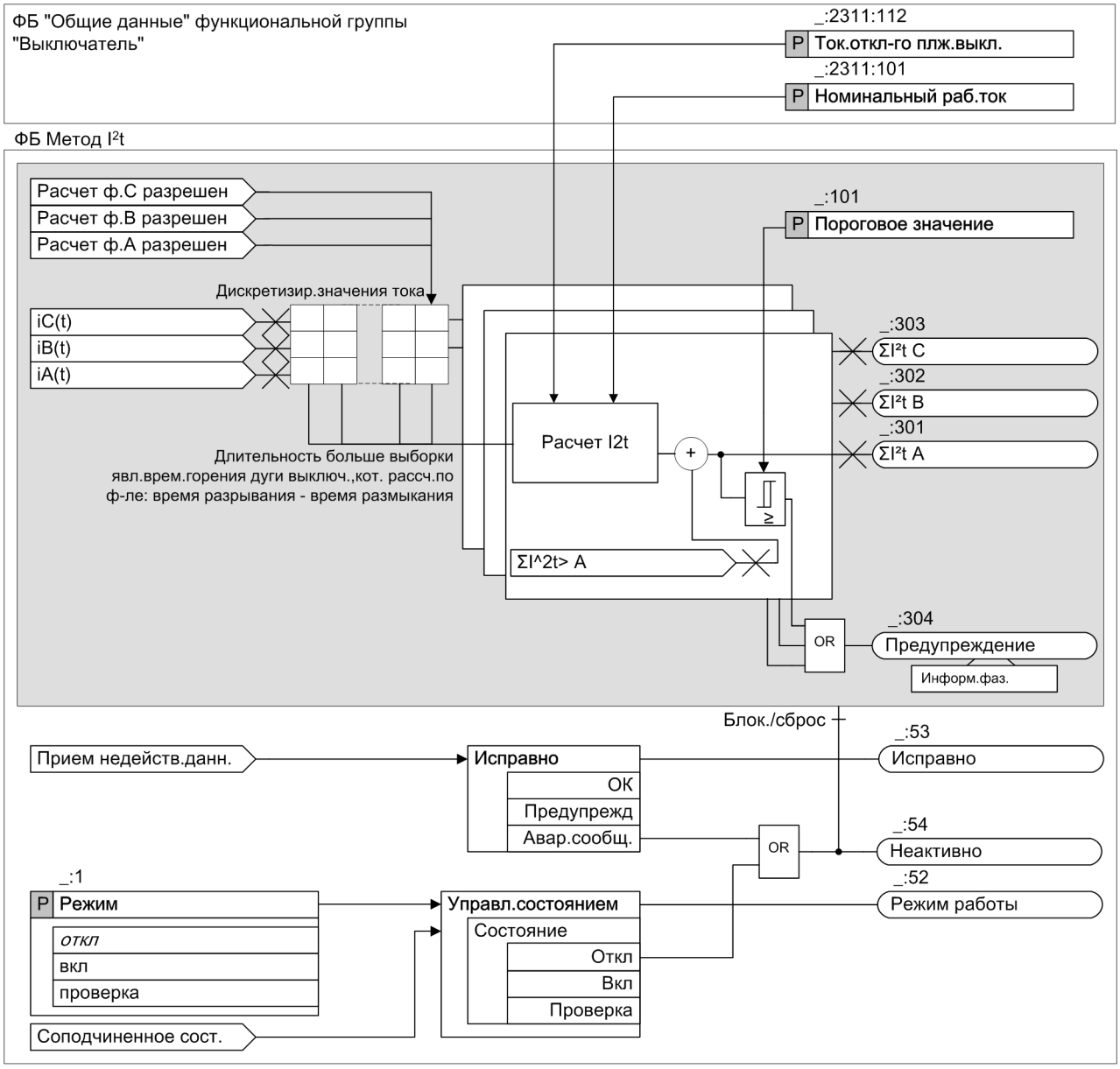
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод 2P			
_:54	Метод 2P:Неактивно	SPS	O
_:52	Метод 2P:Режим работы	ENS	O
_:53	Метод 2P:Исправно	ENS	O
_:301	Метод 2P:Рес A	INS	O
_:302	Метод 2P:Рес B	INS	O
_:303	Метод 2P:Рес C	INS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:304	Метод 2P:Предупреждение	ACT	O

9.12.6 Ступень I^2t метода

9.12.6.1 Описание

Логическая схема ступени



[LoCBWI2t, 1, ru_RU]

Рисунок 9-37 Логика ступени I^2t-метода

Расчет износа

Метод I^2t оценивает износ выключателя на основании мгновенных значений тока фаз во время горения дуги. Длительность горения дуги определяется разностью между двумя уставками параметров

Время до погасания дуги и **Время до сраб.конт.выкл.** (см. также *Рисунок 9-31*). Ступень определяет конечную точку времени горения дуги путем обратного поиска точки перехода через нуль фазных токов после получения разрешающего сигнала общей логики мониторинга износа выключателя. Затем квадраты токов горения дуги интегрируются для каждой фазы отдельно. Интеграл делится на квадрат номинального рабочего тока выключателя, как показано в следующей формуле (пример для фазы A).

$$I^2t_A = \frac{1}{I^2_{ном}} \int_{Врем.зажиг.дуги}^{Врем.погас.дуги} i^2_A(t)\ dt$$

[FoCBWI2T-301012-01.tif, 1, ru_RU]

где:

$I_{ном}$ Номинальный рабочий ток

$i_A(t)$ Мгновенные величины тока фазы A

Рассчитанные интегралы квадратов тока отключения прибавляются к существующим статистическим значениям. Статистические данные могут быть сброшены или установлены в заданное значение.

Предупреждение о необходимости проведения технического обслуживания выключателя

Если статистическая величина одной из фаз выше порогового значения, выдается предупреждающий сигнал с указанием фазы.

9.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пороговое значение** = ***10 000,00 I/Ir*s***

Параметр **Пороговое значение** используется для указания максимального допустимого интеграла квадратов мгновенных измеренных величин фазных токов.

9.12.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод I2t				
_:1	Метод I2t:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Метод I2t:Пороговое значение		0.00 I/Iн*с до 21400000.00 I/Iн*с	10000.00 I/Iн*с

9.12.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод I2t			
_:54	Метод I2t:Неактивно	SPS	O
_:52	Метод I2t:Режим работы	ENS	O
_:53	Метод I2t:Исправно	ENS	O
_:301	Метод I2t:ΣI²t A	BCR	O
_:302	Метод I2t:ΣI²t B	BCR	O
_:303	Метод I2t:ΣI²t C	BCR	O
_:304	Метод I2t:Предупреждение	ACT	O

10 Испытания

10.1	Общие примечания	1328
10.2	Проверка подключения к системе	1329
10.3	Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов	1331
10.4	Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей	1343
10.5	Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты от замыканий на землю	1345
10.6	Тест защиты от замыкания на землю	1347
10.7	Проверка подключения цепей тока и напряжения	1348
10.8	Функциональное тестирование для обмена данными защиты	1349
10.9	Проверка функционирования защиты от перевозбуждения	1355
10.10	Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки	1356
10.11	Функциональные испытания для расчета горячих точек	1358
10.12	Первичные и вторичные испытания функции УРОВ	1359
10.13	Тестирование выключателя	1362
10.14	Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания	1365
10.15	Тестирование функции контроля цепей отключения	1366
10.16	Проверка контроля чередования фаз	1367
10.17	Первичные и вторичные испытания функции синхронизации	1368

10.1 Общие примечания

Чтобы гарантировать правильную работу устройства, необходимо выполнить различные проверки при вводе в эксплуатацию.

При проверке устройства с помощью вторичного тестового оборудования убедитесь, что никакие другие измеряемые величины к устройству не подводятся, и что команды отключения и включения выключателей отключены от устройства, если нет других предписаний.

Вторичные проверки никогда не заменят первичных, так как при вторичных проверках устройство не подключается к первичной сети, где имеют место реальные повреждения. Данные проверки обеспечивают только теоретическую проверку величин уставок.

Первичные испытания могут проводиться только квалифицированным персоналом, знакомым с правилами ввода в эксплуатацию систем защиты, функционированием уставок, правилами и инструкциями по технике безопасности (переключение, заземление и т.д.).

Для ввода в эксплуатацию необходимо выполнить несколько операций переключения. Целью проведения описанных проверок является возможность безопасного выполнения операций переключения. Они не предназначены для регламентных проверок.

10.2 Проверка подключения к системе

Правильное выполнение подключения так же важно, как корректное задание уставок и ранжирование сигналов. При проведении проверки подключения Siemens рекомендует выполнить следующее:

✧ Перед первым включением устройства под напряжение оно должно находиться в рабочем помещении не менее двух часов. Для обеспечения правильного теплового баланса необходимо избегать попадания влаги и конденсата на устройство. Проверку подключения следует выполнять на полностью смонтированном устройстве при отключенном и заземленном положении оборудования.

Примеры подключения трансформаторов тока приведены в приложении. При подключении необходимо строго соблюдать назначение контактов разъемов (*A.4 Стандартные варианты для 7UT85*, *A.5 Стандартные варианты для 7UT86*, и *A.6 Стандартные варианты для 7UT87*).

Для проверки подключения к системе выполните следующее:



ОПАСНОСТЬ

Опасное напряжение.

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам персонала или значительному материальному ущербу.

✧ Указанные действия может выполнять только квалифицированный персонал, ознакомленный с правилами техники безопасности и мерами предосторожности, которых следует в обязательном порядке придерживаться.



ОСТОРОЖНО!

Будьте осторожны при питании устройства от зарядного устройства батареи при отсутствии батареи.

Несоблюдение следующих мер может привести к повышению напряжения выше расчетного допустимого уровня и, следовательно, разрушению прибора.

✧ Не запитывайте устройство от зарядного устройства батареи при отсутствии батареи.

✧ Автоматические выключатели цепей питания устройства и цепей напряжения должны быть отключены.

Проверьте целостность всех цепей подключения ТТ и ТН и их соответствие схемам подключения:

✧ Проверьте правильность подключения всех выводов 3-фазных трансформаторов тока к токовым входам устройства. Правильно ли выполнены подключения, соответствуют ли они конфигурации (привязке к точкам измерения)?

✧ Проверьте правильность подключения всех выводов 1-фазных трансформаторов тока к токовым входам устройства. Правильно ли выполнены подключения, соответствуют ли они конфигурации?

✧ Проверьте правильность заземления вторичных цепей ТТ. Рекоменуется выполнять заземление цепей в направлении защищаемого объекта.

✧ Проверьте, одинакова ли полярность ТТ в каждой 3-фазной группе.

✧ Проверьте правильность распределения по фазам ТТ в каждой 3-фазной группе.

✧ Проверьте правильность полярности 1-фазных ТТ (при их использовании).

✧ Проверьте правильность заземления ТН (при их использовании).

✧ Проверьте правильность полярности вторичных цепей ТН (при их использовании).

✧ Проверьте правильность фазировки вторичных цепей ТН (при их использовании).

✧ При использовании испытательных блоков необходимо убедиться в их исправности.



ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо удостовериться, что в положении испытательного блока **испытание** вторичные цепи ТТ автоматически закорачиваются.

✧ Включите амперметр в цепь питания устройства и выберите диапазон измерения от 2.5 А до 5 А.

✧ Подайте на устройство питание включением автоматического выключателя.

✧ Проверьте полярность и уровень напряжения на зажимах устройства или на соединительных модулях.

Потребляемый ток должен соответствовать потребляемой мощности в статическом режиме.
Небольшие колебания вектора допустимы: они вызваны бросками емкостного тока конденсаторов.

✧ Отключите автоматический выключатель напряжения питания.

✧ Отсоедините амперметр, восстановите нормальные соединения цепей оперативного питания.

✧ Включите защитный автомат цепей ТН (если он используется).

✧ Проверьте порядок чередования фаз (направление вращения поля) на зажимах устройства.

✧ Отключите автоматический выключатель напряжения питания и автомат цепей ТН.

✧ Проверьте цепи отключения выключателей.

✧ Проверьте контрольные цепи, подводимые к устройству, и ведущие от него к другим устройствам.

✧ Проверьте цепи сигнализации.

✧ Включите автоматический выключатель напряжения питания и автомат цепей ТН.

10.3 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов

10.3.1 Вторичные испытания

Вторичные испытания не являются заменой первичных испытаний (см. *10.3.2 Первичные испытания*), т. к. при вторичных испытаниях невозможно обнаружить ошибки подключения устройства.

Вторичные испытания используются для следующих целей:

- Проверка задаваемых уставок и параметров
- Правильное реагирование функции защиты
- Проектных решений (или ранжирование соответствующих логических сигналов, логических схем в CFC и др.)

При выполнении вторичных испытаний необходимо следовать следующим указаниям.

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях устройства с использованием испытательного оборудования убедитесь, что цепи напряжения разобраны, цепи тока разобраны и закорочены со стороны ТТ, а цепи управления выключателем разобраны.

Испытания должны проводиться при заданных заданием на параметрирование уставках. Если параметры (еще) не известны, то проверка может проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).

ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если вторичный ток ТТ в нормальном режиме работы (вследствие различия номинального тока защищаемого объекта и номинального первичного тока ТТ) значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Возможно отдельно осуществлять проверку каждой стороны дифференциальной защиты. Это соответствует имитации повреждения, имеющего подпитку с одной стороны. Если сторона имеет несколько точек измерения, то на измерительных входах, не участвующих в испытании, ток остается равным нулю. Проверка величины срабатывания выполняется путем медленного увеличения испытательного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Дополнительная информация приводится в Главе *11.2 Дифференциальная защита трансформатора* Дополнительная информация приводится в Главе В процессе испытаний необходимо выполнять перерывы для охлаждения устройства!

Установите величины срабатывания относительно симметричных трехфазных токов для трехфазных защищаемых объектов.

При проведении испытаний с заданными рабочими уставками, необходимо помнить, что величина уставки срабатывания дифференциальной защиты является относительной величиной, приводимой к номинальному току защищаемого объекта, который является первичным током и вычисляется следующим образом:

$$I_{ном,объекта} = \frac{S_{ном,объекта}\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном,объекта}\ [кВ]}\ [A]$$

[fonennsl-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$S_{ном,об.}$	Номинальная полная мощность защищаемого объекта.
$U_{ном.об.}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта или защищаемой обмотки трансформатора.

Для обмотки с РПН напряжение рассчитывается в соответствии с *6.2.4 Указания по применению и вводу уставок*.

При 1-фазных и 2-фазных испытаниях трансформаторов фактическая величина срабатывания также зависит от их векторной группы. При 1-фазных испытаниях уставки также зависят от вида заземления нейтрали трансформатора и обработки тока нулевой последовательности.

Чтобы получить фактическое значение срабатывания, умножьте величину уставки на коэффициент векторной группы $k_{ВГ}$ по следующей формуле:

$$\frac{I_{ном\ ТТ}}{I_{ном.перв.ТТ}}\ k_{ВГ}$$

[foscgrfa-170712-01.tif, 1, ru_RU]

В следующей таблице приведены значения коэффициента $k_{ВГ}$ в зависимости от векторной группы и вида КЗ для 3-фазных трансформаторов.

Таблица 10-1 Значение коэффициента $k_{ВГ}$ в зависимости от векторной группы (ВГ) и вида повреждения.

Вид повреждения	**Базисная сторона**	**Четные векторные группы (0, 2, 4, 6, 8, 10)**	**Нечетные векторные группы (1, 3, 5, 7, 9, 11) Трехфазный**
Трехфазный	1	1	1
Двухфазный	1	1	$\sqrt{3}/2 \approx 0{,}866$
1-фазн. с исключением I_0	3/2 = 1,5	3/2 = 1,5	$\sqrt{3} \approx 1{,}73$
1-фазн. без исключения I_0	1	1	$3/(1+\sqrt{3}) \approx 1{,}1$

Пример:

3-фазный трансформатор	$S_{ном}$ = 57 MBA
Векторная группа	Yd5
Высшее напряжение	$U_{ном}$ = 110 кВ
Трансформатор тока	300 A/1 A
Низшее напряжение	$U_{ном}$ = 25 кВ
Трансформатор тока	1500 A/1 A

Для обмотки высшего напряжения:

$$I_{ном\ тр.}\ \frac{S_{ном\ тр.}\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.обмотка}\ [кВ]}\ [A] = \frac{57\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 110\ [кВ]}\ [A] = 299\ A$$

[foobersp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

В данном случае номинальный ток обмотки равен номинальному току трансформатора тока. Таким образом, для 3-фазных или 2-фазных испытаний величина срабатывания соответствует величине **порогового** значения устройства (Квг = 1 для базисной обмотки) относительно номинального тока устройства. Пороговое значение обозначается как I-дифф (txt30_115)>. Для 1-фазных испытаний при использовании компенсации тока нулевой последовательности фактическая величина срабатывания будет в 1,5 раза больше заданного.

Для обмотки низшего напряжения:

$$I_{ном.\,тт.}\frac{S_{ном.\,тт.}\,[MBA]\cdot 1000}{\sqrt{3}\cdot U_{ном.\,тт.\,обмотка}\,[кВ]}\,[A]=\frac{57\,[MBA]\cdot 1000}{\sqrt{3}\cdot 25\,[кВ]}[A]=1316\,A$$

[fountrsp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

При вторичных испытаниях этой обмотки величина срабатывания приводится к номинальному току устройства.

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном.\,Устр.}}=\frac{I_{ном.\,тт}}{I_{ном.\,тт.\,перв.}}\cdot k_{ВГ}\cdot IДИФФ>=\frac{3116\,A}{1500\,A}\cdot k_{ВГ}\cdot IДИФФ>$$
$$=0.877\cdot k_{ВГ}\cdot IДИФФ>$$

[fothanwt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Из-за нечетной группы соединения обмоток действительные уставки срабатывания будут следующими (см. *Таблица 10-1*):

Трехфазный $k_{ВГ}=1$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=0.877\cdot IДИФФ>$$

[fo3phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Двухфазный $k_{ВГ}=\sqrt{3}/2$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=0.760\cdot IДИФФ>$$

[fo2phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Однофазный $k_{ВГ}=\sqrt{3}$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=1.52\cdot IДИФФ>$$

[fo1phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

10.3.2 Первичные испытания

Если вторичное испытательное оборудование подключено к устройству, то его следует отключить; испытательные блоки должны быть установлены в нормальное рабочее положение.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что при ошибочных подключениях может произойти отключение.

Подготовка испытаний первичным током

Т. к. дифференциальная защита используется также и в качестве защиты от КЗ при первом включении оборудования, то ее испытания первичным током следует проводить перед первой постановкой защищаемого объекта под напряжение. В случае, когда проведение испытаний первичным током возможно только после включения защищаемого объекта (например, при испытаниях дифферен-

циальной защиты трансформаторов, если отсутствует источник испытательного напряжения), сначала необходимо ввести в работу резервную защиту с питающей стороны (например, МТЗ). Данная резервная защита действует на отключение питающего выключателя. При этом цепи отключения других устройств защиты (например, газовой защиты) также должны находиться в работе.

Если защищаемый объект имеет более 2 точек измерения, то испытания первичным током необходимо проводить несколько раз. Каждая сторона защищаемого объекта как минимум один раз должна быть испытана первичным током. Однако нет необходимости проверять каждый возможный путь протекания тока. Siemens рекомендует начинать с точки измерений 1 главного защищаемого объекта и проводить испытания относительно нее всех остальных точек измерения. Если на стороне располагается более одной точки измерения, то каждая из них должна быть испытана. В других точках измерения при этом ток не должен протекать.

Если имеются дополнительные 3-фазные защищаемые объекты, то они испытываются отдельно в соответствии с их топологией.

Схема испытания варьируется в зависимости от применения.

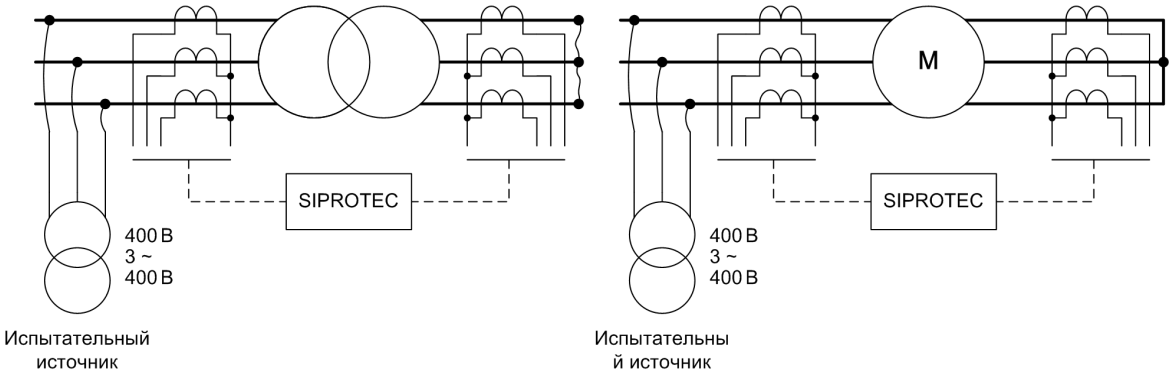
ОПАСНОСТЬ

Оборудование, находящееся без напряжения, может представлять опасность из-за наличия емкостных связей с другим оборудованием!

Несоблюдение правил техники безопасности может привести к серьезным травмам и смерти персонала или значительному материальному ущербу.

✧ Первичные испытания выполняются только на отключенном и заземленном оборудовании!

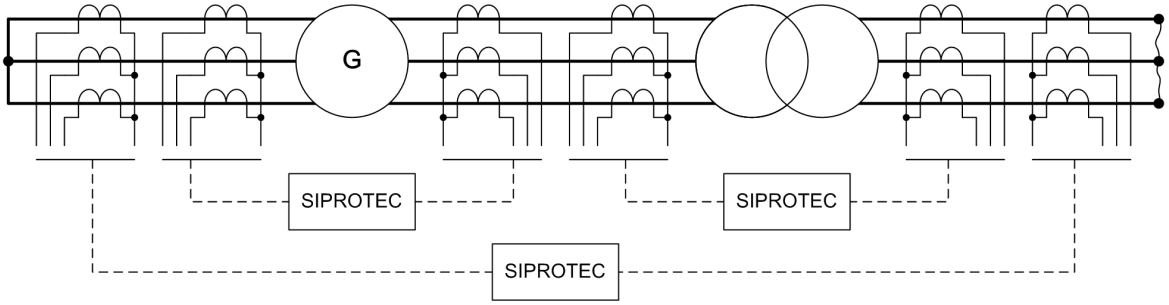
✧ Рекомендуется проводить низковольтные испытания трансформаторов и асинхронных двигателей, при которых защищаемый объект отключен от сети, током от испытательного источника низкого напряжения. Симметричный испытательный источник выдает испытательный ток через трехфазную закоротку, установленную за пределами защищаемой зоны или через нейтраль двигателя. При испытании трансформаторов источник подключается к стороне высшего напряжения, а закоротка устанавливается на стороне низшего напряжения.



[dwprfnsq-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-1 Схема испытаний с использованием источника низкого напряжения.

✧ Пример для трансформатора и электродвигателя. При проведении испытаний КЗ блочных трансформаторов и синхронных генераторов источником испытательного тока является сам генератор. Испытательный ток, кратковременно равный номинальному току генератора, подводится через трехфазную закоротку, установленную за пределами защищаемой зоны.



[dwprfgen-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-2 Схема испытаний на электростанции с использованием генератора в качестве источника испытательного напряжения.

Проведение испытаний первичным током

✧ Перед началом проведения испытаний первичным током необходимо проверить полярность для точек измерения и сопоставить ее с действительной схемой соединения токовых цепей.

Испытания необходимо проводить током, составляющим не менее 2 % номинального тока устройства по каждой фазе.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные испытания не заменяют визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому предварительно должна быть выполнена проверка цепей подключения.

Устройство SIPROTEC 5 обеспечивает возможность оперативного считывания измеренных значений. Благодаря такому оперативному считыванию появляется возможность производить быстрый ввод в эксплуатацию без применения внешнего измерительного оборудования.

Приведенная далее информация относится к испытаниям 3-фазных защищаемых объектов, а именно к испытаниям для точек измерений 1 и 2. Для трансформаторов предполагается, что сторона 1 является стороной высшего напряжения трансформатора. Остальные возможные пути тока испытываются аналогичным образом.

✧ Подайте ток от испытательного источника или доведите частоту вращения генератора до номинальной и обеспечьте возбуждение до появления требуемого испытательного тока. Измеряемые устройством SIPROTEC 5 величины не должны вызывать срабатывание защиты. При наличии аварийной сигнализации пользователь может увидеть причину в записях журнала.

– При появлении сигнала от функции контроля симметрии нагрузки следует проверить фактическую симметрию первичной системы. Если определенная асимметрия является нормальным режимом работы сети, соответствующие функции контроля должны быть загрублены.

– Чередование фаз происходит по часовой стрелке (порядок чередования фаз A, B, C). Если система имеет порядок чередования фаз A, C, B, это необходимо учесть соответствующим заданием данных энергосистемы. В случае обнаружения некорректного чередования фаз выдается сигнал. При этом следует проверить соответствие между измеряемыми величинами и заданным порядком чередования фаз, и при необходимости после отключения устройства изменить настройки точек измерения. Затем измерения повторяются снова.

Измерение амплитуды при поданном испытательном токе:

Сравните значения измеренных токов, отображаемые устройством в **рабочих измеренных величинах**, с действительными значениями поданных испытательных токов.

Это относится ко всем точкам измерения, подключенным к испытываемому контуру тока. Погрешности, которые не являются погрешностями измерений, могут возникать либо из-за неверного подключения устройства, либо при неправильном проведении тестов.

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.

✧ Проверьте привязку проверяемой точки измерения.

- ✧ Проверьте настройки компенсации.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.

  Наличие значительного тока нулевой последовательности 3I0 свидетельствует об обратной полярности отдельных фаз в соответствующей точке измерения:

  3I0 ≈ фазному току → 1 или 2 фазных тока отсутствуют;

  3I0 ≈ удвоенному фазному току → 1 или 2 фазных тока имеют обратную полярность;
- ✧ Повторите испытание и проверьте значения снова.

Измерение фазных углов для точки измерения 1 при поданном испытательном токе

- ✧ Проверьте фазные углы, отображаемые устройством для точки измерения 1, в **измеряемых величинах**. Все углы измеряются относительно I_A.

  Должно отображаться следующее:

  $\varphi_A \approx 0°$

  $\varphi_B \approx 240°$

  $\varphi_C \approx 120°$

  Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений неправильная.
- ✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.
- ✧ Повторите испытание и проверьте углы снова.

Измерение фазных углов для точки измерения 2 при поданном испытательном токе

- ✧ Проверьте фазные углы, отображаемые устройством для точки измерения 2, в **измеряемых величинах**. Все углы измеряются относительно I_A.

  Необходимо помнить, что токи, втекающие в защищаемый объект, принимаются за положительные. Т. к. испытательный ток является сквозным, то фазные токи одноименных фаз в точке измерения 2 должны быть сдвинуты на 180° по отношению к токам в точке измерения 1.

  Должно отображаться следующее:

  $\varphi_A \approx 180°$

  $\varphi_B \approx 60°$

  $\varphi_C \approx 300°$

  Если измерения выполняются через силовой трансформатор, то углы токов во второй точке измерения будут иметь значения приблизительно равные указанным в таблице.

  Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений неправильная.

Таблица 10-2 Отображаемые фазные углы в зависимости от защищаемого объекта (3-фазного)

	Защищаемый объект											
	Генератор / двигатель /	Трансформатор с группой соединения номер[25]											
Фазный угол	короткая линия	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
φ_{AM2}	180°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°
φ_{BM2}	60°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°

[25] Указанные углы верны, если в качестве стороны 1 определена сторона высокого напряжения. В противном случае угол вычисляется как 360° указанный угол.

φ_{CM2}	300°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°

Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений 2 или другой проверяемой точке измерения неправильная, либо присутствует обратная полярность фаз.

- Если отклонения значений наблюдаются в отдельных фазах, то это свидетельствует о том, что полярность подключения соответствующих фазных токов неправильная или присутствует ацикличная инверсия фаз.
- Если отклонения значений наблюдаются одновременно во всех трех фазах, то это свидетельствует о том, что присутствует цикличная инверсия фаз или неверно задана векторная группа трансформатора. В данном случае следует проверить параметры коррекции векторной группы. Проверьте так же привязку точек измерения к сторонам и привязку сторон к защищаемому объекту.
- Если значения всех углов отличаются от ожидаемых значений на 180°, то это свидетельствует о том, что полярность всей трехфазной группы ТТ задана неверно для второй точки измерения. В таком случае необходимо проверить и скорректировать соответствующие параметры конфигурации энергосистемы.

Если предположительной причиной неправильных измерений являются ошибки подключения необходимо выполнить следующее:

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.

✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.

✧ Проверьте уставки на соответствие данным ТТ.

✧ Повторите испытание и проверьте углы снова.

Все описанные ранее испытания должны повторяться до тех пор, пока не будут проверены хотя бы один раз все точки измерения основного защищаемого объекта.

Измерение дифференциального и тормозного токов

На завершающей стадии испытаний симметричным током необходимо проверить правильность измерения защитой дифференциального и тормозного токов. Если во время предшествующих испытаний симметричными токами были выявлены ошибки в схеме подключения устройства, то нельзя исключать и возможность появления ошибок амплитудной коррекции и коррекции векторной группы.

Дифференциальный ток и тормозной ток приводятся к номинальному току защищаемого объекта. Об этом следует помнить при анализе результатов измерений. Если защищаемый объект имеет более 2-х сторон, то наивысший из номинальных токов его сторон принимается в качестве номинального тока защищаемого объекта.

✧ Считайте показания дифференциального тока и тормозного тока в меню **Измеряемые значения**.

– Дифференциальные токи **I-дифф (txt30_115)A:**, **I-дифф (txt30_115)B:**, **I-дифф (txt30_115)C:** должны быть меньше испытательных токов как минимум на порядок. В идеальном случае они должны быть равны 0.

– Тормозные токи **IтормA:**, **IтормB:**, **IтормC:** должны быть равными сквозному испытательному току.

– Если дифференциальный ток имеет тот же порядок, что и ток торможения, то это свидетельствует о том, что на одной из сторон защищаемого объекта установлена обратная полярность ТТ. Снова проверьте полярность и правильно установите ее после закорачивания всех 6 ТТ. При изменениях в схеме подключения ТТ следует снова выполнить проверку фазных углов токов.

– Если во всех фазах присутствуют значительные дифференциальные токи, то это свидетельствует о неправильной амплитудной коррекции токов. Ошибки коррекции векторной группы выявляются в процессе предшествующих испытаний обмоток. Перепроверьте уставки, относящиеся к амплитудной коррекции токов. К ним относятся данные о защищаемом объекте.

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект (остановите генератор).

✧ Если при проведении испытаний были изменены параметры уставок, то верните их рабочие значения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь в том, что соответствующие испытания были выполнены для всех путей тока.

Испытание токами нулевой последовательности на защищаемом объекте

Испытание токами нулевой последовательности необходимо в случае, если нейтраль или сторона 3-фазного защищаемого объекта заземлена. Если заземлены несколько обмоток, то данные испытания должны проводиться для каждой заземленной обмотки.

✧ В случае, когда ток нейтрали подключается к 1-фазному токовому входу устройства важно соблюдать полярность, так как она оказывает влияние на учет тока нейтрали в расчетах. Это относится к дифференциальной защите и дифференциальной защите от замыканий на землю.

✧ Если ток нейтрали недоступен, то испытание током нулевой последовательности служит для проверки правильности обработки токов нулевой последовательности дифференциальной защитой.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что при ошибочных подключениях может произойти отключение.

Подготовка к испытанию токами нулевой последовательности

✧ Измерение токов нулевой последовательности необходимо выполнить для 3-фазной точки измерения или стороны, имеющей заземление нейтрали. Для автотрансформаторов измерения выполняются со стороны высшего напряжения. У трансформаторов должна иметься обмотка, соединенная в треугольник (d-обмотка или компенсационная обмотка). Не участвующую в испытании сторону необходимо оставлять отключенной, так как обмотка, соединенная в треугольник, сама замыкает токи нулевой последовательности.

Схема испытаний может изменяться в зависимости от применения. На рисунках от *Рисунок 10-3* до *Рисунок 10-9* показан пример схемы испытаний заземленного трансформатора, включенного по схеме треугольника. Ток нейтрали включается в схему измерений. Если он не доступен, соответствующие проверки опускаются (сравните *Рисунок 10-3* и *Рисунок 10-4*).

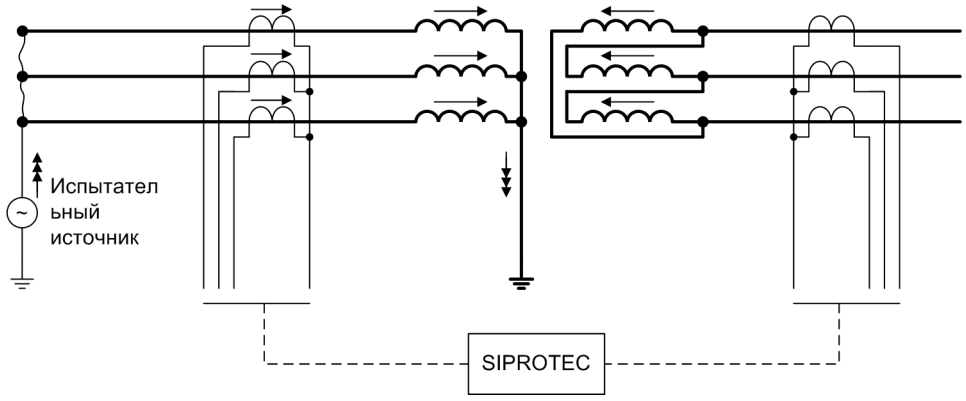
ОПАСНОСТЬ

Оборудование, находящееся без напряжения, может представлять опасность из-за наличия емкостных связей с другим оборудованием!

Несоблюдение правил техники безопасности может привести к серьезным травмам и смерти персонала или значительному материальному ущербу.

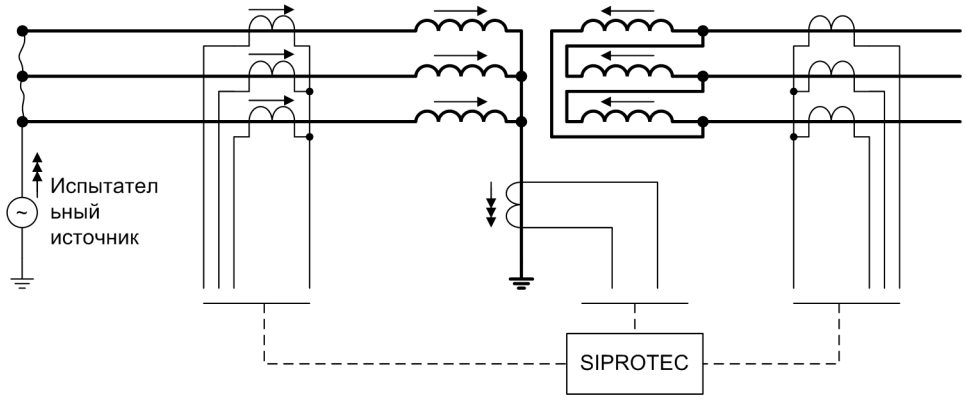
✧ Первичные испытания выполняются только на отключенном и заземленном оборудовании!

✧ Используйте следующие испытательные схемы для измерения токов нулевой последовательности.



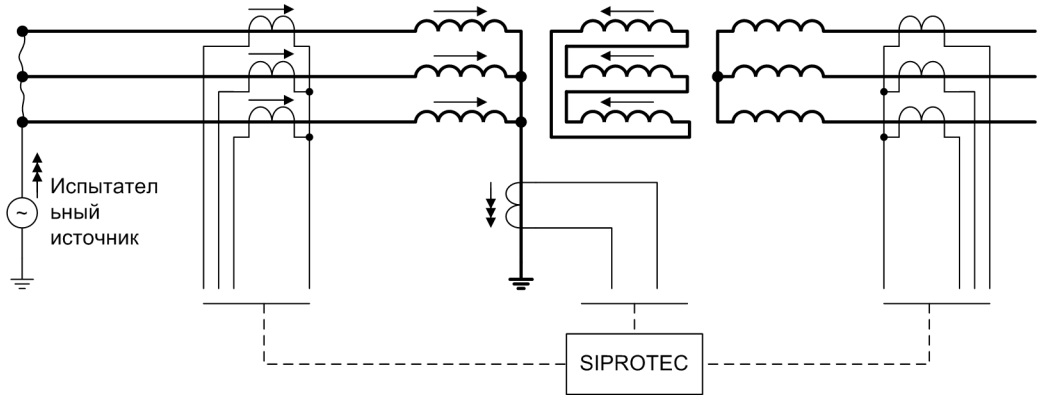
[dwnsmsdt-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-3 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник без измерения тока нейтрали.



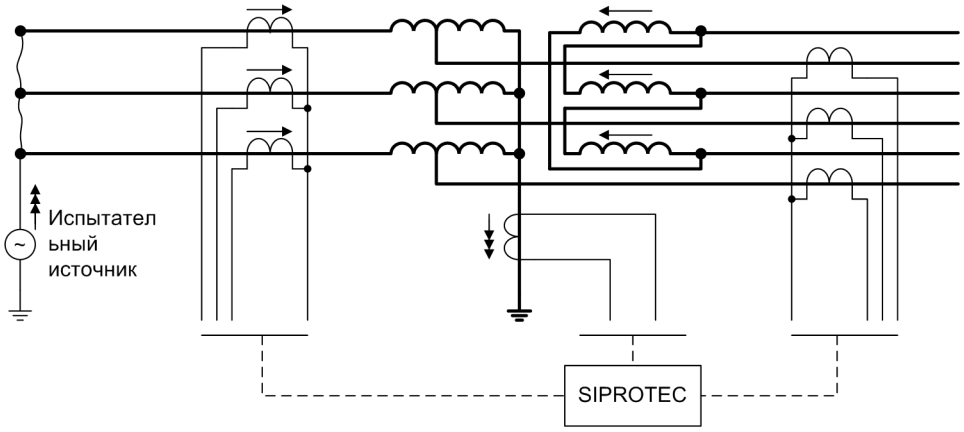
[dwnmsdtm-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-4 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник.



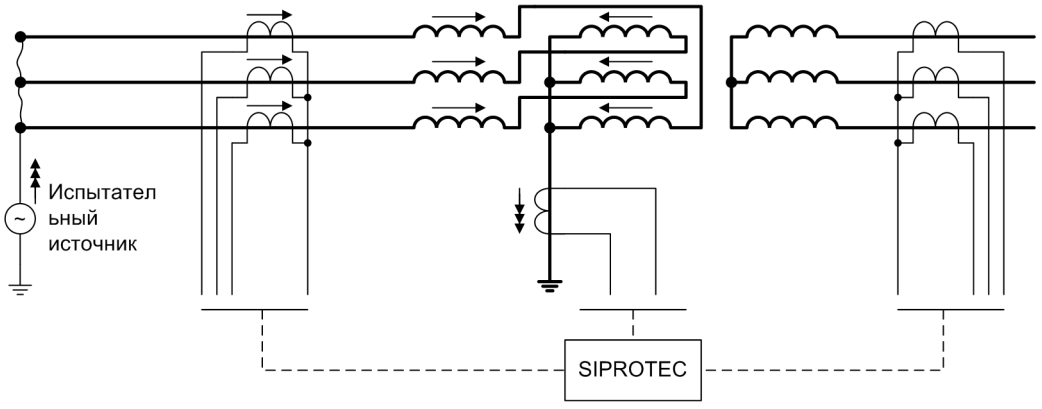
[dwnmssta-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-5 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник и компенсационной обмоткой.



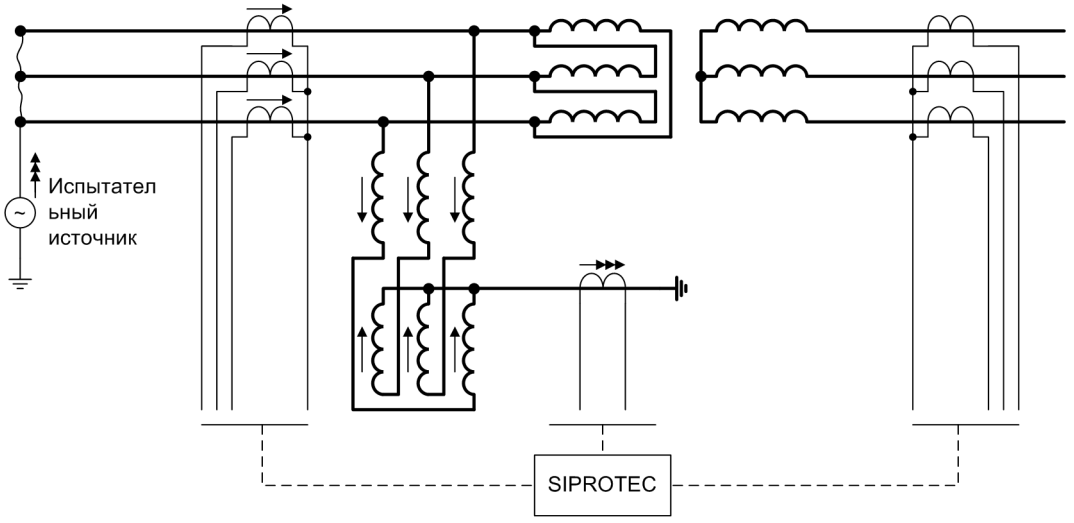
[dwnmspta-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-6 Измерение тока нулевой последовательности на автотрансформаторе с компенсационной обмоткой.



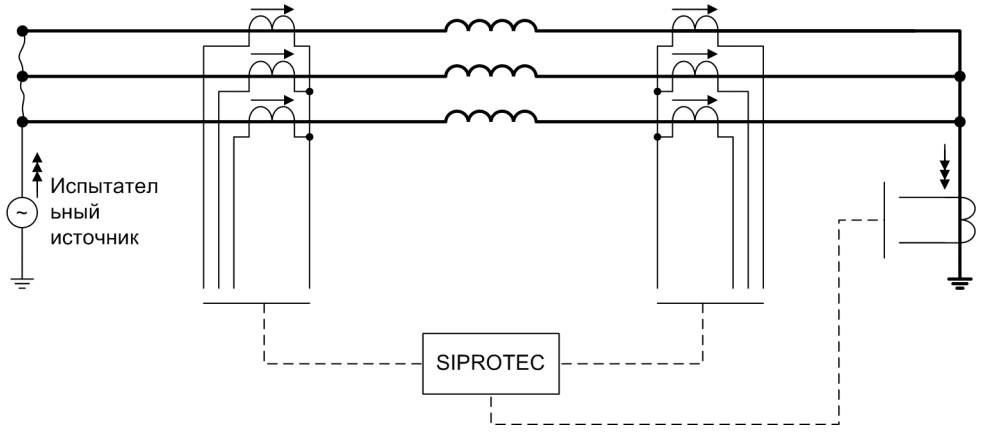
[dwnmzzwk-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-7 Измерение тока нулевой последовательности на обмотке, соединенной в зигзаг.



[dwnmdrwk-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-8 Измерение тока нулевой последовательности на обмотке, соединенной в треугольник с реактором в заземленной нейтрали в защищаемой зоне.



[dwnmgelr-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-9 Измерение тока нулевой последовательности на заземленном последовательно подключенном реактивном сопротивлении (реакторе, генераторе, двигателе).

Проведение испытаний токами нулевой последовательности

Испытания необходимо проводить фазным током, составляющим не менее 2 % номинального фазного тока устройства, т. е. испытательный ток должен составлять как минимум 6 %.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные испытания не могут заменить визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому предварительно должна быть выполнена проверка цепей подключения.

- ✧ Подайте испытательный ток.
- ✧ Измерьте амплитуду тока при поданном испытательном токе.
- ✧ Сравните значения измеренных токов, отображаемые устройством в меню **измеренные величины**, с действительным значением поданного испытательного тока.

- Все фазные токи проверяемых точек измерения должны составлять приблизительно 1/3 испытательного тока.
- 3I0 проверяемой точки измерения должен быть равен испытательному току.
- Фазные токи и ток нулевой последовательности не участвующих в испытании точек измерения, на трансформаторах, должны быть приблизительно равны 0.
- Ток 1-фазного токового входа (при его использовании) должен быть равен испытательному току.

Практически, какие-либо отклонения могут возникнуть только для 1-фазного измерительного входа (при использовании), поскольку правильность подключения фазных токов уже была проверена при проведении испытаний симметричными токами.

При возникновении отклонений:

- ✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.
- ✧ Проверьте привязку проверяемого дополнительного измерительного входа.
- ✧ Проверьте настройки компенсации.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.
- ✧ Повторите испытание и проверьте значения снова.

Испытания дифференциальной защиты

Описанные далее испытания относятся к токовой дифференциальной защите, но не к дифференциальной защите от замыканий на землю. Испытания, проводимые в соответствии со схемами, приведенными ранее, должны давать следующие результаты. Необходимо убедиться, что испытательный ток равен току 3I0.

✧ Компенсация тока нулевой последовательности

В функциональной группе **Сторона тр-ра** нейтраль определена как заземленная (параметр: **Нейтраль** = ***заземленная***), в функциональной группе **ДифЗащТ.** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***нет***. Расчетные матрицы представлены далее.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,C}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,A}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomatnse-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomznel2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

✧ Коррекция тока нулевой последовательности

В функциональной группе **Сторона тр-ра** нейтраль определена как заземленная (параметр: **Нейтраль** = ***заземленная***), в функциональной группе **ДифЗащТ.** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***да***. В данном случае дифференциальный и тормозной токи, измеренные при одностороннем испытании, равняются 0. Далее представлены расчетные матрицы. $I_з$ – ток нулевой последовательности, измеренный через ТТ, установленный в нейтрали.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,A}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -3I_0 \\ -3I_0 \\ -3I_0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomansko-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomansk2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Если дифференциальный и тормозной токи имеют значение 2/3 испытательного тока (3I0), то это свидетельствует о том, что ТТ, установленный в нейтрали, подключен с обратной полярностью. Далее приведены расчетные матрицы для такого случая.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,A}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 3I_0 \\ 3I_0 \\ 3I_0 \end{pmatrix} \right| = 2 \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix}$$

[fomzvrpo-061112-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = 2 \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix}$$

[fomzvrp2-061112-01.tif, 1, ru_RU]

10.4 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей

10.4.1 Вторичные испытания

Вторичные испытания не являются заменой первичных испытаний *10.4.2 Первичные испытания*, т. к. при вторичных испытаниях невозможно обнаружить ошибки подключения устройства. Эти испытания проводятся для проверки уставок, правильности работы защитных функций, проектирования (например, проверки правильности ранжирования логических сигналов, отображения на экране измеряемых величин, логики CFC и др.). При выполнении вторичных испытаний необходимо следовать следующим указаниям.

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях устройства с использованием испытательного оборудования убедитесь, что к устройству не подводятся никакие другие измеряемые величины, а цепи управления выключателей отключены от устройства.

Испытания должны проводиться при заданных уставках устройства. Если параметры (еще) не известны, то проверка должна проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).

ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если номинальный ток защищаемого объекта, связанный с током ТТ в нормальном режиме работы, значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Возможно отдельно осуществлять проверку каждой стороны дифференциальной защиты. Это соответствует симулированию повреждения, имеющего подпитку с одной стороны. Если сторона имеет несколько точек измерения, то на измерительных входах, не участвующих в испытании, ток остается равным нулю. Проверка уставки срабатывания выполняется путем медленного увеличения испытательного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Более подробная информация приведена в технических данных устройства защиты. В процессе испытаний необходимо выполнять перерывы для охлаждения устройства!

В случае 3-фазных защищаемых объектов уставки срабатывания являются значениями симметричных 3-фазных токов.

При проведении испытаний с заданными рабочими уставками, необходимо помнить, что величина уставки срабатывания дифференциальной защиты является относительной величиной, приводимой к номинальному току защищаемого объекта, который является первичным током и вычисляется следующим образом:

$$I_{\text{ном,объекта}} = \frac{S_{\text{ном,объекта}}\ [\text{MBA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном,объекта}}\ [\text{кВ}]}\ [\text{A}]$$

[fonennsl-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$S_{\text{ном.об.}}$ Номинальная полная мощность защищаемого объекта.

$U_{ном.об.}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта или защищаемой обмотки трансформатора.

При необходимости проконтролировать характеристику срабатывания компания Siemens рекомендует использовать стандартные программы испытаний цифрового испытательного оборудования. Для ручного контроля точек на характеристике срабатывания подайте **сквозной ток**, соответствующий значению тока на оси торможения. После этого измените угол фазы испытательного тока на одной стороне так, чтобы достичь требуемой величины дифференциального тока. Проверьте значение в соответствии с допуском 5 % выше и ниже интересующей точки на характеристике срабатывания.

10.4.2 Первичные испытания

Установки для защиты двигателей допускают ограниченные первичные испытания. Возможной причиной отказа может являться ошибочное подключение к системе. Если работа системы остановлена, допускается использовать испытательный ток, равный примерно 10 % – 20 % номинального тока, приложенный непосредственно к зажимам трансформатора и подключенному трансформатору с использованием первичного испытательного прибора. Моделирование нагрузки (с помощью тока). Величина дифференциального тока должна быть равна нулю, а ток торможения должен быть равен приложенному току.

Для обнаружения излишней работы защиты при первом включении, например из-за неправильного монтажа трансформатора, Siemens рекомендует переключить дифференциальную защиту в режим испытаний. Защитная функция будет срабатывать без выдачи команды на отключение. Проверьте дифференциальный ток и ток торможения с использованием измеренных значений работы защиты из журнала повреждений. Дифференциальный ток должен быть равен нулю, а ток торможения должен соответствовать фактическому току двигателя.

Если работа дифференциальной защиты соответствует требованиям, установите выключатель функции защиты в положение **ВКЛ**.



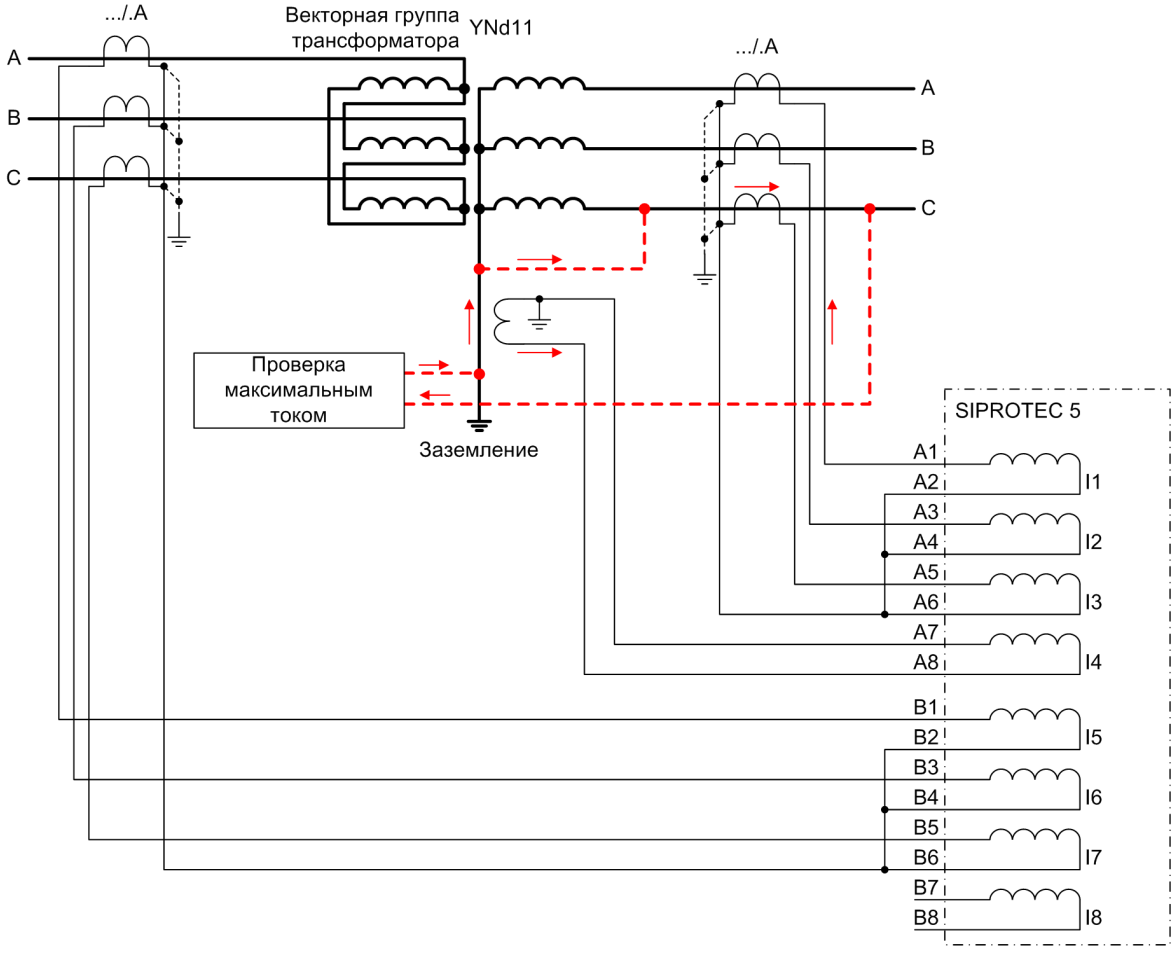
ПРИМЕЧАНИЕ

Если дифференциальная защита выключена (например, при работе в режиме испытаний), защита от превышения тока должна действовать в качестве защиты от короткого замыкания (без выдержки времени и с использованием уставки тока запуска).

10.5 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты от замыканий на землю

Правильное выполнение подключения так же важно, как корректное задание уставок и ранжирование сигналов. При проведении проверки подключения Siemens рекомендует выполнить следующее:

- **Проверка полярности** ТТ и обеспечение положительного направления токов к защищаемому объекту. Для 3-фазной группы соединения нейтральная точка ТТ должна располагаться по направлению к защищаемому объекту. Для ТТ, установленного в нейтрали, необходимо, чтобы вывод данного ТТ, подключенный к зажиму I7, был расположен в направлении земли (см. *Рисунок 10-10*).
- **Проверка значения пуска** может быть выполнена путем подачи тока нейтрали.
- **Проверка торможения при внешних повреждениях** выполняется путем подачи тока, если отсутствуют встроенные в выводы трансформатора ТТ. *Рисунок 10-10* отображает схему испытаний. Отключение может не сформироваться.



[dwhighct-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 10-10 Проверка с использованием испытательного оборудования

При проверке защиты блочного трансформатора в качестве испытательного источника возможно использовать генератор блока. При отключенном генераторе устанавливается закоротка для симуляции 1-фазного к. з. Затем генератор возбуждается, и подается минимальный ток. Минимальный ток должен быть меньше допустимого тока обратной последовательности. Уставка срабатывания дифференциальной защиты от замыканий на землю должна быть минимальной. Если испытательный ток должен иметь большее значение, то испытание необходимо выполнять кратковременно (несколько

секунд). После проведения испытаний восстановите первоначальную исходную схему и уставки защиты.

При небольшом номинальном первичном токе трансформатора испытание следует проводить с использованием внешнего источника (методика испытаний с напряжением 400 В). При этом необходимо выставить минимально возможное пороговое значение срабатывания защиты.

10.6 Тест защиты от замыкания на землю

В не заземленных энергосистемах

Тест замыкания на землю необходим только в том случае, когда устройство устанавливается в изолированную энергосистему или резонансную заземленную энергосистему и используется чувствительное обнаружение неисправности заземления. Для этого функция **Обнаружение неисправности заземления с направленной чувствительностью** создается и включается на направленной ступени отключения 3I0> с измерением cos φ или sin φ.

Используется основной тест для оценки правильной полярности соединения трансформатора для обнаружения направления повреждения на землю.



ОПАСНОСТЬ

Детали системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих деталях!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному физическому и материальному ущербу.

✧ Основные меры безопасности следует применять только на неработающих и заземленных частях системы.

Самый надежный тест — это тест с замыканием на землю в первичной сети. Выполните следующее:

✧ Отключите и заземлите линию с двух сторон; противоположный конец линии должен оставаться отключенным во время всей процедуры тестирования.

✧ Установите испытательное заземление на **одну из фаз** линии. Для воздушной линии это можно сделать в произвольном месте, в любом случае за трансформатором тока (относительно шин тестируемого присоединения). Для кабеля заземление выполняется на противоположном конце (на торцевой муфте).

✧ Снимите защитное заземление на линии.

✧ Включите выключатель с той стороны линии, на которой производятся испытания.

✧ Проверьте индикацию направления (если соответствующий сигнал назначен на светодиод).

✧ Проверьте сообщение *(_:302) Замыкание на землю* в журнале замыканий на землю или журнале повреждений в части его направления или фазовой информации. Сообщение *(_:302) Замыкание на землю вперед* должно быть зарегистрировано в качестве информации о направлении.

Если *определено направление* назад, либо в подаче тока, либо в подаче напряжения, происходит инверсия в нейтральном контуре. При отображении *не определено* ток замыкания, вероятно, слишком низкий.

✧ Отключите и заземлите линию.

После этого тест закончен.

10.7 Проверка подключения цепей тока и напряжения

Правильность подключения трансформатора тока и напряжения проверяется током нагрузки, который подается на защищаемую линию или защищаемому объекту . Для этой проверки линия или защищаемый объект должна оставаться включенной. Ток нагрузки минимум в 0.1 $I_{ном.}$ должен проходить по линииили защищаемому объекту ; ток должен изменяться от активного до активно-индуктивного. Направление нагрузочного тока должно быть известно. Если есть сомнения, необходимо разобрать все смешанные и кольцевые системы. Линия или защищаемый объект на время проведения измерений должна оставаться включенной.

Направление может быть определено непосредственно из измеренных рабочих величин. Сперва убедитесь, что измеряемые величины мощности соответствуют направлению мощности. Обычно предполагается, что направление вперед (измеряемое направление) это направление от шин к линии или защищаемому объекту .

Используя измеряемые величины мощности в устройстве или DIGSI 5, убедитесь, что они соответствуют направлению мощности:

- Мощность **P** является положительной, если активная мощность втекает в линию или защищаемый объект.
- Мощность **P** является отрицательной, если активная мощность течет по направлению к шинам или из защищаемого объекта.
- Мощность **Q** является положительной, если индуктивная реактивная мощность втекает в линию или защищаемый объект.
- Мощность **Q** является отрицательной, если индуктивная реактивная мощность течет по направлению к шинам или из защищаемого объекта.

Измерения мощности обеспечивают первоначальный признак того, что измеренные величины имеют правильную полярность. Такое может иметь место, например, на противоположном конце на стороне низкого напряжения трансформатора Общая точка трансформатора тока указывает в направлении защищаемого объекта (например, трансформатора).

Если величины не совпадают с ожидаемыми, причиной может оказаться ошибочная полярность подключенного напряжения.

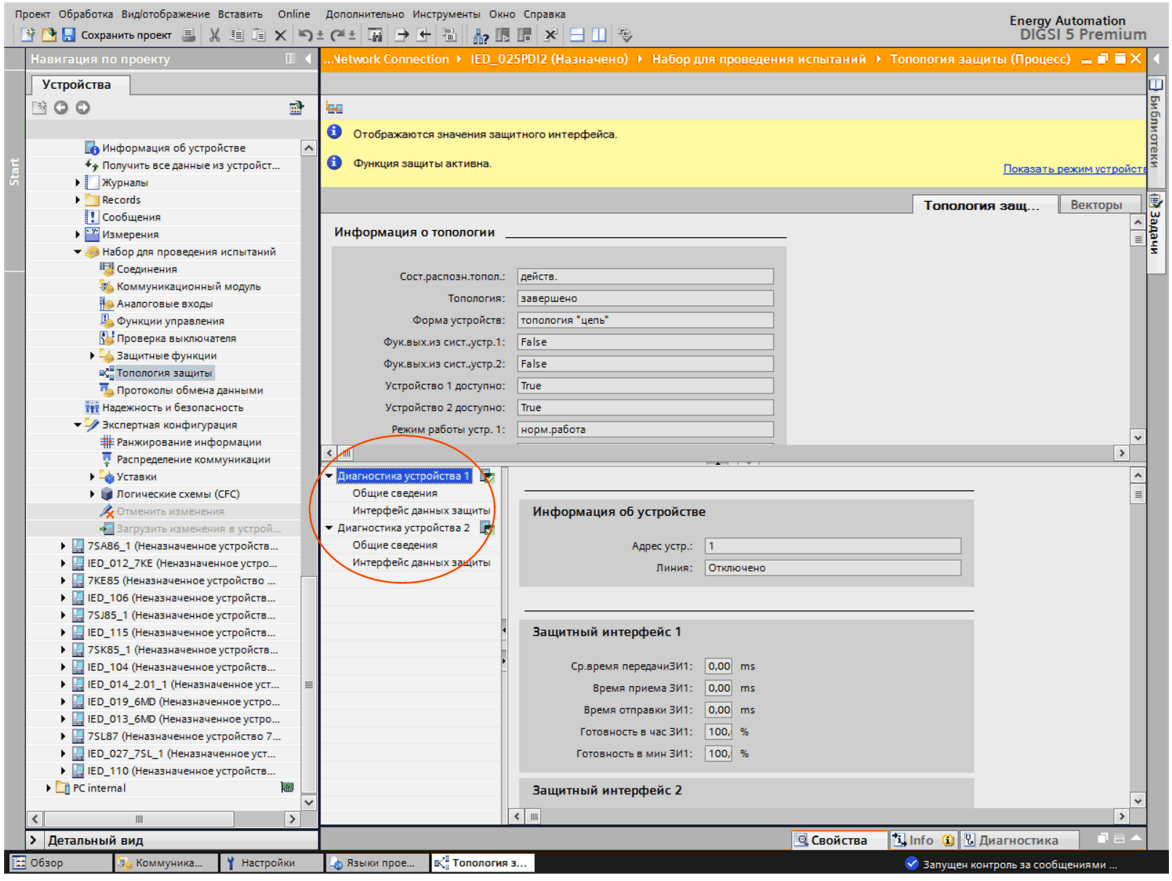
В качестве последнего шага, выключите систему.

10.8 Функциональное тестирование для обмена данными защиты

10.8.1 Управление Передача данных защиты

Проверка передачи данных защиты

Если устройства подключены друг к другу через интерфейс защиты и включены, они автоматически контактируют друг с другом. Например, если устройство 1 распознает устройство 2, показывается успешное соединение (смотри рисунок ниже). Соответственно, каждое устройство подает соответствующие данные защиты всем устройствам, присутствующим в топологии.



[scprotec-061210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-11 Установка соединения в DIGSI 5

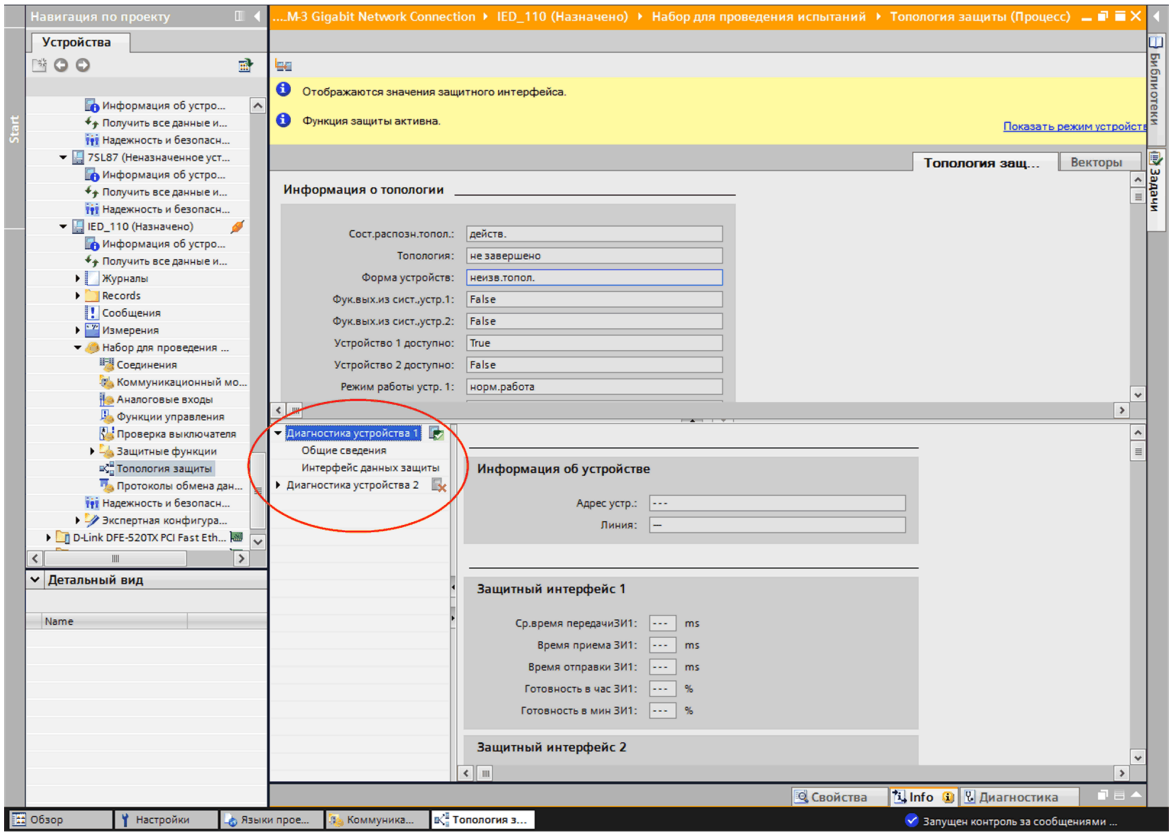
Правильную связь устройств друг с другом можно контролировать во время работы.

✧ Проверьте соединения для каждого интерфейса защиты в DIGSI 5.

Если соединение установлено успешно, текстовое окно **Статус распоз. тополог.** отображает сообщение, *действительное* в DIGSI 5 (см. *Рисунок 10-11*).

Если двум устройствам заданы неправильные параметры, в текстовом окне **Статус распозн. топол.** отображается сообщение *Недопустимо*. (см. *Рисунок 10-11*).

На *Рисунок 10-12* отсутствует связь для передачи данных между устройствами 1 и 2, то есть интерфейсы защиты 1 и 2 устройства 1 не получают данные. Передача данных защиты прерывается и дифференциальная защита не работает. Причиной этого может быть дистанционное управление с помощью DIGSI через интерфейс защиты. В этом случае защитное соединение прерывается и соединение используется только для DIGSI.



[scprotco-061210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-12 Передача данных защиты отключена

10.8.2 Направленный тест

При наличии интерфейсов защиты типа 1 и 2 комплексные векторы точки измерения напряжения и тока передаются между устройствами одной топологии связи, чтобы получить возможность выполнить направленный тест, например, во время пуско-наладочных работ. DIGSI 5 представляет это в форме векторной диаграммы. Вы можете направить точку измерения в интерфейс защиты. Опционально для полуторной схемы вы можете передавать и проверять точку измерения. Вы также можете проверить и протестировать вторую точку измерения этой полуторной схемы, задав новый маршрут. Кроме того, связь DIGSI 5 с другими устройствами в группе может осуществляться через интерфейс защиты. Для этого интерфейс защиты отключается, и DIGSI 5 использует это соединение для связи с другим устройством.

✧ После завершения удаленного подключения через DIGSI 5 система снова переключится на интерфейс данных защиты.

10.8.3 Проверка контура

Описание функции проверки контура

Если соединения не установлено, с помощью проверки контура можно найти неисправность или неправильно сконфигурированные компоненты в интерфейсе данных защиты. Вы можете определить качество передачи данных в случае наличия проблем в существующем интерфейсе данных защиты.

Основной принцип проверки контура основывается на том факте, что вы включаете данные из канала передачи в канал получения в точке соединения обмена данными. При активации проверки контура специальные данные передаются с целью узнать, будут ли они получены.

Проверка контура состоит из двух этапов.

Проверка контура - этап 1

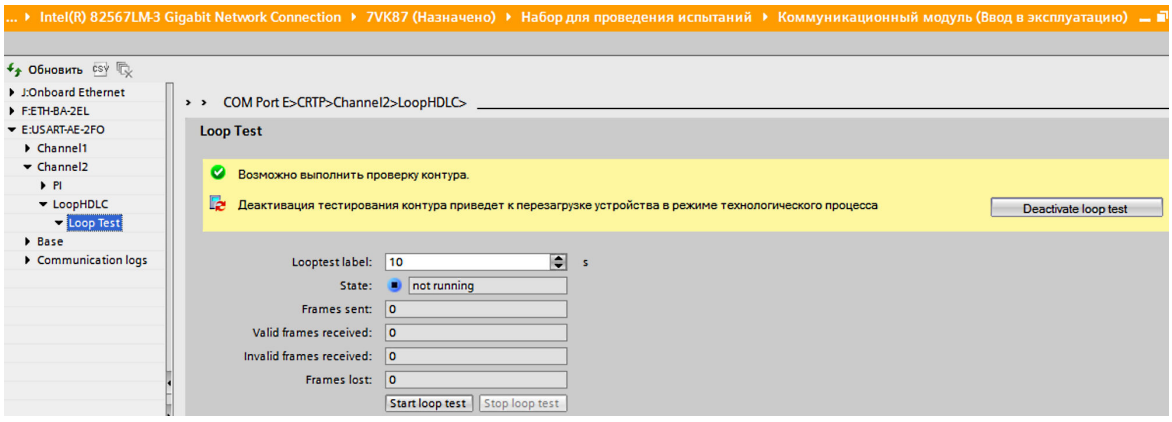
ПРИМЕЧАНИЕ

Во время проведения проверки контура устройство не может выполнять другие задачи.

✧ Любое изменение во время проверки контура приведет к сбою устройства.

✧ Сначала вы должны выполнить необходимые настройки (смотри рисунок ниже).

В **Скорость в бодах**, задайте скорость передачи, используемую вами.



[scaktloo-290113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-13 Настройки для тестирования контура

✧ При **Действ. восстановлении тактовых импульсов HDLC** укажите, производится ли генерация тактовых импульсов самим коммуникационным модулем или следует использовать тактовые импульсы подключенного телекоммуникационного устройства. Если частота тактовых импульсов будет использоваться от подключенного телекоммуникационного устройства, то установите этот параметр на ***ВКЛ***.

Проверка контура - этап 2

После настройки параметров проверки контура следует выполнить следующий шаг — активизировать проверку.

Для этого перейдите в онлайн режим в DIGSI 5 (смотри рисунок ниже).

ПРИМЕЧАНИЕ

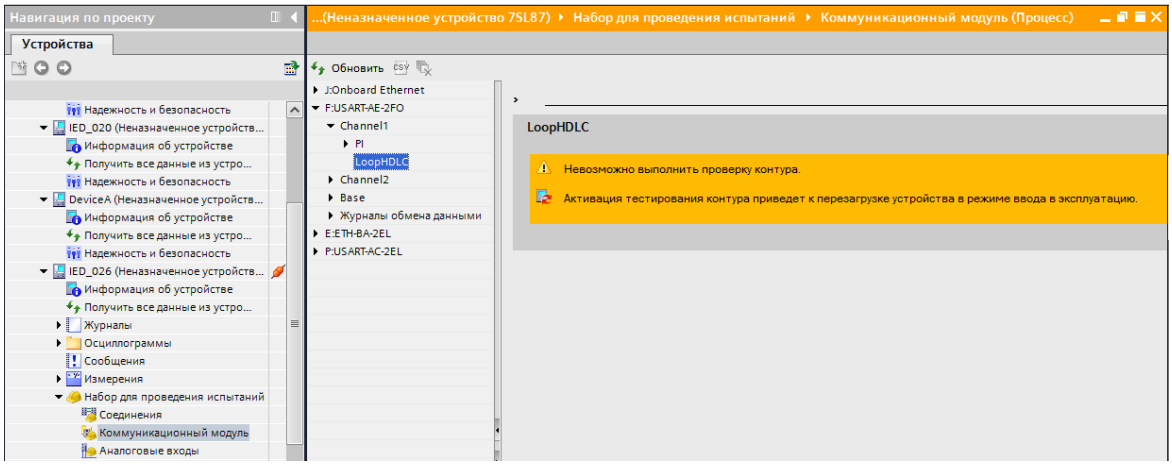
Для проверки контура разрешается использовать только один интерфейс.

Если нужно использовать второй интерфейс, следует сначала отключить первый интерфейс.

✧ Если не отключить первый интерфейс, произойдет сбой устройства.

✧ В режиме онлайн в DIGSI 5 кликните на модуле связи и на канале, который настроен как интерфейс защиты.

✧ Откройте онлайн-режим и выберите следующие пункты меню (см. следующий рисунок):

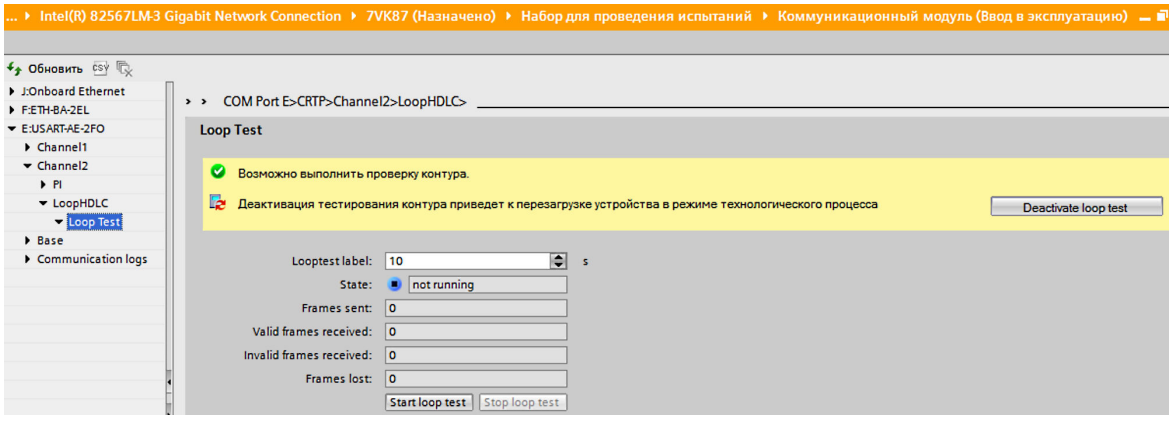


[scloopte-290113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-14 Онлайн-режим "Проверка контура"

- ✧ **Тестовый комплекс** > **Коммуникационный модуль** > **Заполнитель для слота модуля** > **Канал** > **LoopHDLC**
- ✧ Теперь можно активизировать проверку контура, нажав на кнопку **Активизировать проверку контура**.
- ✧ Откроется окно с запросом кода подтверждения. Введите код подтверждения.
- ✧ Устройство перезапустится и переключится в режим запуска.
- ✧ Вернитесь в онлайн режим и перейдите к проверке контура.

  Сейчас вы можете запустить тест, выбрав **Запустить тест конца цикла**. В поле **Проверка контура** укажите продолжительность проверки. Вы можете остановить проверку кнопкой **Остановить проверку контура**.



[scaktloo-290113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-15 Активация проверки контура

- ✧ После запуска проверки контура обычный трафик телеграмм прервется. При нажатии на кнопку **Запустить проверку контура** тестовые телеграммы отправляются на передающий выход с заданной скоростью. Посылаемые и принимаемые тестовые сообщения подсчитываются и проверяются на парность. Поврежденные полученные сообщения также отображаются. Таким образом, помимо физически правильного соединения, проверяется качество канала связи. Результаты теста отображаются.

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы получить более достоверные статистические данные о качестве соединения обмена данными, проверку контура можно выполнить в течение более длительного периода времени. Вот почему система не возвращается автоматически в обычный режим передачи телеграмм после истечения периода времени.

ПРИМЕЧАНИЕ

Отключите проверку контура перед выполнением других задач на устройстве.

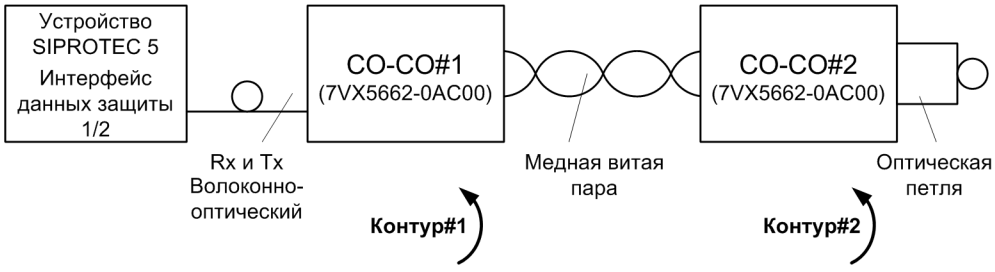
После завершения или остановки проверки контура следует переключить канал коммуникационного модуля в нормальный режим передачи телеграмм с помощью DIGSI.

- ✧ Если не отключить проверку контура перед выполнением других задач, произойдет сбой устройства.
- ✧ Если не завершить этот режим работы, интерфейс данных защиты с удаленными устройствами не будет установлен.

- ✧ Чтобы снова активировать интерфейс данных защиты, необходимо переключиться на него с помощью DIGSI 5. Если проверка контура выполняется, остановите ее кнопкой **Остановить проверку контура**.
- ✧ Верните устройство в режим работы (нормальный режим), нажав на кнопку **Отключить проверку контура**.
  Устройство перезапустится в режиме обработки.

Режим работы "Проверка контура"

В следующем примере показана последовательность проверки контура.



[dwanwloo-251012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-16 Пример применения проверки контура

На этом рисунке показана часть интерфейса данных защиты. Подключение интерфейса данных защиты выполняется от устройства SIPROTEC 5 по волоконно-оптической линии к первому коммуникационному конвертеру CO-CO#1. Соединение между преобразователями связи осуществляется по медному кабелю. Второй преобразователь связи подсоединяется к устройству SIPROTEC 5 по оптоволокну. Создав замкнутый контур связи (Контур#1) в первом преобразователе связи и активировав тест контура, вы проверяете правильную работу маршрута связи от выходного сигнала до первого преобразователя связи.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для этого, установите параметр **Акт. Восстановление синхронизации HDLC** на **ВЫКЛ** и скорость передачи в бодах на 128 кбит.

- ✧ Если вы хотите проверить маршрут связи от выходного сигнала второго преобразователя связи, используйте оптико-волоконный кабель на оптических выходах преобразователя для включения контура связи (Контур#2).



ПРИМЕЧАНИЕ

Для этого, установите параметр **Акт. Восстановление синхронизации HDLC** на **ВКЛ** и скорость передачи в бодах на 128 кбит.

Если в режиме онлайн вы нажмете на диагностическую страницу модуля, DIGSI 5 покажет состояние коммуникационного модуля. Если установлен замкнутый режим, вы должны специально деактивировать этот режим.

10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения

Вторичные испытания

ПРИМЕЧАНИЕ

При выполнении вторичных испытаний учтите, что измеряемые величины функции приведены к номинальным значениям объекта

Это означает, что расхождение между напряжением ТН и защищаемого объекта устройство автоматически корректирует. Таким образом, в нормальном режиме функционирования, при номинальном напряжении и частоте, расчетная величина функции защиты U/f должна быть примерно равна 1.0 В/Гц.

Наличие расхождения номинального напряжения ТН (Uном.тр.)_ и номинального напряжения объекта (Uном.об.) следует учитывать при выборе испытательного напряжения. Измените вторичное испытательное напряжение на коэффициент 'k'.

$$k = \frac{U_{ном.\,об.}}{U_{ном,\,тр.}}$$

[fokfakuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

Пример

$U_{ном,об}$ = 110 кВ; $U_{ном,\,тр.}$ = 100 кВ

Тогда k = 1,1. Например, при контроле номинальных условий, если вторичное номинальное напряжение составляет 100 В, следует подавать напряжение, равное 1,1 * 100 В = 110 В. Отображаемое значение **Измеренное значение В/Гц** должно составлять 1,0000.

ПРИМЕЧАНИЕ

При контроле зависимой ступени убедитесь в наличии привязки ступени к **тепловой модели**. При повторении испытаний всегда сбрасывайте модель с помощью дискретного входного сообщения **>Сброс тепл.модели** (_:13951:501).

Первичное испытание

При контроле функции перевозбуждения следует проверить показания функции и сравнить их с расчетной величиной.

Для этого следует рассчитать величину перевозбуждения U/f по формуле:

$$\frac{U}{f} \cdot \frac{f_{ном}}{U_{ном}}$$

[fomoweuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

где:

U	Измеряемое напряжение
$U_{ном.}$	Первичное номинальное напряжение защищаемого объекта
f	Измеряемая частота в Гц
$f_{ном}$	Номинальная частота

10.10 Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки

Вторичные испытания

При испытании защиты от перегрузки подачей вторичных величин, обратите внимание, что все установленные параметры относятся к первичным величинам защищаемого объекта. Устройство защиты использует коэффициенты ТТ из данных системы и выполняет приведение к номинальным переменным устройства. Следует это иметь в виду при проведении испытаний.

✧ Перед повтором испытаний следует сбросить тепловую память. Это возможно сделать, например, с помощью сигнала через дискретный вход **>Сброс тепл.модели**. При повторном параметрировании функции или выводе ее из работы тепловая модель также сбрасывается.

Испытания без предварительной нагрузки

✧ Проверьте время срабатывания при 1,5 x $I/I_{ном.об.}$

В следующем примере используются такие данные системы:

$I_{ном.об.}$ = 483 A

$I_{ном, трансф. перв.}$ = 750 A

$I_{ном, трансф. втор.}$ = 1 A

Первичное значение испытательного тока составляет 1,5 x 483 A = 724,5 A. Соответственно, вторичный ток равен 724,5 A *1A/750A = 0,966 A. Таким образом, необходимо подать ток 0,966 A.

✧ Рассчитайте время срабатывания по следующей формуле. Здесь следует вводить только первичные переменные.

✧ Установите $I_{предв нагр}$ = 0. установленные параметры открывают **Коэффициент K** (например, 1,1) и **Тепловая пост. времени** (например, 600 с или 10 мин).

✧ Испытание из холодного состояния.

$$t = \tau_{th} \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,об.}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{предв.нагр.}}{I_{ном,об.}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\ s \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5 I_{ном,об.}}{I_{ном,об.}}\right)^2 - 0}{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5 I_{ном,об.}}{I_{ном,об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\ s \cdot 0.772 = 463\ s$$

[foauslpr-190309-01.tif, 1, ru_RU]

✧ При подаче тока 0,966 A с вторичной стороны функция защиты должна сработать через 463 с.

Испытания с предварительной нагрузкой

✧ Протекающий номинальный ток объекта ($I_{предв нагр}$= $I_{ном, объекта}$) равен предварительной нагрузке 1 (100 %).

✧ В этом случае подаваемый ток 483 A *1 A / 750 A = 0,644 A.

После определенного времени (более 5 x τ_t), устанавливается предварительная нагрузка.

Коэффициент K

✧ Если резко повысить подаваемый вторичный ток от 0,644 A до 0,966 A (1,5x $I/I_{ном.об.}$), защита от перегрузки сработает в указанное далее время.

$$t = \tau_{th} \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,об.}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{предв.нагр.}}{I_{ном,об.}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном,об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\ s \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5 I_{ном,об.}}{I_{ном,об.}}\right)^2 - \frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.0 I_{ном,об.}}{I_{ном,об.}}\right)^2}{\frac{1}{1.1^2}\left(\frac{1.5 I_{ном,об.}}{I_{ном,об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\ s \cdot 0.184 = 110\ s$$

[foauslpr-190309-02.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Так как на практике постянные времени имеют довольно большие значения, то испытания проводят со значительно уменьшенными постоянными времени. После завершения испытаний необходимо вернуть исходное значение уставок.

10.11 Функциональные испытания для расчета горячих точек

10.11.1 Вторичные испытания

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях функции **расчета горячих точек** помните, что все уставки относятся к первичным величинам защищаемого объекта. Защищаемый объект учитывает КТТ, взятый из данных системы и корректирует данные в зависимости от величин, указанных для устройства. Следует это иметь в виду при проведении испытаний.

- Перед повтором испытаний следует сбросить тепловую память. Это возможно сделать, например, с помощью сигнала через дискретный вход *>Сброс тепл.модели*. При изменении уставок или выключении функции тепловая память также сбросится.
- Проверьте расчетную температуру горячей точки при токе нагрузки, равном $1,5 \cdot I/I_{ном, об}$.

По истечении постоянной времени масла или витка температура горячей точки определяется в результате измерения температуры масла и разности температур между горячей точкой и маслом в верхней части трансформатора.

Пример

Если измеренная температура масла одинакова и равна 70 °C, то разница температур между горячей точкой и маслом в верхней части трансформатора:

МЭК 60076-7

$\Delta\Theta_{H,U}(t) = K^{Y}H_{gr}$

$Y = 1,6$

$H_{gr} = 22$

$K = 1,6$

IEEE C57.91 2011

$\Delta\Theta_{H,U}(t) = K^{2m}H_{gr}$

$m = 0,8$

$H_{gr} = 22$

$K = 1,5$

В установившемся состоянии температура горячей точки равна $\Theta_h(t) = 114$ °C.

ПРИМЕЧАНИЕ

Так как на практике постоянные времени имеют довольно большие значения, то испытания проводят со значительно уменьшенными постоянными времени. После завершения испытаний необходимо вернуть исходное значение уставок.

10.12 Первичные и вторичные испытания функции УРОВ

Интеграция данной функции в систему защиты

Интеграция функции УРОВ в систему защиты должна быть проверена в реальных условиях. Т.к. существует множество вариантов применений данной функции и множество конфигураций энергосистемы, то необходимые испытания не могут быть полностью описаны в данном руководстве.



ПРИМЕЧАНИЕ

Всегда принимайте во внимание условия эксплуатации и принципы построения защиты конкретного энергообъекта.



ПРИМЕЧАНИЕ

Компания Siemens рекомендует перед началом испытания функции отключить тестируемое присоединение с обоих концов. Разъединители со стороны линии и со стороны шин должны быть отключены для возможности безопасного оперирования выключателем.

Меры безопасности



ОСТОРОЖНО!

При проведении тестов с выключателем присоединения может появиться команда отключения выключателей смежных присоединений.

Несоблюдение следующих мер может привести к легким травмам персонала или материальным повреждениям оборудования.

✧ Поэтому рекомендуется сначала разорвать цепи отключения смежных выключателей (шинные выключатели), например, отключением цепи подведения “плюса” к контактам отключения устройства от схем управления этими выключателями.

При проверке функции УРОВ необходимо убедиться, что внешние устройства защиты или внутренние защитные функции не могут действовать на отключение выключателя. Соответствующие команды на отключение должны блокироваться.

Несмотря на то, что приведенные далее перечни действий не могут во всех случаях считаться полными, они могут также содержать пункты, которые должны игнорироваться при конкретном применении.

Режимы тестирования

Устройство и функции защиты могут быть переведены в режим тестирования. Данные режимы тестирования поддерживают разные способы проверки функции:

Режимы тестирования	Пояснения
Устройство в режиме тестирования	Данный режим тестирования предназначен для проведения следующих испытаний: 1. Проверка уставки по току при внешнем пуске функции: Контроль входных дискретных сигналов при внешнем пуске функции выведен. Данная настройка разрешает статическую активацию сигнала для проверки уставки по току. 2. Убедитесь в том, что команда отключения действует на соответствующий выключатель, т. к. контакты устройства остаются в работе в режиме тестирования.

Режимы тестирования	Пояснения
Функция УРОВ в режиме тестирования (устройство не в режиме тестирования)	Данный тестовый режим необходим для проверок функции, при которых сообщение о срабатывании не воздействует на дискретные выходы устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае, если функция или устройство находятся в тестовом режиме, все сигналы содержат тестовый бит.

ПРИМЕЧАНИЕ

При работе устройства в режиме **Устройство в режиме тестирования** генерируемые функцией рабочие сообщения о срабатывании воздействуют на дискретные выходы.

Функция так же должна быть проверена в нормальном режиме работы.

В этом случае учтите следующее:

- ✧ Контакты устройства находятся в работе.
- ✧ Контроль дискретных входных сигналов (при внешнем пуске функции) введен и действует на блокировку работы функции.
- ✧ Все рабочие сообщения не содержат тестового бита.

Блок-контакты выключателя

Подключение блок-контактов выключателя ко входам устройства повышает надежность правильного срабатывания функции УРОВ.

- ✧ Убедитесь в правильности их подключения.

Условия внутреннего пуска (Команда отключения от внутренних защитных функций)

Внутренний пуск можно проверить посредством отключения от функции защиты, например основной функции защиты устройства.

- ✧ Проверьте настройки УРОВ. См. также Главу *6.41.4 Указания по применению и вводу уставок*.
- ✧ Для того, чтобы функция УРОВ могла срабатывать, через присоединение должен протекать ток (см. критерий протекания тока). Данный ток может быть сгенерирован при проверке устройства (см. описание в Руководство по эксплуатации). Для этих целей так же можно использовать вторичный ток от испытательной установки.
- ✧ Формирование сигнала отключения для функции защиты. Данный сигнал может быть сформирован устройством при его проверке с помощью внутренней последовательности проверок (см. описание в Руководство по эксплуатации).
- ✧ Команды отключения и их выдержки времени сравниваются с пуском, зависящим от параметризации.

Условия внешнего пуска (команда отключения от внешнего устройства защиты)

Если предусмотрен пуск УРОВ от внешних устройств защиты, то необходимо проверить условия внешнего пуска.

- ✧ Проверьте настройки УРОВ.

  См. также Главу *6.41.4 Указания по применению и вводу уставок*.
- ✧ Для того чтобы функция УРОВ могла срабатывать, через присоединение должен протекать ток (см. критерий протекания тока). Данный ток может быть сгенерирован при проверке устройства с помощью внутренней последовательности проверок (см. описание в Руководство по эксплуатации). Для этих целей так же можно использовать вторичный ток от испытательной установки.

- ✧ Активируйте дискретный вход(ы) на который подаются пусковой и, возможно, разрешающий сигнал УРОВ. Это может быть выполнено двумя способами:
  – 1) с помощью внутренней последовательности проверок;
  – 2) с помощью активации дискретного входа (входов) при подаче на него (них) напряжения питания.
- ✧ Проверьте входной пусковой сигнал и разрешающий входной сигнал (при его наличии) на то, что он появился в спонтанных или аварийных сообщениях.
- ✧ Удостоверьтесь, что в спонтанных или аварийных сообщениях появилось сообщение о пуске.
- ✧ Команды отключения и их выдержки времени сравниваются с пуском, зависящим от параметрирования.

Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты

- ✧ Проверьте работу статического, а в случае работы по двухканальному принципу, и динамического контроля входных дискретных сигналов. Для этого инициируйте срабатывание функции контроля и проверьте наличие соответствующего сообщения и сигнала готовности в буфере журнала событий.

Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты без контроля тока

- ✧ Если пуск возможен без контроля тока: (см. **Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты**).

Повтор команды отключения (T1) (действие на себя)

- ✧ Убедитесь, что повторный сигнал отключения воздействует на 2-й электромагнит отключения выключателя.

Резервное отключение в случае отказа выключателя (T2)

При тестировании функции УРОВ необходимо проверить правильность распределения команд отключения к смежным выключателям. Под смежными выключателями подразумеваются выключатели тех присоединений, которые должны быть отключены для ликвидации повреждения при отказе выключателя поврежденного присоединения. Таким образом, ими являются выключатели всех присоединений, питающих систему сборных шин или секцию системы сборных шин, к которой подключено поврежденное присоединение.

Общее детальное руководство по тестированию не может быть приведено, поскольку конфигурация смежных выключателей существенно зависит от топологии сети.

- ✧ В частности, логика отключения смежных выключателей должна быть проверена при секционированной системе сборных шин.
  В этом случае для каждой секции шин следует проверить факт отключения только тех выключателей, которые подключены к той же секции шин, что и отключаемый выключатель рассматриваемого поврежденного присоединения.

Резервное отключение при отказе выключателя (T2), телеотключение выключателя на противоположном конце линии

Если команда отключения от УРОВ должна действовать на отключение выключателя противоположного конца линии, то канал передачи данных отключения должен быть проверен.

- ✧ Обычно канал передачи команды телеотключения проверяется при передачи других сигналов в соответствии с *10.8.1 Управление Передача данных защиты*.

Окончание тестирования

- ✧ Все временные меры, принятые при тестировании, должны быть отменены, в особенности это относится к положению коммутационных аппаратов, разорванным цепям отключения, изменениям уставок или функций защиты.

10.13 Тестирование выключателя

Функция **Тестирование выключателя** обеспечивает удобство выполнения полной проверки цепи отключения, цепи включения и самого выключателя. Для проверки во время работы выключателя проводятся циклы автоматического отключения и включения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если блок-контакты выключателя не заведены, то отключенный выключатель может на самом деле быть включен.

При тестировании выключателя пользователю доступны следующие программы тестов.

№	Программа проверки
1	Цикл O-B 3ф

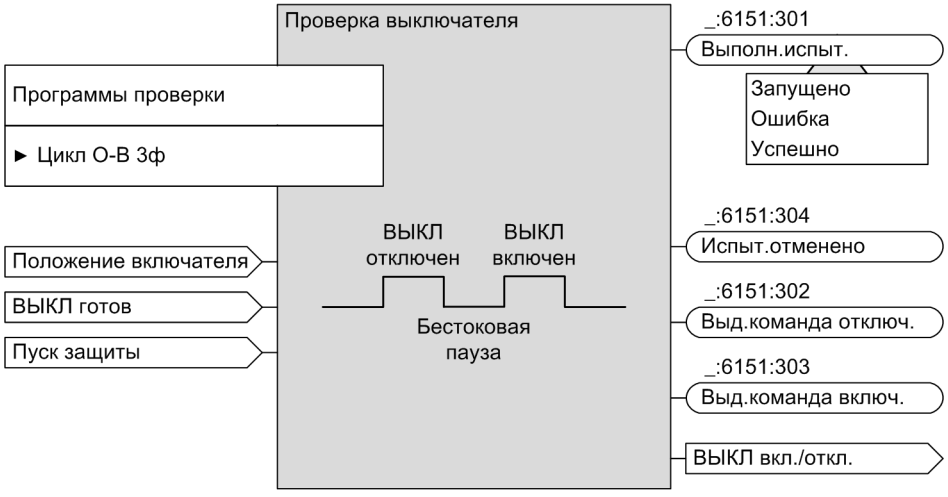
Структура функции

Функция **Тестирование выключателя** используется в функциональных группах защиты для выключателей.



[dwcbch01-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 10-17 Реализация функции



[dwcbc3p2-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 10-18 Структура функции

Процедуры тестирования

Перед началом тестирования выключателя должны быть соблюдены следующие условия:

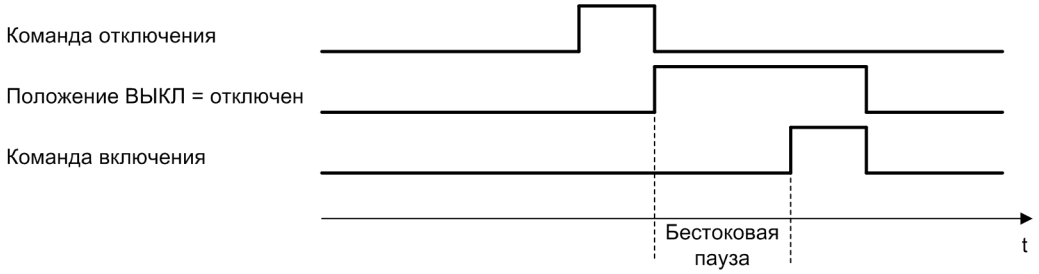
- ✧ Если блок-контакт выключателя сигнализирует устройству о положении полюса выключателя с помощью дискретного входа **Позиция**, то цикл тестирования не начинается до тех пор, пока выключатель включен. Если блок-контакт выключателя не был заведен, Вы должны убедиться, что выключатель включен.
- ✧ Выключатель должен быть готов к циклу "Отключить-включить-отключить" (O-B-O) (сообщение **>Готовность**).

✧ Функция защиты, принадлежащая к той же функциональной группе, что и проверяемый выключатель, не должна находиться в состоянии пуска.

Рисунок 10-19 показывает процесс во времени цикла тестирования Отключить-включить.

Если блок-контакт выключателя заведен, то функция ожидает сообщения от выключателя**Позиция** = ***отключ.*** после того, как была сгенерирована команда отключения. При получении сообщения **Позиция** = ***отключено*** после бестоковой паузы передается команда включения (параметр **(_:6151:101) Бестоковая пауза**). Если сообщение обратной связи о положении выключателя не будет получено за максимальное время передачи (**Бестоковая пауза**+ 2 · **Время вывода** + 5 с), то операция тестирования выключателя прерывается и рассматривается как непройденное. Правильное функционирование выключателя контролируется через обратную связь о положении выключателя.

Если блок-контакт выключателя не подключен, то команда отключения выдается на заданное время выдачи команды (параметр **(_:4261:101) время выдачи**)). После того, как истекла выдержка времени бестоковой паузы (параметр **(_:6151:101) Бестоковая пауза**) появляется команда включения, время выдачи которой также обуславливается заданным временем (**Время вывода**). В этом случае Вы должны удостовериться, что выключатель включен.



[dwcbch03-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 10-19 Процесс цикла тестирования выключателя

Функция **Тестирование выключателя** используется в функциональных группах защиты для выключателей. Если текущая функция **Выключатель** сконфигурирована, а ее цепи заведены, то в дальнейшей конфигурации нет необходимости.

✧ Вы задаете время между командой отключения и командой включения с помощью параметра **(_:6151:101) Бестоковая пауза**.

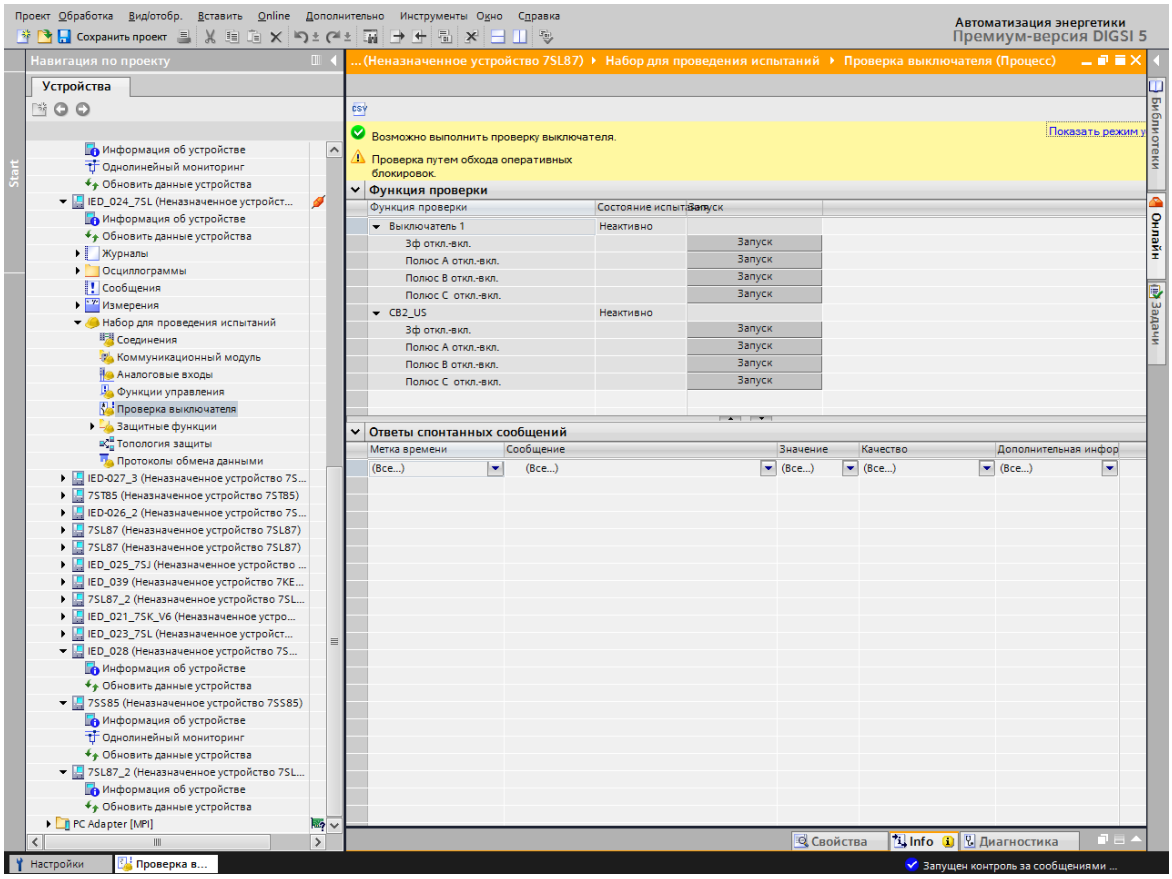
ПРИМЕЧАНИЕ

Проверка выключателя не выполняет функцию контроля синхронизма даже в том случае, если контроль синхронизма сконфигурирован для выключателя в функциональных группах защиты. Это может привести к проблемам устойчивости системы при трехфазных отключениях. Поэтому процедура тестирования трехполюсного выключателя не должна занимать много времени и не должна выполняться под нагрузкой.

Вы можете запустить программу тестирования как показано ниже:

- Через панель управления устройством.
- Через ПО DIGSI
- Посредством команд управления, которые Вы также подключаете в логических схемах CFC

На следующем рисунке показана работа функции тестирования выключателя в DIGSI.



[sccbc3p3-140912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-20 Тестирование выключателя в Комплексе тестирования DIGSI

- ✧ Выберите функцию в дереве проекта слева от панели онлайн-доступа.
- ✧ Запустите желаемую программу тестирования в верхней части среднего окна.
- ✧ В нижней части среднего окна появится соответствующая информация обратной связи. Дополнительную информацию о поведении других функций во время выполнения тестирования выключателя можно прочитать в журнале рабочих сообщений.

10.14 Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания

Общие данные

- ✧ Для теста убедитесь, что ток от испытательной установки моделирует обычный пусковой ток.
- ✧ Выполните тест с помощью сигналов переходных режимов. Таким образом можно записать осциллограмму броска тока намагничивания или моделированного тока переходного процесса системы.
- ✧ При использовании моделированных сигналов, соблюдайте указания для отдельных принципов измерения.

Анализ гармоник

- ✧ Наложите на ток с основной гармоникой ток от испытательной установки с удвоенной частотой (вторая гармоника) и протестируйте поведение защиты.
- ✧ Причина превышения порогового значения (внутренний пуск) для одной из защитных функций, которые вы хотите заблокировать.

  - или -

- ✧ При наложении тока от испытательной установки на ток нагрузки повышайте его шагами.

При обнаружении броска тока намагничивания формируется блокирующий сигнал.

Работа с сигналом тока

- ✧ Создайте тестовый ток, который имеет ровные области минимальной ширины одновременно во всех трех фазных токах в течение 3 мс.

При обнаружении броска тока намагничивания формируется блокирующий сигнал.

10.15 Тестирование функции контроля цепей отключения

Общие данные

- ✧ Перед тестированием убедитесь, что порог срабатывания дискретных входов задан меньше половины номинального значения управляющего напряжения.

Два дискретных входа

- ✧ Убедитесь, что используемые дискретные входы изолированы.

Один дискретный вход

- ✧ Убедитесь, что в цепи второго блок-контакта выключателя имеется эквивалентное сопротивление R.
- ✧ Проверьте его параметры в разделе **Эквивалентное сопротивление R**.

10.16 Проверка контроля чередования фаз

- ✧ Проверьте порядок чередования фаз (направление вращения поля) на зажимах устройства. Он должен соответствовать установленному параметру **Чередование фаз**.
- ✧ Выходное сообщение *Черед.фаз ABC* или *Черед.фаз ACB* отображает определенный порядок чередования фаз. Он должен соответствовать установленному порядку чередования фаз.
- ✧ Вы можете также определить порядок чередования фаз через измеряемые значения **Симметричных составляющих**. Если вы получаете переменные для системы обратной последовательности (V_2, I_2) и не получаете переменные для системы прямой последовательности (V_1, I_1) при симметричном трехфазном питании, то установленный параметр **Чередование фаз** не соответствует подключению.

10.17 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации

Измерение собственного времени включения выключателя

При асинхронных условиях работы систем необходимо правильно измерить и установить собственное время включения выключателя. Это позволяет добиться точного одновременного включения с фазовым углом равным 0°. Если включение выполняется в условиях синхронных систем, данный раздел можно пропустить.

Время включения определятся следующими двумя способами:

- 1. С использованием записанной осциллограммы повреждения (рекомендованный метод)
- 2. С использованием внешнего таймера.

1. Простой способ определения времени включения предполагает считывание времени между командой включения и включением полюса выключателя через записанную осциллограмму повреждения. Время, определяемое здесь, является действительным временем включения, а не собственным временем включения выключателя. Никакое дополнительное время добавлять не нужно.

Siemens рекомендует выполнение следующих процедур:

✧ Определите условия, в которых можно безопасно включить выключатель.

✧ Если подключено U2, активируйте рабочий режим **Ком.включ.при U1< и U2>** для ступени синхронизации, установив ***да***.

Если подключено U1, активируйте рабочий режим **Ком.включ.при U1> и U2<**.

✧ Убедитесь, что регистратор повреждений включен. Используя временную схему логики CFC, заведите сигнал **Разр.ком.включения** активной ступени синхронизации на сигнал дискретного входа **>Ручной пуск** (на регистраторе повреждений). После разрешения включения выполняется настройка записи повреждений задаваемой длительности (уставка по умолчанию в 500 мс более чем подходит).

✧ Пустите ступень синхронизации. Устройство немедленно сработает.

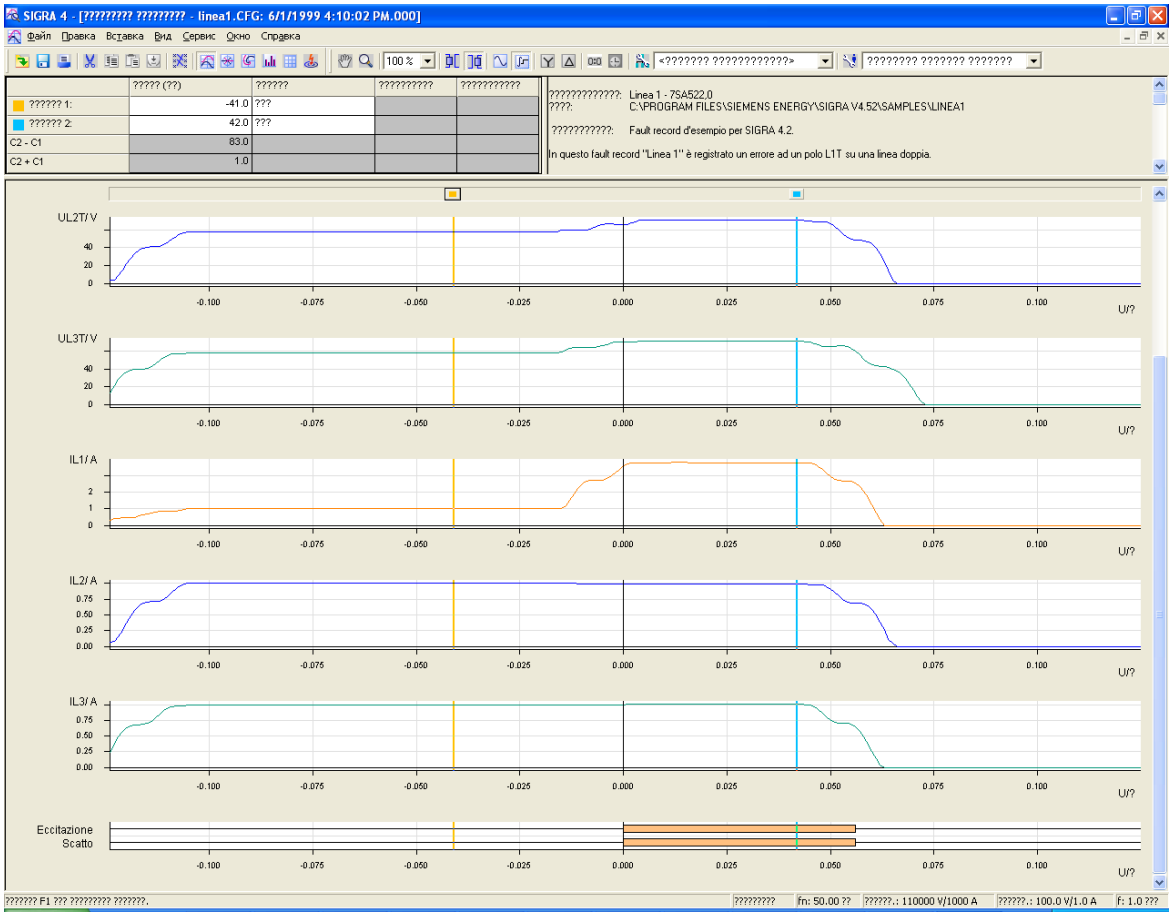
✧ Считайте данные осцилограммы, с помощью программного обеспечения SIGRA определив время включения (см. *Рисунок 10-21*).

Для этого используйте два курсора и функцию измерения времени. Разместите первый курсор на фронте сигнала команды включения. Появление второго напряжения является признаком включения выключателя. Разместите второй курсор на фронте сигнала второго напряжения.

✧ Установите определенное время с помощью параметра **Вр.включ.вык-ля**. Округлите до следующего меньшего задаваемого значения. Аналогичную процедуру требуется выполнить для всех остальных ступеней синхронизации.

✧ Установите параметр **Ком.включ.при U1< и U2>** или **Ком.включ.при U1< и U2<** в исходное значение.

✧ Удалите схему CFC.



[scsyn001-170510-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-21 Измерение собственного времени включения выключателя

2. Комбинация на *Рисунок 10-22* подходит для измерения собственного времени включения выключателя с помощью внешнего таймера. Установите таймер на диапазон 1 с или отключение в 1 мс.

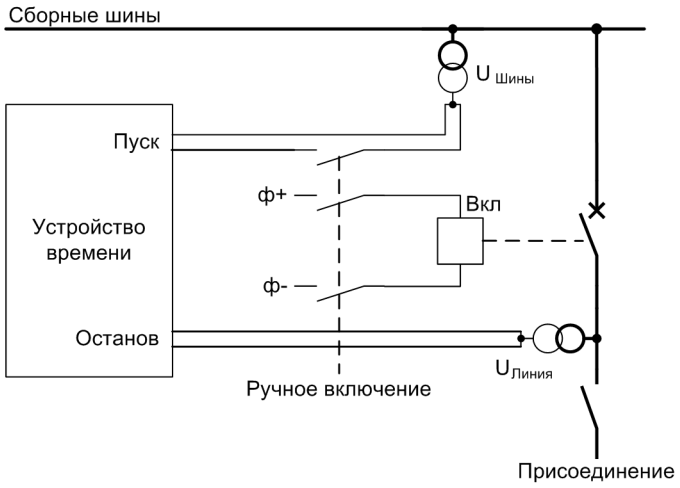
Включите выключатель вручную. Одновременно запускается таймер. После включения полюсов выключателя появляется напряжение $U_{лин}$. Таймер останавливается.

Если таймер не остановился из-за неблагоприятного момента включения, повторите попытку.

Siemens рекомендует выполнить расчет среднего значения на основании измеренных данных по (3 — 5) успешным попыткам включения.

ПРИМЕЧАНИЕ

К измеренному времени добавьте время выдачи команды устройства защиты. Оно исключительно зависит с хорошим приближением от дискретного выхода, который используется для команды включения. Время переключения для различных дискретных выходов приведено в разделе Технические характеристики. Установите общее время с помощью параметра **`Вр.включ.вык-ля`**. Округлите до следующего меньшего задаваемого значения. Аналогичную процедуру требуется выполнить для всех остальных используемых ступеней синхронизации.



[dwsynae6-080211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-22 Измерение собственного времени включения выключателя

Проверка цепи измерения

Необходимо проверить цепь измерения напряжения. Как только активируется одна из ступеней синхронизации, которая будет использоваться, рассчитываются все необходимые функционально измеренные величины. Таким образом, чтобы выполнить данную проверку, ступень синхронизации запускать необязательно.

При проведении первичного или вторичного испытания цепи измерения выполните следующее:

а) При первичном испытании

✧ Если это возможно, установите синхронные условия работы, включив выключатель.

✧ Проверьте функционально измеренные величины функции синхронизации:

– Значения разностей должны равняться нулю.

– Проверьте напряжения U1 и U2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями напряжения.

– Проверьте частоты f1 и f2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями частот.

б) При вторичном испытании

✧ Установите синхронное состояние, приложив значения синхронного напряжения к обеим точкам измерения.

✧ Проверьте функционально измеренные величины функции синхронизации:

– Значения разностей должны равняться нулю.

– Проверьте напряжения U1 и U2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями напряжения.

– Проверьте частоты f1 и f2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями частот.

Попытки включения вслепую при использовании в машинах

Выполните попытки включения вслепую при использовании этой функции в машинах.

Требования:

✧ Снова выполните проверку значений уставок.

✧ Выключатель должен быть отключен. Команда на включение выключателя должна быть прервана (прерыванием команды включения). На время измерений система должна быть под напряжением.

а) Попытка для асинхронных систем:

- ✧ Электрическую машину выводят ручным управлением на скорость ниже разрешенной по разнице частот в соответствии со значениями уставок **Макс.разн.частот f2>f1** и **Макс.разн.частот f2<f1**. Электрическую машину возбуждают до линейного напряжения. Считайте значения рабочих измеренных величин.
- ✧ Запустите ступень синхронизации, например, по внешнему каналу через сигнал на дискретном входе или через встроенный контроллер. Чтобы выполнить запуск в режиме синхронизма, т.е. в **12 часов** используйте синхроскоп. Продолжительность до команды включения будет соответствовать циклу продолжительностью 1/Δf. При разнице частот в 0.1 Гц продолжительность составит 10 с.
- ✧ По мере возможности повторите попытку несколько раз для включения на подсинхронной и сверхсинхронной скоростях.
- ✧ Работа включения проверяется с помощью внешнего регистрирующего устройства или встроенного регистратора данных повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении.
- ✧ Попытки включения вслепую могут быть повторно выполнены при предельной разнице напряжений.

б) Попытка для синхронных систем:

- ✧ Запустите ступень синхронизации, например, по внешнему каналу через сигнал на дискретном входе или через встроенный контроллер.
- ✧ Проверьте соответствующее разрешение для активации в журнале сообщений или в осциллограмме повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении. В течение времени **Зад.ком.включения** должны быть выполнены все условия активации.

  Если наблюдается изменение между синхронной и асинхронной работой, слегка увеличьте порог переключения между режимами работы **Част.Асинх.<->Синх.**.

в) Попытка для проверки синхронизма:

- ✧ Если эта функция используется в сочетании с ручной синхронизацией, проверьте соответствующее разрешение на включение.
- ✧ Синхронизируйте электрическую машину вручную. Запустите ступень синхронизации извне через дискретный вход. Проверьте соответствующее разрешение для активации в журнале показаний или в осциллограмме повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении.

11 Технические характеристики

11.1	Общая информация об устройстве	1375
11.2	Дифференциальная защита трансформатора	1383
11.3	Дифференциальная защита от замыканий на землю	1386
11.4	Дифференциальная защита электродвигателя	1388
11.5	Дифференциальная защита линии	1390
11.6	Дифференциальная защита ошиновки	1392
11.7	Чувствительное обнаружение замыкания на землю	1394
11.8	Интерфейс данных защиты и топология защиты	1398
11.9	Синхронизация даты и времени	1400
11.10	устройство векторных измерений	1401
11.11	Дистанционная защита	1402
11.12	Блокировка при качаниях мощности	1405
11.13	Внешнее отключение	1406
11.14	МТЗ с независимой выдержкой времени, фазы	1407
11.15	Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени	1409
11.16	Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с определяемой пользователем характеристикой срабатывания	1417
11.17	Максимальная токовая защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени	1419
11.18	Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени	1421
11.19	Максимальная токовая защита нулевой последовательности с определяемой пользователем характеристикой срабатывания	1429
11.20	Максимальная токовая защита, 1ф (ступень с независимой выдержкой времени)	1431
11.21	Максимальная токовая защита, однофазная (ступень МТЗ с инверсной выдержкой времени)	1433
11.22	Максимальная токовая защита, однофазная, с определяемой пользователем характеристикой срабатывания	1435
11.23	Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)	1437
11.24	Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению	1438
11.25	Направленная трехфазная МТЗ	1440
11.26	Токовая направленная защита нулевой последовательности, заземл.нейтраль	1443
11.27	Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени	1448
11.28	Мгновенное отключение при больших токах	1449
11.29	Защита максимального напряжения для трехфазного напряжения	1450

11.30	Защита максимального напряжения прямой последовательности	1451
11.31	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	1452
11.32	Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности	1453
11.33	Защита максимального напряжения по любому напряжению	1454
11.34	Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения	1455
11.35	Защита минимального напряжения прямой последовательности	1456
11.36	Защита минимального напряжения по любому напряжению	1457
11.37	Защита максимальной частоты	1459
11.38	Защита минимальной частоты	1460
11.39	Защита по скорости изменения частоты	1461
11.40	Функция определения места повреждения (ОМП)	1462
11.41	Мгновенное отключение при включении на КЗ	1463
11.42	Защита от тепловой перегрузки	1464
11.43	Функциональная группа Аналоговые модули	1467
11.44	Контроль температуры	1468
11.45	Расчет горячих точек	1469
11.46	УРОВ	1470
11.47	Защита от дуговых перекрытий выключателя	1472
11.48	Дуговая защита	1473
11.49	Защита от перевозбуждения	1474
11.50	Защита от несимметричной нагрузки	1476
11.51	Обнаружение броска тока намагничивания	1478
11.52	Трехфазная защита по мощности (P, Q)	1479
11.53	Функция контроля синхронизма	1480
11.54	Регулирование напряжения	1482
11.55	Мониторинг симметрии токов	1483
11.56	Мониторинг симметрии напряжений	1484
11.57	Контроль суммы токов	1485
11.58	Контроль суммы напряжений	1486
11.59	Контроль чередования фаз тока	1487
11.60	Изменение порядка чередования фаз напряжения	1488
11.61	Контроль цепи отключения	1489
11.62	Контроль аналоговых измерений путем быстрого суммирования токов	1490
11.63	Обнаружение повреждения в цепях напряжения	1491
11.64	Автоматический выключатель трансформатора напряжения	1493
11.65	Рабочая измеряемая величина и статистические значения	1494
11.66	Величины энергии	1497
11.67	CFC	1498

11.1 Общая информация об устройстве

11.1.1 Аналоговые входы

Токовые входы

Все данные по току, напряжению и мощности указываются как действующие значения.			
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц		
P-класса	Номинальный ток $I_{ном}$	Диапазон измерения для модульных устройств	Диапазон измерения для немодульных устройств
	5 A 1 A	от 0 A до 500 A от 0 A до 100 A	от 0 A до 250 A от 0 A до 50 A
Измерительные трансформаторы	5 A 1 A	от 0 A до 8 A от 0 A до 1,6 A	от 0 A до 8 A от 0 A до 1,6 A
Потребление мощности по токовым цепям при номинальном токе	Прибл. 0,1 ВА		
Термическая стойкость (трансформаторы P-класса и измерительные трансформаторы)	500 A в течение 1 с		
	150 A в течение 10 с		
	20 A непрерывно		
	25 A в течение 3 мин		
	30 A в течение 2 мин		
Стойкость к динамической нагрузке	1250 A в течение половины периода		

Вход напряжения

Все данные по току, напряжению и мощности указываются как действующие значения.		
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц	
Модули входов и выходов	IO202/IO208/IO211/IO214	IO215
Диапазон измерения	от 0 V до 200 V	от 0 V до 7,07 V
Сопротивление на входе	200 кОм	7 кОм
Термическая стойкость	230 В непрерывно	20 В непрерывно

Входы измерительного преобразователя (через модуль ANAI-CA-4EL)

Тип разъема	8-контактный шлейф
Каналы входа дифференциального тока	4
Диапазон измерения	DC -24 мА до +24 мА
Повреждение	< 0,5 % диапазона измерений
Сопротивление на входе	140 Ом
Принцип преобразования	Delta-sigma (16 бит)
Допустимая разница потенциалов между каналами	Пост. ток. 20 В
Гальваническая развязка с заземлением/ корпусом	700 В DC
Допустимая перегрузка	Пост. ток 100 мА длительно
Повторение измерений	200 мс

Входы измерительного преобразователя (через модуль ARC-CD-3FO)

Тип разъема	AVAGO AFBR-4526Z
Количество приемопередатчиков	3
Тип волокна	Полимерное оптоволокно (POF), 1 мм
Приемник	
Максимум	-10 дБм ± 2 дБм
Минимальное	-40 дБм ± 2 дБм
Спектр	от 400 до 1100 нм
Затухание	В случае полимерных оптических волокон можно ожидать путь затухания, равный 0,2 дБ/м. Дополнительное затухание возникает от заглушки и головки датчика.
Оптический бюджет [1]	Минимум 25 дБ
Аналоговая частота дискретизации	16 кГц
Тип ADC	10 бит последовательное преобразование
Передатчик	
Тип	Светодиод
Длина волны	λ = 650 нм
Передаваемая мощность	Минимум 0 дБм Максимум 2 дБм
Числовая апертура	0,5 [2]
Проверка скорости передачи сигналов через соединение	1 импульс в секунду
Проверка длительности импульса при передаче через соединение	11 мкс
Комментарий: [1] Все значения в сочетании с датчиками, одобренными SIEMENS. [2] Числовая апертура (NA = sin θ (угол входа))	

11.1.2 Напряжение питания

Встроенный источник питания			
Источником питания оснащены следующие типы печатных плат (для модульных устройств): PS201 – источник питания базового модуля и первого ряда устройства PS203 — источник питания второго ряда устройства CB202 — сменный модуль, с интегрированным источником питания, например для коммуникационных модулей			
Допустимые диапазоны напряжения (PS201, PS203, CB202)	от 19 В до 60 В пост. тока	от 48 до 300 В пост. тока от 80 до 265 В пер. тока	
Номинальное напряжение питания U_H (PS201, PS203, CB202)	Пост. ток 24 В/пост. ток 48 В	60/110 В/ 125/220 В/ 250 В пост. тока или 100/115 В / 230 В пер. тока, 50/60 Гц	
Допустимые диапазоны напряжения (PS101)	от 19 В до 60 В пост. тока	от 48 В до 150 В пост. тока	от 88 до 300 В пост. тока от 80 до 265 В пер. тока

Встроенный источник питания			
Номинальное напряжение питания U_H (PS101)	Пост. ток 24 В/пост. ток 48 В	60/110 В/ 125 В пост. тока	110/125 В/ Пост. ток 220 В/ пост. ток 250 В или 100 В/ 115 В/ 230 В пер. тока, 50/60 Гц
Допустимая пульсация переменной составляющей, от пика к пику, МЭК 60255-11		≤ 15 % номинального напряжения питания пост. тока (применимо только для постоянного напряжения)	
Бросок тока намагничивания		≤ 18 A	
Рекомендуемая внешняя защита		Автомат 6 A, характеристика C согласно МЭК 60898	
Внутренний предохранитель			
–	от 24 до 48 В пост. тока	от 60 до 125 В пост. тока	от 24 до 48 В пост. тока от 100 до 230 В пер. тока
PS101	4 A инерт., 250 В пер. тока, 150 В пост. тока, соотв. UL SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20	2 A с выдержкой времени, перем. ток 250 В, пост. ток 300 В, соотв. UL SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20	
PS201, PS203, CB202	2 A с выдержкой времени, перем. ток 250 В, пост. ток 300 В, соотв. UL SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20		
Потребление мощности			
–	DC	Перем. ток 230 В/50 Гц	Перем. ток 115 В/50 Гц
Базовый модуль шириной 1/3, не модульный Без съемных модулей	7,0 Вт	16 ВА	12.5 ВА
Базовый модуль шириной 1/3, модульный Без съемных модулей	13 Вт	33 ВА	24 ВА
Модуль расширения, шириной 1/6	3 Вт	6 ВА	6 ВА
Сменный модуль в сборе, шириной 1/6, без съемных модулей (модули CB202)	3.5 Вт	14 ВА	7 ВА
Сменный модуль для базового модуля или сменный модуль в сборе (например, коммуникационный модуль)	< 5 Вт	< 6 ВА	< 6 ВА
Время сохранения работоспособности при потере питания или КЗ, модульные устройства		Для U ≥ 24 В пост. тока ≥ 50 см Для U ≥ 110 В пост. тока ≥ 50 мс Для U ≥ 115 В пер. тока ≥ 50 мс	
Время сохранения работоспособности при потере питания или КЗ, немодульные устройства		Для U ≥ 24 В пост. тока ≥ 20 см Для U ≥ 60 В/ 110 В пост. тока ≥ 50 мс Для U ≥ 115 В пер. тока ≥ 200 мс	

11.1.3 Дискретные входы

Номинальный диапазон напряжения	Пост. ток от 24 до 250 В (биполярн.)	
Потребление тока, в активном рабочем состоянии	Прибл. от 0,6 до 1,8 мА пост. тока (независимо от рабочего напряжения)	
Время срабатывания	Прибл. 3 мс	
Время возврата	Прибл. 4 мс	
Пороги переключения	Настраивается в DIGSI 5	
	Диапазон 1 для 24 В, 48 В и 60 В Оперативное напряжение	$U_{низк.} \leq 10$ В пост. тока $U_{выс.} \geq 19$ В пост. тока
	Диапазон 2 для 110 В и 125 В Оперативное напряжение	$U_{низк.} \leq 44$ В пост. тока $U_{выс.} \geq 88$ В пост. тока
	Диапазон 3 для 220 В и 250 В Оперативное напряжение	$U_{низк.} \leq 88$ В пост. тока $U_{выс.} \geq 176$ В пост. тока
Максимальное допустимое напряжение	Пост. ток. 300 В	
Дискретные входы содержат конденсаторы для подавления помех. Для обеспечения мероприятий по ЭМС используйте подключение входов к общему потенциалу, показанные на схемах клеммников / схемах подключения.		

11.1.4 Выходные реле

Стандартное реле (тип S)

Коммутационная способность	Замыкание: 1000 Вт/ВА Размыкание: 30 ВА; 40 Вт акт.нагр. 30 Вт/ВА при L/R ≤ 40 мс
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение	250 А
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 А в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 А
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	≤ 10 мс
Макс. номинальные параметры выходных контактов согласно сертификации UL	Непрерывный ток 5 А 250 В пер. тока, 5 А, общего назначения 250 В пост. тока, 5 А (замыкание), 0,1 А (размыкание) Перем. ток 120 В, 1/3 л.с. Перем. ток 250 В, 1/2 л.с. B300 R300
В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех	4,7 нФ, ± 20 %, перем. ток 250 В

Быстродействующее реле (тип F)

Коммутационная способность	Замыкание: 1000 Вт/ВА Размыкание: 30 ВА; 40 Вт акт.нагр. 30 Вт/ВА при L/R ≤ 40 мс
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение	250 А
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 А в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 А
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	Время включения, типовое: 4 мс Время отключения, типовое: 2 мс Максимум: ≤ 5 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL	120 В пер. тока, 8,5 А, общего назначения 277 В пер. тока, 6 А, общего назначения Перем. ток 277 В, 0,7 л.с. 347 В пер. тока, 4,5 А, общего назначения B300 R300
В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех	4,7 нФ, ± 20 %, перем. ток 250 В
Контроль	2-канальная активация с циклическим тестированием (только для замыкающего контакта)

Высокоскоростное реле с полупроводниковым ускорением (тип HS)

Коммутационная способность	Замыкание/Размыкание: 1000 Вт/ВА
Напряжение контактов	Перем. ток 200 В, пост. ток 250 В
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 А в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 А
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	≤ 1 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL	B150 Q300

Реле мощности (для прямого управления электромеханическими выключателями)

Коммутационная способность для постоянного или периодического действия		
250 В/4,0 А	1000 Вт	Во избежание повреждений внешняя цепь защиты должна выключить двигатель в случае блокировки ротора.
220 В/4,5 А	1000 Вт	
110 В/5,0 А	550 Вт	
60 В/5,0 А	300 Вт	
48 В/5,0 А	240 Вт	
24 В/5,0 А	120 Вт	

Переключение при подаче коммутируемой мощности в течение 30 с, время восстановления до повторного переключения: 15 минут. Для более коротких переключений используйте соотношение импульсов-перерывов, равное 3 %.		
110 В/9,0 А 60 В/10,0 А 48 В/10,0 А 24 В/10,0 А	1000 Вт 600 Вт 480 Вт 240 Вт	Непрерывная работа и многократные включения не допускаются! Во избежание повреждений внешняя цепь защиты должна выключить двигатель в случае блокировки ротора.
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение		250 А
Допустимый непрерывный ток на контакт		5 А
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)		30 А в течение 1 с
Кратковременный ток через замкнутый контакт		250 А в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой		5 А
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода		≤ 16 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL		300 В пост. тока, 10 А, резистивный 250 В пост. тока, двигатель 1 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 110 В пост. тока, двигатель 3/4 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 60 В пост. тока, двигатель 1/2 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 48 В пост. тока, двигатель 1/3 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 24 В пост. тока, двигатель 1/6 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ
В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех		4,7 нФ, ± 20%, перем. ток 250 В
Реле мощности работают в режиме взаимной блокировки, т. е. только одно реле из каждой переключаемой пары срабатывает за один раз; таким образом предотвращается короткое замыкание источника питания.		

11.1.5 Конструктивные особенности

Масса

	Размеры устройства **Вес модульных устройств**				
Тип исполнения	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для утопленного монтажа	4,8 кг	8,1 кг	11,4 кг	14,7 кг	18,0 кг
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	7,8 кг	12,6 кг	17,4 кг	22,2 кг	27,0 кг
Устройство навесного монтажа со съемной панелью оператора	5,1 кг	8,7 кг	12,3 кг	15,9 кг	19,5 кг

	Размер	**Вес**
Съемная панель оператора	1/3	1,9 кг
Съемная панель оператора	1/6	1,1 кг

	Размеры устройства **Вес не модульных устройств 7xx82**
Тип исполнения	1/3
Устройство для утопленного монтажа	3,7 кг

Размеры базовых моделей и моделей 1/3

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина x Высота x Глубина (в дюймах)**
Устройство для утопленного монтажа	145 x 268 x 228,5 мм
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	145 x 314 x 337 мм
Устройство навесного монтажа со съемной панелью оператора	145 x 314 x 230 мм

Габариты рядов устройств

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина x Высота x Глубина (в дюймах)**				
Тип исполнения	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для утопленного монтажа	145 x 268 x 228,5 мм	220 x 268 x 228,5 мм	295 x 268 x 228,5 мм	370 x 268 x 228,5 мм	445 x 268 x 228,5 мм
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	145 x 314 x 337 мм	220 x 314 x 337 мм	295 x 314 x 337 мм	370 x 314 x 337 мм	445 x 314 x 337 мм
Устройство навесного монтажа со съемной панелью оператора	145 x 314 x 230 мм	220 x 314 x 230 мм	295 x 314 x 230 мм	370 x 314 x 230 мм	445 x 314 x 230 мм

Размеры модулей расширения

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина x Высота x Глубина (в дюймах)**
Устройство для утопленного монтажа	75 x 268 x 228,5 мм
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	75 x 314 x 337 мм
Устройство навесного монтажа со съемной панелью оператора	75 x 314 x 230 мм

Размеры съемного модуля

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина x Высота x Глубина (в дюймах)**
USART-Ax-xEL, ETH-Bx-xEL	61 x 45 x 120,5 мм
USART-Ax-xFO, ETH-Bx-xFO (без защитной крышки)	61 x 45 x 132,5 мм
ANAI-CA-4EL	61 x 45 x 119,5 мм
ARC-CD-3FO	61 x 45 x 120,5 мм

Минимальный радиус изгиба соединительных кабелей между панелью оператора и базовым модулем

Оптический кабель	R = 50 мм Обратите внимание на длину защитной муфты кабеля, которую вы также должны включить в расчеты.
Кабель с разъемом типа D	R = 50 мм (минимальный радиус изгиба)

Степень защиты по МЭК 60529

Для устройств в корпусе для навесного монтажа	IP50
Для устройств в корпусе для утопленного монтажа	Передняя панель IP51 Задняя сторона модульных устройств IP50 Задняя сторона не модульных устройств IP40
Для защиты оператора	IP2X для токовых клемм IP1X для клемм напряжения
Степень загрязнения, МЭК 60255-27	2

Примечание UL

Тип 1, если монтаж выполняется на дверь или переднюю стенку шкафа. Если устройство расширяется с помощью второго ряда, модули расширения должны быть установлены полностью внутри корпуса.

Моменты затяжки винтовых соединений

Тип линии	Токовые клеммы	Зажим напряжения с пружинными клеммами	Клемма напряжения с винтовым соединением
Многожильный провод с кольцевым наконечником	2,7 Нм	Без кольцевого наконечника	Без кольцевого наконечника
Стандартные провода с наконечниками или наконечники втычного типа	2,7 Нм	1,0 Нм	0,6 Нм
Одножильный провод, оголенный (2 мм^2)	2,0 Нм	1,0 Нм	–

ПРИМЕЧАНИЕ

Используйте только медные кабеля.

Момент затяжки для других типов винтов

Тип винта	Момент затяжки
M4 x 20	1,2 Нм
M4 x 8	1,2 Нм
M2.5 x 6	0,39 Нм
Винт с потайной головкой, M2.5 x 6	0,39 Нм
Винт с потайной головкой, M2.5 x 8	0,39 Нм
Винт с заплечиком под головкой, M4 x 20	0,7 Нм

11.2 Дифференциальная защита трансформатора

Значения уставок

Характеристика срабатывания			
Пороговое значение	$I/I_{ном.об}$	от 0,05 до 2,00	Шаг 0,01
Наклон 1		от 0,00 до 0,80	Шаг 0,01
Пересеч.1 Iторм	$I/I_{ном.об}$	от 0,00 до 5,00	Шаг 0,01
Наклон 2		от 0,25 до 0,95	Шаг 0,01
Пересеч.2 Iторм	$I/I_{ном.об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Распознавание включения			
Пороговое значение обнаружения пуска	$I/I_{ном.об}$	от 0,1 до 2,0	Шаг 0,1
Коэффициент загрубления характеристики		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Максимальное время пуска		от 0,1 с до 180,0 с	Шаг 0,1 с
Обнаружение апериодической составляющей			
Коэффициент загрубления характеристики, учиты- вающий апериодическую составляющую		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Обнаруж. броска тока намагн.			
Содержание 2 гармоники		от 10 % до 45 %	Шаг 1%
Длительность перекр. блокировки. 2. гарм		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	С шагом 0,01 с
Блокировка при перевозбуждении			
Содержание 3-ей гармоники		от 10 % до 80 %	Шаг 1%
Длительность перекр. блокировки. 3. гарм		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Содержание 5-й гармоники		от 10 % до 80 %	Шаг 1%
Длительность перекр. блокировки. 5. гарм		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Ограничение Iдифф по 3 и 5 гармо- никам	$I/I_{ном.об}$	от 0,5 до 20,0	Шаг 0,1
Обнаружение внешних повреждений			
Пороговое значение дополнительного торможения	$I/I_{ном.об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Длительность дополнительного торможения		от 0,00 с до 5,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Длительность перекр. блокировки при дополнительном торможении		от 0,00 с до 2,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Характеристика срабатывания		см. рис. *Рисунок 11-1*	

I-Дифф быстр.

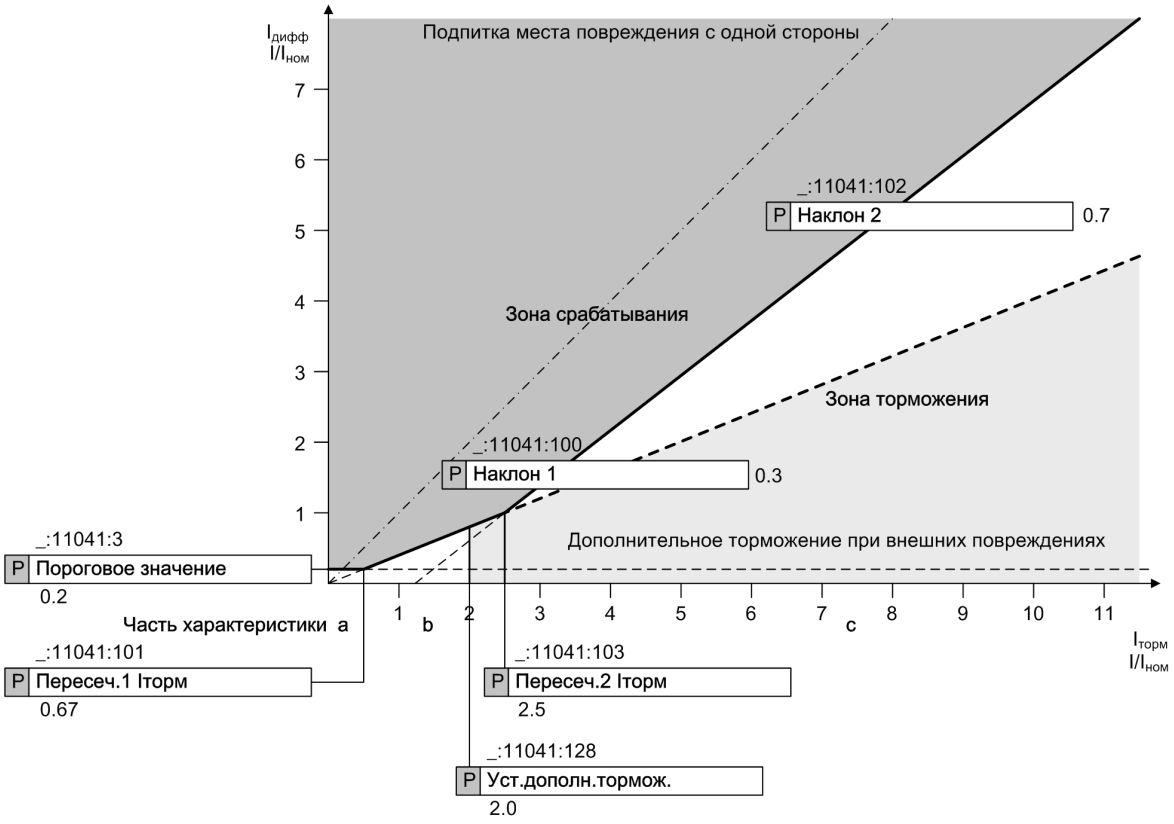
Пороговое значение	$I/I_{ном.об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка срабатывания		от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Погрешность реакции

Для предустановленных параметров характеристики, для 2-х сторон с 1-ой точкой измерения на каждую сторону	
Ступень I-Дифф и тормозная характеристикb	2 % от значения уставки
Ступень I-Дифф быстр.	2 % от значения уставки

Выдержки времени

Ступень I-Дифф	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Ступень отключения I-Дифф быстр.	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Погрешность выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс	



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-1 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Время работы

Времена срабатывания при питании с одной стороны		
Ступень I-Дифф	50 Гц 60 Гц	23 мс + ВСВ[26] 20 мс + Тсраб.ДВых[1)]
Ступень I-дифф быстр., мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + Тсраб.ДВых[1)] 8 мс + Тсраб.ДВых[1)]
Время возврата, приблизительно	50 Гц 60 Гц	29 мс 26 мс
Коэффициент возврата	Прибл. 0,7	

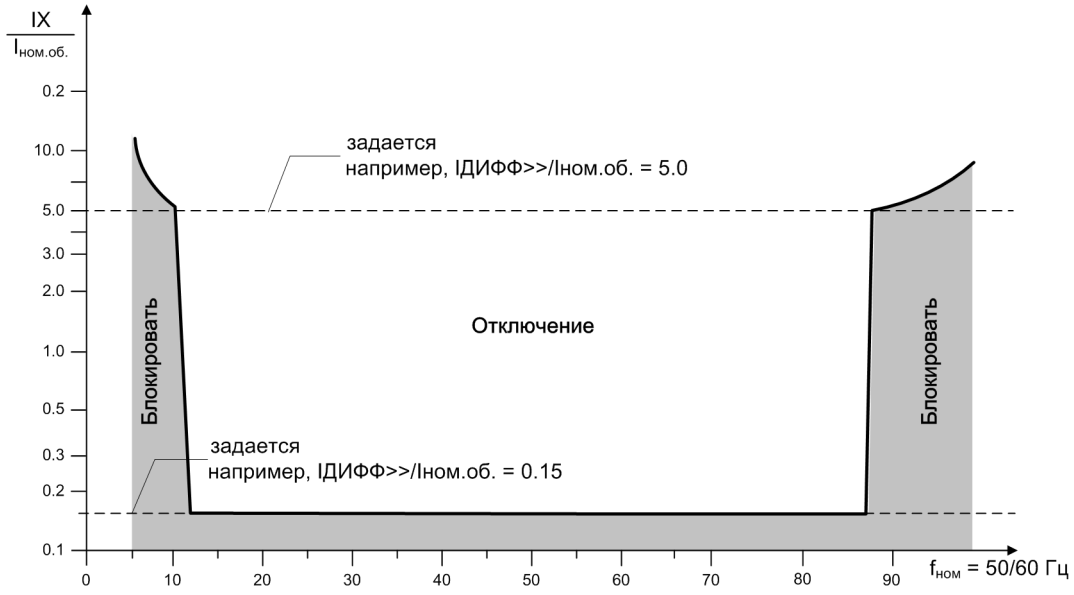
Согласование для трансформаторов

Согласование векторной группы	0 - 11 (x 30°)	Шаг 1
Режим работы нейтрали	Заземлена или нет (для каждой обмотки)	

[26] См. описание функций защиты, например, МТЗ

Диапазон рабочих частот

Отслеживание частоты	от 10 до 80 Гц



[sctrdffq-030414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 11-2 Влияние частоты в дифференциальной защите трансформатора

11.3 Дифференциальная защита от замыканий на землю

Значения уставок

Значение уставки[27]	от 0,05 A до 2,00 A	С шагом 0,01 A
Наклон	от 0,00 до 0,95	С шагом 0,01
Характеристика срабатывания	См. рис.	
Погрешность срабатывания (Для предустановленных параметров характеристики, для 2 сторон с 1 точкой измерения на каждую сторону)	2 %	
Задержка отключения	от 0,00 с до 60,00 с или ∞ (нет отключения)	С шагом 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	

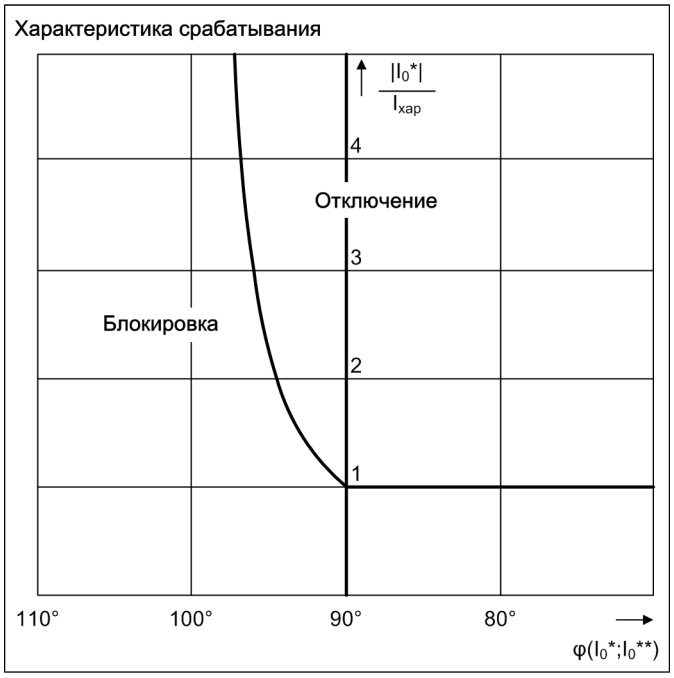
Коэффициент возврата

Пороговое значение	0,7

Времена срабатывания

7UT82/7UT85/7UT86/7UT87		
Частота	50 Гц	60 Гц
	Время срабатывания	Время срабатывания
При 1,5 · значение уставки При 2,5 · значение уставки	33 мс + Тсраб.ДВых 27 мс + Тсраб.ДВых	32 мс + Тсраб.ДВых 26 мс + Тсраб.ДВых
Приблизительное время возврата	80 мс	67 мс
Коэффициент возврата	0,7	

[27] Диапазон допустимых значений уставки может динамически меняться в зависимости от коэффициента трансформации ТТ (подробное описание в главе *6.4.4 Указания по применению и вводу уставок*).



[dwausken-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-3 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты от замыканий на землю в зависимости от угла между I_0* и I_0** при $|I_0*| = |I_0**|$ (180° = внешнее повреждение)

11.4 Дифференциальная защита электродвигателя

Значения уставок

Характеристика срабатывания			
Значение уставки	$I/I_{ном.об}$	от 0.05 до 2.00	С шагом 0.01
Наклон 1		от 0.00 до 0.80	С шагом 0.01
Пересечение с 1 Iторм	$I/I_{ном.об}$	от 0.00 до 5.00	С шагом 0.01
Наклон 2		от 0.25 до 0.95	С шагом 0.01
Пересечение с 2 Iторм	$I/I_{ном.об}$	от 1.00 до 20.00	С шагом 0.01
Распознавание включения			
Значение пусковой уставки	$I/I_{ном.об}$	от 0.1 до 2.0	С шагом 0.1
Коэффициент нарастания для характеристики		от 1.0 до 5.0	С шагом 0.1
Максимальное время пуска		0.1 s to 180.0 s	С шагом 0.1 с
Обнаружение апериодической составляющей			
Коэффициент нарастания для характеристики, учитывающий апериодическую составляющую		от 1.0 до 5.0	С шагом 0.1
Обнаружение внешних повреждений			
Уставка дополнительного торможения	$I/I_{ном.об}$	от 1.00 до 20.00	С шагом 0.01
Длительность дополнительного торможения		от 0,00 с до 5.00 с или ∞	С шагом 0.01 с
Длительность перекр. блокировки при дополнительном торможении		от 0,00 с до 2,00 с или ∞	С шагом 0.01 с
Характеристика срабатывания		см. рис.	

Iдифф быстр.

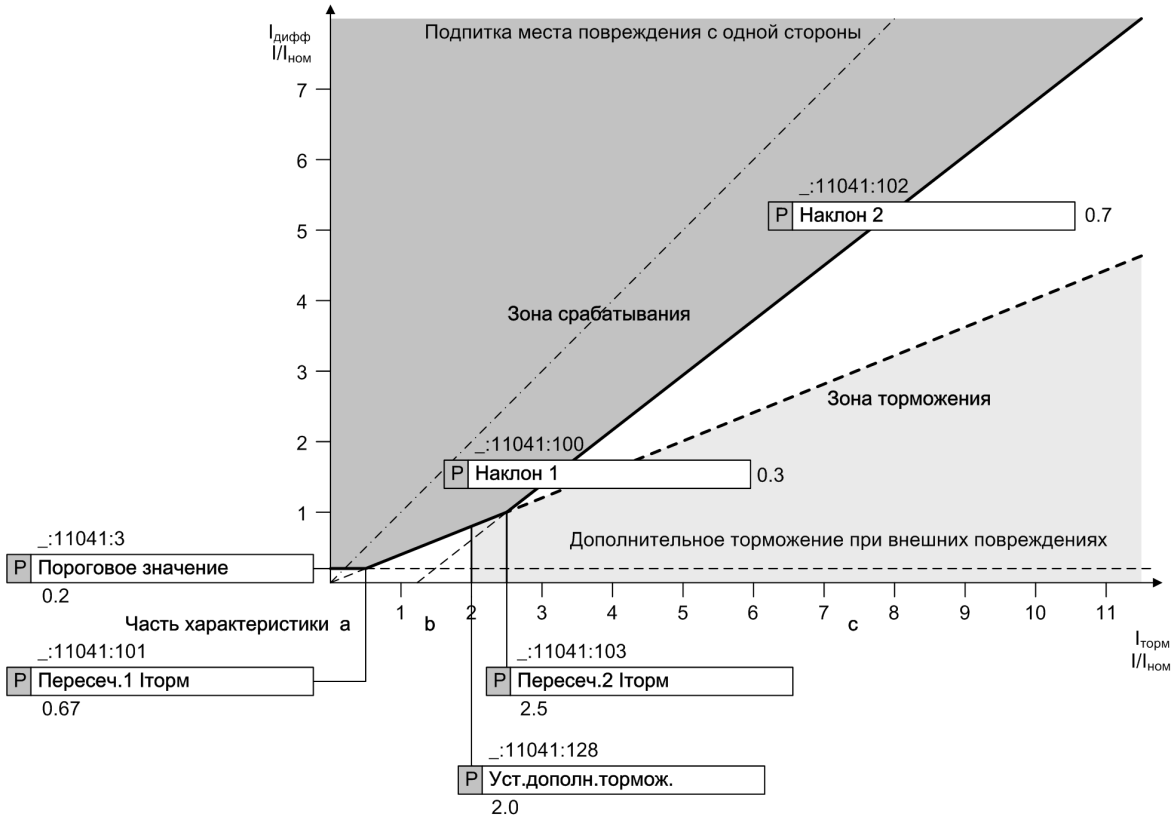
Значение уставки	$I/I_{ном.об}$	от 0.5 до 35.0	С шагом 0.1
Задержка отключения		0.00 s to 60.00 s	С шагом 0.01 с

Погрешность реакции

Для предустановленных параметров характеристики, для 2-х сторон с 1-ой точкой измерения на каждую сторону	
Ступень Iдифф и характеристика срабатывания	2 % от значения уставки
Быстродействующая ступень Iдифф быстр	2 % от значения уставки

Выдержки времени

Ступень Iдифф	0.00 s to 60.00 s	С шагом 0.01 с
Быстродействующая ступень Iдифф быстр	0.00 s to 60.00 s	С шагом 0.01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-4 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Время работы

Времена срабатывания при одностороннем питании		
Ступень $I_{ДИФФ}>$, мин 50 Гц	50 Гц 60 Гц	23 мс + ВСВ[28] 20 мс + ВСВ[1)]
Ступень $I_{ДИФФ}>$, мин 50 Гц	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ[1)] 8 мс + ВСВ[1)]
Приблизительное время возврата	50 Гц 60 Гц	29 мс + ВСВ 26 мс + ВСВ
Коэффициент возврата	Прибл.	

Диапазон рабочей частоты

Обновление частоты вручную	от 10 Гц до 80 Гц

[28] См. описание функций защиты, например МТЗ

11.5 Дифференциальная защита линии

Уставки отключения, ступень Iдифф>

Пороговое значение	от 10,0 до 2000,0 % от $I_{ном. раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %
Пороговое значение при включении на повреждение	от 10,0 до 2000,0 % от $I_{ном. раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %

Уставки отключения, быстродействующая ступень Iдифф>>

Пороговое значение	от 80,0 % до 10 000,0 % от $I_{ном.раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %
Пороговое значение при включении на повреждение	от 80,0 % до 10 000,0 % от $I_{ном.раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %

Погрешности значений пуска

Для линии с числом концов до 3	5 % от задаваемого значения или 1 % от $I_{ном}$ для конца каждой линии
Для линии с числом концов до 6	10 % от задаваемого значения или 1 % от $I_{ном}$ для конца каждой линии

Время работы

Время отключения зависит от количества концов линии, скорости передачи данных и сконфигурированных выходных контактов. Следующие данные предполагают скорость передачи данных не менее 512 кбит/с.

Время отключения, ступень Iдифф		
При использовании для двухконцевой линии	Минимальное (50/60 Гц)	26/23 мс + ВСВ [29]
	Номинальное (50/60 Гц)	28/25 мс + ВСВ
При использовании для трехконцевой линии	Минимальное (50/60 Гц)	26/23 мс + ВСВ
	Номинальное (50/60 Гц)	30/27 мс +ВСВ
При использовании для шестиконцевой линии	Минимальное (50/60 Гц)	31/27 мс + ВСВ
	Номинальное (50/60 Гц)	37/34 мс + ВСВ
Время возврата, ступень Iдифф		
Для всех концов линии	Номинальное	от 34 мс до 49 мс + ВСВ

Время отключения, быстродействующая ступень Iдифф		
При использовании для двухконцевой линии	Минимальное	8 мс + ВСВ
	Номинальное	11 мс + ВСВ
При использовании для трехконцевой линии	Минимальное	8 мс + ВСВ
	Номинальное	11 мс + ВСВ
При использовании для шестиконцевой линии	Минимальное	13 мс + ВСВ

[29] ВСВ (время срабатывания выхода) – дополнительная задержка в зависимости от используемого типа выхода, например, 5 мс для быстродействующих реле

	Номинальное	19 мс + ВСВ
Время возврата ступень Iдифф быстр.		
Для всех концов линии	Номинальное	от 34 мс до 49 мс + ВСВ

Выдержки времени

Выдержка времени ступени Iдифф>	от 0,00 с до 60,00 с	С инкрементным приращением 0,01 с
Выдержка времени быстрой ступени Iдифф>	0,00 с	Не регулируется
Выдержка времени при 1-фазном пуске в изолированной / компенсированной нейтралью	от 0,00 с до 0,50 с	С инкрементным приращением 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	

Самоторможение

Погрешность трансформатора на каждом конце линии защищаемого объекта		
Отношение между рабочим коэффициентом предельной кратности и номинальным коэффициентом предельной кратности	1.00 .. 10.00	С инкрементным приращением 0,01
Погрешность трансформатора A	от 0,5 до 50,0 %	С инкрементным приращением 0,1 %
Погрешность трансформатора B (класс)	от 0,5 до 50,0 %	С инкрементным приращением 0,1 %
Величина дополнительного торможения (коррекционное самоторможение)	Отклонения частоты, различия времен передачи, гармоники, точность синхронизации, случайные искажения сигналов	

Учет наличия силового трансформатора в защищаемой зоне

Согласование векторной группы (U и I)	от 0 до 11	С инкрементным приращением 1
Исключение тока нулевой последовательности	да или нет	

Настройка компенсации емкостного (зарядного) тока

Дополнительный ток торможения Iс-торм/Iс-ном	1.0 .. 4.0	С инкрементным приращением 0,1
Суммарная длина линии	от 0,1 км до 1000,0 км	С инкрементным приращением 0,1 км

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном.} \le 1,1$	Рабочий диапазон с номинальной погрешностью
$0,8 \le f/f_{ном.} \le 0,9$ $1,1 \le f/f_{ном.} \le 1,2$	Нормальный рабочий диапазон без номинальной погрешности
$0,0 \le f/f_{ном.} \le 0,8$	Стабильная работа без номинальной погрешности

11.6 Дифференциальная защита ошиновки

Уставки отключения, ступень Iдифф>

Пороговое значение	от 10,0 до 2000,0 % от $I_{ном. раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %

Уставки отключения быстрой ступени Iдифф>>

Пороговое значение	от 80,0 % до 10 000,0 % от $I_{ном.раб.}$	С инкрементным приращением 0,1 %

Погрешности пороговых значений отключения

5 % от задаваемого значения или 1% от $I_{ном}$

Время работы

Заявленное время отключения предполагает выдачу команд через высокоскоростные реле (типа HS).

Время отключения, ступень Iдифф	
Минимальное (50/60 Гц)	26/23 мс + ВСВ [30]
Номинальное (50/60 Гц)	28/25 мс + ВСВ
Время возврата, ступень Iдифф	
Номинальное	от 34 мс до 49 мс + ВСВ

Время отключения, быстродействующая ступень Iдифф	
Минимальное	8 мс + ВСВ
Номинальное	11 мс + ВСВ
Время возврата ступень Iдифф быстр.	
Номинальное	от 34 мс до 49 мс + ВСВ

Выдержки времени

Выдержки времени ступени Iдифф>	от 0,00 с до 60,00 с	С инкрементным приращением 0,01 с
Погрешность	1% от величины уставки или 10 мс	

Самоторможение

Погрешность трансформатора на каждом конце линии защищаемого объекта		
Передача ошибки	1.00 .. 10.00	С инкрементным приращением 0,01
Погрешность трансформатора A	от 0,5 до 50,0 %	С инкрементным приращением 0,1 %
Погрешность трансформатора B (класс)	от 0,5 до 50,0 %	С инкрементным приращением 0,1 %
Величина дополнительного торможения (коррекционное самоторможение)	Отклонения частоты, гармонические составляющие	

[30] ВСВ (время срабатывания выхода) – дополнительная задержка в зависимости от используемого типа выхода, например, 5 мс для быстродействующих реле

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном.} \le 1,1$	Рабочий диапазон с номинальной погрешностью
$0,8 \le f/f_{ном.} \le 0,9$ $1,1 \le f/f_{ном.} \le 1,2$	Нормальный рабочий диапазон без номинальной погрешности
$0,0 \le f/f_{ном.} \le 0,8$	Стабильная работа без номинальной погрешности

11.7 Чувствительное обнаружение замыкания на землю

11.7.1 Общие данные

Значения уставок

Время затухания U0			от 0,06 с до 0,20 с	С шагом 0,01 с
Задержка на возврат			от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
ТТ НП - ток 1 ТТ НП - ток 2	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	С шагом 0,01 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
Угловая погрешность ТТ при I1 Угловая погрешность ТТ при I2			от 0,0° до 5,0°	С шагом 0,1°

Время возврата

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей [31]
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активна с меньшей чувствительностью [1]

Активно

Погрешности	-3I0 через чувствительный трансформатор тока: 1 % от уставки или 0,1 мА ($I_{ном}$ = 1,6 A) или 0,5 мА ($I_{ном}$ = 8 мА), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	-3I0 через трансформаторы тока класса P 1 % от уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A, $f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжения	1 % от величины уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или ±10 мс
Угловая погрешность расчета направления	≤ 1° при 3I0 > 5 мА, U0 = 0,6 В ≤ 2° при 3I0 ≤ 5 мА, U0 = 0,6 В

Коэффициент возврата

Значения тока нулевой последовательности и пороговые значения напряжения	95 % от величины уставки или 50 % от минимально возможной величины уставки

[31] Неактивно во время срабатывания ступени защиты от замыканий на землю

11.7.2 Ступень защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности

Технические данные по ступени защиты от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности приведены в разделе *11.32 Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности* .

11.7.3 Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ

Значения уставок

Метод определения направления			cos φ sin φ	–
Пороговое значение 3I0> Минимальный направленный 3I0> для определения направления	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,150 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
Пороговое значение U0>			от 0,300 до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени при определении направления			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Угол α1 ограничения области направления Угол α2 ограничения области направления			от 1° до 15°	С шагом 1°
Корректировка φ			от -45° до 45°	С шагом 1°
Задержка срабатывания			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 32 мс + Тсраб.ДВых[32] при 50 Гц Примерно 29 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Примерно 32 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 27 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

[32] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.7.4 Ступень защиты от неустойчивых замыканий на землю

Значения уставок

Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,150 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
Пороговое значение U0>			от 0,300 до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Задержка срабатывания			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 115 мс + Тсраб.ДВых[33] при 50 Гц Примерно 112 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Время возврата	Примерно 20 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 15 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

11.7.5 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I)

Значения уставок

Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,150 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
Минимальное U0> для определения направления			от 0,300 до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени при определении направления			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Угол поворота опорного напряжения			от -180° до 180°	С шагом 1°
Сектор "Вперед" +/-			от 0° до 90°	С шагом 1°
Задержка срабатывания			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

[33] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 23 мс + Тсраб.ДВых[34] при 50 Гц Примерно 21 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Примерно 21 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 20 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

11.7.6 Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0

Значения уставок

Метод измерения			Основная гармоника Действующее значение	
Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,150 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для трансформатора типа Токового входа с $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
	Для трансформатора типа Токового входа с $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
		Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	С шагом 0,001 A
Выдержка времени на срабатывание			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка срабатывания			от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 25 мс + Тсраб.ДВых [35] при 50 Гц Примерно 23 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Примерно 25 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 22 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

[34] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

[35] Тсраб.ДВых(Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.8 Интерфейс данных защиты и топология защиты

Значения уставок

Режим	Вкл. Выкл.	
Синхронизация секундными импульсами (PPS)	Сообщение и PPS Сообщение или PPS Синхронизация PPS откл.	
Блокировка асимметричной работы	Да Нет	
Максимальный порог длительности сигнала	от 0,1 мс до 30,0 мс	С шагом 0,1 мс
Максимальная разница времени прогона	от 0.000 мс до 3.000 мс	С шагом 0,001 мс
Индикация неисправности после	от 0.05 с до 2.00 с	С шагом 0,01 с
Индикация неисправности после	от 0.0 с до 6.0 с	С шагом 0,1 с
Максимальное количество ошибок в час	от 0,000 % до 100,000 %	С шагом 0,001 %
Максимальное количество ошибок в минуту	от 0,000 % до 100,000 %	С шагом 0.001 %
Индикация ошибки PPS после	от 0.5 с до 60.0 с	С шагом 0,1 с

Скорость передачи

Прямое соединение:	
Скорость передачи	2048 кбит/с
Подключение через сети связи:	
Поддерживаемые сетевые интерфейсы	G703.1 с 64 кбит/с G703-T1 с 1,455 Мбит/с G703-E1 с 2,048 Мбит/с
	X.21 с 64 Кбит/с, 128 Кбит/с или 512 Кбит/с
	Контрольный провод 128 Кбит/с
Скорость передачи	64 Кбит/с на G703.1 1,455 Мбит/с на G703-T1 2,048 Мбит/с на G703-E1
	512 Кбит/с, 128 Кбит/с или 64 Кбит/с на X.21
	128 Кбит/с для контрольного провода

Синхронизация передачи

Приоритет 1		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Минимальное	8 мс
	Номинальное	10 мс
Для 3-и окончаний	Минимальное	10 мс
	Номинальное	14 мс
Для 6-и окончаний	Минимальное	15 мс
	Номинальное	18 мс
Время затухания, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Номинальное	20 мс
Для 3-и окончаний	Номинальное	20 мс
Для 6-и окончаний	Номинальное	26 мс

Приоритет 2		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Минимальное	9 мс
	Номинальное	16 мс
Для 3-и окончаний	Минимальное	12 мс
	Номинальное	18 мс
Для 6-и окончаний	Минимальное	17 мс
	Номинальное	23 мс
Время затухания, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Номинальное	24 мс
Для 3-и окончаний	Номинальное	25 мс
Для 6-и окончаний	Номинальное	32 мс

Приоритет 3[36]		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Минимальное	
	Номинальное	100 мс
Для 3-и окончаний	Минимальное	
	Номинальное	150 мс
Для 6-и окончаний	Минимальное	
	Номинальное	200 мс
Время затухания, приблизительно		
Для 2-и окончаний	Номинальное	100 мс
Для 3-и окончаний	Номинальное	150 мс
Для 6-и окончаний	Номинальное	200 мс

[36] Синхронизация не может быть определена, т.к. сигналы передаются фрагментами.

11.9 Синхронизация даты и времени

Формат даты	ДД.ММ.ГГГГ (Европа)
	ММ/ДД/ГГГГ (США)
	ГГГГ-ММ-ДД (Китай)
Источник времени 1, источник времени 2	Нет
	IRIG-B 002(003) IRIG-B 006(007) IRIG-B 005(004) с расширением в соответствии с IEEE C37.118-2005
	DCF77
	PI (интерфейс защиты)[37]
	SNTP
	МЭК 60870-5-103
	DNP3
	IEEE 1588
Часовой пояс 1, часовой пояс 2	Локальный
	UTC
Индикация неисправности после	от 0 с до 3600 с
Часовой пояс и летнее время	Передача настроек ПК
	Ручное задание часовых поясов
Смещение времени часового пояса относительно времени по Гринвичу	от -720 мин до 840 мин
Переход на летнее время	Активно
	Неактивно
Начало летнего времени	Ввод: дата и время
Окончание летнего времени	Ввод: дата и время
Смещение времени при переходе на летнее время	от -120 до 120 [с шагом 15]

[37] если имеется

11.10 устройство векторных измерений

Погрешность

Согласно IEEE Std C37.118.1a-2013

Стандарт синхронных векторов

IEEE Std C37.118.1-2011

11.11 Дистанционная защита

Компенсация влияния тока нулевой последовательности

kr	от -0,33 до 11,00	Шаг 0,01
kx	от -0,33 до 11,00	Шаг 0,01
k0	от 0,000 до 11,000	Шаг 0.001
Угол (k0)	от -180,00 до 180,00 A	Шаг 0,01
	Задается отдельно для каждой ступени	

Компенсация влияния параллельной линии

kmR	от 0,00 до 8,00	Шаг 0,01
kmX	от 0,00 до 8,00	Шаг 0,01
km0	от 0,000 до 8,000	Шаг 0.001
Угол (Km0)	от -180,00 до 180,00 A	Шаг 0,01

Выбор фазы

При двойном коротком замыкании на землю в сети с заземленной нейтралью	Блокировка опережающей фазы Блокировка отстающей фазы Разрешение работы по всем задействованным контурам Разрешение работы по задействованным контурам фаза-земля Разрешение работы по задействованным контурам фаза-фаза
При двойном коротком замыкании на землю в сети с изолированной или компенсированной нейтралью	C(A) ацикличный A(C) ацикличный B(A) ацикличный A(B) ацикличный C(B) ацикличный B(C) ацикличный C(A) цикличный A(C) цикличный Все задействованные контуры

Пуск по сопротивлению

Минимальный фазный ток I>	При $I_{ном}$ = 1 A	0.050 A до 4.000 A	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	0.25 A до 20.00 A	Шаг 0,01 A
Учитывая соответствующее направление, предельные значения самых дальних зон являются наиболее важными.			
Коэффициент возврата		Около 1,05	

Обнаружение замыкания на землю

Пороговое значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 25.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	Шаг 0,001 A
Пороговое значение U0>		от 0.300 В до 35.000 В	Шаг 0,001 В

Погрешность измерения для синусоидальных измеряемых величин	± 5 %

Измерение сопротивления (расстояния)

Характеристика		Полигональная или круговая характеристика	
Минимальный фазный ток I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
$\varphi_{ДЗ}$ = угол характеристики ДЗ		от 30,0 до 90,0	Шаг 0,1
Диапазоны уставок для полигональных характеристик			
X (ф-ф) = диапазон по реактивному сопротивлению фаза-фаза	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,050 до 600,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,010 до 120,000 Ом	
R (ф-ф) = диапазон по активному сопротивлению фаза-фаза	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,050 до 600,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,010 до 120,000 Ом	
R (ф-з) = диапазон по активному сопротивлению фаза-земля	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,050 до 600,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,010 до 120,000 Ом	
$\alpha_{полюс}$ = угол наклона зоны		от 0° до 45°	Шаг 1
Направленность полигональной характеристики:			
При всех видах повреждений		С помощью запомненных напряжений или напряжений неповрежденных фаз	
Чувствительность при определении направления		Динамически не ограничена, статически около 1 В	
Каждую ступень можно задать как направленную вперед, назад или ненаправленную.			
Диапазоны уставок для круговой характеристики:			
Z_r полное сопротивление	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,050 до 600,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,010 до 120,00 Ом	
Поляризация		С помощью запомненных напряжений или напряжений неповрежденных фаз	
Каждую ступень можно задать как направленную вперед или назад.			
Вырез сектора нагрузки (только при срабатывании по полному сопротивлению):			
$R_{нагр}$ = Минимальное активное сопротивление нагрузки	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,050 до 600,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,010 до 120,000 Ом	
фнагр = Максимальный угол нагрузки		от 20,0 до 60,0	Шаг 0,1
Коэффициенты возврата			
– По току		Около 0,95	
– По сопротивлению		Около 1,05	
Коррекция измеренных значений		Взаимоиндукция параллельных линий	
Погрешность измерения для синусоидальных измеряемых величин		$\left\|\frac{\Delta X}{X}\right\| \le 5\%$ при $30^\circ \le \varphi_{кз} \le 90^\circ$	
		$\left\|\frac{\Delta R}{R}\right\| \le 5\%$ при $0^\circ \le \varphi_{кз} \le 60^\circ$	
		$\left\|\frac{\Delta Z}{Z}\right\| \le 5\%$ при $-30^\circ \le \varphi_{кз} - \varphi_{л} \le 30^\circ$	

Времена срабатывания

Минимальное время срабатывания	Около 9 мс + ВСВ [38] при 50 Гц Около 8 мс + ВСВ при 60 Гц	
Время возврата	Около 30 мс	
Выдержки времени ступеней	от 0,00 с до 60,00 с; ∞ для всех ступеней	Шаг 0,01 с
Погрешность выдержки времени	1% от величины уставки или 10 мс	
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

[38] ВСВ (время срабатывания на выходе) - дополнительная задержка для используемой среды вывода, например, 5 мс для быстродействующих реле

11.12 Блокировка при качаниях мощности

Общие данные

Принцип измерения	Циклический контроль траектории полного сопротивления на предмет монотонности, непрерывности и скачка
Распознаваемая частота качаний мощности	от 0.1 Гц до 12 Гц для симметричной работы, до 7 Гц во время однофазных бестоковых пауз и несимметричных повреждений
Блокировка при качаниях мощности	Можно устанавливать отдельно для каждой ступени дистанционной защиты

Времена срабатывания

Время обнаружения качаний мощности	≥ 2,5 периода энергосистемы
Время возврата	≥ 5,5 периода энергосистемы в случае несимметричных повреждений ≥ 5,5 периода энергосистемы в случае симметричных повреждений 5 с после выхода из области пуска дистанционной защиты

11.13 Внешнее отключение

Значения уставок

Выдержка времени отключения	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс – при пуске от сигнала на дискретном входе	Прибл. 5 мс + ВСВ[39]

Погрешность

Погрешность выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[39] ВСВ (время срабатывания выхода) – дополнительная задержка в зависимости от используемого типа выхода, например, 5 мс для быстродействующих реле, см. раздел. *11.1.4 Выходные реле*

11.14 МТЗ с независимой выдержкой времени, фазы

Значения уставок

Метод измерения		Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	–
Пороговое значение [40]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Приращения по 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращения по 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
Выдержка времени		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Выдержка времени на возврат		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Выдержка времени на срабатывание		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 25 мс + ВСВ [41] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном.} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = составляющая основной гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)

[40] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$.

[41] ВСВ (время срабатывания на выходе) - дополнительная задержка для используемой среды вывода, например, 5 мс для быстродействующих реле

Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = составляющие основной гармоники)	< 5 %

11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратнозависимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Приращения по 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращения по 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Множитель времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Выдержка времени на срабатывание		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Минимальное время кривой		от 0,00 с до 1,00 с	С шагом 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

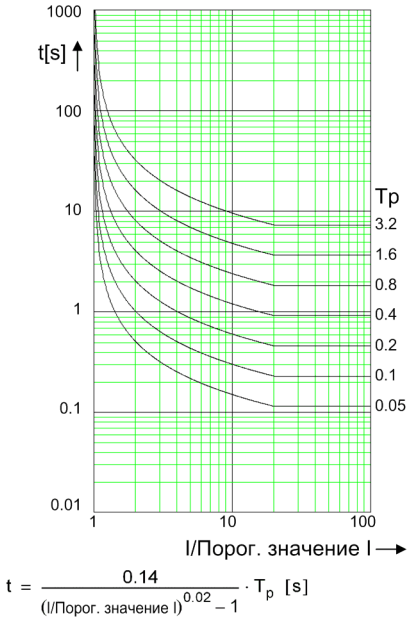
Коэффициент возврата

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Прибл. 0,95 * значение пуска

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

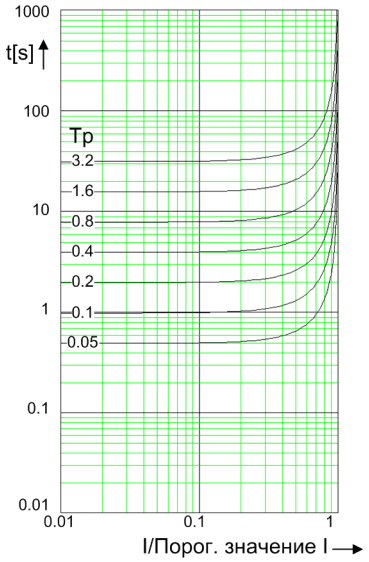
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

НОРМАЛЬНО ИНВЕРСАЯ: Тип A



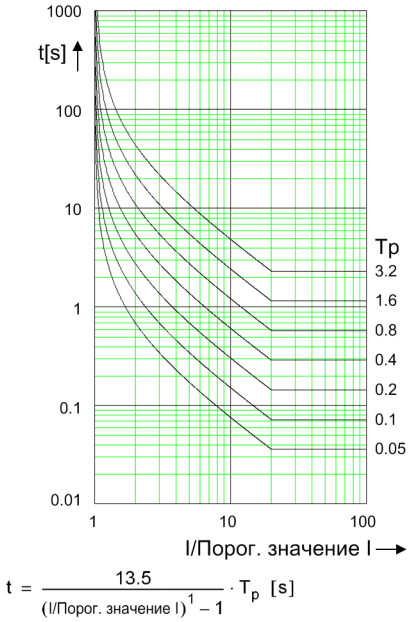
$$t = \frac{0.14}{(I/\text{Порог. значение } I)^{0.02} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип A



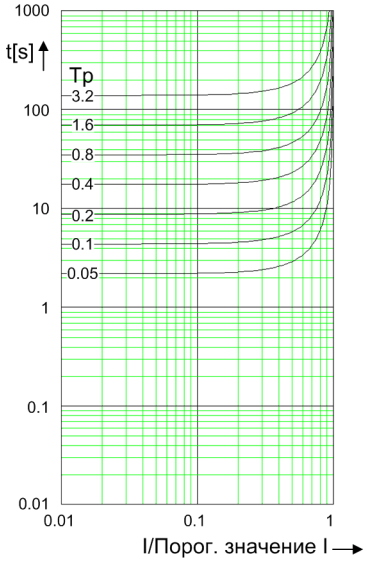
$$t = \frac{9.7}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{13.5}{(I/\text{Порог. значение } I)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B

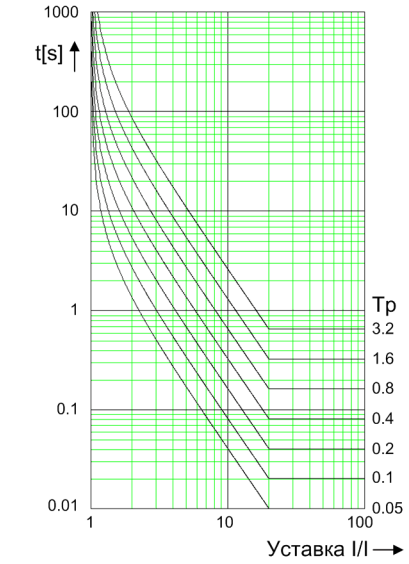


$$t = \frac{43.2}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

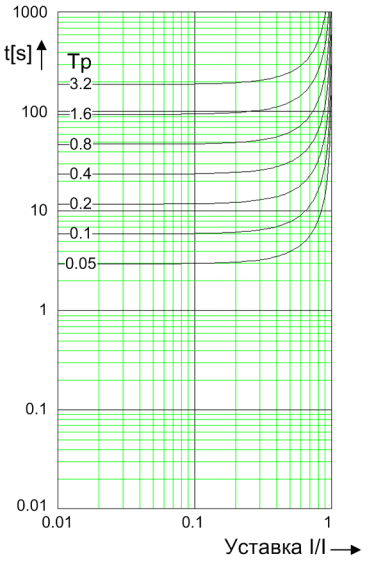
Рисунок 11-5 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип C



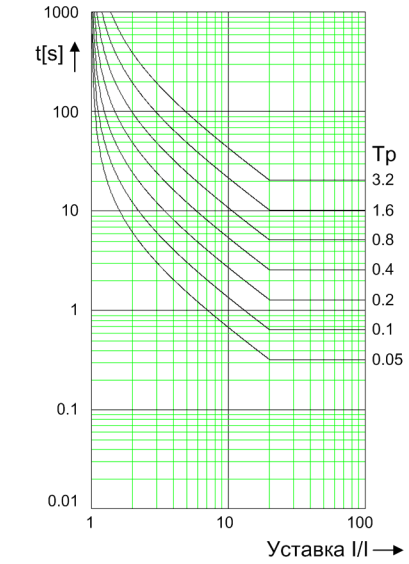
$$t = \frac{80}{(\text{Уставка I/I})^2 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



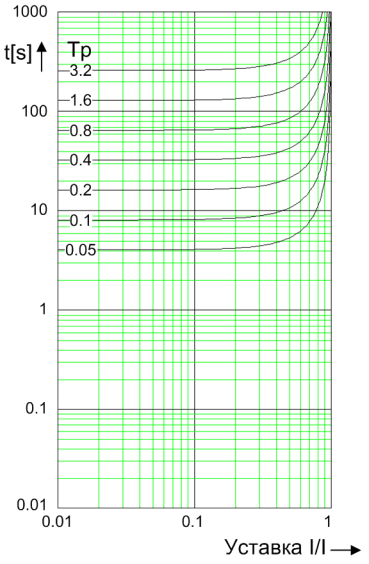
$$t = \frac{58.2}{1 - (\text{Уставка I/I})^2} \cdot T_p \ [s]$$

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{120}{(\text{Уставка I/I})^1 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B



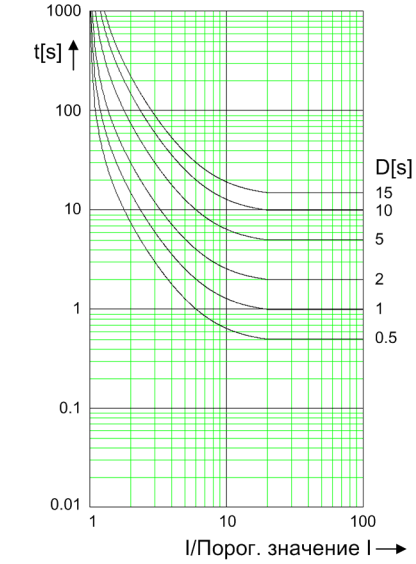
$$t = \frac{80}{1 - (\text{Уставка I/I})^2} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-6 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

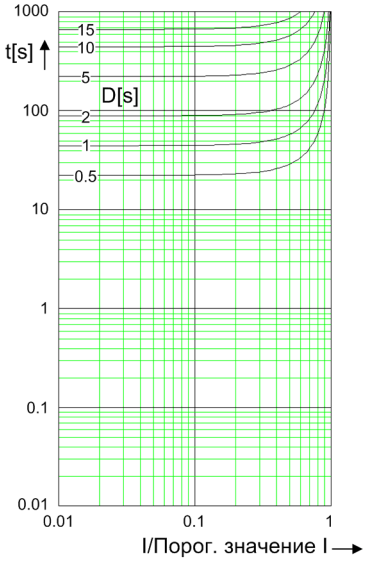
Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Инверсия: Тип C



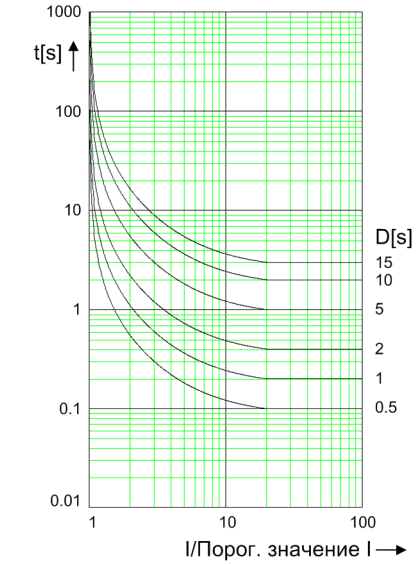
$$t = \left(\frac{44.6705}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938} - 1} + 0.8983 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС ИНВЕРСИИ: Тип C



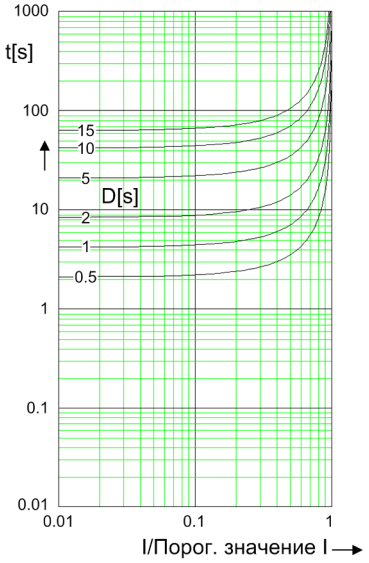
$$t = \frac{44}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938}} \cdot D \quad [s]$$

КРАТКО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{1.3315}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969} - 1} + 0.16965 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС КРАТКО ИНВЕРСНОЙ

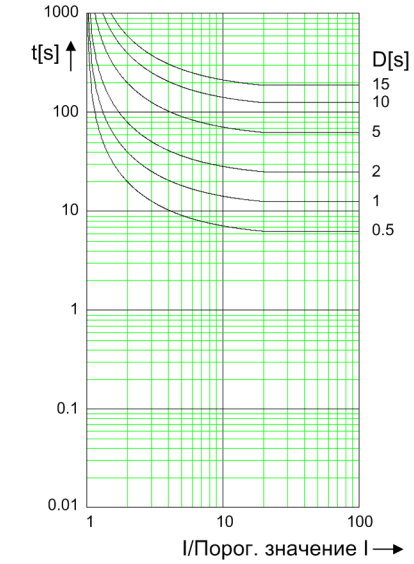


$$t = \frac{4.155}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

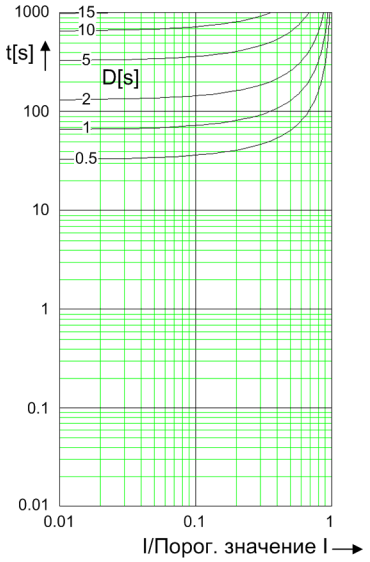
Рисунок 11-7 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



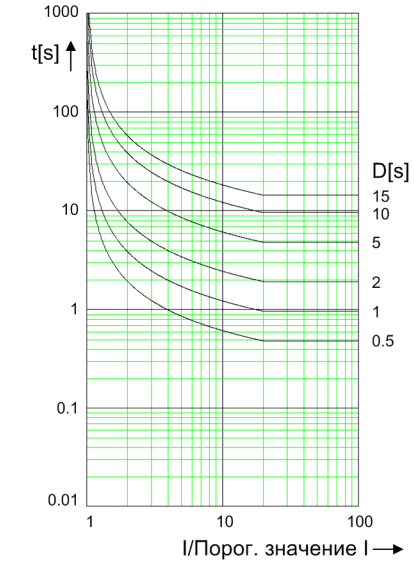
$$t = \left(\frac{28.0715}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1} - 1} + 10.9296 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



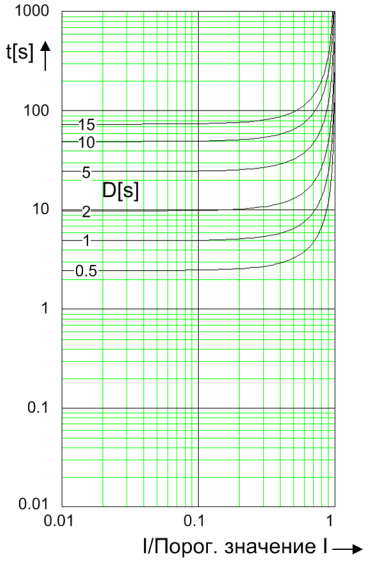
$$t = \frac{64.5}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1}} \cdot D \quad [s]$$

УМЕРЕННО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{0.0515}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{0.02} - 1} + 0.114 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС УМЕРЕННО ИНВЕРСНОЙ

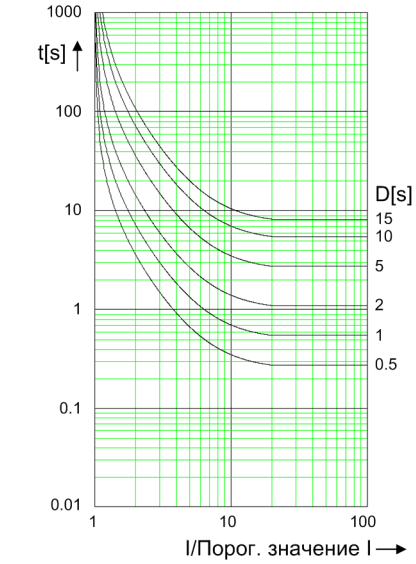


$$t = \frac{4.85}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{2}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

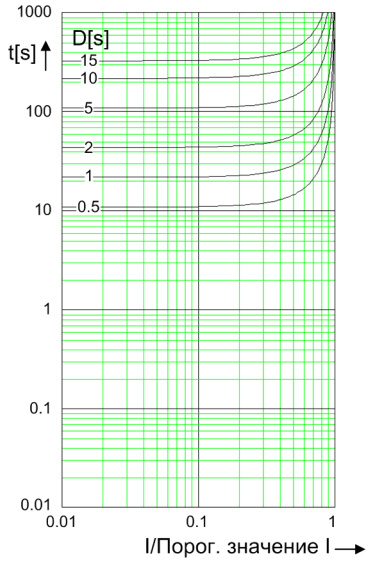
Рисунок 11-8 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



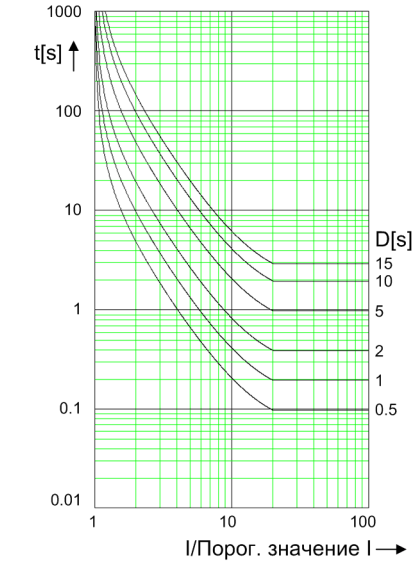
$$t = \left(\frac{19.61}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2 - 1} + 0.491 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



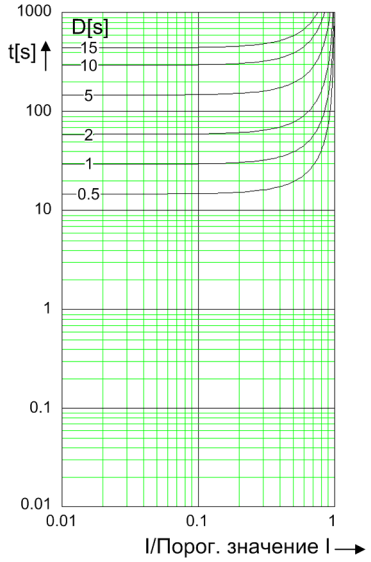
$$t = \frac{21.6}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{28.2}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2 - 1} + 0.1217 \right) \cdot D \quad [s]$$

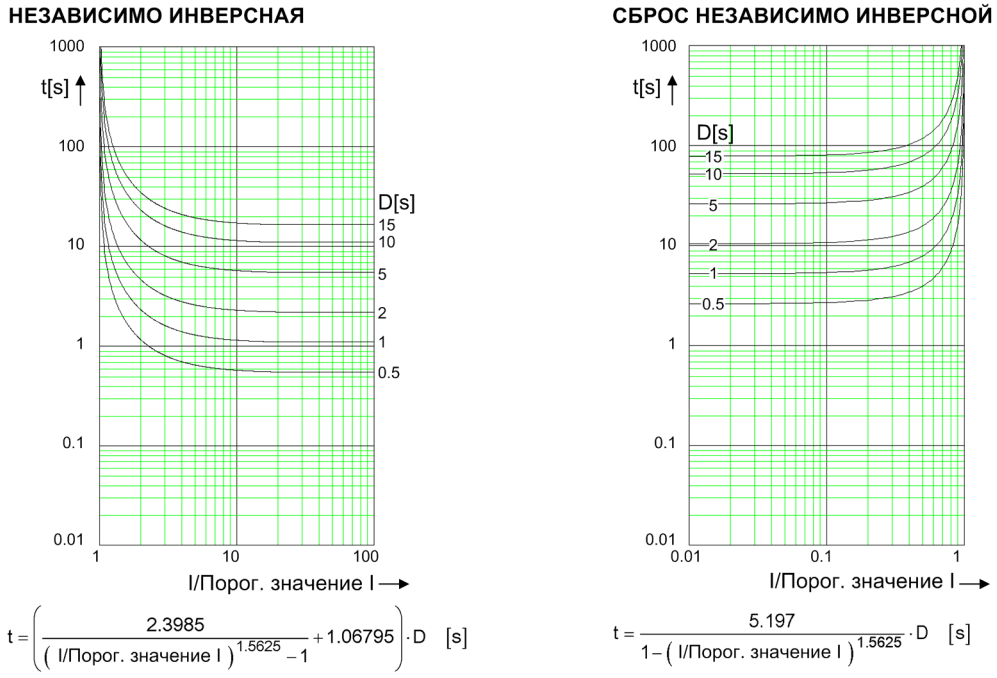
СБРОС ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



$$t = \frac{29.1}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka3-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-9 Характеристики отключения и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE



Примечание: Уставка Is остается для замыканий на землю вместо Iуст

[dwocpka4-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-10 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Диапазон рабочей частоты

0,9 ≤ f/$f_{ном.}$ ≤ 1,1	В соответствии с указанными погрешностями
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = составляющая основной гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = составляющие основной гармоники)	< 5 %

11.16 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики срабатывания		от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном} = 1$ A) или 25 мА ($I_{ном} = 5$ A), ($f_{ном} \pm 10$ %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном} = 1$ A) или 25 мА ($I_{ном} = 5$ A), ($f_{ном} \pm 10$ %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.} = 50$ Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.} = 1$ A) или 100 мА ($I_{ном} = 5$ A), ($f_{ном} \pm 10$ %)

До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс
Время срабатывания при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

11.17 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени

Значения уставок

Метод измерения		Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	–
Пороговое значение [42]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Приращения по 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращения по 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
Выдержка времени		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Выдержка времени на возврат		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 25 мс + OOT [43] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном.} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0[44], метод измерений = составляющие основной гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0[45], метод измерений = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)

[42] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$

[43] OOT (Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от используемой среды вывода, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

[44] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

[45] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = составляющие основной гармоники)	< 5 %

11.18 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	–
Пороговое значение [46]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Приращения по 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращения по 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращения по 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Множитель времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Минимальное время кривой		от 0,00 до 1,00 с	С шагом 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

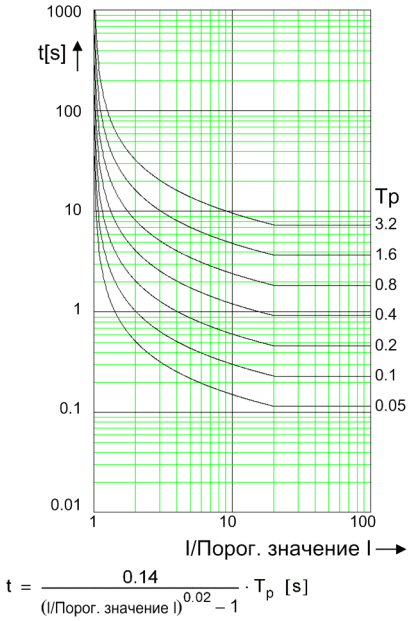
Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Прибл. 0,95 * значение пуска

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

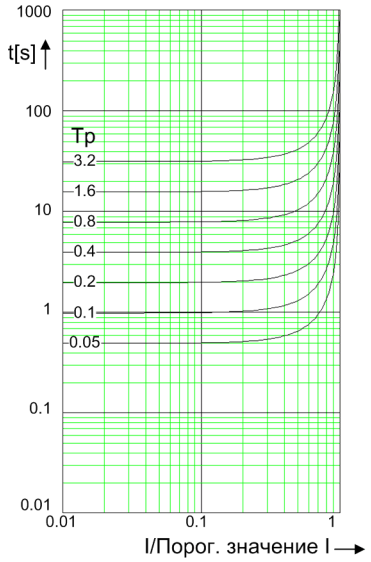
[46] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$

НОРМАЛЬНО ИНВЕРСАЯ: Тип A



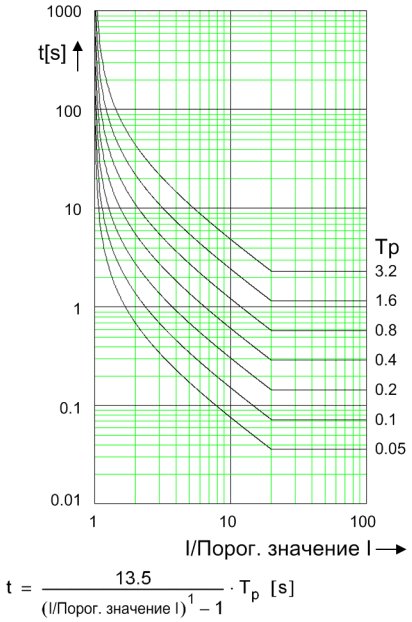
$$t = \frac{0.14}{(I/\text{Порог. значение } I)^{0.02} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип A



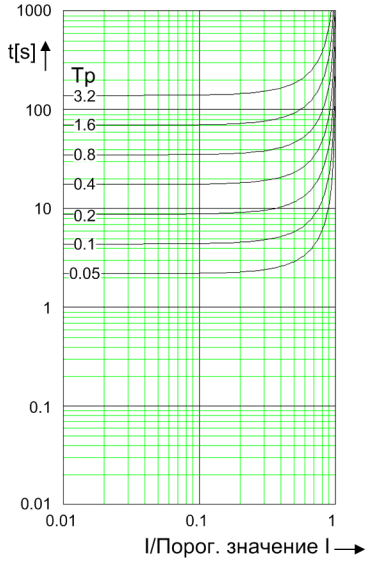
$$t = \frac{9.7}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{13.5}{(I/\text{Порог. значение } I)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B

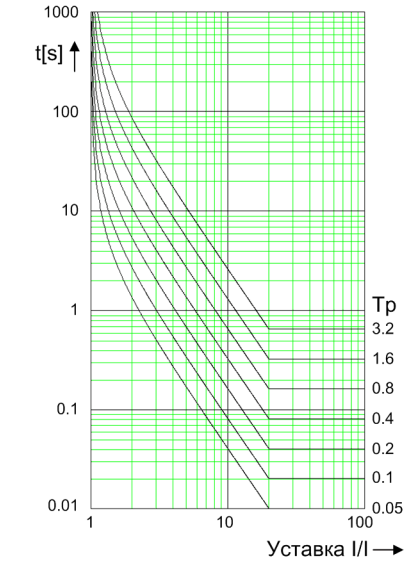


$$t = \frac{43.2}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

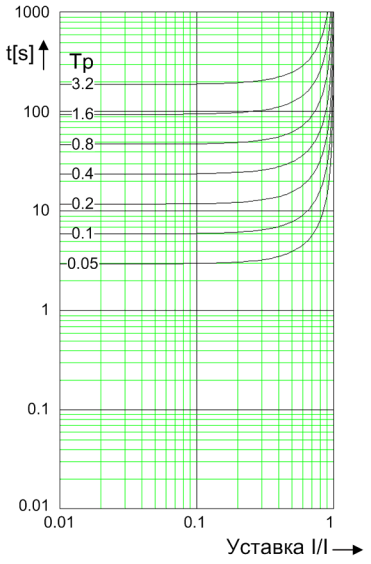
Рисунок 11-11 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип C



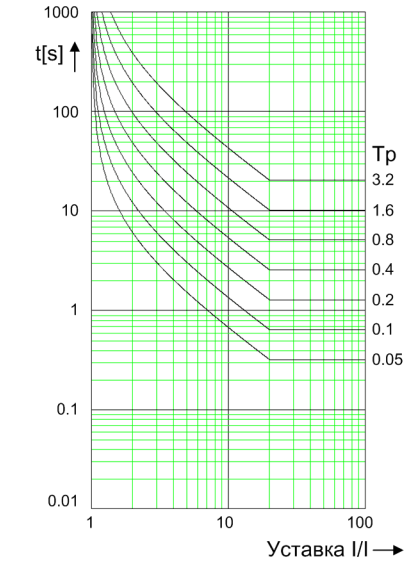
$$t = \frac{80}{(\text{Уставка I/I})^2 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



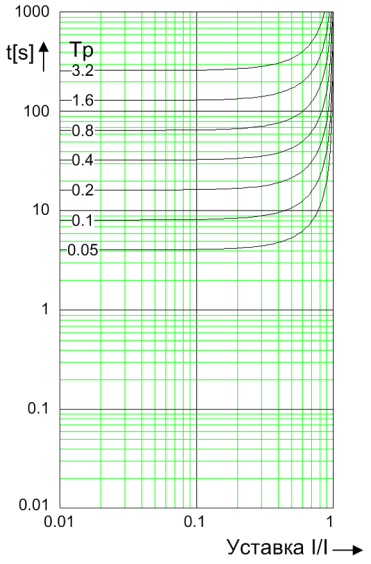
$$t = \frac{58.2}{1 - (\text{Уставка I/I})^2} \cdot T_p \ [s]$$

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{120}{(\text{Уставка I/I})^1 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

СБРОС ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B



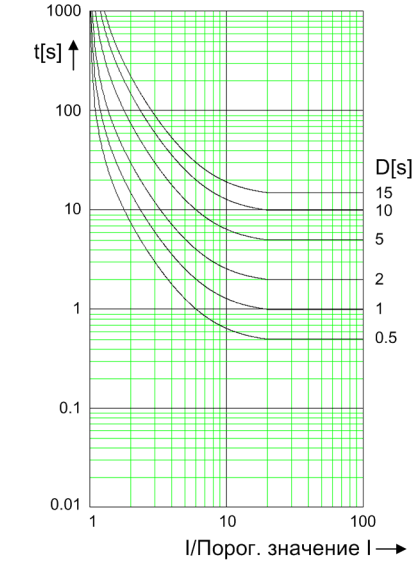
$$t = \frac{80}{1 - (\text{Уставка I/I})^2} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-12 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

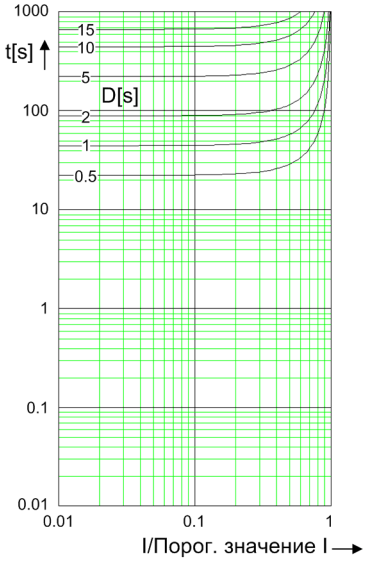
Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Инверсия: Тип C



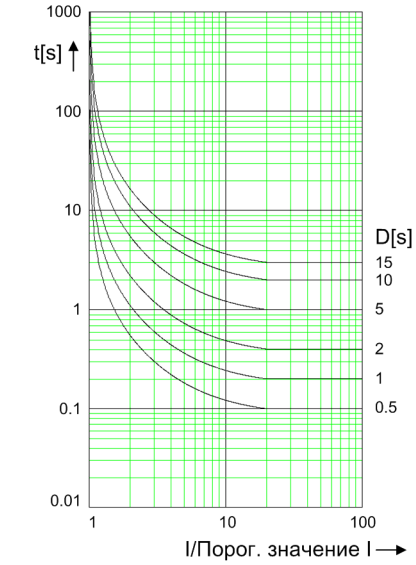
$$t = \left(\frac{44.6705}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938} - 1} + 0.8983 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС ИНВЕРСИИ: Тип C



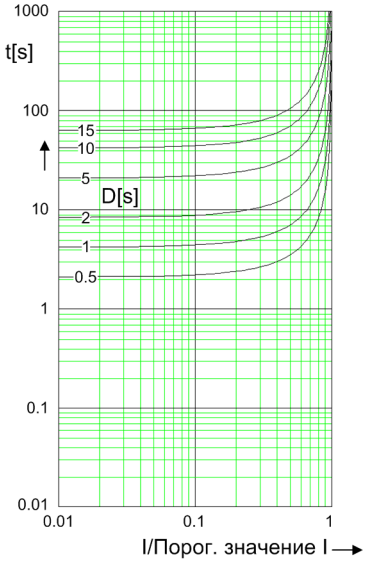
$$t = \frac{44}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938}} \cdot D \quad [s]$$

КРАТКО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{1.3315}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969} - 1} + 0.16965 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС КРАТКО ИНВЕРСНОЙ

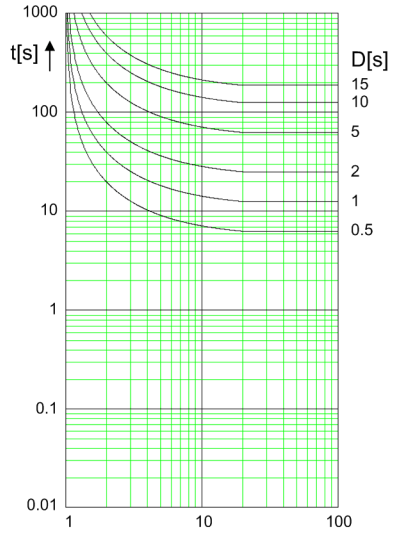


$$t = \frac{4.155}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

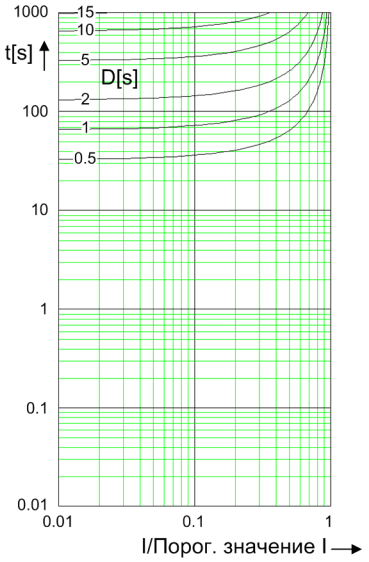
Рисунок 11-13 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



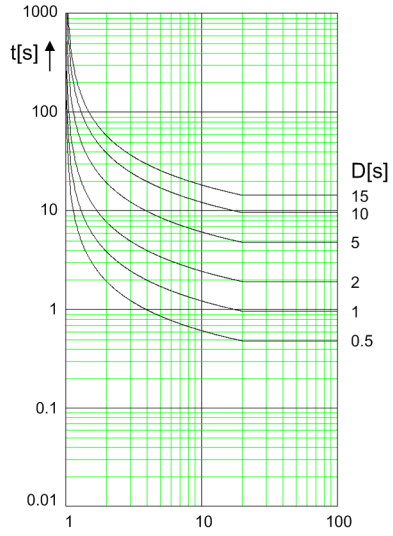
$$t = \left(\frac{28.0715}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1} - 1} + 10.9296 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



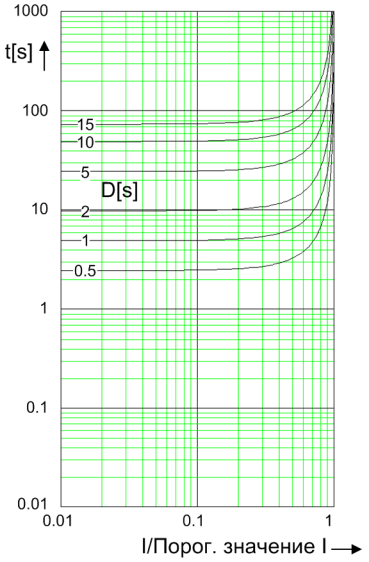
$$t = \frac{64.5}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1}} \cdot D \quad [s]$$

УМЕРЕННО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{0.0515}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{0.02} - 1} + 0.114 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС УМЕРЕННО ИНВЕРСНОЙ

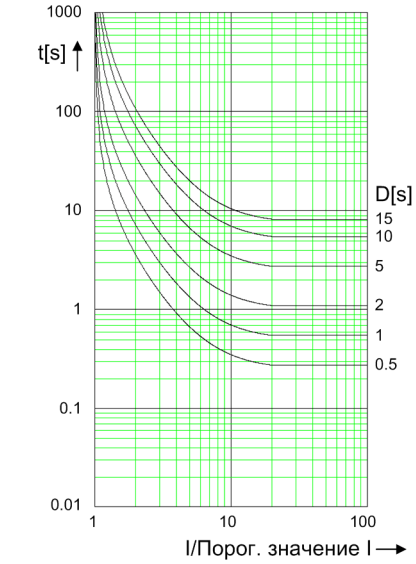


$$t = \frac{4.85}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{2}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

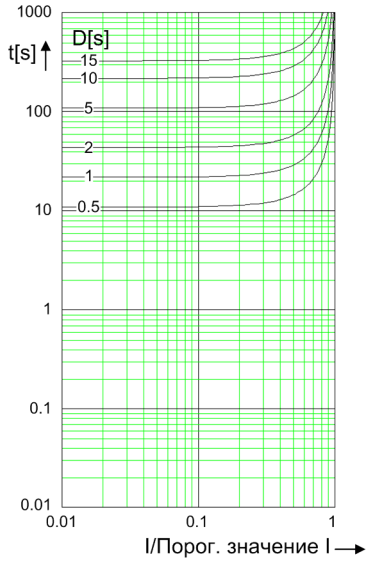
Рисунок 11-14 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/ IEEE

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



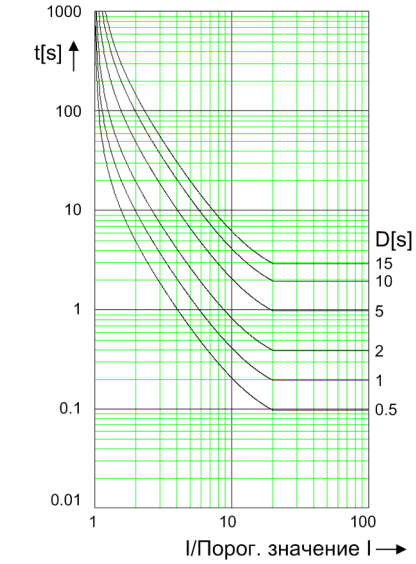
$$t = \left(\frac{19.61}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2 - 1} + 0.491 \right) \cdot D \quad [s]$$

СБРОС СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



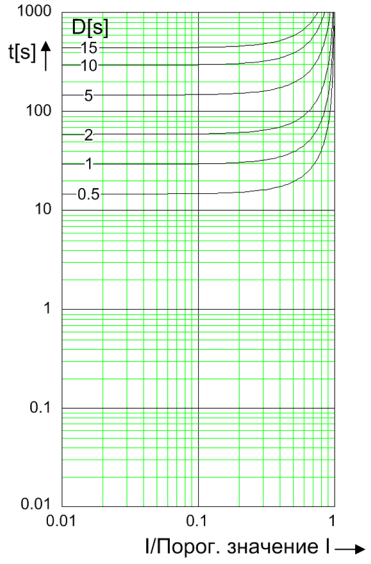
$$t = \frac{21.6}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{28.2}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2 - 1} + 0.1217 \right) \cdot D \quad [s]$$

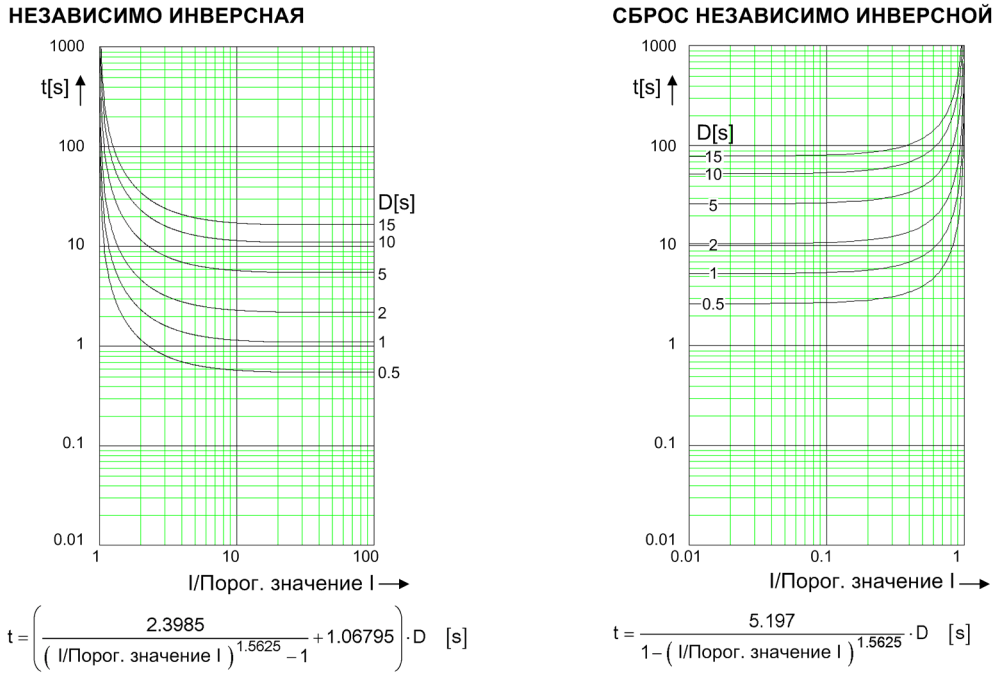
СБРОС ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



$$t = \frac{29.1}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka3-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-15 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/ IEEE



Примечание: Уставка Is остается для замыканий на землю вместо Iуст

[dwocpka4-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-16 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/ IEEE

Диапазон рабочей частоты

0,9 ≤ f/$f_{ном.}$ ≤ 1,1	В соответствии с указанными погрешностями
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0 [47], метод измерений = составляющие основной гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0 [48], метод измерений = среднеквадратичное значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

[47] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2
[48] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

Время возврата при 2 ≤ I/значение уставки I ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

Факторы, влияющие на величину уставок

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = составляющие основной гармоники)	< 5 %

11.19 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики срабатывания		от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0 [49], метод измерений = основная гармоника	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0 [50], метод измерений = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)

[49] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2
[50] Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс
Время срабатывания при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

Выдержки времени

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

11.20 Максимальная токовая защита, 1ф (ступень с независимой выдержкой времени)

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение [51]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Коэффициент возврата (фиксированный)		0,95	–
Задержка срабатывания		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 15 мс + Тсраб.ДВых [52] при 50 Гц Примерно 14 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Примерно 20 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 17 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[51] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$.

[52] Тсраб.ДВых (Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.21 Максимальная токовая защита, однофазная (ступень МТЗ с инверсной выдержкой времени)

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение [53]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

Характеристики срабатывания и возврата согласно МЭК рассматриваются в разделе Технические данные в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой характеристикой выдержки времени.

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Характеристики срабатывания и возврата согласно ANSI/IEEE рассматриваются в разделе Технические данные в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой характеристикой выдержки времени.

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)

[53] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$.

Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2% погрешности тока или 30 мс
Время срабатывания при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2% погрешности тока или 30 мс

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.22 Максимальная токовая защита, однофазная, с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики срабатывания		от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или +2% погрешности тока или 30 мс
Время срабатывания при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или +2% погрешности тока или 30 мс

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

11.23 Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)

Значения уставок

Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Коэффициент возврата (фиксированный)		от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 8 мс + Тсраб.ДВых[54]
Время возврата	Прибл. 25 мс + Тсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Погрешность срабатывания, ток	5 % уставки или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[54] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.24 Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	С шагом 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 А до 1,600 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 А до 8,000 А	С шагом 0,001 А
Уставка снижения напряжения		от 0,300 до 175,000 В	С шагом 0,001 В
Возврат		Эмуляция диска мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01

Коэффициент возврата

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение
	Прибл. 0,95 * значение пуска

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями IEC

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями IEC можно найти в главе Технические данные в разделе Максимальная токовая защита от коротких замыканий на землю с логарифмически-инверсной характеристикой.

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями ANSI/IEEE

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями IEC можно найти в главе Технические данные в разделе Максимальная токовая защита от коротких замыканий на землю с логарифмически-инверсной характеристикой.

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10$ Гц $f > 80$ Гц	Неактивно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А, $f_{ном}$ ± 10 %)

Токи, метод измерения = среднеквадратичное значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	До 30-й гармоники 1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц 3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц 4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Время срабатывания для 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки Или +2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки Или +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Переходный избыточный пуск при методе измерения = составляющие основной гармоники для for τ > 100 мс (при полной несимметрии)	< 5 %

11.25 Направленная трехфазная МТЗ

Уставки функции

Угол поворота опорного напряжения	-180° — +180°	С шагом 1°

Значения уставок для всех типов ступеней

Направленный режим		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение [55]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A

Уставки для ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка на возврат	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Уставки для ступени с выдержкой времени согласно характеристикам МЭК/ANSI (обратнозависимая характеристика выдержки времени)

Тип характеристики	Характеристика в соответствии с МЭК (см. *Таблица 11-1*) и ANSI (см. *Таблица 11-2*)	
Возврат	Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Минимальное время характеристики	от 0,00 до 1,00 с	С шагом 0,01 с
Дополнительная задержка времени	от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата для ступени с выдержкой времени согласно характеристикам МЭК/ANSI (обратнозависимая характеристика выдержки времени)

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Коэффициент времени	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Значения уставки типа ступени МТЗ с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба

Множитель времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Значения по оси X характеристики срабатывания	от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики срабатывания	от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата	от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики возврата	от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y характеристики возврата	от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с

[55] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор.}$.

Коэффициент возврата для ступени с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Коэффициент времени	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Характеристики срабатывания и возврата

Вы можете выбрать из следующих характеристик отключения и возврата:

Таблица 11-1 Стандартные характеристики МЭК

Нормально инверсная: Тип A Сильно инверсная: Тип B	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-5*
Предельно инверсная: тип C Длительно инверсная:	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-6*

Таблица 11-2 Характеристики в соответствии с МЭК и ANSI

Предельно инверсная: тип C Длительно инверсная: Тип B	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-7*
Длительно инверсная: Умеренно инверсная	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-8*
Сильно инверсная: Предельно инверсная	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-9*
Равномерно-инверсная	См. раздел *11.15 Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с обратно-зависимой характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-10*

Определение направления

Тип	При использовании линейного напряжения неповрежденных фаз С использованием памяти напряжений 2 с
Диапазон направления "вперед"	$U_{оп,сдвиг}$ ±88°
Разность возврата для диапазона вперед/назад	1°
Чувствительное обнаружение	Неограниченная при одно- и двухфазных КЗ Динамически неограниченная, неизменно при трехфазных КЗ Прибл. 13 В (линейное)

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 37 мс + Тсраб.ДВых [56] при 50 Гц Примерно 22 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции ОбнБроскаТока трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс
Работа с инверсной характеристикой выдержки времени, в соответствии с требованиями МЭК, ANSI	5 % от величины уставки или +2 % погрешности тока или 10 мс
Отключение с инверсной характеристикой выдержки времени, в соответствии с требованиями МЭК, ANSI	5 % от величины уставки или +2 % погрешности тока или 10 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

[56] Тсраб.ДВых (время срабатывания на выходе) - дополнительная задержка для выходного реле, например, 5 мс для быстродействующих реле

11.26 Токовая направленная защита нулевой последовательности, заземл.нейтраль

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления	Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2	от 0,150 до 20,000 В	0,001 В
Угол сдвига опорного напряжения	от -180° до 180°	1°
Определение направления	от 0° до 180°	1°

Значения уставок для всех типов ступеней

Направленность		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	С шагом 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,030 до 1,600 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,15 до 8,000 А	С шагом 0,001 А

Значения уставок для ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Значения уставок для ступени максимальной токовой защиты с инверсной характеристикой (IEC/ANSI)

Тип характеристики	Характеристики в соответствии с МЭК и ANSI	
Возврат	Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Минимальное время характеристики	от 0,00 до 1,00 с	С шагом 0,01 с
Дополнительная задержка времени	от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Значения возврата для ступени максимальной токовой защиты с инверсной характеристикой (IEC/ANSI)

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Характеристически для ступени максимальной токовой защиты с инверсной характеристикой (IEC/ANSI)

Стандартные характеристики МЭК

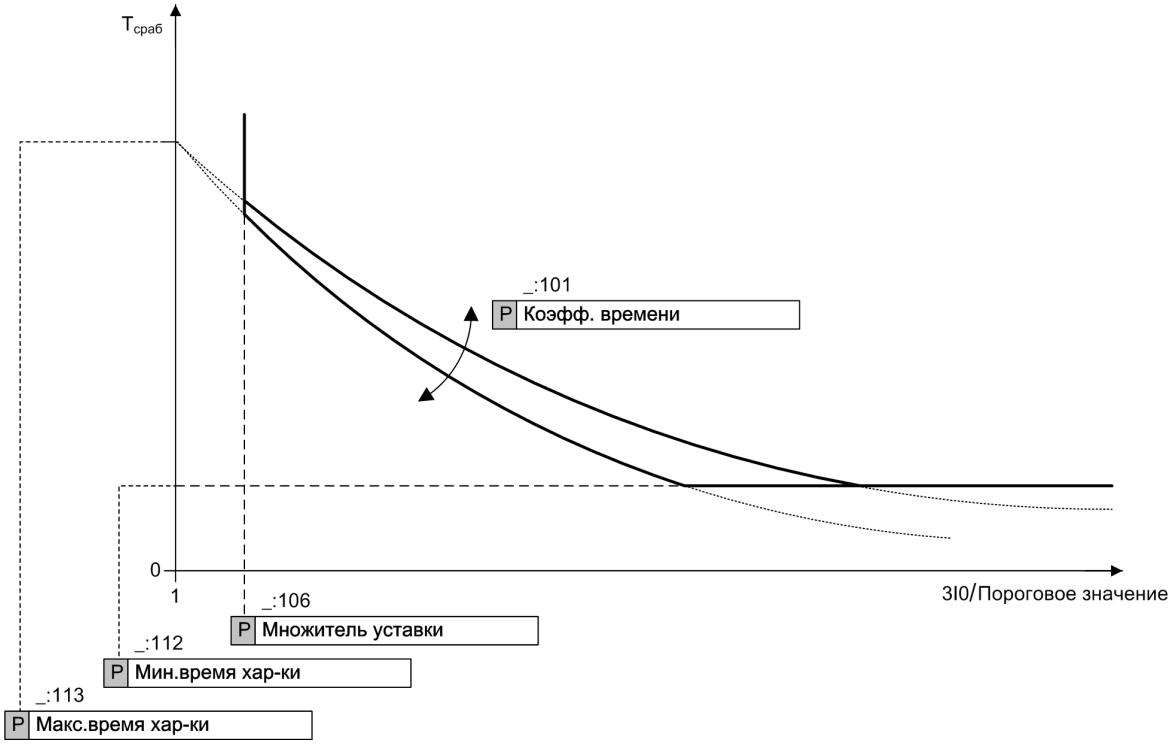
Нормально инверсная: Тип A	Обратитесь к соответствующему рисунку технических данных для функции ненаправленной МТЗ от замыканий на землю *11.18 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени*
Сильно инверсная: Тип B	
Предельно инверсная: тип C	
Длительно инверсная:	

Характеристики в соответствии с МЭК и ANSI

Предельно инверсная: тип C	Обратитесь к соответствующему рисунку технических данных для функции ненаправленной МТЗ от замыканий на землю *11.18 Максимальная токовая защита нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени*
Длительно инверсная: Тип B	
Длительно инверсная:	
Умеренно инверсная	
Сильно инверсная:	
Предельно инверсная	
Равномерно-инверсная	

Значения уставок для ступени "Направленная максимальная токовая защита от коротких замыканий на землю с логарифмически-инверсной характеристикой"

Характеристика: см. *Рисунок 11-17*		
Множитель уставки	от 1,00 до 4,00	С шагом 0,01
Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Минимальное время характеристики	от 0,000 с до 60,000 с	С шагом 0,001 с
Максимальное время характеристики	от 0,000 с до 60,000 с	С шагом 0,001 с
Дополнительная задержка времени	от 0,000 с до 60,000 с	С шагом 0,001 с



[dwloginv-300913, 2, ru_RU]

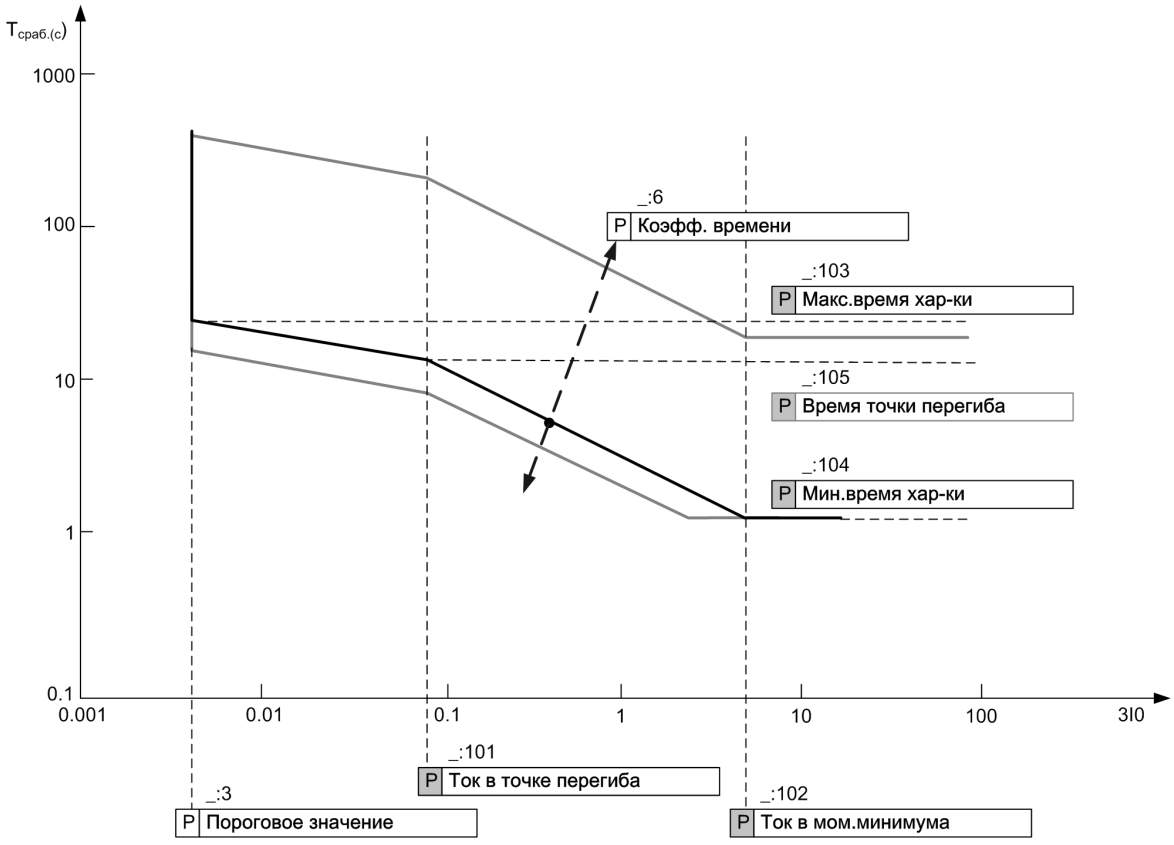
Рисунок 11-17 Характеристика срабатывания логарифмически-инверсной характеристики

Значения возврата для ступени "Направленная максимальная токовая защита от коротких замыканий на землю с логарифмически-инверсной характеристикой"

Коэффициент возврата	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Значения уставки ступени МТЗ с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба

Характеристика: см. *Рисунок 11-18*		
Минимальное время характеристики	от 0,00 с до 30,00 с	С шагом 0,01 с
Время точки перегиба характеристики	от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с
Максимальное время характеристики	от 0,00 с до 200,00 с	С шагом 0,01 с
Ток в точке перегиба	от 0,030 А до 25,000 А	0,001 А
Ток при минимальном значении времени характеристики	от 0,030 А до 25,000 А	0,001 А
Коэффициенты времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01



[dwdrloinkn-171013, 1, ru_RU]

Рисунок 11-18 Характеристика срабатывания для логарифмически инверсной характеристики с точкой перегиба (в примере **Пороговое значение** = ***0,004 А***)

Значение возврата типа ступени МТЗ с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба

Коэффициент возврата	Прибл. 0,95 * пороговое значение

Уставки для ступени с определяемой пользователем характеристикой срабатывания МТЗ

Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	С шагом 0,01
Значения по оси X характеристики срабатывания	от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 о.е.

Значения по оси Y характеристики срабатывания	от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата	от 2 до 30	С шагом 1
Значения по оси X характеристики возврата	от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y характеристики возврата	от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с

Значения возврата для ступени с определяемой пользователем характеристикой срабатывания МТЗ

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 * пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 * пороговое значение Approx. 0,95 * Значение пуска

Времена

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Примерно 30 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 25 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	До 30-й гармоники 1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц 3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц 4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от уставки или 10 мс
Обратнозависимая характеристика выдержки времени возврата в соответствии с МЭК, ANSI, обратнозависимая логарифмическая характеристика, логарифмически-инверсная характеристика с точкой перегиба и определяемая пользователем характеристика срабатывания	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс

Обратнозависимая характеристика выдержки времени возврата в соответствии с МЭК, ANSI, обратнозависимая логарифмическая характеристика, логарифмически-инверсная характеристика с точкой перегиба и определяемая пользователем характеристика срабатывания	5 % от значения уставки или +2 % погрешности тока или 30 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Факторы, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.27 Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Опорное значение для I_2 ($I_{баз}$)		Номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном.об.}$ Ток прямой последовательности I_1	
Пороговое значение		от 5,0 % до 999,9 % $I_2/I_{баз}$	С шагом 0,1
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Ток возврата (нижний предел тока для возврата защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 А до 10,000 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 А до 50,00 А	С шагом 0,01 А
Максимальный фазный ток (верхний предел тока для работы защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	С шагом 0,01 А

Времена

Времена пуска	Прибл. 35 мс + ВСВ
Времена возврата	Прибл. 35 мс + ВСВ

Коэффициент возврата

Значение пуска	Приблиз. 0,95 для $I_2/I_{баз} \geq 0,3$

Рабочие диапазоны

Диапазон тока	0,05 x $I_{ном, об} \leq$ все фазные токи ≤ величина уставки $I_{фаз, макс}$
Диапазон частот	от 10 до 80 Гц

Погрешности

Значение пуска	
$I_2/I_{ном.об}$	Прибл. 2 % от уставки или 0,8 % абс. величины (несогласованность трансформатора < 4)
I_2/I_1	Прибл. 2 % от уставки или 4 % абс. величины (I_1 > 50 мА (1 А) или 250 мА (5 А))
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.28 Мгновенное отключение при больших токах

Значения уставок

Пороговое значение	1 A при 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 50 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,50 до 0,90	С шагом 0,01

Времена

Время срабатывания для тока > 2·√2 от порогового значения	Около 8 мс + Tсраб.ДВых[57]

Рабочий диапазон

$f_{ном}$ ± 10%	В соответствии с указанными погрешностями
Характеристика лежит вне рабочего диапазона	Активная начиная с f ≥ 36,3 Гц

Погрешности

Погрешность реакции, по току	5 % от величины уставки или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 A) 5 % от величины уставки или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[57] Tсраб.ДВых (Время срабатывания выхода) — дополнительная задержка в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.29 Защита максимального напряжения для трехфазного напряжения

Значения уставок

Измеренное значение	Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения	Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	
Уставка[58] от 0,300 В до 175,000 В	от 0,300 В до 340,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	0,90 .. 0,99	С шагом 0.01

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ [59] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0.5 % от величины уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[58] Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **среднеквадратичное значение**.
[59] ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.30 Защита максимального напряжения прямой последовательности

Значения уставок

Значение пуска	от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	0,90 ... 0,99	С шагом 0,01

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ [60] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[60] ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.31 Защита от повышения напряжения обратной последовательности

Значения уставок

Значение пуска	от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 40 мс + ВСВ [61] при 50 Гц Примерно 35 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[61] ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.32 Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности

Значения уставок

Метод измерения	Действующее значение Основная гармоника Основная гармоника со временем фильтрации 2 периода	
Блокировка при неисправностях в цепях напряжения	Да Нет	
Определение поврежденной фазы при замыканиях на землю	Да Нет	
Пороговое значение[62]	от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка пуска	от 0,00 с до 320,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01
U < фаз.напр.при повр.	от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В
U> фаз.напр.неповр.	от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Около 25 мс + Тсраб.ДВых[63] при 50 Гц Примерно 22 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 45 мс + Тсраб.ДВых при 50 Гц Прибл. 39 мс + Тсраб.ДВых при 60 Гц
Время возврата	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых при 50 Гц Прибл. 16,6 мс + Тсраб.ДВых при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 31,06 мс + Тсраб.ДВых при 50 Гц Прибл. 27,06 мс + Тсраб.ДВых при 60 Гц

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от значения уставки или 10 мс

[62] Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.
[63] Тсраб.ДВых (Время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.33 Защита максимального напряжения по любому напряжению

Значения уставок

Измеряемое значение [64]	Измеряемое фазное напряжение U_A Измеряемое фазное напряжение U_B Измеряемое фазное напряжение U_C Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Измеряемое напряжение нейтрали Uн Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Вычисляемое напряжение U0	
Метод измерения	Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	
Значение пуска [65]	от 0,300 до 340,000 В	Приращения по 0,001 V
Выдержка времени	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	С шагом 0,01

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 25 мс + OOT [66] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[64] Параметр Измеряемое значение не показан, если функция **Защита от повышения напряжения по любому напряжению** используется в функциональной группе 1-фазных измерений.
[65] Если выбран **Метод измерений** = **Среднеквадратичное значение**, не следует задавать порог меньше 10 В.
[66] OOT (Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от используемой среды вывода, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.34 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

Значения уставок

Измеряемая величина		Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	
Токовый критерий		Вкл. Выкл.	
Пороговое значение I>	1 А при 50 и 100 Iном.	0.030 А до 10.000 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	0.15 А до 50.00 А	С шагом 0,01 А
	1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	С шагом 0,001 А
	5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	С шагом 0,001 А
Пороговое значение [67]		от 0,300 до 175 000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата		от 1,01 до 1,20	С шагом 0,01

Времена

Время срабатывания	Около 25 мс + Тсраб.ДВых[68] при 50 Гц Примерно 22 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Неактивно, поддерживается; Возврат пуска, вызванного блокировкой или превышением измеряемой величиной порогового значения возврата

Погрешности

Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,05 В
Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А, $f_{ном}$ ± 10 %), действительно для трансформаторов тока P-класса
	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном}$ = 1,6 А) или 0,5 мА ($I_{ном}$ = 8 А, $f_{ном}$ ± 10 %), действительно для измерительных трансформаторов
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[67] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, не следует задавать порог меньше 10 В.
[68] Тсраб.ДВых (Время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.35 Защита минимального напряжения прямой последовательности

Значения уставок

Измеряемая величина			Фаза-фаза Фаза-земля
Метод измерения			Основная гармоника Действующее значение
Токовый критерий			Вкл. Выкл.
Пороговое значение I>	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Пороговое значение		от 0,300 В до 200,000 В	С шагом 0,001 В
Задержка срабатывания		от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата		от 1,01 до 1,20	С шагом 0,01

Времена срабатывания

Время срабатывания	Около 25 мс + Тсраб.ДВых [69] при 50 Гц Примерно 22 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Неактивно, поддерживается; Возврат пуска, вызванного блокировкой или превышением измеряемой величиной порогового значения возврата

Погрешности

Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,05 В
Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном.}$ = 5 A, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для трансформаторов тока класса P
	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном.}$ = 1,6 A) или 0,5 мА ($I_{ном.}$ = 8 A, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для измерительных трансформаторов
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[69] Тсраб.ДВых (Время срабатывания выхода) - дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.36 Защита минимального напряжения по любому напряжению

Значения уставок

Измеренное значение	Измеряемое фазное напряжение U_A Измеряемое фазное напряжение U_B Измеряемое фазное напряжение U_C Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Измеряемое напряжение нейтрали Uн Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Вычисляемое напряжение U0	
Метод измерения	Составляющие основной гармоники Среднеквадратичное значение	
Значение пуска [70]	от 0,300 до 200,000 В	Приращения по 0,001 V
Выдержка времени	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	от 1,01 до 1,20	С шагом 0,01

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 25 мс + OOT [71] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочей частоты

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	В соответствии с указанными погрешностями
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f> 80 Гц	Неактивно, поддерживается; Возврат функции осуществляется за счет блокировки или за счет расширения диапазона измерений

[70] Если выбран **Метод измерений** = **Среднеквадратичное значение**, не следует задавать порог меньше 10 В.
[71] OOT (Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от используемой среды вывода, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.37 Защита максимальной частоты

Значения уставок

Величины срабатывания f>	от 40,00 Гц до 70,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 мГц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Выдержки времени T	от 0,00 с до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	С шагом 0,001 В

Времена срабатывания

Времена срабатывания f>	Метод разности углов 50 Гц 60 Гц	 Прибл. 70 мс + ВСВ [72] Прибл. 60 мс + ВСВ
	Метод фильтрации 50 Гц 60 Гц	 Прибл. 75 мс + ВСВ Прибл. 75 мс + ВСВ
Времена возврата f>	от 60 мс до 80 мс	

Коэффициент возврата

Мин. напряжение	Около 1.05

Рабочие диапазоны

Диапазон напряжения	от 5 до 230 В (линейное)	
Диапазон частот	Метод разности углов	от 10 Гц до 80 Гц
	Метод фильтрации	от 25 Гц до 80 Гц

Погрешности

Частота f>	
$f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц	± 5 мГц при U = $U_{ном}$
$f_{ном}$ - 3,0 Гц < f < $f_{ном}$ + 3,0 Гц	± 10 мГц при U = $U_{ном}$
Выдержки времени T(f>)	1 % от величины уставки или 10 мс
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В

[72] ВСВ (время срабатывания выхода) – дополнительная задержка в зависимости от используемого типа выхода, например, 5 мс для быстродействующих реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.38 Защита минимальной частоты

Значения уставок

Величины срабатывания f<	от 40,00 Гц до 70,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 Мгц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Выдержки времени T	от 0.00 с до 600.00 с	С шагом 0,01 с
Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	С шагом 0,001 В

Времена срабатывания

Времена срабатывания f<	Метод разности углов 50 Гц 60 Гц	80 мс/60 мс 70 мс + ВСВ [73] Прибл. 60 мс + ВСВ
	Метод фильтрации 50 Гц 60 Гц	95 мс/80 мс Прибл. 75 мс + ВСВ Прибл. 75 мс + ВСВ
Времена возврата f<	от 60 мс до 80 мс	

Коэффициент возврата

Мин. напряжение	прибл. 1,05

Рабочие диапазоны

Диапазон напряжения	от 5 до 230 В (линейное)	
Диапазон частот	Метод разности углов	от 10 Гц до 80 Гц
	Метод фильтрации	от 25 Гц до 80 Гц

Погрешности

Частота f<	
$f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц	± 5 мГц при U = $U_{ном}$
$f_{ном}$ - 3,0 Гц < f < $f_{ном}$ + 3,0 Гц	± 10 мГц при U = $U_{ном}$
Выдержки времени T(f<)	1 % от величины уставки или 10 мс
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В

[73] ВСВ (время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от используемого типа выхода, например, 5 мс для быстродействующих реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.39 Защита по скорости изменения частоты

Уставки функции

Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	С шагом 0,001 В
Измерительное окно	от 2 до 5 периодов	С шагом 1 период

Значения уставок для типов ступеней

Уставка	от 0,1 Гц/с до 20,0 Гц/с	С шагом 0,1 Гц/с
Разн.возврата	от 0,02 Гц/с до 0,99 Гц/с	С шагом 0,01 Гц/с
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания	Примерно от 165 мс до 225 мс (зависит от длины измерительного окна)
Время возврата	Примерно от 165 мс до 225 мс (зависит от длины измерительного окна)

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата для минимального напряжения	Прибл. 1,05

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном.} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9 f_{ном}$ $1,1 f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Неактивно

Погрешности

Пороговое значение, измерительное окно > 3 периодов	Примерно 3 % или 0,06 Гц/с
Пороговое значение, измерительное окно ≤ 3 периодов	Примерно 5 % или 0,06 Гц/с
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.40 Функция определения места повреждения (ОМП)

Значения уставок

Следующие уставки имеются в функциональной группе защиты в разделе данных линии **Линия**: • Удельное реактивное сопротивление линии на километр или милю • Длина линии, чтобы правильно отображать расстояние до места повреждения в процентах от длины линии • Коэффициенты компенсации сопротивления заземления в формате Kr и Kx или K0 и угол (K0)	
Компенсация влияния параллельных линий (опция)	Для ввода или вывода из работы
Учтение тока нагрузки при однофазных заземлениях на землю	Коррекция значения X для ввода или вывода

Расстояние до места повреждения

Вывод расстояния до места повреждения (длина линии)	В Омах первичных В км, милях или процентах. [74]

Погрешности

Погрешности измерения при синусоидальных измерениях и длительности повреждения > 25 мс при 60 Гц или > 30 мс при 50 Гц	1,5 % от места повреждения при $U_K/U_{ном} \geq 0{,}01$ и в соответствии с одним из следующих сценариев: • Повреждения, связанные с металлом • Неметаллические повреждения для подачи с одной стороны без нагрузки

[74] Вывод расстояния до места повреждения в км, милях или процентах предполагает, что линия однородна.

11.41 Мгновенное отключение при включении на КЗ

Значения уставок

Задержка отключения	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Погрешности

Времена срабатывания	< 1 % от величины уставки или 10 мс

11.42 Защита от тепловой перегрузки

Значения уставки/шаг

Iсигн.тепл.перегр.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Θ.сигн.тепл.перегр.		от 50 % до 100 %	С шагом 1 %
Раб.по уст.возвр.		от 50 % до 99 %	С шагом 1 %
Авар. пуск T превыш.		от 0 с до 15000 с	С шагом 10 с
Коэффициент K согласно МЭК 60225-8		от 0,10 до 4,00	С шагом 0,01
Тепловая пост. времени		от 30 до 60 000 с	С шагом 1 с
Пост.времени охлажд.		от 30 до 60 000 с	С шагом 1 с
Iмакс тепл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Iмин охл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.000 A до 10.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.00 A до 50.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Увелич.темпер. при Iном		от 40 K до 200 K	С шагом 1 K
T по умолчанию		от -55°C до 55°C	С шагом 1°C
Мин. температура		от -55°C до 40°C	С шагом 1°C

Коэффициенты возврата

Порог отключения (фиксированное значение 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании
Порог по температуре сигнальной ступени	Прибл. 0,99 от значения уставки
Порог по току сигнальной ступени	Прибл. 0,95 от значения уставки

Диапазон частот входных сигналов

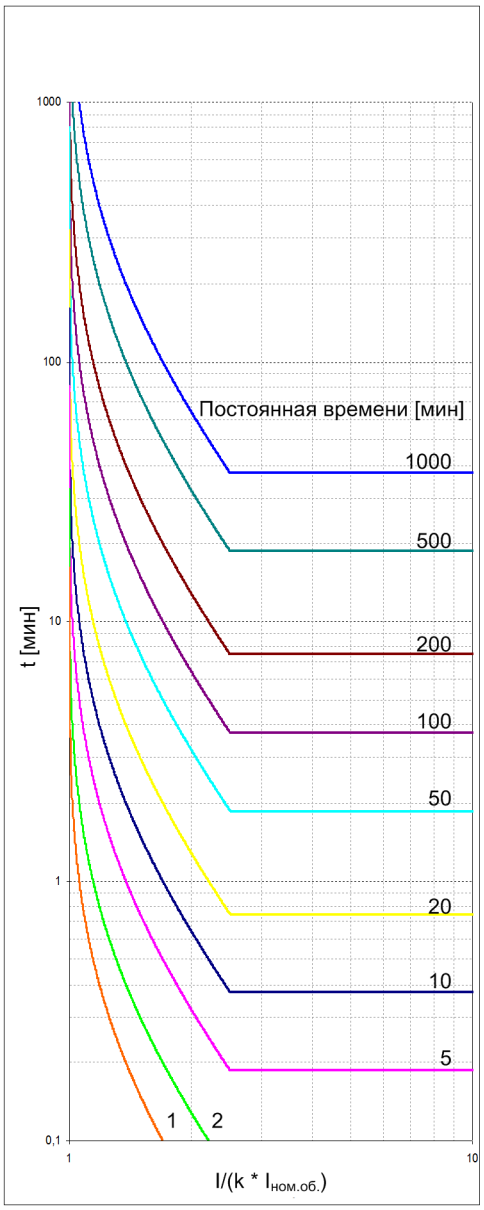
Функция захватывает входные сигналы с частотой до 50-й гармоники.

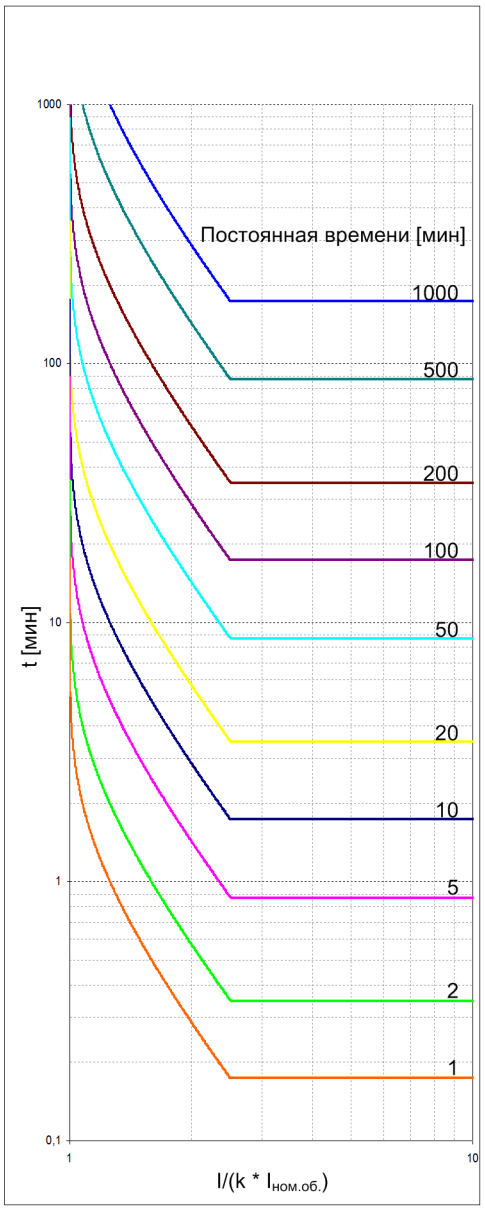
Погрешности

По отношению к k* $I_{ном}$	Для $I_{ном}$ = 1 A	2 % или 10 мА, класс 2 % в соответствии с МЭК 60255-8
	Для $I_{ном}$ = 5 A	2 % или 50 мА, класс 2 % в соответствии с МЭК 60255-8
По отношению к времени срабатывания		3 % или 1 с, класс 3 % в соответствии с МЭК 60255-8 при $I/(k * I_{ном}) > 1,25$

Характеристика срабатывания

Характеристика срабатывания	$t = \tau_T \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - \left(\frac{I_{предв.нагр.}}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}$	
Применяются следующие значения:	t	Время срабатывания
	τ_{th}	Постоянная времени
	I	Ток текущей нагрузки
	$I_{предв\ нагр}$	Предшествующий ток нагрузки
	k	Коэффициент уставки в соответствии с VDE 0435 часть 3011 или IEC 60255-8 (коэффициент K)
	$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта





При 80% предв.нагр. и при $I_{макс.тепл.} = 2.5 * k * I_{ном}$

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - \left(\frac{I_{предв.нагр.}}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1} \quad [min]$$

Без предв.нагр. и при $I_{макс.тепл.} = 2.5*k*I_{ном}$

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1} \quad [min]$$

[dwauslke-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-19 Характеристика срабатывания защиты от перегрузки

11.43 Функциональная группа Аналоговые модули

блок Ethernet 20-мА

Максимальное количество подключаемых блоков 20-мА	4
Максимальное количество каналов на блок 20-мА	12

послед. блок 20-мА

Максимальное количество подключаемых блоков 20-мА	4
Максимальное количество каналов на блок 20-мА	12

Блок RTD (Ziehl TR1200)

Максимальное количество подключаемых RTD-блоков	4
Максимальное количество датчиков на один RTD-блок	12
Тип датчика	Pt 100 согласно EN 60751

IP RTD-блока (Ziehl TR1200)

Максимальное количество подключаемых RTD-блоков	4
Максимальное количество датчиков на один RTD-блок	12
Тип датчика	Pt 100 огласно EN 60751; обеспечивается возможность подключения датчиков Ni 100 и Ni 120. Измеренные значения должны преобразовываться в именованные единицы.

Измеренные величины температуры

Единица измерения температуры	можно настроить в °C или °F
Pt 100	от -199 °C до 850 °C (от -326 °F до 1472 °F)
Разрешающая способность	1 °C или 1 °F
Погрешность	±0,5 % измеренного значения ±1 K

11.44 Контроль температуры

Значения уставок

Значение пуска	от -50°C до 250°C от -58°F до 482°F	С шагом 1°C С шагом -17.22°F
Выдержка времени	от 0 с до 60 с или ∞	С шагом 1 с

Условия возврата

Разн.возврата	3° C или 6° F

Погрешности

Задержка отключения	±1 % от величины уставки или ±10 мс
Значение измеряемой температуры	±0.5 % от величины уставки или ±1 °C или ±2 °F

11.45 Расчет горячих точек

Значения уставок

Авар. пуск T превыш.		от 0 с до 15,000 с	С шагом 1 с
Уставка пред.сигн.HST	°C	80 °C to 140 °C	С шагом 1 °C
	°F	176 °F to 284 °F	С шагом 1 °F
Уставка авар.сигн.HST	°C	80 °C to 140 °C	С шагом 1 °C
	°F	176 °F to 284 °F	С шагом 1 °F
Предупр.сигн.старения		от 0.125 до 128.000	С шагом 0.001
Авар.сигнал.старения		от 0.125 до 128.000	С шагом 0.001
Пост.времени обмотки		от 0 мин до 30 мин	С шагом 1 мин

МЭК 60076-7

Экспонента обм. y	от 1.6 до 2.0	С шагом 0.1
Разница температ.	от 20 до 50	С шагом 1
Коэфф.K21	от 1.0 до 5.0	С шагом 0.1
Коэфф.K22	от 1.0 до 5.0	С шагом 0.1
ПостВремМасла	от 50 мин до 500 мин	С шагом 1 мин

IEEE C57.91 2011

Экспон.обм.m	от 0.8 до 1.0	С шагом 0.1
Градиент температуры	от 20 до 50	С шагом 1

Диапазон рабочей частоты

Обновление частоты вручную	от 10 Гц до 80 Гц

Измеренные температуры

Единицы измерения температуры	°C или °F
Разрешающая способность	1 °C или 1 °F
Погрешность	±0,5 % измеренного значения или ±1 K Коэффициент возврата

Уставка аварийной сигнализации

Прибл.	0,99 от значения уставки
Прибл.	0,99 от значения уставки

Коэффициент мощности

Погрешность расчета коэффициента мощности является функцией погрешности измерения тока.

Время срабатывания

Синтез температуры горячей точки является медленным процессом. Интервал измерения равен 300 мс. Время срабатывания зависит от температуры масла и роста нагрузки.

11.46 УРОВ

Условия пуска

Трехфазное отключение от внутренних	Трехфазное отключение от внутренних или внешних защит [75]

Значения уставок

Уставки по фазному току	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	Приращение 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	Приращение 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращение 0,001 A
Уставка по току нулевой последовательности	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00A	Приращение 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	Приращение 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Приращение 0,001 A
Время контроля разрешающего сигнала		от 0,06 с до 1,00 с	Приращение 0,01 с
Выдержки времени		от 0,05 с до 60,00 с	Приращение 0,01 с

Коэффициенты возврата

Уставки по току	Около 0.95

Мониторинг состояния выключателя

Контроль положения блок-контактов выключателя	
Для трехфазного отключения выключателя	по одному дискретному входу для замыкающего и размыкающего контакта



ПРИМЕЧАНИЕ

Функция УРОВ может работать без использования информации о положении блок-контактов выключателя.

Информация о положении блок-контактов необходима функции УРОВ для отключения при повреждениях, сопровождающихся протеканием малых токов или при их отсутствии (например, при срабатывании газовой защиты трансформатора).

Времена срабатывания

Время срабатывания при внутреннем пуске	< 1 мс
Время срабатывания при внешнем пуске	< 5 мс
Время возврата [76] при использовании критерия по наличию тока для синусоидальных величин	< 10 мс
Время возврата при использовании критерия протекания тока (во всех режимах)	< 15 мс

[75] Через дискретные входы

[76] Время возврата – это время необходимое функции УРОВ для определения отключенного положения выключателя. Время срабатывания самого блок-контакта не учтено.

Время возврата при использовании критерия по положению блок-контактов выключателя	< 5 мс

Погрешности

Уставки срабатывания, уставки возврата	2 % от величины уставки или 1 % от номинального тока
Времена срабатывания	1 % от величины уставки или 10 мс

11.47 Защита от дуговых перекрытий выключателя

Значения уставок

Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 A	С шагом 0,001 A
Длительность контроля		от 1,00 до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка определения положения		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Время задержки отключения		от 0,05 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Время задержки повторного включения		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Минимальное время срабатывания (отключения)		от 0,00 до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Пороговое значение тока	Прибл. 0,95

Времена

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Примерно 25 мс + Tсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 22 мс + Tсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + Tсраб.ДВых

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Пороговое значение	1 % от заданного значения или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.48 Дуговая защита

Значения уставок

Пороговое значение I>	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Пороговое значение 3I0>	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Внешний пуск		да нет	
Рабочий режим		Только свет Ток и све	
Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	

Коэффициент возврата

Пороговое значение	Около 0,90

Времена

Минимальное время срабатывания Режим работы = Только свет	Примерно 2,6 мс + Тсраб.ДВых [77]
Минимальное время срабатывания Режим работы = Ток и свет	Примерно 4,0 мс + Тсраб.ДВых при частоте 50 Гц Примерно 3,8 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

[77] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.49 Защита от перевозбуждения

Значения уставок

Значение уставки (Характеристика срабатывания зависит от уставки)		$\frac{U/U_{ном}}{f/f_{ном}}$	от 1.00 до 1.20	С шагом 0.01
Значение уставки (Характеристика срабатывания не зависит от установки)		$\frac{U/U_{ном}}{f/f_{ном}}$	от 1.00 до 1.40	С шагом 0.01
Выдержка времени (задержка выдачи предупреждающей сигнализации и задержка отключения)			0.00 s to 60.00 s	С шагом 0.01 с
Пары характеристических значений			от 2 до 30	
	Диапазоны значений	В/Гц	от 1 о.е. до 10 о.е.	с шагом 0,01 о.е.
		t	0 s to 100 000 s	С шагом 1 с
Время охлаждения тепловой модели			0 s to 100 000 s	С шагом 1 с

Диапазон рабочей частоты

Обновление частоты вручную	от 10 Гц до 80 Гц

Время работы

Времена срабатывания/времена возврата		
Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц
Минимальное	33 мс + ВСВ[1]	30 мс + ВСВ[78]
Время возврата	10 мс + ВСВ[1]	10 мс + ВСВ[1]

Коэффициенты возврата

Предупреждение, отключение (независимая ступень)	Прибл. 0.98

Характеристика срабатывания

Тепловая модель	Настройки по умолчанию относятся к следующей характеристике срабатывания *Рисунок 11-20*

Погрешности

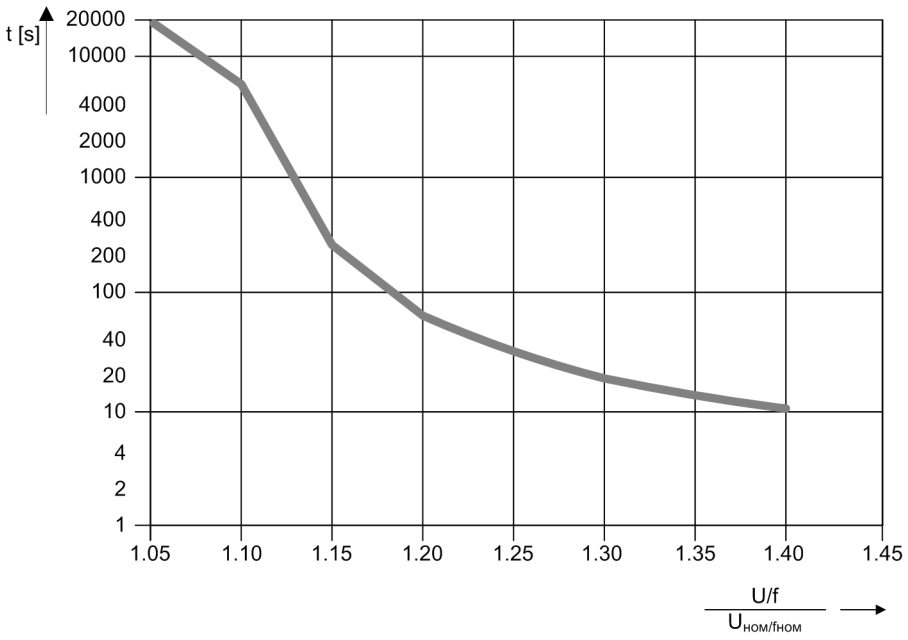
Срабатывание В/Гц	2 % от значения уставки
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс (мин. из 1,5 периода)
Тепловая модель	5 % на основе В/Гц ± 600 мс
Погрешность измерения напряжения	0,5 % от величины установки или 0,5 В в диапазоне fном ± 10 %)
Погрешность измерения частоты	1,0 % от величины установки или 1,0 Гц в диапазоне частот от 10 Гц до 80 Гц

Влияющие количества

Внешнее постоянное напряжение в диапазоне 0,8	≤ 1 %
Выдержки времени	≤ 0,5 %/10 K

[78] См. описание функций защиты, например, МТЗ

Тепловая модель	≤ 1 %
Гармоники	
до 10 % 3-й гармоники	≤ 1 %
до 10 % 5-й гармоники	≤ 1 %



[dwrsasuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-20 Характеристика срабатывания из тепловой модели защиты от перевозбуждения (уставка по умолчанию)

11.50 Защита от несимметричной нагрузки

Значения уставок

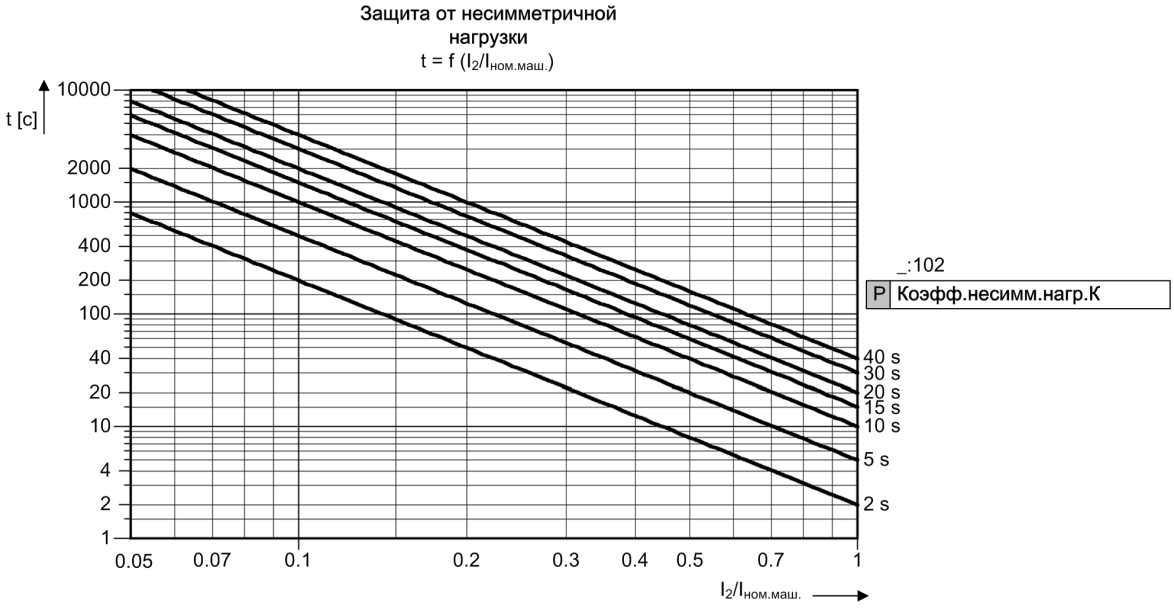
Максимальный длительно допустимый I2	от 3,0 % до 30,0 % I2/$I_{ном.маш.}$	С шагом 0,1 %
Коэфф.несимм.нагр.К	от 1,0 с до 100,0 с	С шагом 0,1 с
Выдержка времени предупр.сигн.	от 0,0 с до 60,0 с; ∞	С шагом 0,1 с
Время охлаждения тепловой модели	от 0 до 50 000 с	С шагом 1 с

Коэффициент возврата

Максимальный длительно допустимый I2	Прибл. 0,95

Характеристики срабатывания

Характеристика тепловой модели	$t_{I2доп.} = \frac{K}{(I_2/I_{ном,маш.})^2}$	
Где:	$T_{I2доп.}$	Допустимое время работы с током обратной последовательности
	K	Коэфф.несимм.нагр.К
	$I_2/I_{ном.маш.}$	Несимметричная нагрузка (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)



[dwunbaop-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 11-21 Тепловая характеристика защиты от несимметричной нагрузки

Времена

Время пуска сигнальной ступени	Прим. 60 мс + Тсраб.ДВых [79] на 50 Гц Примерно 50 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Примерно 50 мс или быстрее

[79] Тсраб.ДВых (время срабатывания на выходе) - дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например 5 мс при быстродействующих реле

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9 f_{ном}$ $1,1 f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Ток обратной последовательности I_2	Прибл. 3 % от уставки или 0,030 А от $I_{ном}$ = 1 А Прибл. 3 % от уставки или 0,150 А от $I_{ном}$ = 5 А
Выдержка времени предупр.сигн.	1 % от величины уставки или 10 мс
Время $2 \le I_2/I_{2доп} \le 20$	5 % от опорного (расчетного) значения или 100 мс ± (1 % токовой погрешности или 10 мА) при $I_{ном}$ = 1 А 5 % от опорного (расчетного) значения или 100 мс ± (1 % токовой погрешности или 50 мА) при $I_{ном}$ = 5 А

Факторы, влияющие на величину уставок

Гармоники – до 10 % 3-й гармоники – до 10 % 5-й гармоники	 ≤ 1 % ≤ 1 %

11.51 Обнаружение броска тока намагничивания

Значения уставок

Предел раб.диап.Iмакс	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Приращение 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	Приращение 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	Приращение 0,001 A
Содержание 2 гармоники		от 10 % до 45 %	Приращение 1 %
Длительность перекрестной блокировки		от 0,03 с до 200,00 с	Приращение 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 29 мс

Коэффициенты возврата

Измерение тока $I_{макс}$	от 0,95 A до 0,015 A при $I_{ном}$ = 1 A от 0,95 A до 0,075 A при $I_{ном}$ = 5 A
Гармоника: $I_{2\ гарм.}/I_{1\ гарм.}$	0.95

Рабочий диапазон

от 10 Гц до 80 Гц	В соответствии с указанными погрешностями
Поведение вне диапазона от 10 Гц до 80 Гц	Неактивно

Погрешности

Измерение тока $I_{макс}$	1 % от значения уставки или 5 мА
Гармоника: $I_{2\ гарм.}/I_{1\ гарм.}$	1 % от заданного значения для уставки $I_{2\text{-я гарм.}}/I_{1\text{-я гарм.}}$ Выдержка времени
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.52 Трехфазная защита по мощности (P, Q)

Значения уставок

Измеренное значение	Мощность прямой последовательности Мощность, ф.A Мощность, ф.B Мощность, ф.C	
Пороговое значение	от -200,0 до +200,0 %	С шагом 0,1
Характеристики отклонения мощности	от -89,0° до +89,0°	С шагом 0,1°
Выдержка времени возврата	от 0.00 с до 60.00 с	С шагом 0,01 с
Выдержка времени	от 0.00 с до 60.00 с	С шагом 0,01 с
Коэффициент возврата	Старшая ступень: 0.90 .. 0.99 Нижняя ступень: 1.01 .. 1.10	С шагом 0.01 С шагом 0.01

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 55 мс + ВСВ [80] при 50 Гц Примерно 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Времена возврата	Прибл. 55 мс + ВСВ при 50 Гц Примерно 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Погрешности

Мощность	0,5 % $S_{ном.}$ ± 3 % от величины уставки ($S_{ном.}$: номинальная полная мощность)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на значения срабатывания

Вспомогательное постоянное напряжение в диапазоне $0,8 \le V_{вспом}/V_{вспом\ ном} \le 1,15$	≤ 1 %
Частота в диапазоне $0,95 \le f/f_{ном.}$	≤ 1 %
Гармоники - до 10 % 3-й гармоники - до 10 % 5-й гармоники	≤ 1 % ≤ 1 %

[80] ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.53 Функция контроля синхронизма

Режимы работы

Контроль синхронизма
Включение синхронных систем
Включение асинхронных систем
Включение без напряжения
Команда прямого включения

Значения уставок

Время контроля / Выдержка времени:		
Максимальная длительность процесса синхронизации	от 0,00 с до 3600,00 с или ∞ (выведено)	С шагом 0,01 с
Время контроля для включения без напряжения	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка включения	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с
Уставки по напряжению:		
Максимальное рабочее напряжение $U_{макс}$	от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	С шагом 0,001 В
Минимальное рабочее напряжение $U_{мин}$	от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	С шагом 0,001 В
U<, для отсутствия напряжения U>, для наличия напряжения	от 0,300 В до 170,000 В (фаза-фаза) от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	С шагом 0,001 В С шагом 0,001 В
Разница значений переключения асинхронный / синхронный:		
Разность напряжения U2 > U1; U2 < U1	от 0,000 В до 170,000 В	С шагом 0,001 В
Разность частот f2 > f1; f2 < f1	от 0,000 до 2,000 Гц (синхронный) от 0,000 до 4,000 Гц (асинхронный)	С шагом 0,001 В
Разница фазного угла α2 > α1; α2 < α1	0° до 90°	С шагом 1°
Δf порог Асинхр.<->Синхр.	от 0,010 Гц до 0,200 Гц	С шагом 0,001 Гц
Настройка сторон:		
Корр. угла	0,0° до 360,0°	С шагом 0,1°
Корр.напряжения	от 0,500 до 2,000	С шагом 0,001
Выключатель		
Собственное время включения выключателя	от 0,01 с до 0,60 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Напряжения	Прибл. 0,9 (U>) или 1,1 (U<)
Разность напряжений	110 % или 0,5 В
Разность частот	3 мГц
Разность фаз	0,1°

Измеряемые величины функции синхронизации

Опорное напряжение U1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Напряжение синхронизации U2 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Частота напряжения U1f1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	f1 в Гц 25 Гц ≤ f ≤ 70 Гц 1 мГц
Частота напряжения U1f2 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	f2 в Гц 25 Гц ≤ f ≤ 70 Гц 1 мГц
Разность напряжения U2-U1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения в отношении стороны 1 От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Разность напряжения f2-f1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В мГц $f_{ном}$ ± 10 % 1 мГц
Разность фаз λ2-λ1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В ° -180° до +180° 0,5°

Времена

Время измерения после подключения переменных	Прибл. 80 мс

Рабочий диапазон

Напряжение	от 20 до 340 В
Частота	$f_{ном}$ -4 Гц ≤ $f_{ном}$ ≤ $f_{ном}$ +4 Гц

Погрешности

Погрешности уставок напряжения	2 % от величины возбуждения или 1 В
Разность напряжения U2>U1; U2<U1	1 В
Разность частот f2>f1; f2<f1	1 мГц
Разность фазного угла α2>α1; α2<α1	1°
Погрешность всех уставок времени	10 мс
Макс. угол фазового смещения	5° для Δf ≤ 1 Гц 10° для Δf > 1 Гц

11.54 Регулирование напряжения

Значения уставок

Общие данные		
Номинальный ток для величин в %	от 0,20 A до 100 000,00 A	С шагом 0,01 с
Номинальное напряжение для величин в %	от 0,20 кВ до 1 200,00 кВ	С шагом 0,01 с
Регулирование напряжения для двухобмоточного трасформатора		
Треб.напряжение 1	от 10,000 В до 340,000 В	С шагом 0,001 В
Доп.диапазон регул-ия	От 0,2 % до 10,0 %	С шагом 0,1 с
Задержка T1	от 5 с до 600 с	С шагом 1 с
T1 инверсн.мин.	от 5 с до 100 с	С шагом 1 с
Задержка T2	от 0 с до 100 с	С шагом 1 с
Пр.бстр.перекл.ш.ниже	От 0,0 % до 50,0 %	С шагом 0,1 %
Зад.T бстр.пер.ш.ниже	от 0,0 с до 10,0 с	С шагом 0,1 с
Пр.бстр.перекл.ш.выше	От -50,0 % до 0,0 %	С шагом -0,1 %
Зад.T бстр.пер.ш.выше	от 0,0 с до 10,0 с	С шагом 0,1 с
Функцион.контроль	от 1 до 120 мин	С шагом 1 мин
Компенсация линии LDC-Z		
Наклон	От 0,0 % до 20,0 %	С шагом 0,1 %
Макс.ток нагрузки	От 0,0 % до 500,0 %	С шагом 0,1 %
Компенсация линии LDC-X и R		
R линии	0,0 Ω до 30,0 Ω	С шагом 0,1 Ω
X линии	0,0 Ω до 30,0 Ω	С шагом 0,1 Ω
Предельные значения		
Уставка Uмин	от 10,000 В до 340,000 В	С шагом 0,001 В
Задержка для Uмин	от 0 с до 20 с	С шагом 1 с
Уставка Uмакс	от 10,000 В до 340,000 В	С шагом 0,001 В
Задержка для Uмакс	от 0 с до 20 с	С шагом 1 с
Блокировки		
Уставка U<	от 10,000 В до 340,000 В	С шагом 0,001 В
Выд.врем. U<	от 0 с до 20 с	С шагом 1 с
Уставка I>	От 10 % до 500 %	С шагом 1 %
Выд.врем. I>	от 0 с до 20 с	С шагом 1 с
Уставка I<	от 3 % до 100 %	С шагом 1 %
Выд.врем. I<	от 0 с до 20 с	С шагом 1 с

Коэффициент возврата

Предельное значение напряжения	Прибл. 0,99 от значения уставки
Предельное значение тока	Прибл. 0,99 от значения уставки

11.55 Мониторинг симметрии токов

Значения уставок

Порог. знач. запуска	1 A при 100 Iном.	0.030 A до 90.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 100 Iном.	0.15 A до 450.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 50.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 250.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Уставка минимум/максимум		от 0,10 до 0,95	С шагом 0,01
Выдержка времени		от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата для превышения тока	Около 0,97
Коэффициент возврата для снижения тока	Около 1.05

Времена

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.56 Мониторинг симметрии напряжений

Значения уставок

Уставка пуска	от 0,300 до 100,000 В	С шагом 0,001 В
Уставка минимум/максимум	от 0,58 до 0,95	С шагом 0,01
Выдержка времени	от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата для перенапряжения	Прибл. 0,97
Коэффициент возврата для снижения напряжения	Прибл. 1,05

Времена

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.57 Контроль суммы токов

Значения уставок

Наклон характеристики		от 0,00 до 0,95	С шагом 0,01
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Выдержка времени		от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата	Около 0,97

Времена

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.58 Контроль суммы напряжений

Значения уставок

Пороговое значение	от 0,300 до 170,000 В	С шагом 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата	Прибл. 0,97

Времена срабатывания

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.59 Контроль чередования фаз тока

Значения уставок

Выдержка времени	от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с
Чередование фаз	A B C A C B	

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата	Прибл. 0,97

Времена

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.60 Изменение порядка чередования фаз напряжения

Значения уставок

Выдержка времени	от 0,00 с до 100,00 с	С шагом 0,01 с
Чередование фаз	A B C A C B	

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата	Прибл. 0,97

Времена срабатывания

Время отключения	Прибл. 500 мс
Время возврата	Прибл. 500 мс

11.61 Контроль цепи отключения

Значения уставок

Количество контролируемых схем на Функциональную группу Выключатель	от 1 до 3	
Рабочий режим схемы	с одним дискретным входом с двумя дискретными входами	
Время пуска и возврата	Приблизительно от 1 с до 2 с	
Регулируемая выдержка при одном дискретном входе	от 1,00 с до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Регулируемая выдержка при двух дискретных входах	от 1,00 с до 600,00 с	С шагом 0,01 с

11.62 Контроль аналоговых измерений путем быстрого суммирования токов

Времена

Время пуска	Около 2 мс (быстрее, чем самая быстрая защитная функция)
Время возврата	Прибл. 100 мс

Блокировки

Блокируемые функции	Все функции, которые обрабатывают данные измерений от этой точки измерения тока (например, дифференциальной защиты).

11.63 Обнаружение повреждения в цепях напряжения

Значения уставок

3ф повр. - UA,UB,UC <		от 0,300 V до 340 000 V	С шагом 0,001 В
3ф повр. - пуск фазн.ток	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
3ф повр. - скач.фазн.тока	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Несимм.повр. - выд.врем.		от 0,00 с до 30,00 с	С шагом 0,01 с
Вкл.3ф.повр.,выд.врем.		от 0,00 с до 30,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Снижения напряжения	Около 0,95
Низшее напряжение	Около 1,05

Времена

Времена	Около 10 мс + Тсраб.ДВых[81] при 50 Гц Примерно 10 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + Тсраб.ДВых

Времена

Использовать для типа функциональной группы **Линия**	
Времена срабатывания	Примерно 10 мс + Тсраб.ДВых[82] при частоте 50 Гц Примерно 9 мс + Тсраб.ДВых при частоте 60 Гц

Использовать для других типов функциональных групп	
Времена срабатывания	Примерно 20 мс + ВСВ[83] при частоте 50 Гц Примерно 18 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Рабочий диапазон

От 10 до 80 Гц	В соответствии с указанными погрешностями
Характеристика лежит вне рабочего диапазона	Активно

Погрешности

Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,5 В

[81] Тсраб.ДВых (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

[82] Тсраб.ДВых (Время Срабатывания Выхода) дополнительная задержка используемого выхода, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

[83] ВСВ (Время Срабатывания Выхода) дополнительная задержка используемого выхода, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.64 Автоматический выключатель трансформатора напряжения

Значения уставок

Время ответа	от 0.000 с до 0.030 с	С шагом 0.001 с

11.65 Рабочая измеряемая величина и статистические значения

Напряжения

U_A, U_B, U_C Диапазон напряжения	U вторичной обмотки < 200 В вторичной обмотки
Номинальное напряжение вторичной обмотки Диапазон измерения Диапазон частот	от 100 В до 125 В (от 1,1 до 2) · $U_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} Диапазон напряжения	U вторичной обмотки < 200 V
Номинальное напряжение вторичной обмотки Диапазон измерения Диапазон частот	от 100 В до 125 В (от 1,1 до 2) · $U_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах

Токи, измерительный трансформатор

I_A, I_B, I_C, $3I_0$ Диапазон токов	A, вторичных < 1,6 $I_{ном.}$
Номинальные токи Диапазон измерения Диапазон частот	1 A / 5 A (от 0,1 до 1,6) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах

Токи, трансформатор тока для целей защиты

I_A, I_B, I_C, $3I_0$ Диапазон токов	A, вторичных < 100 $I_{ном.}$

Номинальные токи	1 A / 5 A
Диапазон измерения	от 0,1 до 25 A
Диапазон частот	от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах

Токи, чувствительный трансформатор тока нулевой последовательности

$3I_0$	A, вторичных
Диапазон токов	< 1,6 $I_{ном.}$
Номинальные токи	1 A / 5 A
Диапазон измерения	(от 0,1 до 1,6) · $I_{ном.}$
Диапазон частот	от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах

Угол фазы

ΦU	°
Диапазон частот	от 47,5 Гц до 52,5 Гц при $f_{ном}$ = 50 Гц от 57,5 до 62,5 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность ΦU	0,2 ° при номинальном напряжении
ΦI	°
Диапазон частот	от 47,5 Гц до 52,5 Гц при $f_{ном}$ = 50 Гц от 57,5 до 62,5 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность по ΦI	0,2 ° при номинальном токе

Значения мощности

Активная мощность P	W втор. обмотки
Диапазон измерения	|cosφ| ≥ 0,01
Диапазон напряжения	(от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$
Диапазон токов	(от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$
Диапазон частот	от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц

Погрешность	0,5 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Реактивная мощность Q	ВАр втор. обм.
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон токов Диапазон частот	|cosφ| ≥ 0,984 (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,0 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,5 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Полная мощность S	ВА
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон токов Диапазон частот	(от 0,01 до 2) · $S_{ном.}$ (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,01 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,5 % от измеренного значения в указанных выше диапазонах

Частота

Частота f	Гц
Интервал	$f_{ном.}$ - 0,20 Гц < $f_{ном.}$ + 0,20 Гц
Погрешность	± 5 мГц в диапазоне $V_{ном.}$
Интервал	$f_{ном.}$ - 3,00 Гц < $f_{ном.}$ + 3,00 Гц
Погрешность	± 10 мГц в диапазоне $V_{ном.}$
Частотный диапазон (расширенный)	от 10 Гц до 80 Гц
Погрешность	20 мГц в диапазоне $f_{ном}$ ± 10 % для номинальных значений

11.66 Величины энергии

Значения уставок

Активная энергия W_p Реактивная энергия W_q	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч
Интервал	≤ 2% для $I > 0,1\ I_{ном}$, $U > 0,1\ U_{ном}$ $\lvert\cos\varphi\rvert \geq 0,707$
Погрешность при номинальной частоте	1 %

11.67 CFC

Типовое время отклика и максимальное количество тактов для классов приоритетов CFC:

Функциональная область (класс приоритета)	Время (в мс)	Максимальное количество тактов
Быстродействующая логика с пуском по событию	<1	500
Медленная логика с пуском по событию	<5	10700
Логика оперативных блокировок	<5	105 000 всего
Измерение	500	

Значения времени описывают время выполнения логической схемы в соответствующей функциональной области. Максимальное число тактов относится к номинальной загрузке устройства. Класс приоритетов **Измерение** работает циклически через каждые 500 мс. Все остальные классы приоритетов работают с пуском по событию.

Таблица 11-3 Такты отдельных блоков CFC

Элемент	Такты
ABS_D	0,6
ABS_R	0,8
ACOS_R	1,9
ADD_D4	2,6
ADD_R4	2,7
ADD_XMV	1,2
ALARM	0,7
AND_SPS	1,0
AND10	4,9
ASIN_R	0,7
ATAN_R	0,8
BLINK	0,7
BOOL_CNT	1,4
BOOL_INT	1,6
BSC_DEF	0,7
BSC_EXE	0,7
BUILD_ACD	1,4
BUILD_ACT	1,4
BUILD_DPS	0,8
BUILD_ENS	3,0
BUILD_Q	0,9
BUILD_SPS	0,6
BUILD_XMV	0,7
BUILDC_Q	3,0
CHART_STATE	3,2
CMP_DPS	0,6
CON_ACD	1,0
CON_ACT	1,0
CONNECT	0,9
COS_R	0,8
CTD	0,9
CTU	0,9

Элемент	Такты
CTUD	0,9
DINT_REAL	3,0
DINT_UINT	3,0
DIV_D	1,7
DIV_R	1,9
DIV_XMV	0,9
DPC_DEF	0,7
DPC_EXE	0,7
DPC_INFO	0,5
DPC_OUT	0,7
DPS_SPS	0,6
DRAGI_R	0,9
EQ_D	0,7
EQ_R	0,9
EXP_R	1,0
EXPT_R	1,5
F_TRGM	0,5
F_TRIG	0,5
FF_D	0,6
FF_D_MEM	0,6
FF_RS	0,6
FF_RS_MEM	0,6
FF_SR	0,8
FF_SR_MEM	0,8
GE_D	0,7
GE_R	0,8
GT_D	0,7
GT_R	0,9
HOLD_D	0,6
HOLD_R	0,6
INC_INFO	0,6
LE_D	0,7
LE_R	1,0
LIML_R	1,0
LIMU_R	1,6
LN_R	0,9
LOG_R	2,4
LOOP	0,7
LT_D	1,0
LT_R	1,0
MAX_D	0,7
MAX_R	0,9
MEMORY_D	0,6
MEMORY_R	0,7
MIN_D	0,7
MIN_R	1,3
MOD_D	0,7

Элемент	Такты
MUL_D4	3,2
MUL_R4	3,0
MUL_XMV	2,1
MUX_D	0,6
MUX_R	0,7
NAND10	5,8
NE_D	0,9
NE_R	0,9
NEG	1,9
NEG_SPS	0,6
NLC_LZ	2,0
NLC_XMV	1,9
NLC_ZP	2,4
NOR10	5,8
OR_DYN	0,9
OR_SPS	0,9
OR10	4,9
R_TRGM	0,6
R_TRIG	0,6
REAL_DINT	3,0
REAL_SXMV	3,0
SIN_R	1,0
SPC_DEF	1,1
SPC_EXE	1,1
SPC_INFO	0,6
SPC_OUT	1,2
SPLIT_ACD	1,4
SPLIT_ACT	1,4
SPLIT_BSC	0,8
SPLIT_DPS	0,8
SPLIT_Q	0,5
SPLIT_SPS	0,6
SPLIT_XMV	0,8
SQRT_R	0,9
SUB_D	1,7
SUB_R	1,8
SUB_XMV	1,1
SUBST_B	1,2
SUBST_BQ	1,2
SUBST_D	1,2
SUBST_R	1,2
SUBST_XQ	1,2
SXMV_REAL	3,0
TAN_R	1,2
TLONG	1,0
TOF	0,7
TON	0,7

Элемент	Такты
TT	0,7
TSHORT	0,9
UINT_DINT	3,0

A Приложение

A.1	Опции заказа и аксессуары	1504
A.2	Принятые обозначения (по тексту и на схемах)	1506
A.3	Стандартный вариант для 7UT82	1509
A.4	Стандартные варианты для 7UT85	1510
A.5	Стандартные варианты для 7UT86	1511
A.6	Стандартные варианты для 7UT87	1513
A.7	Требования к трансформаторам тока (трансформатор тока в фазе)	1515
A.8	Примеры схем подключения к трансформаторам тока	1518
A.9	Примеры подключения к трансформаторам напряжения	1525
A.10	Примеры подключения для трансформаторов	1531
A.11	Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность	1537
A.12	Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема	1539
A.13	Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 90V)	1541
A.14	Предварительное ранжирование для электродвигателя	1544
A.15	Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора	1546
A.16	Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема	1548
A.17	Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора Полуторная схема (87T, 50BF, 87N, 21)	1550
A.18	Предварительное ранжирование для автотрансформатора	1552
A.19	Предварительное ранжирование для автотрансформатора, полуторная схема	1555

A.1 Опции заказа и аксессуары

Конфигуратор заказа

Конфигуратор заказа обеспечивает корректный выбор устройств SIPROTEC 5. Конфигуратор заказа – это веб-приложение, которое можно использовать с любым браузерам. Конфигуратор заказа можно использовать для конфигурации устройств в целом или отдельных компонентов, таких как коммуникационные модули, модули расширения или другие аксессуары. В конце процесса конфигурации вам будет предоставлен код изделия и подробная информация о результатах конфигурации. Код изделия однозначно описывает выбранный продукт, а также выступает в качестве кода заказа.

Опции заказа

Для продуктов SIPROTEC 5 доступны следующие опции заказа:

- Устройство
- Отдельные компоненты
- DIGSI 5
- Расширение функциональных возможностей

ПРИМЕЧАНИЕ

Для заказа отдельных компонентов в конфигураторе заказов используйте ссылку на **Отдельные компоненты**.

Отдельные компоненты это:

- Замена базового модуля
- Модуль расширения
- Съемный модуль
- Панель оператора
- Клеммы/аксессуары
- Механические принадлежности

Заказ аксессуаров

ПРИМЕЧАНИЕ

Для заказа клеммников, принадлежностей к ним и механических аксессуаров, в конфигураторе заказов используйте ссылку **Отдельные компоненты**.

Таблица A-1 Аксессуары

Группа	Аксессуары
Клеммы/аксессуары	Клеммник для цепей напряжения, 14-ть клемм
Клеммы/аксессуары	Вход напряжения (блок питания) Клеммный блок, 2-полюсный
Клеммы/аксессуары	Клемник для токовых цепей, 4 канала для защиты
Клеммы/аксессуары	Клеммник для токовых цепей, 3 канала для защиты, 1 канал для измерений
Клеммы/аксессуары	Клемник для токовых цепей, 4 канала для измерений
Клеммы/аксессуары	Перемычка на 2 клеммы для токовых цепей
Клеммы/аксессуары	Перемычка на две клеммы для цепей напряжения
Клеммы/аксессуары	Крышка для блока токовых клемм

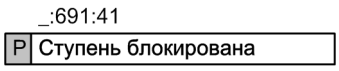
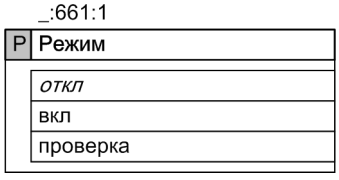
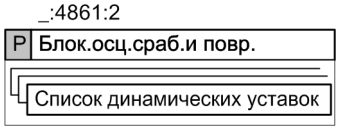
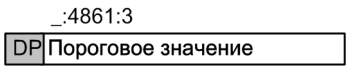
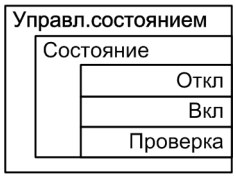
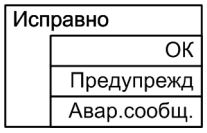
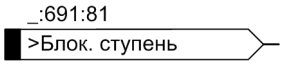
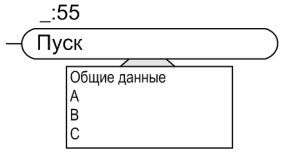
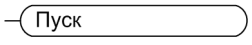
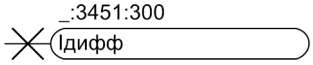
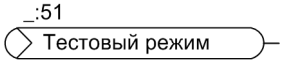
Группа	Аксессуары
Клеммы/аксессуары	Крышка для блока клеммы напряжения
Механические принадлежности	Комплект кабелей для панели оператора
Механические принадлежности	Комплект кабелей для подключения к COM-порту
Механические принадлежности	Кабель для подключения съемной панели оператора
Механические принадлежности	Крышка для съемных модулей
Механические принадлежности	Маркировочные полоски для светодиодов/клавиатуры
Механические принадлежности	Комплект деталей для монтажного кронштейна 1/2
Механические принадлежности	Комплект деталей для монтажного кронштейна 2/3
Механические принадлежности	Комплект деталей для монтажного кронштейна 5/6
Механические принадлежности	Комплект деталей для монтажного кронштейна 1/1
Механические принадлежности	Крышка на винтах 1/3
Механические принадлежности	Крышка на винтах 1/6
Механические принадлежности	Крышка для оконцовки шины данных

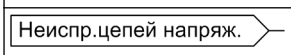
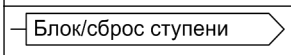
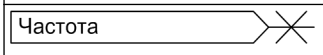
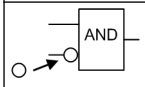
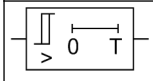
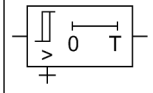
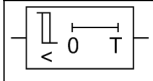
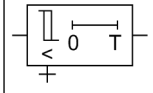
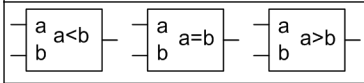
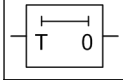
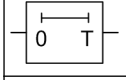
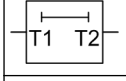
A.2 Принятые обозначения (по тексту и на схемах)

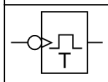
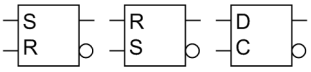
Для описания параметров в тексте используются следующие шрифты:

Режим	Наименование параметра
_:661:1	Адрес параметра _ задается комбинация адреса функциональной группы: для функции 661, в примере, показан адрес уставки
выведена	Состояние параметра

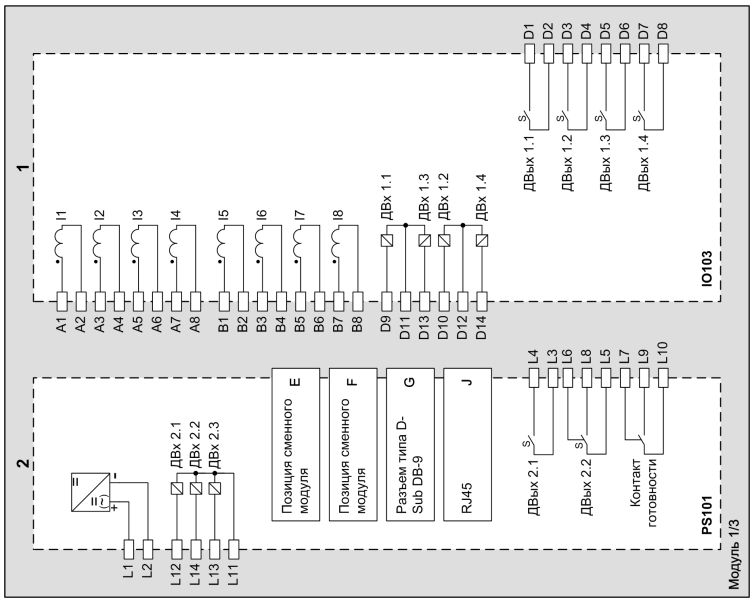
В рисунках используются следующие символы:

Значок	Описание
	Параметр
	Параметры со значениями уставок Уставка по умолчанию показана на первом месте и отображается курсивом
	Параметры с уставками, которые зависят от конкретного применения
	Динамические уставки:
	Логика состояния
	Исправность функции, ступени или функционального блока
	Внешний дискретный входной сигнал с номером
	Внешний выходной сигнал с номером и дополнительной информацией
	Внешний выходной сигнал без номера
	Измеренное выходное значение
	Дискретный входной сигнал, полученный от внешнего выходного сигнала

Значок	Описание
	Внутренний входной сигнал
	Внутренний выходной сигнал
	Аналоговый входной сигнал
	Сброс / блокировка логического элемента
	Элемент И
	Элемент ИЛИ
	Элемент исключающее ИЛИ
	Элемент НЕ (отрицание)
	Превышение величины порогового значения ступени
	Превышение величины порогового значения ступени, со сбросом по входу
	Снижение величины ниже порогового значения ступени
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, со сбросом по входу
	Превышение величины порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат
	Превышение величины порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат и со сбросом по входу
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, С выдержкой времени на возврат
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат и со сбросом по входу
	Компараторы
	Выдержка времени на срабатывание
	Выдержка времени на возврат
	Выдержка времени на срабатывание и на возврат
	Пуск импульса с длительностью T по положительному фронту импульса

Значок	Описание
	Пуск импульса с длительностью T по отрицательному фронту импульса
	SR-триггер, RS-триггер, D-триггер
	Характеристическая кривая
	Минимальное время срабатывания

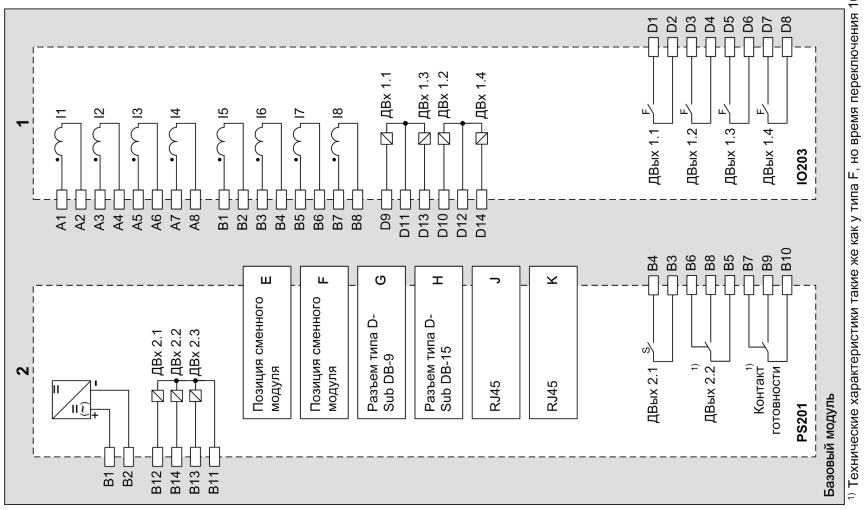
A.3 Стандартный вариант для 7UT82



[svut82typ01-210114-01, 1, ru_RU]

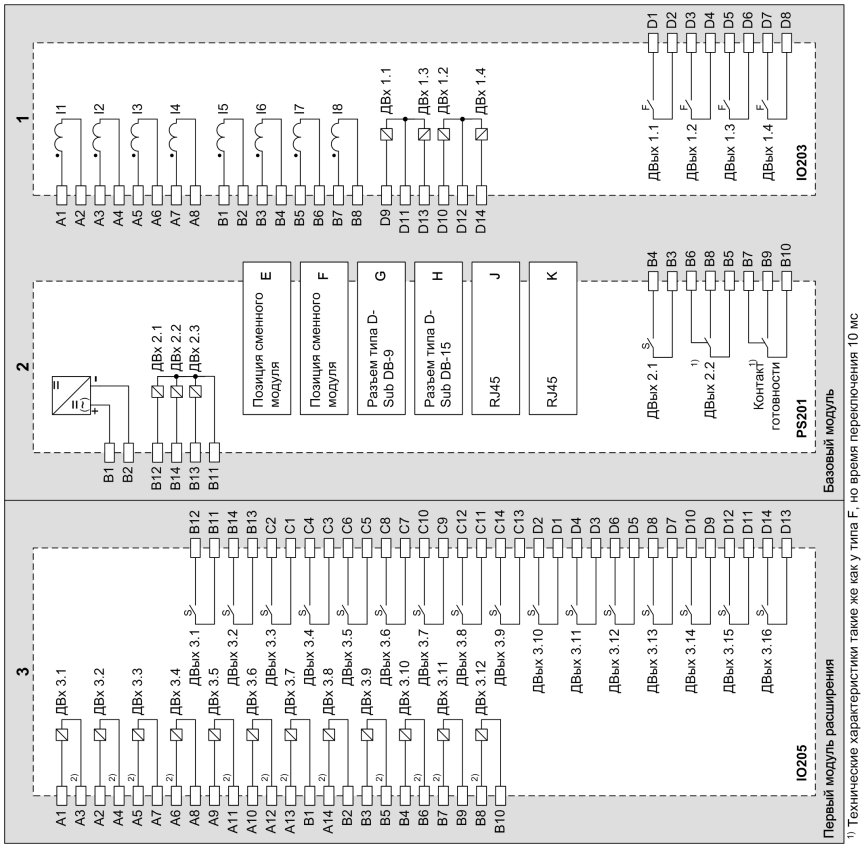
Рисунок A-1 Стандартный вариант 7UT82

A.4 Стандартные варианты для 7UT85



[svSTyp51-130813-01, 1, ru_RU]

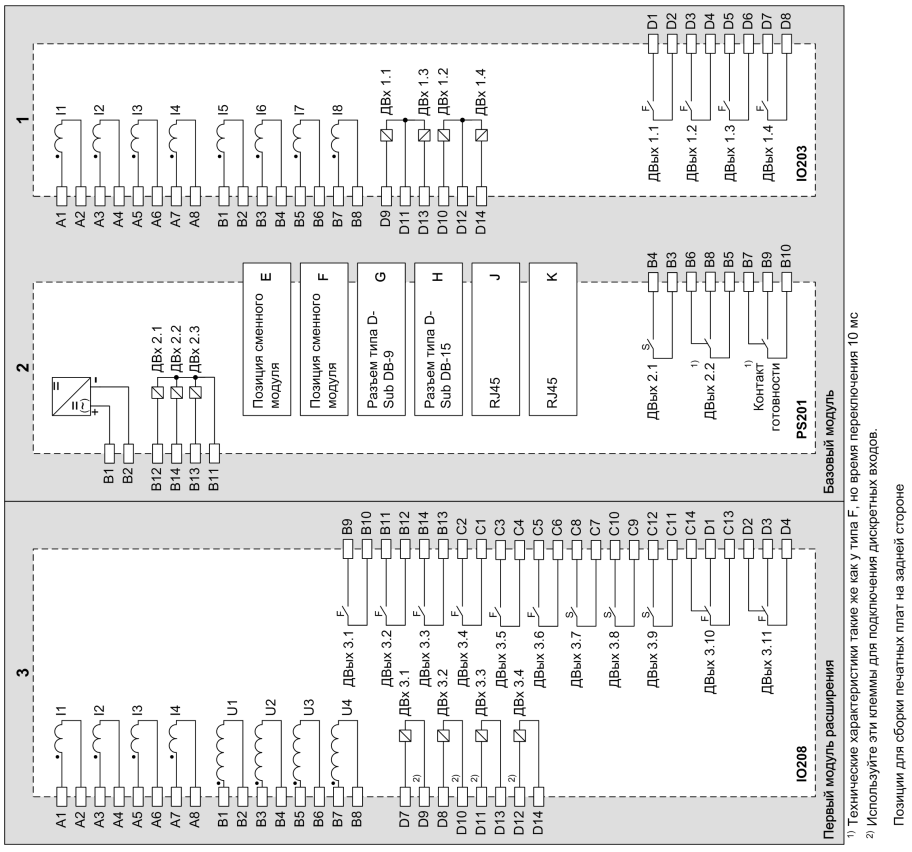
Рисунок A-2 Стандартный вариант Тип 1



[svSTyp52-130813-01, 1, ru_RU]

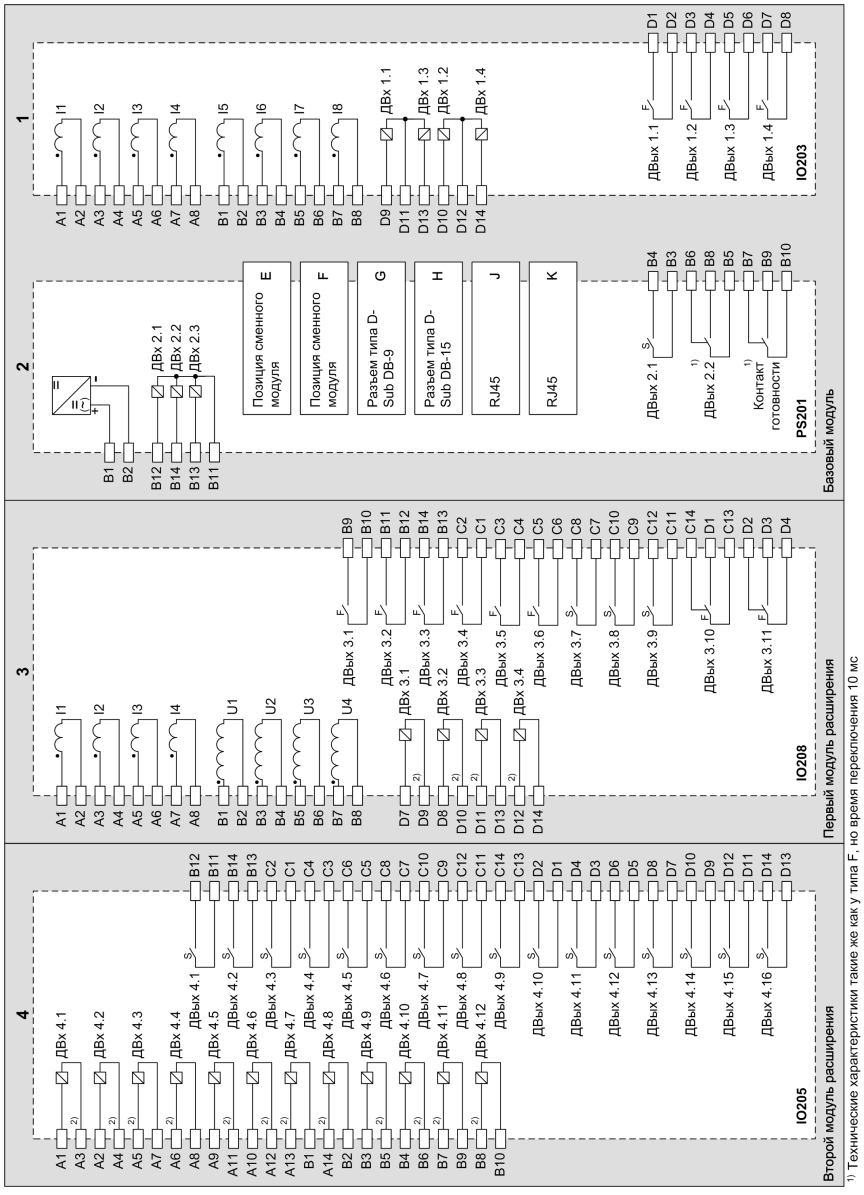
Рисунок A-3 Стандартный вариант Тип 2

A.5 Стандартные варианты для 7UT86



[svSTyp61-130813-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-4 Стандартный вариант Тип 1



[1] Технические характеристики такие же как у типа F, но время переключения 10 мс

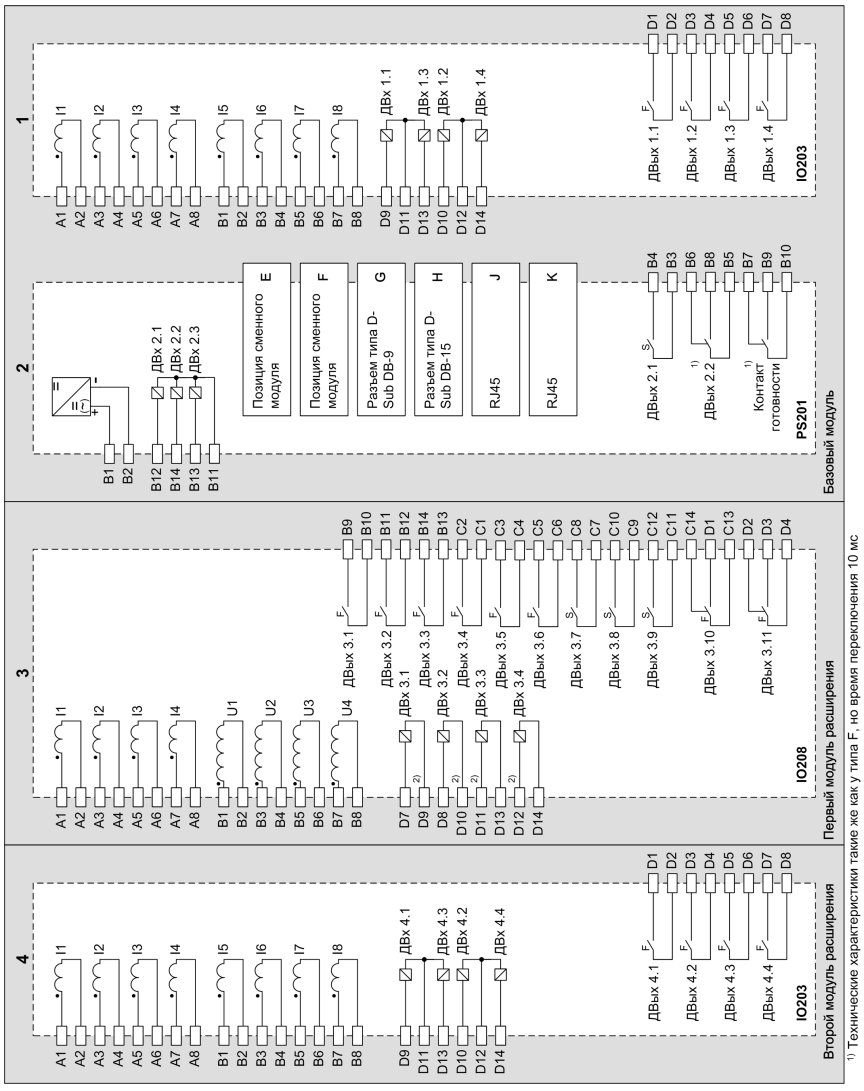
[2] Используйте эти клеммы для подключения дискретных входов.

Позиции для сборки печатных плат на задней стороне

[svSTyp62-130813-01, 1, ru_RU]

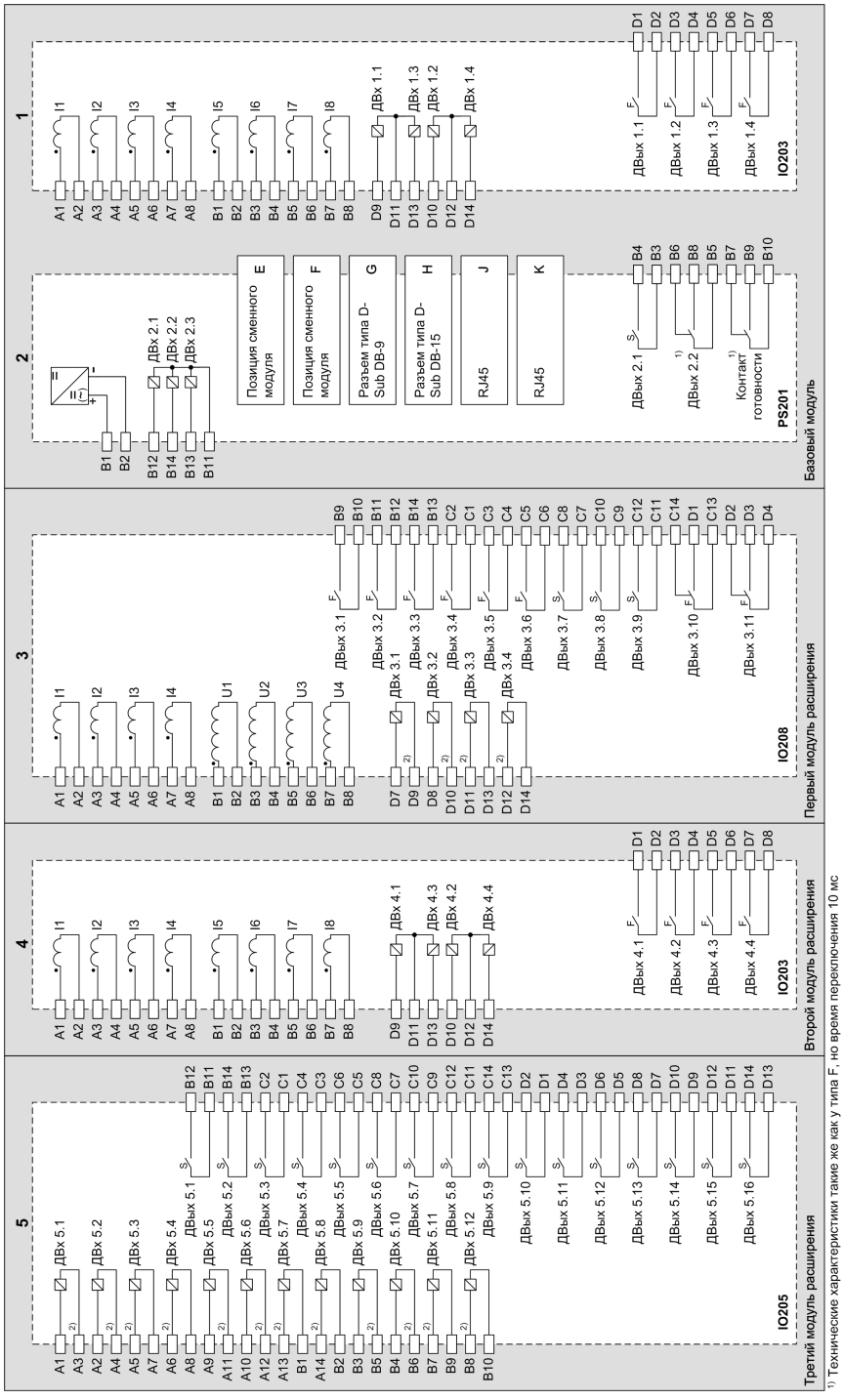
Рисунок A-5 Стандартный вариант Тип 2

A.6 Стандартные варианты для 7UT87



[svSTyp71-130813-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-6 Стандартный вариант Тип 1



1) Технические характеристики такие же как у типа F, но время переключения 10 мс
2) Используйте эти клеммы для подключения дискретных входов.
Позиции для сборки печатных плат на задней стороне

[svSTyp72-130813-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-7 Стандартный вариант Тип 2

A.7 Требования к трансформаторам тока (трансформатор тока в фазе)

Тип трансформатора	Требуемый коэффициент Кпк'		
	Минимальное	**Внутреннее повреждение**	**Внешнее повреждение**
IEC 5P, IEC 10P[84] (остаточная намагниченность до 80%)	25	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
IEC 5PR, IEC 10PR[85]	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Необх. произв. $K_{перех. реж.} \cdot K_{ном. симм.КЗ(вн)}$		
МЭК TPX (остаточная намагниченность до 80%)	25	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК TPY	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК TPZ	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Требуемая точка перегиба напряжения $E_{пер}$ (Uэфф)		
МЭК PX (остаточная намагниченность до 80%)	$20 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$	$\geq 1{,}6 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$
МЭК PXR	$10 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$	$\geq 0{,}3 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$	$\geq 1{,}3 \cdot \frac{I_{внешн.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$
	Требуемое напряжение на зажимах трансформатора U_{ta} (Uэфф)		
ANSI C (I_{sr} = 5 A) (остаточная намагниченность до 80%)	$25 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$

Остаточная намагниченность приводит к преждевременному насыщению, что само по себе критично для дифференциальной защиты. Для новых систем Siemens рекомендует магнитопроводы без остаточной намагниченности, классы 5PR, PXR и TPY. В случае обнаружения высоких значений апериодических составляющих Siemens рекомендует применение класса TPZ во избежание излишних срабатываний при внешних повреждениях.

КПК' Фактический коэффициент предельной кратности

КПК' $\Phi Кпк' = \Phi Кпк \cdot \frac{R_{тт} + R_{н}}{R_{тт} + R_{н.раб.}}$

КПК Коэффициент предельной кратности

$R_{ТТ}$ Сопротивление вторичной обмотки

$R_{н}$ Активная номинальная нагрузка

$R_{н.раб.}$ Номинальная резистивная нагрузка

$R_{втор.}$ $(R_{ТТ} + R_{н.раб.})$

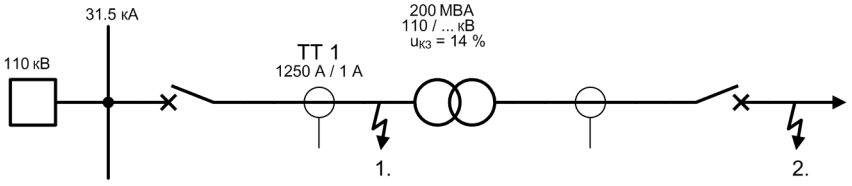
$I_{ном.перв.}$ Первичный номинальный ток трансформатора.

$I_{ном.втор.}$ Номинальный вторичный ток трансформатора

[84] Угол ошибки не указан в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10P не рекомендуется.
[85] Угол ошибки не указан в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10P не рекомендуется.

$I_{внутр.макс}$	Максимальный внутренний симметричный ток короткого замыкания
$I_{вш.макс}$	Максимальный внешний симметричный ток короткого замыкания
$K_{перех. реж.}$	Номинальный коэффициент переходного режима
$K_{НОМ. СИММ.КЗ}$	Номинальный коэффициент тока симметричного короткого замыкания = $I_{psc}/I_{ном.перв.}$
$E_{пер}$	Напряжение в точке перегиба характеристики
U_t	Номинальное напряжение на контактах при увеличенном в 20 раз номинальном токе и номинальной нагрузке $R_н$
U_{ta}	Текущее напряжение на зажимах при увеличенном в 20 раз номинальном токе и текущей нагрузке $R_{н.раб.}$

Пример



[dwwdlanf-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Схема трансформатора тока 1 (Трансф. 1):

$I_{вн.макс.}$ = 31,5 кА

Коэф. трансф.

ток $I_{ном.тр.}$ = 200000 кВА/(√3 · 100 кВ) = 1050 А (сторона 110 кВ)

$I_{вш.макс} = I_{ном.тр.} \cdot 100\ \%/u_k$ = 1050 А · 100 %/14 % = 7498 А (сторона 110 кВ)

$K_{ном. симм.КЗ(вн.)}$ = 31 500 А/1250 А = 25.2, $K_{ном. симм.КЗ(вш)}$ = 7498 А/1250 А = 6,0

a) МЭК класс 5P

1. Внутреннее повреждение: Кпк' = 0.5 · 31 500 А/1250 А = 12.6

2. Внешнее повреждение: Кпк' = 2 · 7498 А/1250 А = 12 → **но минимум 25**

Результат:

Рабочий коэффициент предельной кратности **≥ 25**, например: 5P30, $R_н = S_{ном}/I_{ном.втор.}^2$ ≥ подключенная нагрузка $R_{н.раб.}$ (например: S_r = 2,5 ВА или 5 ВА)

b) МЭК класс TPZ

1. Внутренняя погрешность: $K_{перех. реж.} \cdot K_{ном. симм.КЗ}$ = 0,4 · 31 500 А/1250 А = 10,08

2. Внешняя погрешность: $K_{перех. реж.} \cdot K_{ном. симм.КЗ}$ = 1,5 · 7498 А/1250 А = 9 → **но мин. 12,5**

Результат:

Произв. $K_{перех. реж.} \cdot K_{ном. симм.КЗ}$ должно быть ≥ 12,5, например: $K_{симм.КЗ} = K_{ном. симм.КЗ(вн)} \approx 25$ и $K_{перех. реж.}$ = 0,5

Номинальная резистивная нагрузка $R_н$ ≥ подкл. нагрузка $R_{н.раб.}$ (например, $R_н$ = 2,5 Ом или 5 Ом)

c) МЭК класс PX, предполагает: R_{TT} = 4,3 Ом, $R_{н.раб.}$ = 1,5 Ом

1. Внутренняя погрешность:

$$E_{пер} \geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.} \geq 0{,}4 \cdot \frac{31500\ A}{1250\ A} \cdot 1A \cdot (4{,}3\ \Omega + 1{,}5\ \Omega) \geq 58{,}5\ В действ$$

[fofintek-161112-01.tif, 1, ru_RU]

2. Внешняя погрешность:

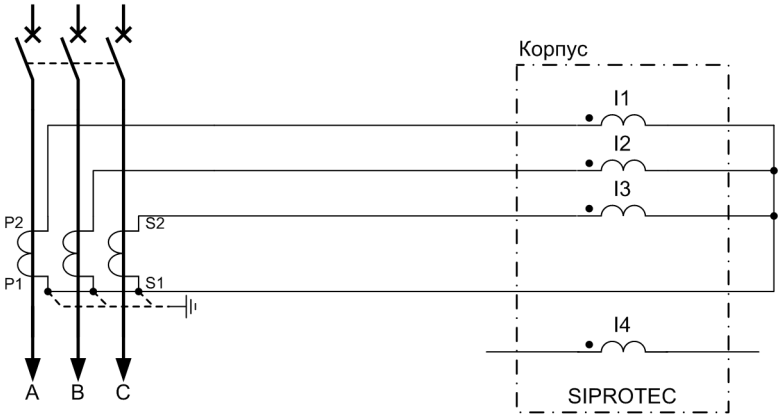
$$E_{пер} \geq 1{,}6 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.} \geq 1{,}6 \cdot \frac{7498\ A}{1250\ A} \cdot 1\ A \cdot (4{,}3\ \Omega + 1{,}5\ \Omega) \geq 55{,}7\ В действ$$

[fofextek-161112-01.tif, 1, ru_RU]

но минимум $E_{пер} = 20 \cdot I_{ном.перв.} \cdot R_{втор} = 20 \cdot 1\ А \cdot (4{,}3\ Ом + 1{,}5\ Ом) = 116\ В$ (эфф)

Результат:
Трансформатор PX должен иметь точку перегиба напряжения ≥ 116 В (действ), например: $E_{пер} = 150$ В (эфф)

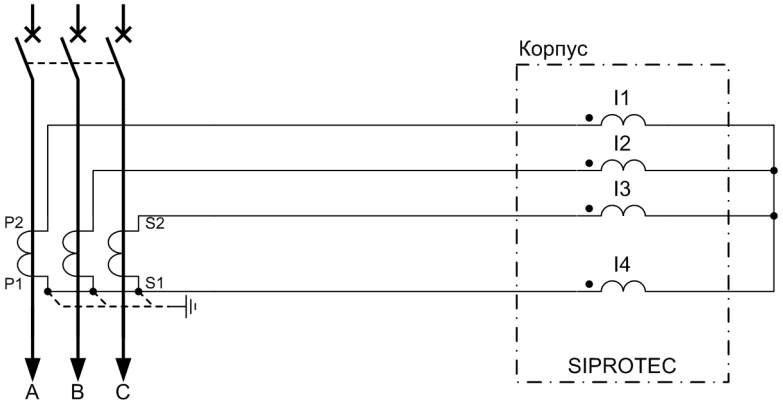
A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока



Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3ф**

[ti3leit1-070211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-8 Подключение трехфазного трансформатора тока (ток НП рассчитывается)



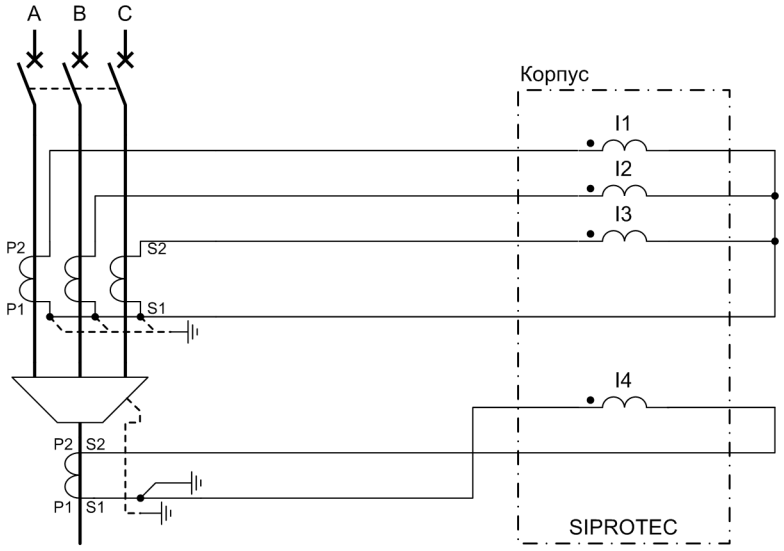
Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3 фазн.тока +Iн**

[tileite2-070211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-9 Подключение трехфазного трансформатора тока и измеряемого тока НП (ток в обратном проводе)

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 (I_H)!



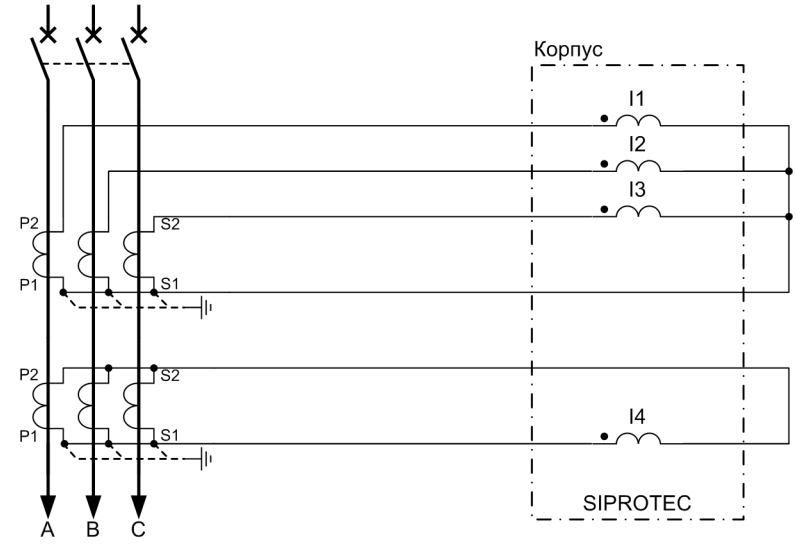
Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3 фазн.тока +Iн отд.**

[tileite3-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-10 Подключение трехфазного ТТ и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{Н-отд.}$)!



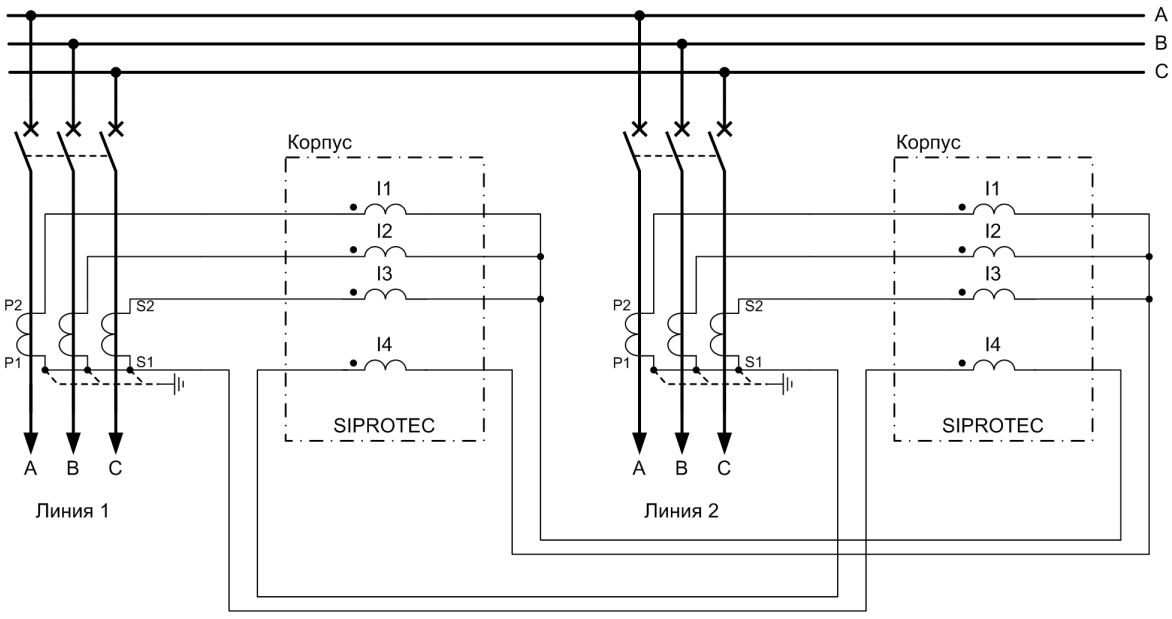
Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3 фазн.тока +Iн отд.**

[tileite4-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-11 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП через схему подключения Холмгрина

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{Н-отд.}$)!

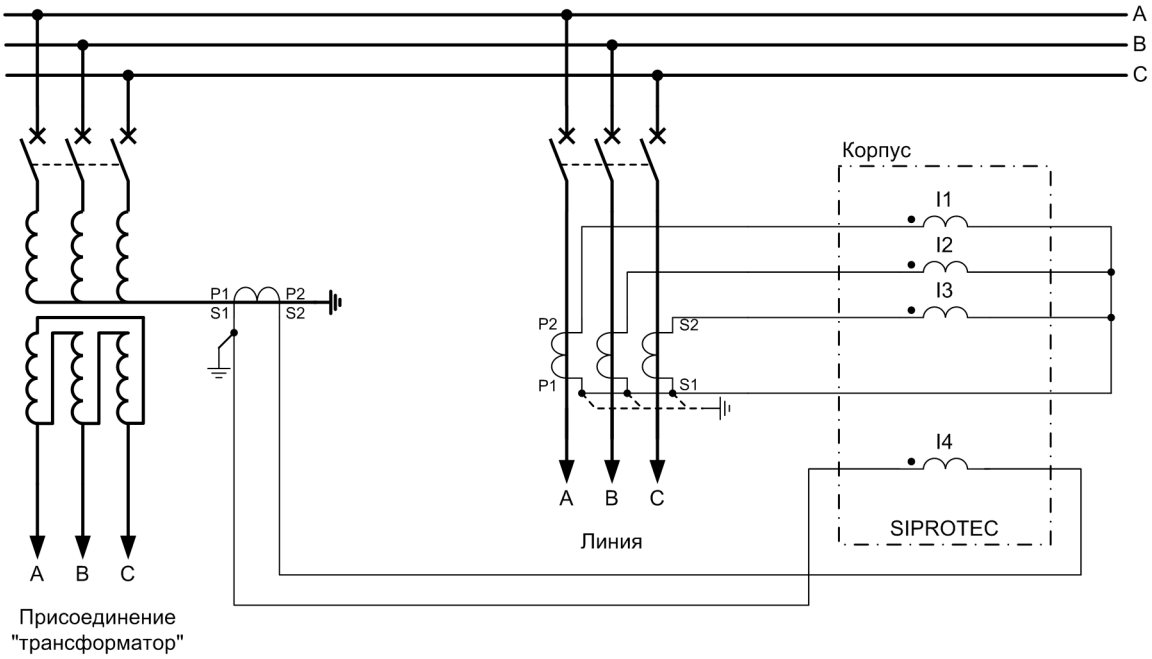


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite5-060313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-12 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП от ТТ в нейтрали соответствующей параллельной линии (для целей компенсации влияния параллельной линии)

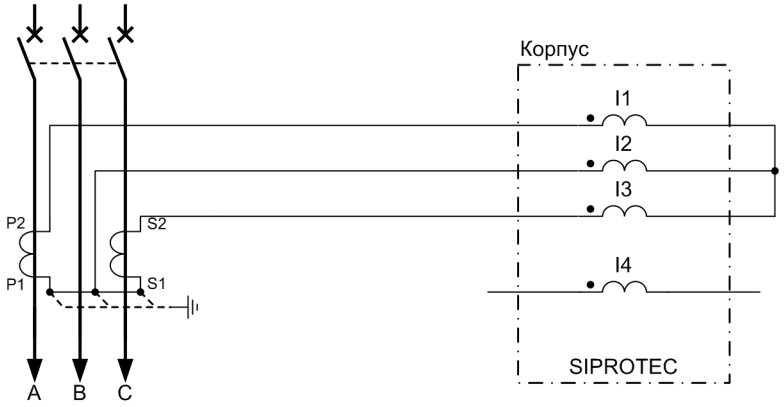


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite6-060313-01.tif, 1, ru_RU]

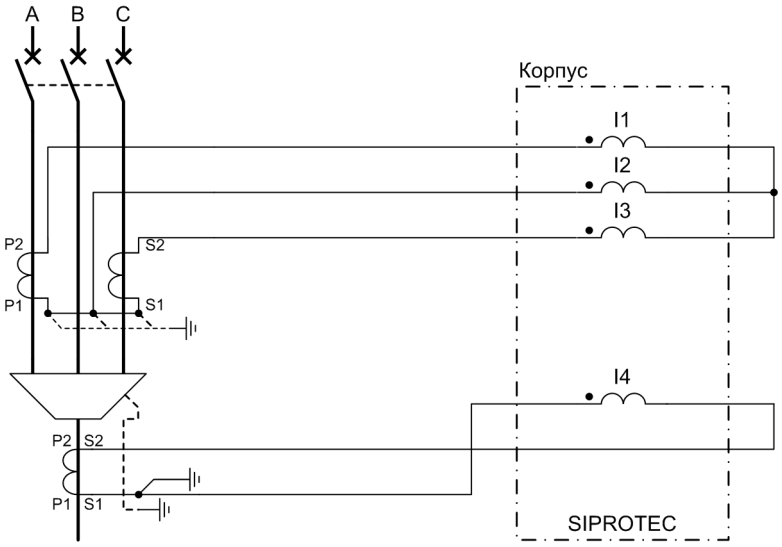
Рисунок A-13 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП от ТТ в нейтрали силового трансформатора с заземленной нейтралью



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф, 2 первичных ТТ

[tileite7-070211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-14 Подключение двухфазного ТТ - только для энергосистем с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью



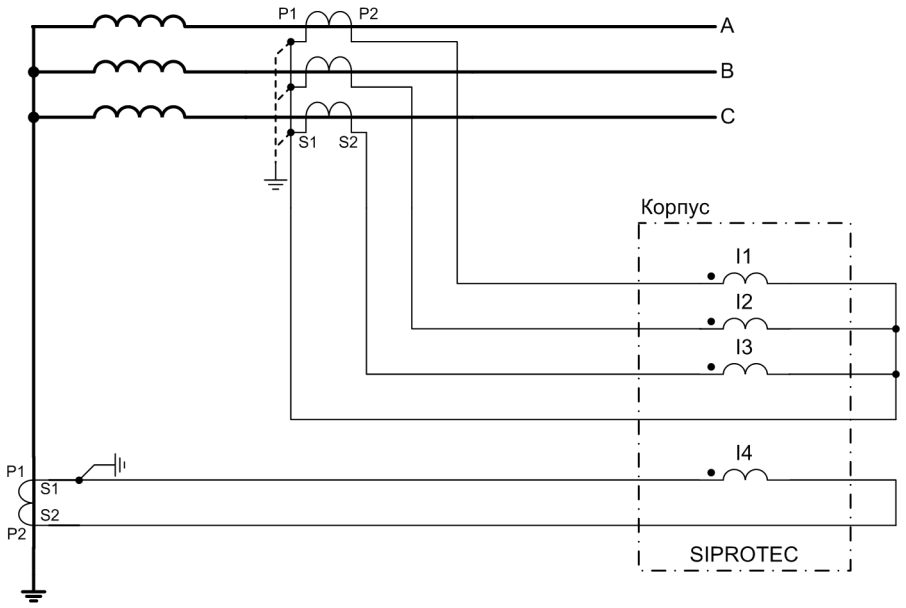
Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф,2 перв.ТТ+Iн отд.

[tileite8-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-15 Подключение двухфазного ТТ и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю - только для энергосистем с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{Н-отд.}$)!

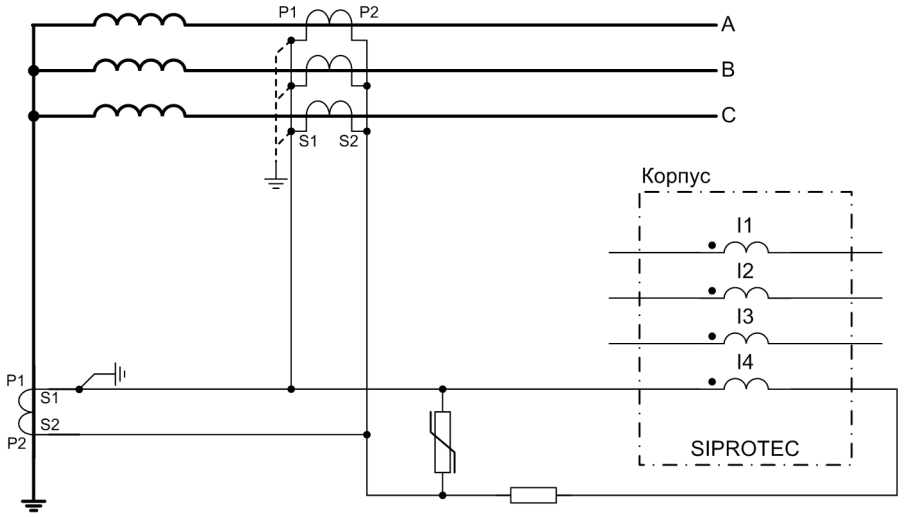


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite9-260313-01.tif, 1, ru_RU]

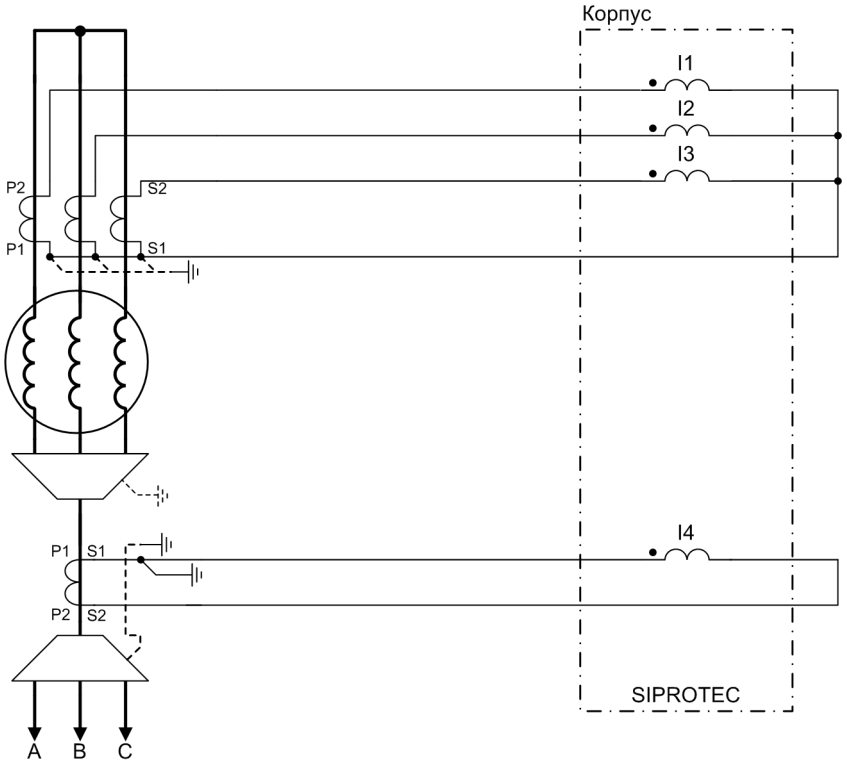
Рисунок A-16 Подключение трехфазного ТТ и дополнительного ТТ в нейтрали силового трансформатора с заземленной нейтралью



Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileit10-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-17 Подключение ТТ для высокоомной дифференциальной защиты (например, для защиты силового трансформатора)

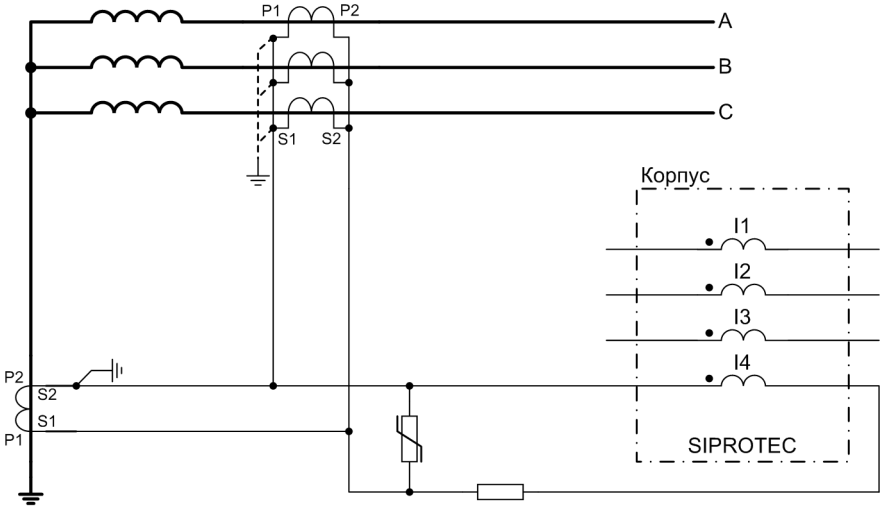


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileit11-060313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-18 Подключение трехфазного ТТ в нейтрали генератора и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю на линии

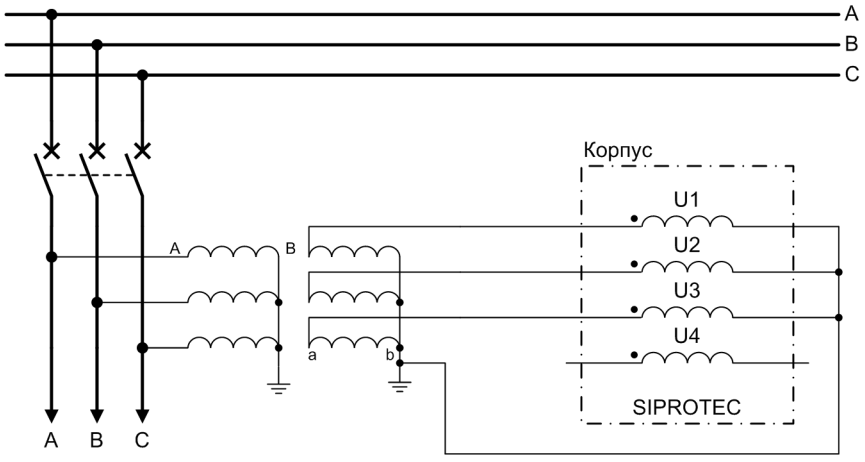


Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileit12-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-19 Подключение ТТ для высокоомной дифференциальной защиты (например, для защиты силового трансформатора)

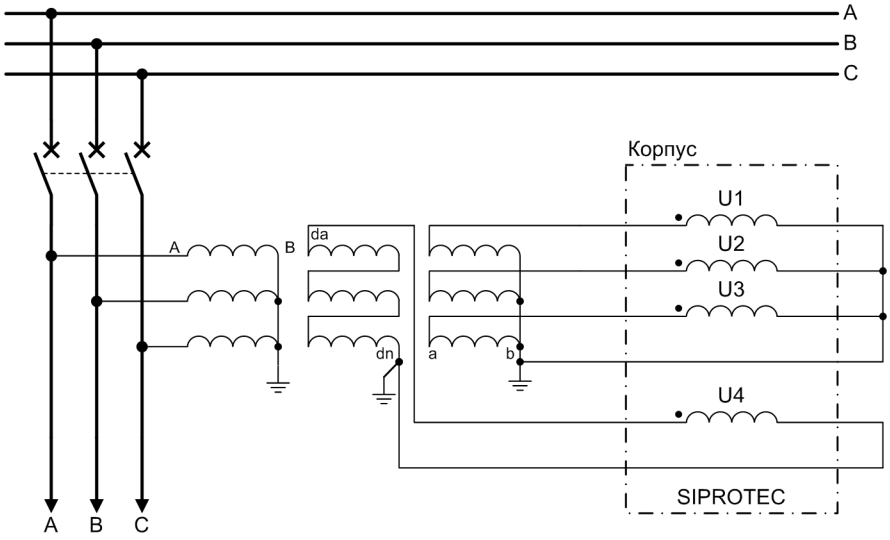
A.9 Примеры подключения к трансформаторам напряжения



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр.

[tvvolta1-260313-01.tif, 1, ru_RU]

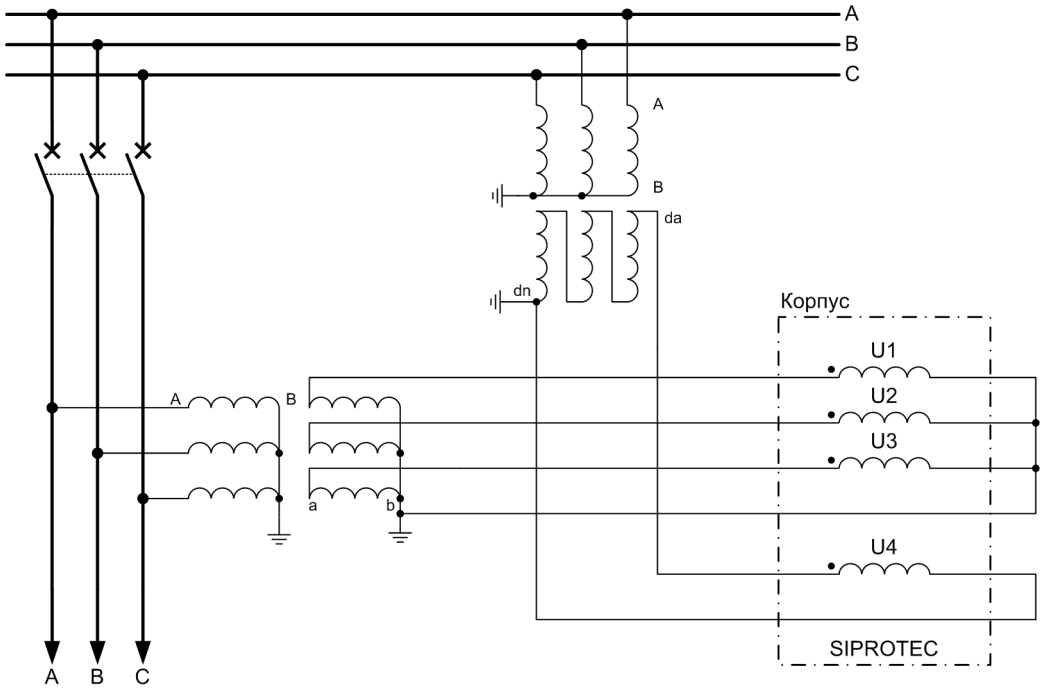
Рисунок A-20 Подключение цепей напряжения к трем трансформатора напряжения, соединенным в звезду



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр. + Uн

[tvvolta2-260313-01.tif, 1, ru_RU]

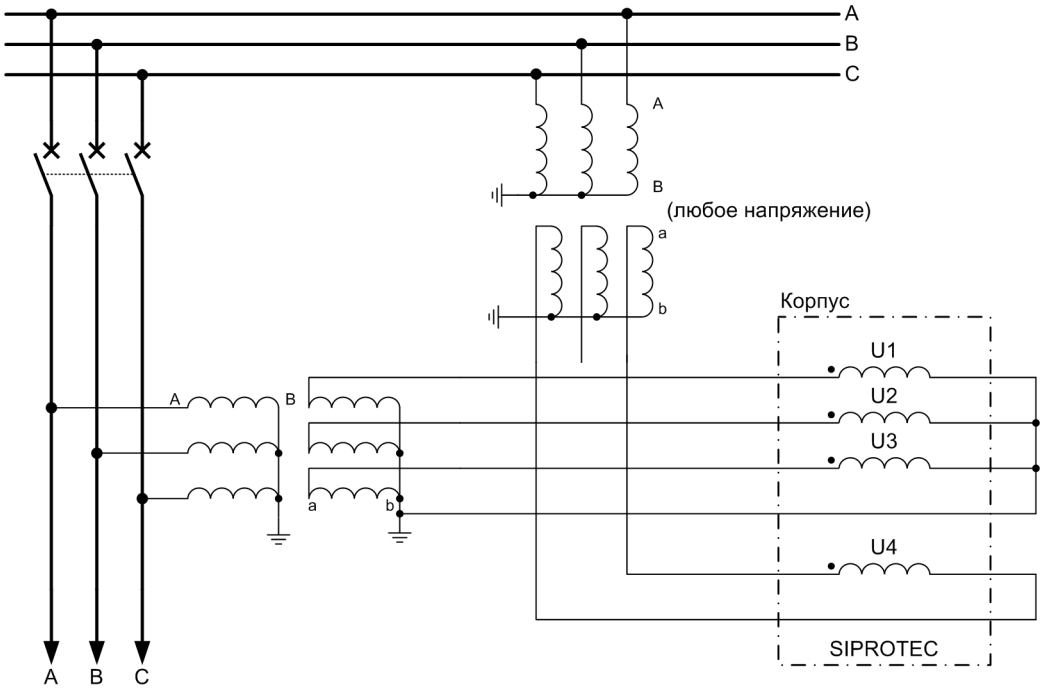
Рисунок A-21 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения в соединении типа "звезда", с дополнительным обмотками, соединенными в разомкнутый треугольник



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр. + Uн

[tvvolta3-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-22 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения, соединенным "в звезду" и обмотками, соединенными в разомкнутый треугольник, отдельного трансформатора напряжения (например, шинного ТН)

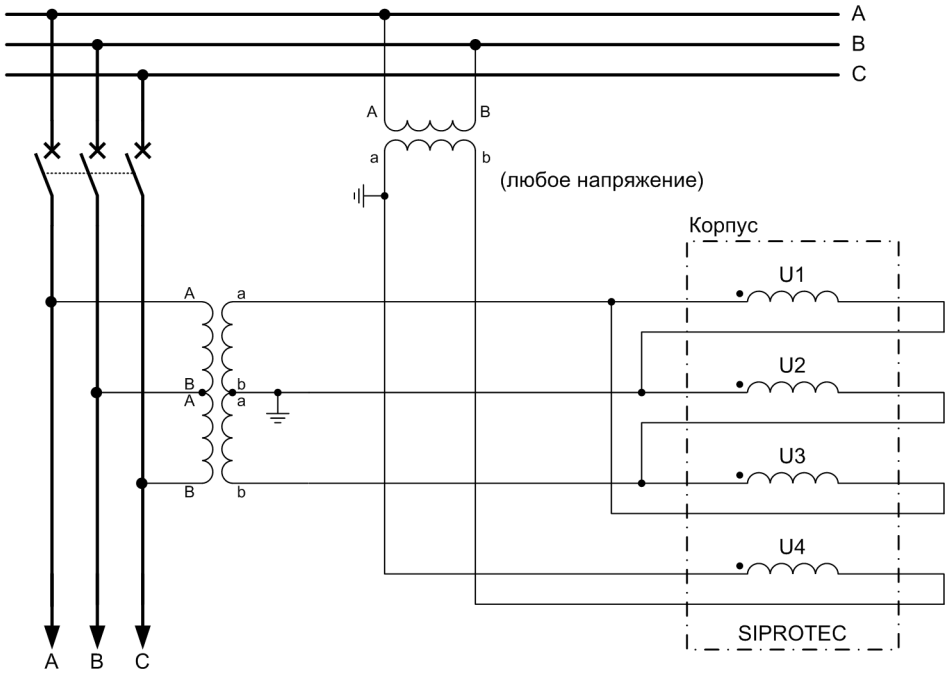


Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр.

Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UCA

[tvvolta4-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-23 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения, соединенным "в звезду" и к линейному напряжению шинного ТН (например, для целей контроля синхронизма)



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 лин.напряж.

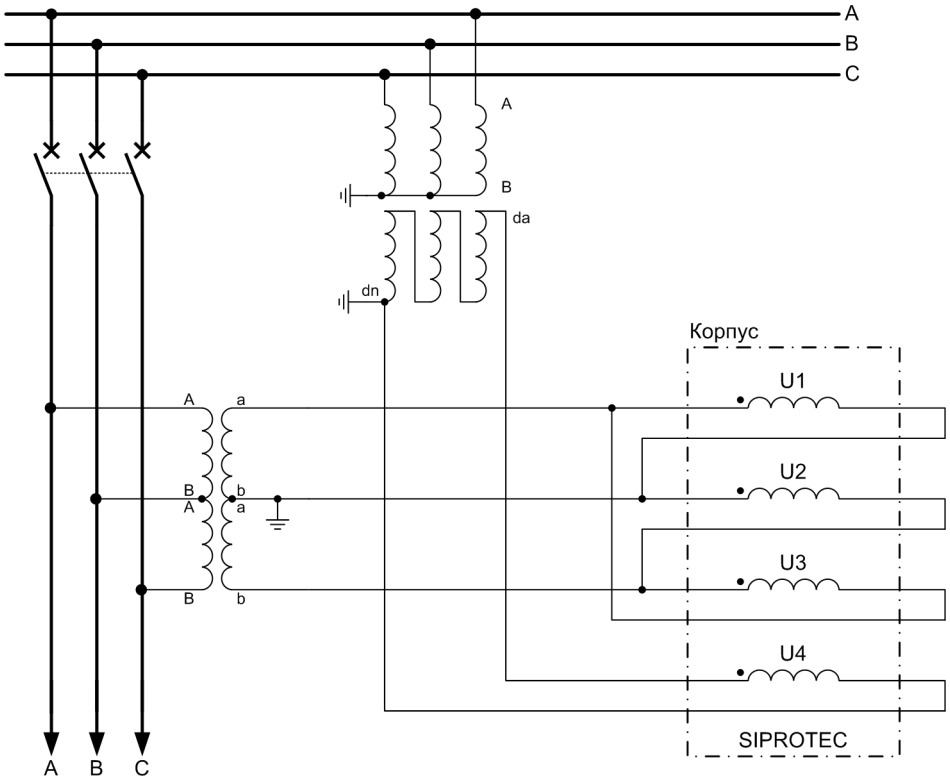
Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UAB

[tvvolta5-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-24 Подключение цепей напряжения к трансформаторам, собранным по схеме открытого треугольника V-соединение (измерение терминалом трех междуфазных напряжений) и к линейному напряжению от шинного ТН

ПРИМЕЧАНИЕ

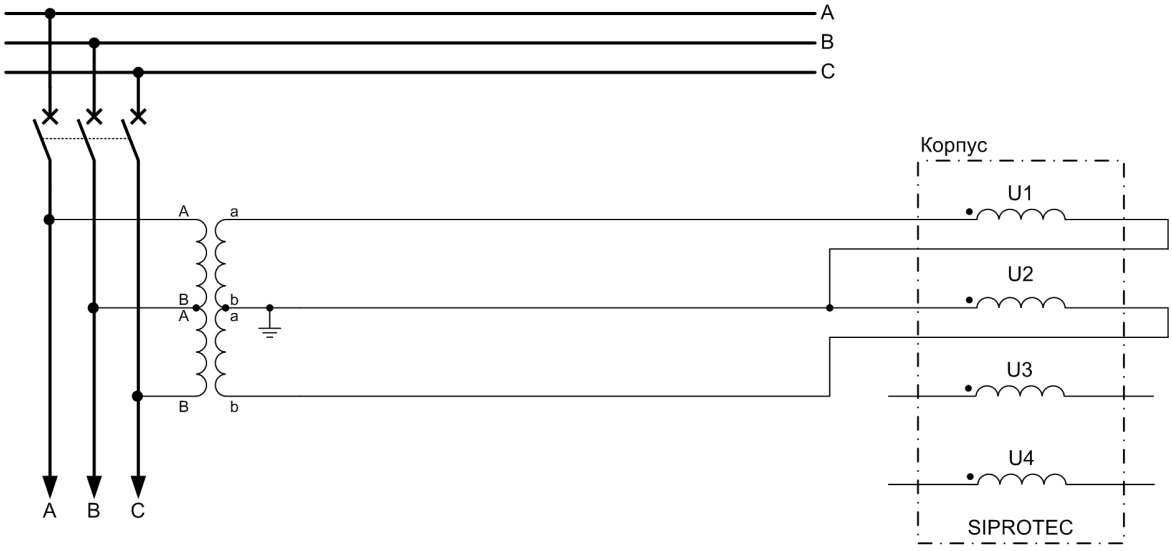
При подключении ТН по схеме "открытого" треугольника (V-соединение) напряжение нулевой последовательности не может быть обнаружено.



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 лин.напр. + Uн

[tvvolta6-260313-01.tif, 1, ru_RU]

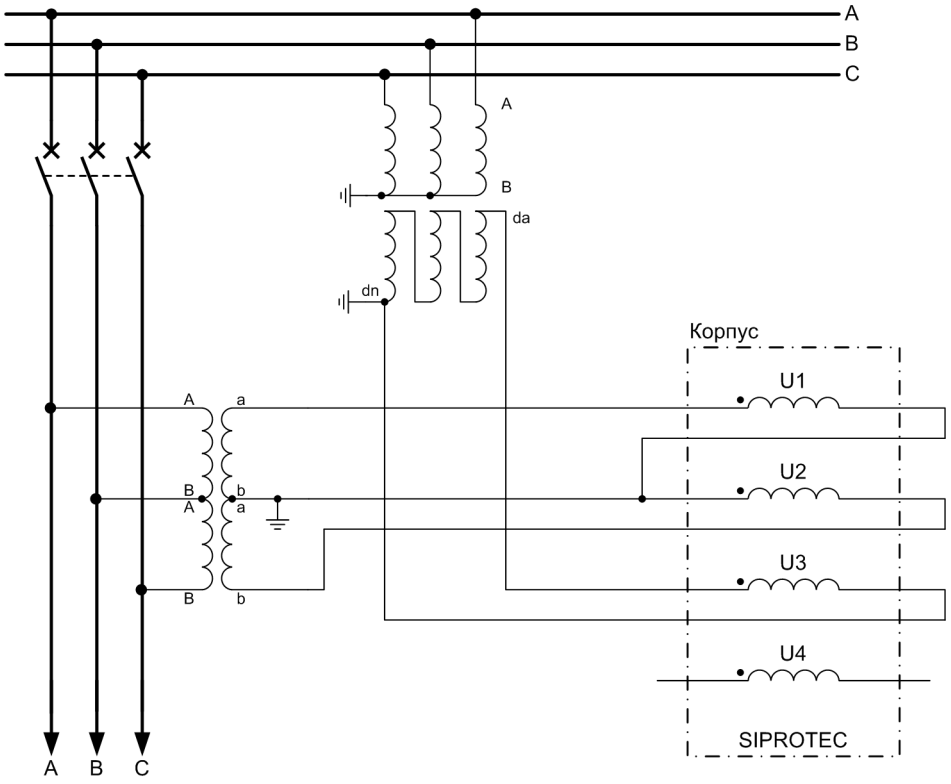
Рисунок A-25 Подключение цепей напряжения к трансформаторам, собранным по схеме открытого треугольника (входной трансформатор устройства со схемой подключения треугольником) и к обмоткам, соединенным по схеме разомкнутого треугольника от шинного ТН



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 2 лин.напряж.

[tvvol2ll-260313-01.tif, 1, ru_RU]

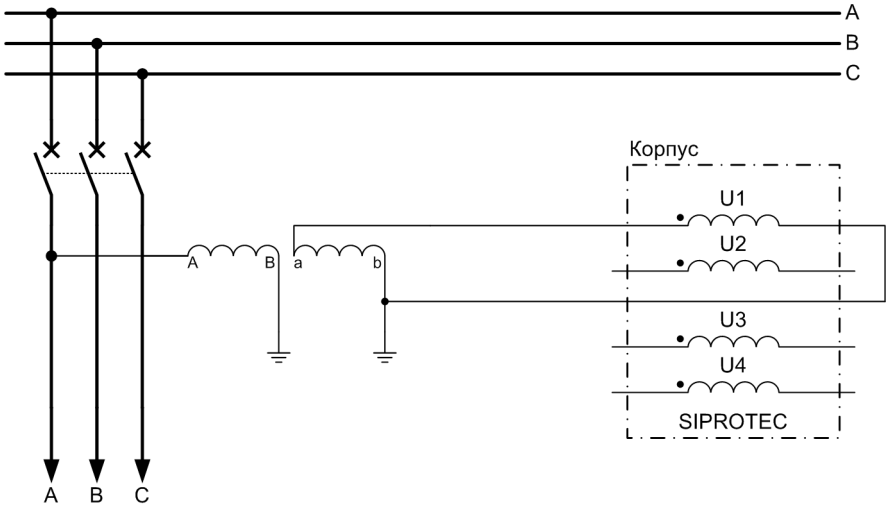
Рисунок A-26 Подключение трансфоратора напряжения по V-схеме (измерение двух линейных напряжений)



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 2 лин.напр. + Uн

[tvl2lluu-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-27 Подключение трансформатора напряжения по V-схеме (измерение двух линейных напряжений) и подключение обмотки, соединенной в разомкнутый треугольник от шинного ТН

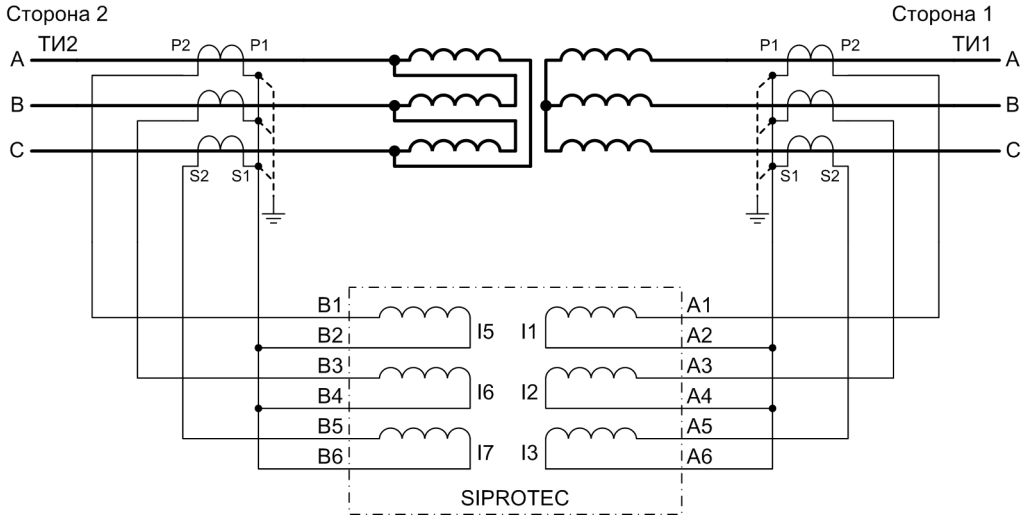


Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UA

[tvvolta7-260313-01.tif, 1, ru_RU]

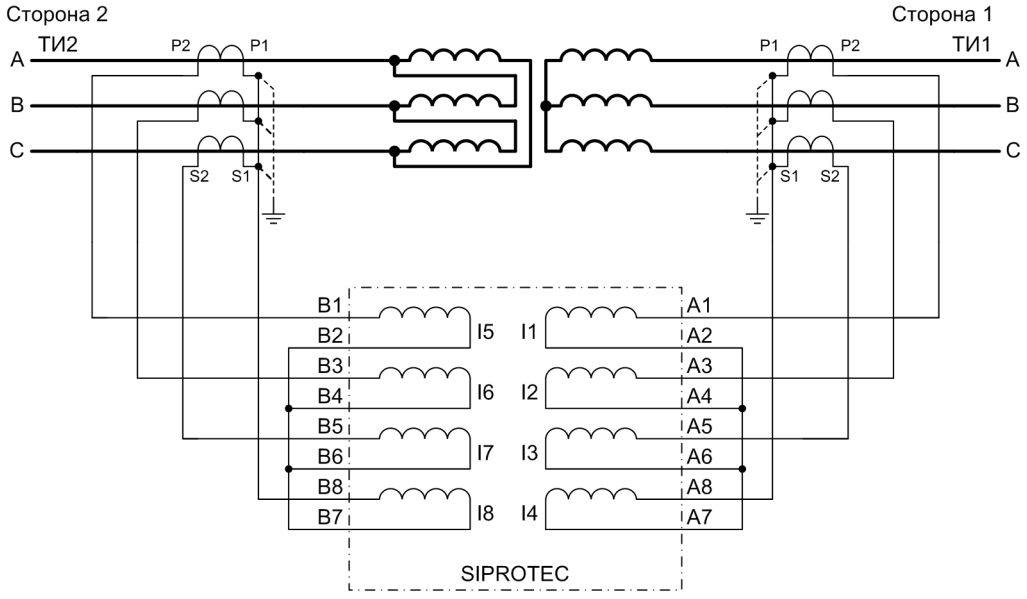
Рисунок A-28 Подключение к 1-полюсному изолированному трансформатору напряжения (напряжение фаза-земля)

A.10 Примеры подключения для трансформаторов



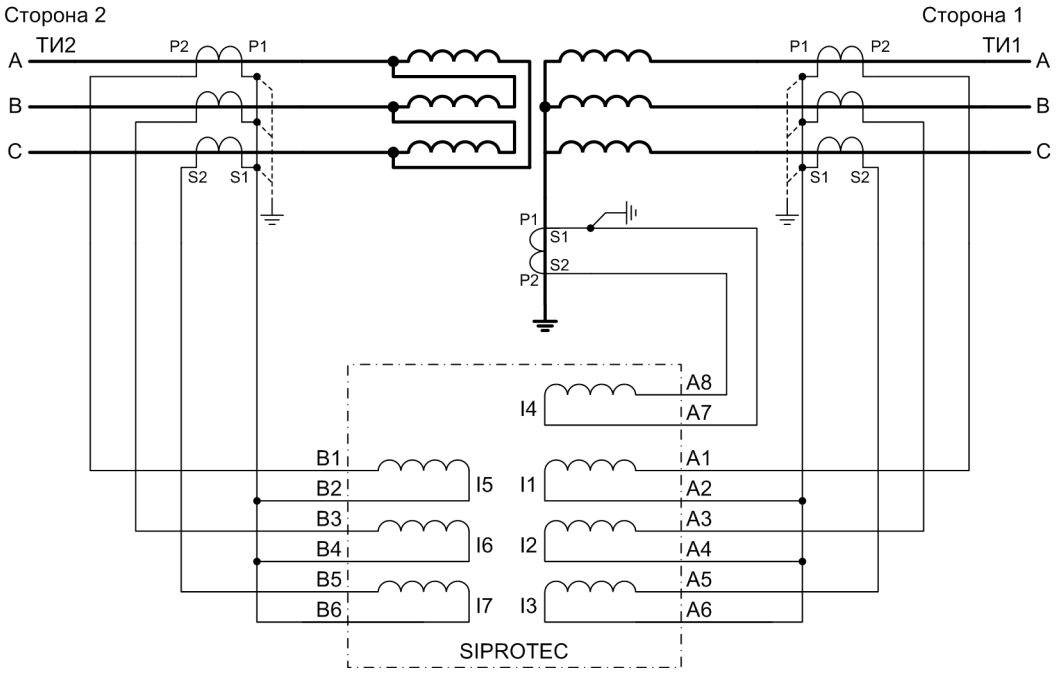
[dw3phtr1-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-29 Пример подключения для трехфазного трансформатора с незаземленной нейтральной точкой



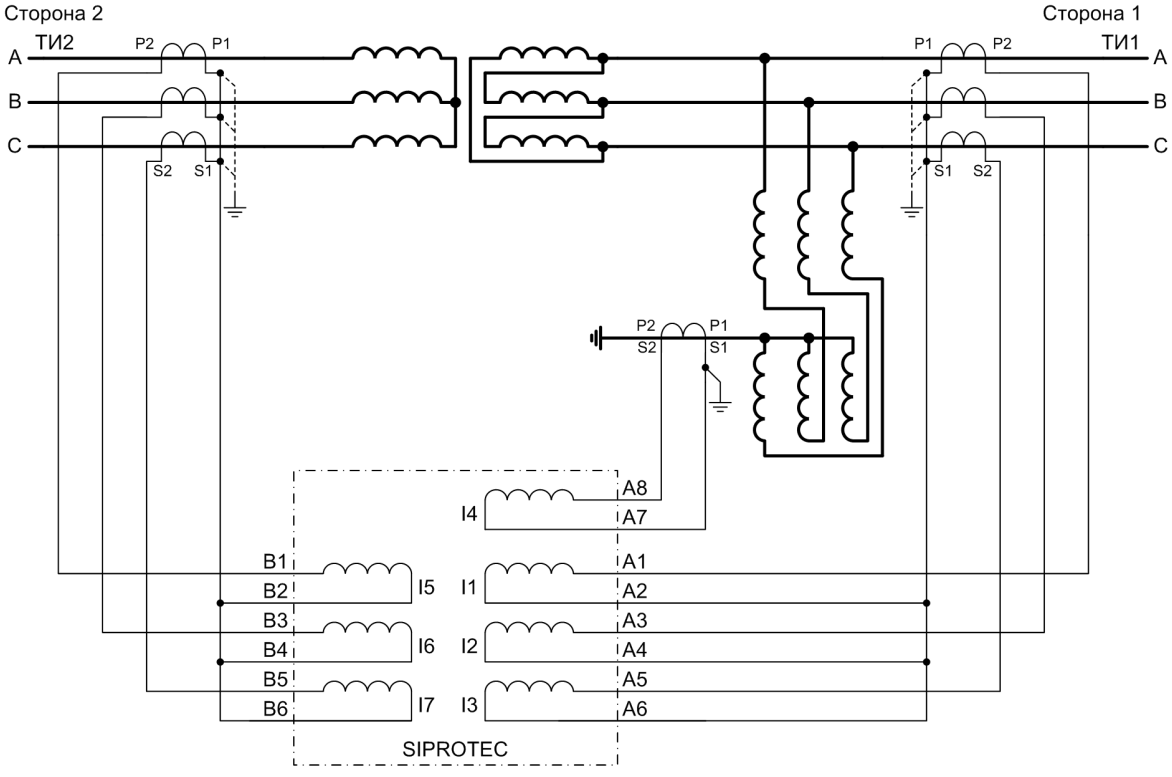
[dw3phtr2-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-30 Пример подключения для трехфазного трансформатора с незаземленной нейтральной точкой (дополнительное подведение измеряемой величины на уровне дискретизации путем подключения 4 токовых входов)



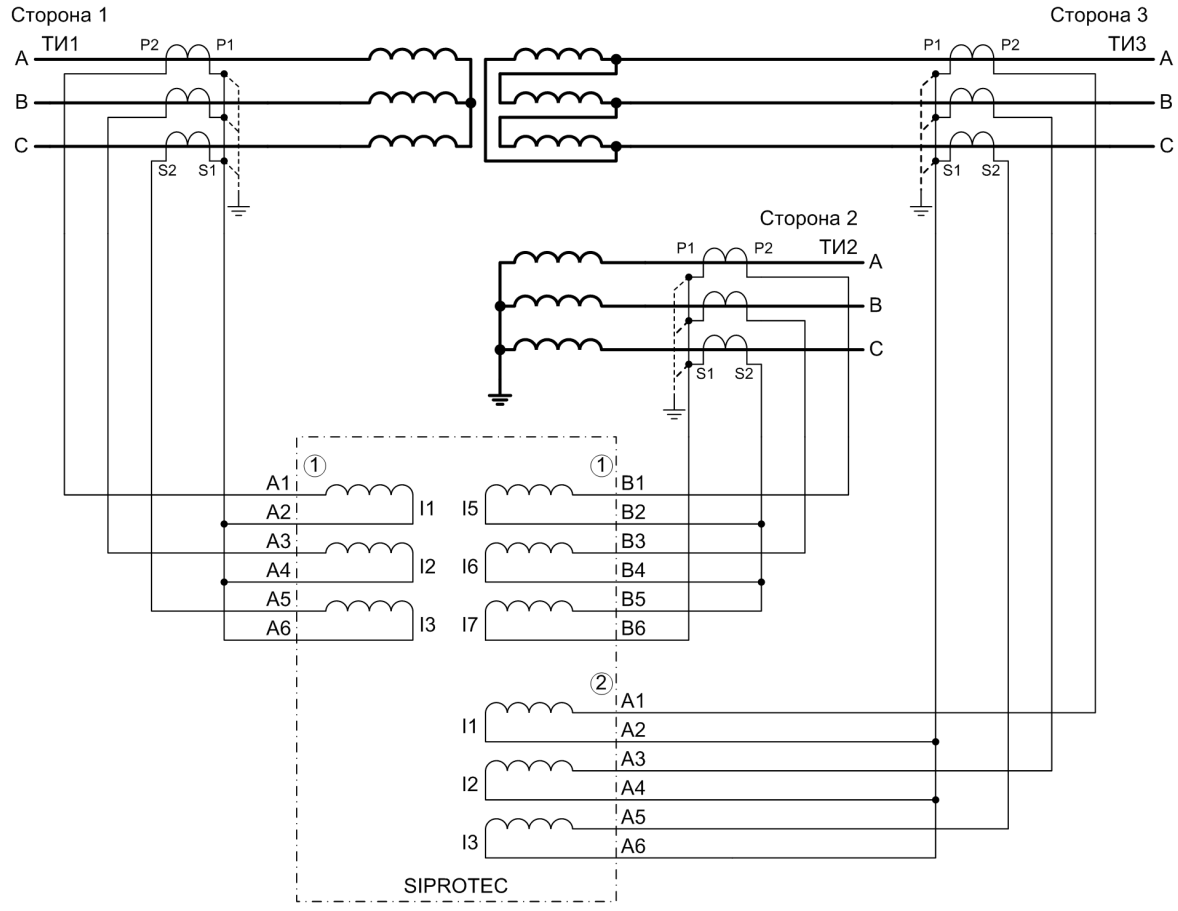
[dw3phtr3-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-31 Пример подключения трехфазного трансформатора с заземленной нейтральной точкой и трансформатором тока в нейтральном проводе



[dw3phtr4-291112-01.tif, 1, ru_RU]

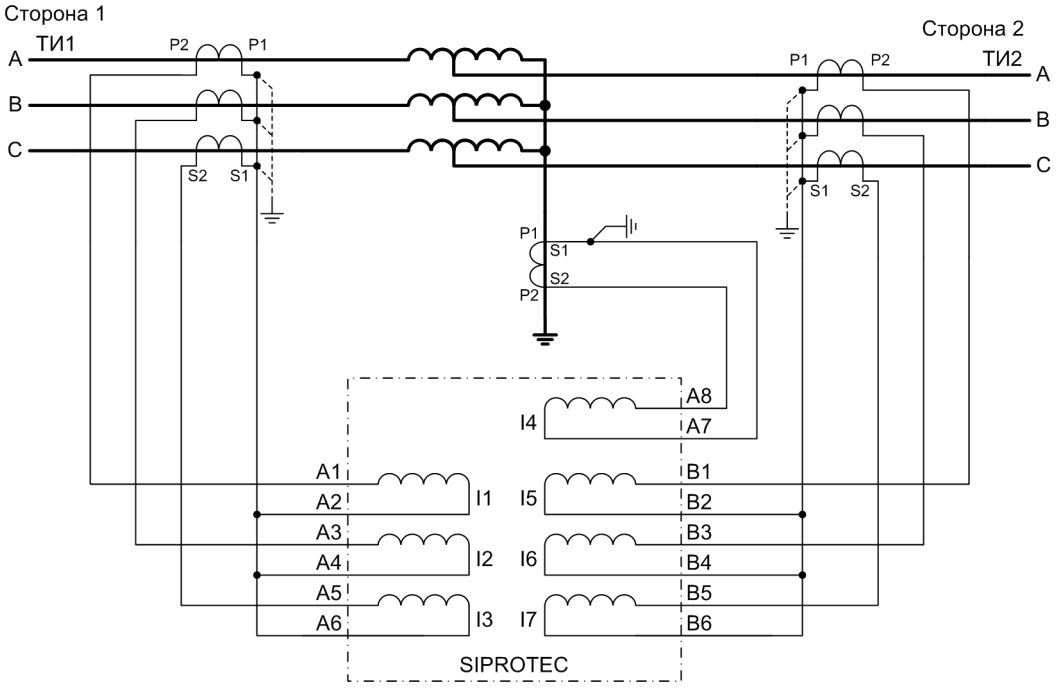
Рисунок A-32 Пример подключения трехфазного трансформатора с заземленной нейтральной точкой и трансформатором тока в нейтральном проводе



① Базовый модуль
② Модуль расширения

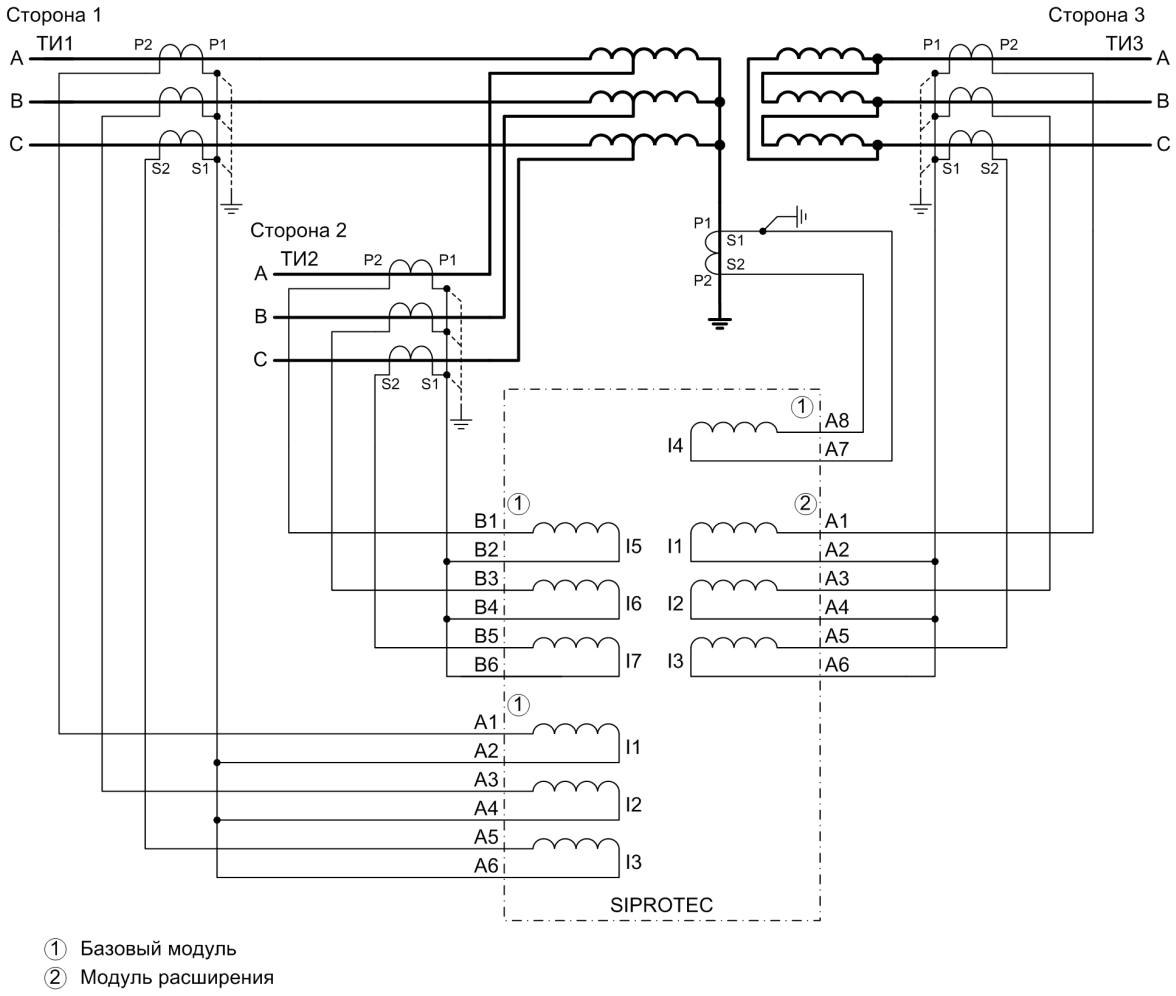
[dw3phtr5-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-33 Пример подключения для трехфазного трансформатора (7UT86, 7UT87)



[dw3phtr6-301012-01.tif, 1, ru_RU]

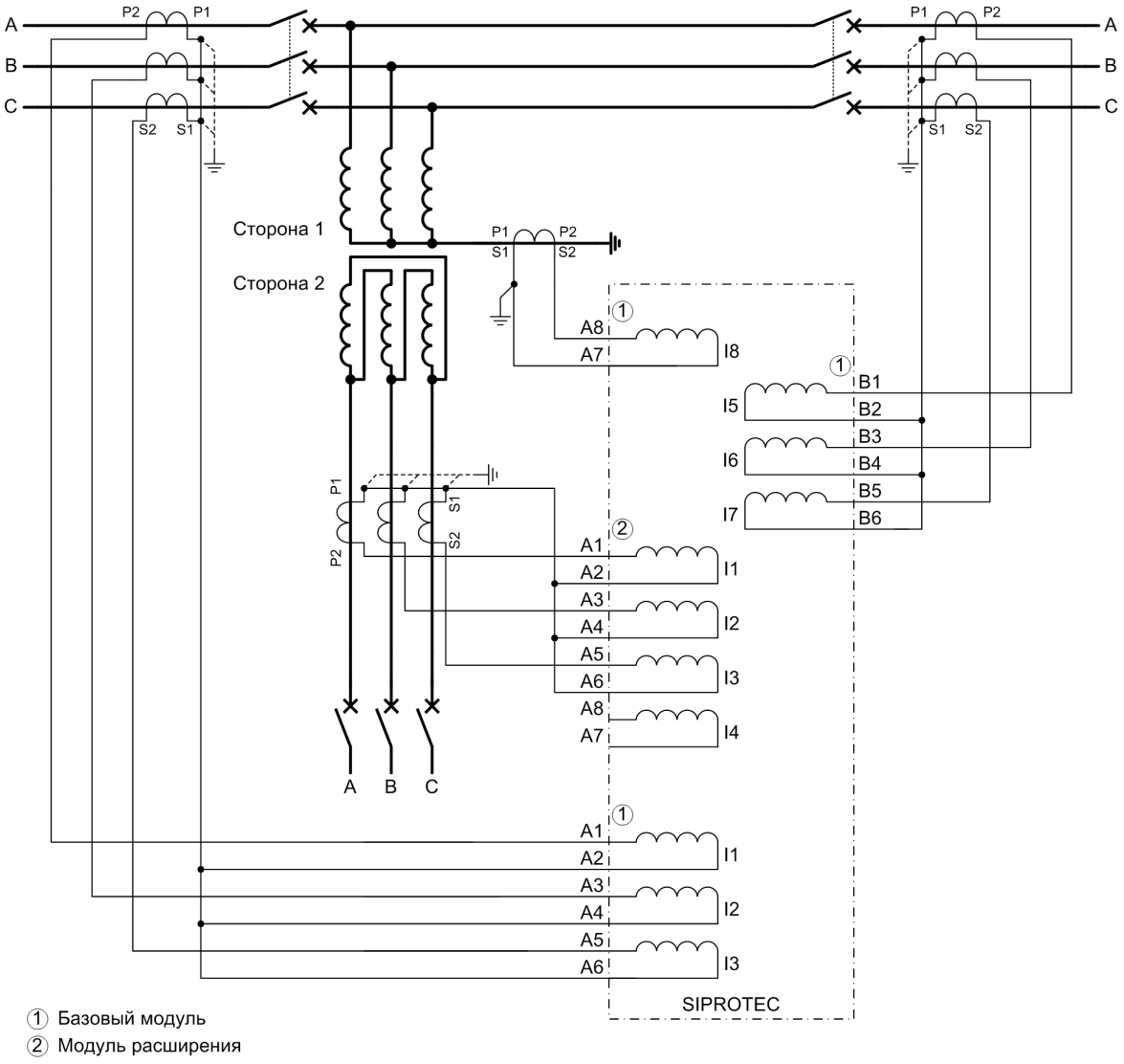
Рисунок A-34 Пример подключения для заземленного автотрансформатора с трансформатором тока в нейтральном проводе



① Базовый модуль
② Модуль расширения

[dw3phtr7-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-35 Пример подключения дя заземленного автотрансформатора с обмоткой торможения (третичной обмоткой) и трансформатором тока в нейтральном проводе



[dw3phtr8-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-36 Пример подключения трехфазного трансформатора с заземленной нейтральной точкой и трансформатором тока в нейтральном проводе для полуторных схем

A.11 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-2 Дискретные входы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1:Положение выкл.	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1:Положение выкл.	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-3 Дискретные выходы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1:Положение выкл.: к-да отключить/выключить	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-4 Функциональные клавиши по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, базовая функциональность

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-5 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, базовая функциональность

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 2	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 3	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 4	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля	911.4501.55 912.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 5	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	911.4501.57 912.4501.57 901.4501.57	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 8	Трансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	911.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.12 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-6 Дискретные входы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	ОН	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	СН	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	Н	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	ОН	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	СН	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	Н	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	ОН	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	СН	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	Н	

Дискретные выходы

Таблица A-7 Дискретные выходы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-8 Функциональные клавиши по умолчанию для двухобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-9 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 2	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 3	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 4	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля	911.4501.55 912.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 5	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	911.4501.57 912.4501.57 901.4501.57	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 8	Трансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	911.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.13 Предварительное ранжирование для двухобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 90V)

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-10 Дискретные входы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора 87T, 50BF, 87N, 90V

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх4	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх7	Переключатель отпаек:Положение	162.13981.308	BSC	X	
ДВх8	Переключатель отпаек:Положение	162.13981.308	BSC	X	
ДВх9	Переключатель отпаек:Положение	162.13981.308	BSC	X	
ДВх10	Переключатель отпаек:Положение	162.13981.308	BSC	X	
ДВх11	Переключатель отпаек:Положение	162.13981.308	BSC	X	
ДВх11	Двигатель активен		SPS	H	задается пользователем

Дискретные выходы

Таблица A-11 Дискретные выходы по умолчанию для двухобмоточного трансформатора 87T, 50BF, 87N, 90V

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	
ДВых4	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: Ком. увелич.	162.139:1.305	ACT	X	
ДВых5	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: Ком. уменьш.	162.139:1.306	ACT	X	

Функциональные клавиши

Таблица A-12 Функциональные клавиши по умолчанию для двухобмоточного трансформатора 87T, 50BF, 87N, 90V

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-13 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора 87T, 50BF, 87N, 90V

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 2	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 3	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 4	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля	911.4501.55 912.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 5	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	911.4501.57 912.4501.57 901.4501.57	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 8	Трансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	911.601.302	SPS	V	

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод 14	Двигатель активен		SPS	V	задается пользователем
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.14 Предварительное ранжирование для электродвигателя

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-14 Дискретные входы по умолчанию для электродвигателя

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-15 Дискретные выходы по умолчанию для электродвигателя

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./вкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./вкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./вкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-16 Функциональные клавиши для электродвигателя

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-17 Светодиоды по умолчанию для электродвигателя

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 2	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 3	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	911.4501.55 912.4501.55 901.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 4	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля	911.4501.55 912.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 5	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	911.4501.57 912.4501.57 901.4501.57	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 8	Трансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	911.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.15 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-18 Дискретные входы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	OH	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	CH	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-19 Дискретные выходы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-20 Функциональные клавиши по умолчанию для трехобмоточного трансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-21 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 2	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 3	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 5	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	901.4501.57	SPS	L	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.16 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-22 Дискретные входы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	OH	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	CH	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	H	
ДВх11	Выключатель 4: Выключатель:Положение	204.4261.58	DPC	OH	
ДВх12	Выключатель 4: Выключатель:Положение	204.4261.58	DPC	CH	
ДВх13	Выключатель 4: Выключатель:>Готов	204.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-23 Дискретные выходы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Выключатель 4: Выключатель:Ком.откл./выкл.	204.4261.300	SPS	V	
ДВых5	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-24 Функциональные клавиши по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл 5	Главное меню: Измерения для стороны 3 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-25 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора, полуторная схема

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	911.4501.55 901.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 2	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	911.4501.55 901.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 3	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	911.4501.55 901.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 4	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Нейтр.точка трансф. 1: Групповое сообщение: Сраб.: общее:	911.4501.55 912.4501.55	SPS SPS	L L	
Светодиод 5	Трансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Нейтр.точка трансф. 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	911.4501.57 912.4501.57 901.4501.57	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 8	Трансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	911.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.17 Предварительное ранжирование для трехобмоточного трансформатора Полуторная схема (87T, 50BF, 87N, 21)

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-26 Дискретные входы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 21)

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	OH	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	CH	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-27 Дискретные выходы по умолчанию для трехобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 21)

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Трансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-28 Функциональные клавиши по умолчанию для трехобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 21)

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 трансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-29 Светодиоды по умолчанию для трехобмоточного трансформатора (87T, 50BF, 87N, 21)

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 2	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 3	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	901.4501.55	SPS	L	
Светодиод 5	Трансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	901.4501.57	SPS	L	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.18 Предварительное ранжирование для автотрансформатора

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-30 Ранжирование дискретных входов по умолчанию для автотрансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	OH	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	CH	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-31 Дискретные выходы по умолчанию для автотрансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых5	Автотрансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57	ACT	V	

Функциональные клавиши

Таблица A-32 Функциональные клавиши по умолчанию для автотрансформатора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл 5	Главное меню: Измерения стороны компенсационной обмотки автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-33 Светодиоды по умолчанию для автотрансформатора

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A Автотрансформатор 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	941.4501.55 942.4501.55 951.4501.55 931.4501.55	SPS SPS SPS SPS	L L L L	
Светодиод 2	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	941.4501.55 942.4501.55 951.4501.55 931.4501.55	SPS SPS SPS SPS	L L L L	
Светодиод 3	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	941.4501.55 942.4501.55 951.4501.55 931.4501.55	SPS SPS SPS SPS	L L L L	
Светодиод 4	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: земля Дифф. автотрансф. Сторона компенсационной Нейтр. точка 1: Групповое сообщение: Сраб.: общее:	941.4501.55 942.4501.55 951.4501.55 971.4501.57	SPS SPS SPS SPS	L L L L	

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод 5	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: земля Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Дифф. автотрансф. Сторона компенсационной Нейтр. точка 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	941.4501.57 942.4501.57 951.4501.57 931.4501.57 971.4501.57	SPS SPS SPS SPS SPS	L L L L L	
Светодиод 8	Автотрансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	941.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

A.19 Предварительное ранжирование для автотрансформатора, полуторная схема

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-7*

Дискретные входы

Таблица A-34 Дискретные входы по умолчанию для автотрансформатора, полуторная схема

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	OH	
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:Положение	201.4261.58	DPC	CH	
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	H	
ДВх5	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	OH	
ДВх6	Выключатель 2: Выключатель:Положение	202.4261.58	DPC	CH	
ДВх7	Выключатель 2: Выключатель:>Готов	202.4261.500	SPS	H	
ДВх8	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	OH	
ДВх9	Выключатель 3: Выключатель:Положение	203.4261.58	DPC	CH	
ДВх10	Выключатель 3: Выключатель:>Готов	203.4261.500	SPS	H	
ДВх11	Выключатель 4: Выключатель:Положение	204.4261.58	DPC	OH	
ДВх12	Выключатель 4: Выключатель:Положение	204.4261.58	DPC	CH	
ДВх13	Выключатель 4: Выключатель:>Готов	204.4261.500	SPS	H	

Дискретные выходы

Таблица A-35 Дискретные выходы по умолчанию для автотрансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./выкл.	201.4261.300	SPS	V	
ДВых2	Выключатель 2: Выключатель:Ком.откл./выкл.	202.4261.300	SPS	V	
ДВых3	Выключатель 3: Выключатель:Ком.откл./выкл.	203.4261.300	SPS	V	
ДВых4	Выключатель 4: Выключатель:Ком.откл./выкл.	204.4261.300	SPS	V	
ДВых5	Автотрансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.1: Срабатывание: общее: Автотрансформатор 1: 87T Диф. защ. трансф.2: Срабатывание: общее:	901.1691.4501.57 901.1692.4501.57	ACT ACT	V V	

Функциональные клавиши

Таблица A-36 Функциональные клавиши по умолчанию для автотрансформатора, полуторная схема

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Ф. кл.1	Общ.: Журнал рабочих сообщений			X	
Ф. кл. 2	Главное меню: Измерения для стороны 1 автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл. 3	Общ.:Журнал неиспр.			X	
Ф. кл. 4	Главное меню: Измерения для стороны 2 автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	
Ф. кл 5	Главное меню: Измерения стороны компенсационной обмотки автотрансформатора: Осн.гарм./симм.составл.			X	

Светодиоды

Таблица A-37 Светодиоды по умолчанию для автотрансформатора, полуторная схема

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод1	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	941.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	942.4501.55	SPS	L	
	Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	951.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза A	931.4501.55	SPS	L	
Светодиод 2	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	941.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	942.4501.55	SPS	L	
	Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	951.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза B	931.4501.55	SPS	L	
Светодиод 3	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	941.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	942.4501.55	SPS	L	
	Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	951.4501.55	SPS	L	
	Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Сраб.: фаза C	931.4501.55	SPS	L	

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфигурация	Примечания
Светодиод 4	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Сраб.: земля Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Сраб.: земля Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Сраб.: земля	941.4501.55 942.4501.55 951.4501.55	SPS SPS SPS	L L L	
Светодиод 5	Автотрансформатор, сторона 1: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Автотрансформатор, сторона 2: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Дифф. автотрансф. обмотки автотрансформатора: Групповое сообщение: Срабатывание: общее: Автотрансформатор 1:Групповое сообщение: Срабатывание: общее:	941.4501.57 942.4501.57 951.4501.57 931.4501.57	SPS SPS SPS SPS	L L L L	
Светодиод 8	Автотрансформатор, сторона 1: 49 ЗащТепл.Перегр. 1: Сигн. при тепл. перегр.	941.601.302	SPS	V	
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971.301	SPS	V	
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен		SPS	V	

Словарь терминов

"Перенести и оставить"

Функция копирования, перемещения и связывания, используемая в графических интерфейсах пользователя. Мышь можно использовать для выделения и удержания объектов, а затем перемещать их из одной области данных в другую.

ACD

Тип данных по стандарту МЭК 61850: сообщение активации направленной защиты

ACK

Подтверждение квитирования данных

APC

Информация точки управляемой аналоговой уставки

ASDU

ASDU обозначает блок данных прикладной службы (Application Service Data Unit). ASDU может состоять из одного или нескольких идентичных информационных объектов. Последовательность одинаковых информационных элементов, например, измеренных значений, определяется адресом информационного объекта. Адрес информационного объекта определяет связанный адрес первого информационного элемента. Последовательный номер определяет последовательные информационные элементы. Номер основан на этом адресе с интегральными приращениями (+1).

BCR

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Показание дискретного счетчика

BMC

См. лучший алгоритм первичных часов

BRCB

Блок управления буферизированными отчетами.

CDC

Класс общих данных

CID

Конфигурируемое описание ИЭУ

CMV

Комплексное измеренное значение

CRC

Циклический резервируемый контроль

DB

Двойная команда

DC

Двойная команда

DCF

Файл конфигурации устройства: Параметрирование устройства

DCF77

В Германии точное время определяется в "Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt (PTB) (Физико-Технический Федеральный Институт)" в городе Брауншвейг. Атомные часы, установленные в PTB, передают сигналы времени через длинноволновый передатчик в городе Майнфлинген поблизости Франкфурта-на-Майне. Распространяемый сигнал времени может приниматься в радиусе около 1500 км от Франкфурта-на-Майне.

DCP

Протокол исследований и базовой конфигурации

DEL

Измеренные значения между фазами в трехфазной системе

DHCP

Протокол динамической конфигурации ведущего узла

DIGSI

ПО конфигурации для SIPROTEC

DM

Двухпозиционное сообщение

DP

См. двухпозиционное сообщение

DPC

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Двухпозиционное управление

DPS

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Двухпозиционное состояние

DU

Блок данных

EB

Одиночная команда

EM (SI)

Однопозиционное сообщение

ENC

Управляемое нумерованное состояние

ENS

Пронумерованное состояние

FEFI

Сообщения о повреждениях дальнего конца

FG

Функциональная группа

GI

Общий опрос

GIN

Общий идентификационный номер

GOOSE

Общее объектно-ориентированное событие на подстанции.

HSR

Протокол непрерывного резервирования высокой готовности

ICD

Описание характеристик ИЭУ (Интеллектуальных электронных устройств).

IEEE 1588

Протокол синхронизации времени в соответствии с IEEE Std 1588-2008: Протокол синхронизации точного времени для сетевых измерительных и управляющих систем (IEEE 1588, в2) и стандарт IEEE C37.238-2011: Стандартный IEEE профиль для использования протокола PTP IEEE 1588 в приложениях энергосистем (профиль мощности).

IP

Интернет-протокол

IPv4

Интернет-протокол версии 4

LAN

Локальная сеть.

LSB

Младший бит

MIB

База управляющей информации

MICS

Формулировка соответствия реализации модели

MMS

Спецификация производственных сообщений

MSB

Старший бит

NACK

Отрицательное квитирование

OSM

Модуль оптического переключателя

PICS

Свидетельство о соответствии реализации протокола

PLC

См. Программируемый логический контроллер.

PLC

Программируемый логический контроллер

PROFIBUS

PROcess Feld BUS (открытая периферийная сеть) — немецкий стандарт шин процесса и полевых шин (EN 50170). Этот стандарт определяет функциональные, электрические и механические свойства шин последовательного битового обмена.

PRP

Протокол параллельного резервирования

RedBox

Блок резервирования.

RedBox используется для резервного соединения устройств только с одним интерфейсом в локальной сети A и сети PRP B. RedBox является представляет собой DAN (Двойной прикрепленный узел) и работает в качестве прокси-объекта для устройств, которые к нему подключены (VDAN). RedBox имеет собственный IP-адрес, чтобы его можно было конфигурировать, управлять и контролировать.

RSTP

Протокол высокоскоростного связующего дерева

SAN

Одинарный прикрепленный узел.

SAN является нерезервированным узлом в сети PRP. Он подключен только к одному порту в одной локальной сети (A или B). Он может обмениваться данными только с узлами в подключенной сети. Через RedBox устройства с одним соединением могут быть зарезервированы с 2 сетями A и B. Чтобы

получить доступ к симметричным сетям A и B, Siemens рекомендует избегать использования SAN и подключать устройства с помощью RedBox или через отдельную сеть без поддержки PRP.

SBO

Выбор перед исполнением

SC

См. Одиночная команда

SCD

См. описание конфигурации подстанции

SICAM SAS

АСУ ТП — модульно структурированная система управления станцией, основанная на контроллере подстанции SICAM SC и системе оперативного управления и контроля SICAM WinCC.

SICAM WinCC

Система оперативного управления и контроля SICAM WinCC графически отображает состояние Вашей сети. SICAM WinCC визуализирует аварийные сообщения, прерывания и сигналы, архивирует данные сети, предоставляет возможность вмешиваться в процесс и задавать права пользования системой для отдельных пользователей.

SIPROTEC

Наименование SIPROTEC является зарегистрированным товарным знаком, обозначающим семейство защитных устройств и регистраторов неисправностей.

SNMP

Простой протокол управления сетью (SNMP)

SNTP

Простой протокол синхронизации времени (SNTP)

SOE

Последовательность событий

SP

См. Однопозиционный сигнал.

SPC

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Однопозиционное управление

SST

Системный интерфейс

TAI

Temps Atomique International - международное атомное время

TC

Команда РПН – см. Команда по переключению ответвлений трансформатора

TCP

Протокол управления передачей

UDP

Протокол пользовательских датаграмм

URCB

Блок управления небуферизированными отчетами

USART

Универсальный синхронный / асинхронный приемник/передатчик

UTC

UTC

Автономный режим

Если отсутствует соединение для обмена данными между программой ПК (например, программа конфигурации) и приложением рабочего процесса (например, приложение PC), программа ПК находится в **автономном режиме**. Программа ПК выполняется в автономном режиме.

Адрес PROFIBUS

В пределах сети PROFIBUS каждому устройству SIPROTEC должен быть присвоен свой уникальный адрес PROFIBUS. Всего доступно 254 адреса PROFIBUS для каждой сети PROFIBUS.

Адрес ссылки

Адрес ссылки указывает адрес устройства SIPROTEC.

Адрес участника

Адрес участника включает в себя название участника, код страны, код города или области и уникальный телефонный номер участника.

ACT

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Сообщение об активации защиты

База управляющей информации

База управляющей информации (MIB) — это база данных, которая постоянно сохраняет информацию и статистику относительно каждого устройства в сети. Эту информацию и статистику можно использовать для контроля рабочих характеристик каждого устройства. Таким образом можно также гарантировать надлежащую функциональность устройств в сети. Базы управляющей информации используются с SNMP (простым протоколом управления сетью).

Блок данных

Единица информации с общим источником передачи. Сокращение: ЕД (DU) = блок данных

Блокировка при дребезге

Прерывистое изменение сигнала на входе (например, из-за повреждения контакта реле) приводит к отключению входа по истечении конфигурируемого времени контроля и, таким образом, не приводит к изменению сигналов. Функция предотвращает перегрузку системы при событии ошибки.

Блок управления буферизированными отчетами

Блок управления буферизированными отчетами (BRCB) – это форма управления отчетами. Внутренние события вызывают немедленную отправку отчетов или сохранение событий для передачи. Поэтому значения данных не могут быть потеряны в связи с условиями управления потоком транспортировки или прерываниями соединения. BRCB обеспечивает функции **SOE** (См. Последовательность событий).

Блок управления небуферизированными отчетами

Блок управления небуферизированными отчетами (URCB) – это форма управления отчетами. Внутренние события вызывают немедленную отправку отчетов по принципу **лучшее из возможного**. Если связь отсутствует или если поток данных транспортировки недостаточно быстрый, события могут быт потеряны.

Вариант SIPROTEC 5

Этот тип объекта представляет собой вариант объекта типа "устройство SIPROTEC". Данные устройства в этом варианте могут отличаться от данных, содержащихся в исходном объекте. Однако, все варианты, полученные из исходного объекта (объекта-источника), имеют свои адреса VD. Все варианты объекта соответствуют тому же реальному устройству SIPROTEC, что и исходный объект. Чтобы документировать различные рабочие состояния во время параметризации устройства SIPROTEC, можно использовать объекты типа вариант SIPROTEC, например.

Ведомое устройство

Ведомое устройство может осуществлять обмен данными только с ведущим устройством после получения от ведущего соответствующего запроса. Устройства SIPROTEC работают как ведомые. Ведущий компьютер контролирует ведомый компьютер. Ведущий компьютер может также контролировать периферийное устройство.

Ветвь коммуникации

Ветвь коммуникации соответствует конфигураций из "от 1 до n" участников, осуществляющих обмен данными посредством общей шины.

Виртуальное устройство

VD – виртуальное устройство, включающее все объекты обмена данными, их свойства и состояния, которые пользователь обмена данными может использовать в форме служб. VD может быть физическим устройством, аппаратным модулем устройства или программным модулем.

Виртуальное устройство на уровне ячейки

Устройство виртуального терминала включает все объекты обмена данными и их свойства и состояния, которые пользователь обмена данными может использовать в форме служб.

Всемирное скоординированное время

Адрес виртуального устройства Адрес виртуального устройства предоставляется автоматически менеджером DIGSI 5. Адрес является уникальным в пределах проекта и необходим для уникальной идентификации реально существующего устройства SIPROTEC. Для обеспечения связи с устройства посредством DIGSI 5, адрес виртуального устройства необходимо передать в устройство SIPROTEC.

Входные данные/Направление ввода

Данные отправляются от ведомого протокола к ведущему.

Выключатель

Выключатель

Выходной сигнал

Сообщения могут быть информацией, предоставляемой устройством по событиям и состояниям. Сигналы о событиях и состояниях передаются через дискретные выходы, например, запуск процессорной системы (событие) или сбой в функции устройства (состояние). Это выходные сообщения.

Выходные данные/направление вывода

Данные передаются от основного протокола к подчиненному протоколу.

Граничные часы

Протокол PTP распознает различные типы часов: обыкновенные часы (сокращенно: OC), граничные часы (BC) и прозрачные часы (TC). Граничные часы передают информацию о времени за пределы сети, например, в маршрутизатор, соединяющий различные коммутируемые сети: В качестве ведомого устройства, часы маршрутизатора получают информацию о времени и передают ее дальше в качестве ведущего устройства.

Двойная команда

Двойные команды - это выходные сигналы, отображающие 4 состояния процесса при помощи 2 выходов: 2 определенных (например, вкл/выкл) и 2 неопределенных состояния (например, состояния неисправности).

Двухпозиционное сообщение

Двухпозиционные сигналы являются технологическими сигналами, которые отображают четыре состояния процесса при помощи двух входов: три определенных (например, ON/OFF (ВКЛ/ОТКЛ) и положение неисправности) и одно неопределенное состояние (00).

Дисплей управления

Для устройств с большим дисплеем дисплей управления становится видимым после нажатия кнопки управления. На схеме отображаются управляемые коммутационные аппараты присоединения. Дисплей управления служит для осуществления операций переключения. Спецификации этой схемы являются частью конфигурации.

Заземление

Заземление – это комплекс всех мер, средств и измерений, используемых для выполнения заземления объекта.

Защита от электростатических разрядов (ESD)

Защита от электростатических разрядов – это комплекс всех мер и средств, необходимых для защиты приборов, чувствительных к электростатическим разрядам.

Звезда

Измеренные значения между фазой и землей в 3-фазной системе

Земля

Проводящая земля, чей электрический потенциал можно установить равным нулю в любой точке. Вблизи заземляющих электродов земля может иметь потенциал, отличный от 0. Термин **базовое заземление** также используется в такой ситуации.

Значение учета

Функция обработки, с помощью которой определяется общее количество дискретных входных событий за период (подсчет импульсов), обычно в виде интегрированного значения за промежуток времени. В энергоснабжающих компаниях электроэнергия обычно регистрируется как значение учета (импорт / экспорт / передача электроэнергии).

Иерархический вид

В левой части окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок. Эта область называют иерархическим видом.

Иерархический уровень

В пределах структуры, содержащей объекты высших и низших уровней, иерархический уровень – это уровень, содержащий одинаковые по значимости объекты.

Интерактивный режим

Если присутствует соединение для обмена данными между программой ПК (например, программа конфигурации) и приложением рабочего процесса (например, приложение PC), программа ПК находится в **интерактивном режиме**. Программа ПК выполняется в интерактивном режиме.

Интернет-протокол

Интернет-протокол (IP) обеспечивает связь участников, находящихся в различных сетях.

Информация по станции связи

Информация по станции связи описывает тип и шаблон участника при организации связи с помощью шин PROFIBUS FMS.

Класс общих данных

Общий термин для класса данных в соответствии с моделью МЭК 61850.

Команда управления РПН трансформатора

Команда, которая изменяет положение отпайки в трансформаторе.

Комбинация обмена данными между устройствами

Комбинация коммуникации между устройствами, сокращенно IDC, служит прямому обмену информацией процесса между устройствами SIPROTEC. Для конфигурирования обмена данными между устройствами нужен объект типа IDC-комбинация. В этом объекте определяются отдельные участники группы, а также все необходимые параметры связи. Тип и объем информации, которой обмениваются участники, также хранится в этом объекте.

Комбинированное устройство

Комбинированными устройствами являются устройства присоединений, содержащие защитные функции и дисплей управления ячейкой.

Контейнер

Если объект может содержать другие объекты, он называется контейнером. Примером такого контейнера может быть объект **Папка**.

Контейнер устройства

При использовании "компонентного вида" все устройства SIPROTEC подчиняются объекту типа Контейнер устройства. Этот объект является также специальным объектом DIGSI-5 Manager (Менеджера DIGSI-5). При этом, поскольку компонентный вид в DIGSI 5 Manager отсутствует, данный объект становится видимым только при использовании STEP 7.

Контроллер присоединения

Контроллеры присоединений - устройства, выполняющие функции контроля и управления и не содержащие защитные функции.

Конфигурируемое описание ИЭУ

Описание сконфигурированного IED-устройства (CID) – это файл для обмена данными между инструментальной программой конфигурации интеллектуального электронного устройства IED и самого ИЭУ.

Локальная сеть

Локальная сеть (LAN) - это региональная, местная сеть ПК. Все ПК оборудованы платой сетевого интерфейса и работают друг с другом путем обмена данными. Для LAN требуется операционная система на каждом ПК и стандартное программное обеспечение передачи данных. Операционные системы могут быть разными, как и ПО передачи данных, но и те, и те должны поддерживать общий протокол передачи (протоколы TCP/IP), так чтобы все ПК могли осуществлять взаимный обмен данными.

Лучший алгоритм первичных часов

В сети PTP содержатся часы коммуникации. Использование лучшего алгоритма первичных часов (BMC) позволяет определить устройство, показывающее наиболее точное время. Это устройство используется в качестве опорного тактового сигнала и обозначается в виде грандмастера. Если топология сети изменяется, то алгоритм BMC выполняется снова для тех сетевых сегментов, которые могли быть отключены от грандмастера. Если участвующее устройство является ведущим и ведомым устройством, то оно называется граничными часами.

Матрица комбинаций

В группе обмена данными внутри устройства (IDC) друг с другом могут обмениваться данными до 16 подходящих для этого устройств SIPROTEC. Какое устройство обменивается какой информацией, определятся матрицей комбинаций.

Международная Электротехническая Комиссия.

МЭК

Метка времени

Метка времени – это значение в определенном формате. Метка времени назначает момент времени событию, например, в файле журнала. Метки времени обеспечивают возможность повторного нахождения событий.

Модем

В этом типе объектов сохраняются профили модемов для модемных соединений.

Модемное соединение

Этот тип объекта содержит информацию о двух “участниках” связи: местного и удаленного модемов.

Модуль оптического переключателя

Модуль оптического переключателя (OSM) – это процесс для переключения переключателей в сетях Ethernet, которые имеют структуру в виде кольца. OSM – это процесс, разработанный Siemens и позже ставший стандартом, именуемым MRP. OSM – это модуль EN100-O, интегрированный в оптический Ethernet. OSM практически не используется в сетях МЭК 61850. Там используется RSTP, установленный в качестве международного стандарта.

Модуль программируемой логики

Модули – элементы пользовательской программы, ограниченные их функциями, структурой и назначением.

МЭК

Международная Электротехническая Комиссия.

МЭК-адрес

Уникальный МЭК-адрес должен быть назначен каждому устройству SIPROTEC на шине МЭК. Всего на шине доступно 254 МЭК-адреса.

МЭК-ветвь коммуникации

В пределах МЭК-ветви коммуникации участники обмениваются информацией на основе протокола МЭК 60870-5-103 по шине МЭК.

Набор параметров

Набор параметров – это совокупность всех параметров, которые можно установить для устройства SIPROTEC.

Неактивно SPS

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Однопозиционное состояние

Непрерывная функциональная схема

Язык программирования CFC (CFC) представляет язык программирования. Этот язык используется для программируемых логических контроллеров. Язык программирования непрерывных функциональных схем не определен в стандарте МЭК 61131-3, но представляет текущее расширение среды программирования МЭК. CFC – это графический язык программирования. Функциональные блоки связаны друг с другом. Это является важным отличием от стандартных языков программирования, где вводится последовательность команд.

Обратный порядок байтов

Обратный и прямой порядок байтов описывают порядок, в котором хранится последовательность байтов. В системах с обратным порядком байтов старший байт хранится в ячейке с самым нижним адресом памяти. В системах с прямым порядком байтов старший байт хранится в ячейке с самым высоким адресом памяти.

Общее объектно-ориентированное событие на подстанции

Протокол GOOSE. Протокол МЭК 61850 для связи между терминалом присоединения.

Общий опрос

При запуске системы сканируется состояние всех входов процесса, статус и образ повреждения. Эта информация используется для обновления образа процесса. Аналогично, текущее состояние процесса также может быть опрошено после потери данных при помощи Общего опроса (GA).

Объект

Каждый элемент структуры проекта называется в DIGSI 5 объектом.

Одиночная команда

Одиночные команды – это выходные данные, отображающие два состояния процесса (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) на выходе.

Однопозиционное сообщение

Однопозиционные сигналы (SI) — это сигналы процесса, отображающие два состояния процесса (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) на входе.

Окно данных

Окно данных Область в правой части окна проекта отображает содержимое области, выбранной в окне навигации. Окно данных содержит, например, сообщения или измеренные значения из перечней информации или выбор функций для конфигурации устройства.

Окно навигации

В левой части окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок.

Описание присоединения ВН

Файлы описания проекта ВН (Высокого Напряжения) содержат данные о том, какие присоединения содержатся в проекте ModPara. Текущая информация о каждом присоединении хранится в файле описания присоединения ВН. В файле описания проекта ВН каждое присоединение получает файл описания присоединения ВН через ссылку на имя файла.

Описание проекта ВН

Если конфигурация и параметризация PCU и подмодулей завершается ModPara, все данные будут экспортированы. В ходе этого процесса данные распределяются на несколько файлов. Файл содержит данные по базовой структуре проекта. Как правило, такие данные включают информацию о присоединениях, присутствующих в проекте. Этот файл называется файлом описания проекта ВН.

Описание станции

Описание станции – это файл, соответствующий стандарту МЭК 61850, для обмена данными между инструментом конфигурации системы и самого ИЭУ. Описание станции содержит информацию о структуре сети подстанции. Описание станции содержит, например, информацию о назначении устройств первичному оборудованию, а также о внутренней коммуникации станции.

Описание характеристик ИЭУ (Интеллектуальных электронных устройств)

Обмен данными от ПО конфигурации ИЭУ (DIGSI) к конфигуратору системы. В этом файле описаны эксплуатационные характеристики ИЭУ.

Папка

Этот тип объекта помогает при иерархическом структурировании проекта.

Параметрирование

Общий термин для всех произведенных настроек устройства. Можно параметрировать функции защиты с DIGSI 5 или иногда непосредственно на устройстве.

Передача данных защиты

Передача данных защиты включает все функции, необходимые для обмена данными через защитный интерфейс. Передача данных защиты создается автоматически во время конфигурации каналов связи.

Плавающий

Плавающий означает, что создается свободный потенциал, не присоединенный к земле. Поэтому ток не проходит через корпус к земле в случае прикосновения.

Последовательность событий

Сокращенное наименование: SOE. Упорядоченная запись изменений состояния дискретных входов (входов состояния), снабженных метками времени. SOE используется для восстановления или анализа рабочих характеристик или самой электроэнергетической системы за определенный период времени.

Представление в виде списка

В правой области окна проекта отображаются названия и символы объектов, представляющих содержимое контейнеров в иерархическом виде. Так как отображение информации осуществляется в виде списка, то эта область называется "представление в виде списка".

Программируемая логика

Программируемая логика – это функция в устройствах Siemens или контроллерах станций, включающая пользовательские функции в форме программы. Этот логический компонент можно программировать различными методами: Язык CFC (= непрерывная функциональная схема) является одним их них. К ним также относятся SFC (последовательная функциональная схема) и ST (структурированный текст).

Программируемый логический контроллер

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) - это электронные контроллеры, функция которых сохраняется в виде программы в блоке управления. Поэтому конструкция и электрические подключения устройства не зависят от функций управления. У программируемого логического контроллера структура компьютера; он состоит из ЦПУ с памятью, групп установки и расширения (например цифровые и аналоговые входы, DI, AI, CO, CR), источника питания и стойки (с системой шин). Периферийные устройства и язык программирования определяются функциями, выполняемыми системой управления.

Проект

По своему содержанию, проект – это отображение реальной системы электроснабжения. Графически проект представляется в виде множества объектов, интегрированных в иерархическую структуру. Физически проект состоит из набора папок и файлов, которые содержат данные проекта.

Прозрачные часы

Протокол PTP распознает различные типы часов: обыкновенные часы (сокращенно: OC), граничные часы (BC) и прозрачные часы (TC). Прозрачные часы были добавлены в спецификацию в 2008 году, они позволяют улучшить передачу временной информации в пределах сети путем приема сообщений PTP и передачи их после модификации (коррекции).

Простой протокол синхронизации времени (SNTP)

Простой сетевой протокол синхронизации времени (SNTP) – это протокол для синхронизации часов через Интернет. Используя SNTP, клиентские компьютеры могут синхронизировать свои часы через Интернет с помощью сервера времени.

Простой протокол управления сетью (SNMP)

Простой протокол управления сетью (SNMP) – это стандартный Интернет-протокол, служащий серверы для управления узлами в сети IP.

Протокол высокоскоростного связующего дерева

Протокол высокоскоростного связующего дерева (RSTP) - это стандартизированный процесс резервирования с коротким временем срабатывания. Протокол связующего дерева (STP протокол) обеспечивает время структуризации в случае реорганизации структуры сети порядка десятков и более секунд. Это время сокращается до нескольких сотен миллисекунд для RSTP.

Протокол динамической конфигурации ведущего узла

Динамическое назначение IP-адресов служит для автоматической конфигурации ПК с обеспечением централизации и согласованности сети TCP/IP. Используется протокол DHCP. Системный администратор определяет, как назначаются IP-адреса, и уточняет временной промежуток, через который они назначаются. DHCP определятся в соответствии со стандартами сети Интернет RFC 2131 (03/97) и RFC 2241 (11/97).

Протокол исследований и базовой конфигурации

Протокол DCP используется для обнаружения устройств без IP-адресов и назначения адресов таким устройствам.

Протокол непрерывного резервирования высокой готовности

Аналогично PRP (протокол постоянного резервирования), HSR (протокол непрерывного резервирования высокой готовности) определен в МЭК 62439-3. Оба протокола предлагают резервирование без времени переключения.

Основная функция может быть найдена в определении PRP. При использовании PRP сообщение передается одновременно по 2 отдельным каналам связи. При использовании HSR сообщение отправляется дважды по 2 направлениям кольца. Получатель принимает его соответственно двумя путями в кольце, берет первое сообщение и отбрасывает второе (см.

PRP). Если при наличии PRP в конечном устройстве не передаются сообщения, на узле HSR устанавливается функция переключения. Таким образом, узел HSR передает в кольце сообщения, которые не направлены на него.

Чтобы избежать циклических сообщений в кольце, для случая HSR определены соответствующие механизмы.

Конечные устройства SAN (одиночного присоединенного узла) можно соединить только при помощи REDBOX в случае HSR. Системы PRP и системы HSR можно связывать с двумя REDBOX путем резервирования.

Протокол параллельного резервирования

Протокол параллельного резервирования (PRP) — это протокол резервирования для сетей Ethernet, описанный в стандарте МЭК 62439-3. В отличие от стандартных процедур резервирования, таких как RSTP (протокол быстрого связующего дерева, IEEE 802.1D-2004), PRP обеспечивает бесперебойное переключение, при котором можно избежать простоев в случае повреждения, и таким образом обеспечивается максимальная доступность.

PRP основан на следующем подходе: Процедура резервирования осуществляется в самом конечном устройстве. Принцип работы прост: Резервное конечное устройство имеет два интерфейса Ethernet с одинаковым адресом (DAN, Двойной прикрепленный узел). Теперь одно и то же сообщение отправляется (**параллельно**) по 2 отдельным сетям с присвоением каждому сообщению своего уникального номера выполнения. Получатель использует сообщение, которое он принимает первым, сохраняет его идентификатор на основании адреса источника и номера выполнения в фильтре дубликатов и, таким образом, распознает второе (резервное) сообщение. Далее данное резервное сообщение отбрасывается. Если отсутствует первое сообщение, то второе сообщение с таким же содержанием приходит через другую сеть. Такой способ резервирования позволяет избежать переключений в сети, и таким образом обеспечивается непрерывность обмена данными. Конечное устройство не передает сообщения в другую сеть. Поскольку процесс реализуется на уровне Ethernet (одинаковый MAC-адрес), он прозрачный и используется для всех Ethernet-протоколов (МЭК 61850, DNP и других протоколов на основе TCP/IP). Кроме того, можно использовать одну из двух сетей для передачи нерезервируемых сообщений.

Существует две версии PRP: PRP-0 и более поздняя версия, PRP-1. Siemens использует PRP-1.

Протокол пользовательских датаграмм (UDP)

UDP – это протокол дейтаграммы. Протокол основан на IP в качестве TCP. Но, в отличие от него, UDP работает без соединения и не имеет никакого предохранительного механизма. Преимуществом UDP по сравнению с IP является большая скорость передачи данных.

Протокол управления передачей

Протокол управления передачей (TCP) – это протокол передачи для транспортных служб в Интернете. TCP основан на IP и обеспечивает связь участников во время передачи данных. TCP гарантирует правильность данных и правильную последовательность пакетов данных.

Профиль модема

Профиль модема состоит из названия профиля, драйвера модема и может также включать несколько команд инициализации и адрес участника. Для одного модема можно создать несколько профилей. Для этого Вам нужно связать различные команды инициализации или адреса участников с драйвером модема и его свойствами и сохранить их под различными именами.

Реальное время

Реальное время

Резервная батарея

Резервная батарея обеспечивает сохранение определенных областей данных, признаков состояния, таймеров и счетчиков.

Реорганизация

Частое добавление и удаление объектов приводит к созданию участков памяти, недоступных для использования. Реорганизация проектов позволяет снова освободить эти участки памяти. При реорганизации также осуществляется переназначение адресов VD. В результате все устройства SIPROTEC должны быть снова инициализированы.

Свидетельство о соответствии реализации протокола

Эксплуатационные характеристики системы испытывают и подытоживают в отчете соответствия реализации протокола (PICS = свидетельство о соответствии реализации протоколу).

Свойство объекта

Все объекты обладают свойствами. Это могут быть общие свойства, одинаковые для нескольких объектов. Кроме того, объект может иметь особые, присущие только ему свойства.

Сервисный интерфейс

Интерфейс устройства для сопряжения с DIGSI 5 (например, через модем)

Системный интерфейс

Интерфейс устройства для связи с системой управления и защиты через различные протоколы связи

Следящие показания

Следящие показания – это однопозиционные сигналы, присутствующие очень короткое время, в которых фиксируется только поступление сигнала процесса и далее выполняется своевременная обработка.

Сообщение о величине

Сообщения о величине – это однопозиционные сигналы, в которых дальнейшее значение передается в дополнение к текущему сигналу (например: **Функция определения места повреждения** : Здесь расстояние к месту повреждения также указывается в дополнение к сообщению о повреждении **ДА/НЕТ**.)

Сообщение о положении РПН трансформатора

Сообщение о положении РПН трансформатора (ТМ) - это функция обработки. Изменения отпайки трансформатора записываются и далее обрабатываются с этой индикацией.

Сообщения в битовой комбинации

Битовая комбинация – это функция обработки, с помощью которой смежные элементы цифровой информации о процессе могут записываться согласованно и обрабатываются параллельно через

несколько входов. Обозначение битовой комбинации может быть выбрано равным 1, 2, 3 или 4 байтам.

Сообщения о повреждениях дальнего конца

Сообщение о повреждениях дальнего конца (FEFI) – это специальная настройка переключателей. Предусмотрена только возможность зарегистрировать прерывание линии на линии приема. Если обнаружено прерывание линии, изменяется состояние линии. Изменение состояния вызывает удаление MAC адреса, назначенного порту в переключателе. Впрочем, отключение линии приема от переключателя можно определить в приемнике, т.е. с использованием переключателя. После этого приемник немедленно блокирует линию передачи и сигнализирует о сбое связи с другим устройством. Уставка FEFI в переключателе вызывает обнаружение ошибки на линии приема переключателя.

Спецификация производственных сообщений

Стандарт спецификации производственных сообщений (MMS) служит для обмена данными. Стандарт используется для протоколов передачи МЭК 61850 и МЭК 60870-6 TASE.2.

Строка инициализации

Строка инициализации состоит из ряда команд, зависящих от типа модема. Если запущен модем, эти команды передаются на модем. Команды могут, например, вызывать определенные настройки модема.

Телефонная книга

В этом типе объектов сохраняются адреса участников для модемных соединений.

Тип данных

Тип данных – это набор значений объекта данных, вместе с операциями, разрешенным по этому набору значений. Тип данных содержит классификацию элемента данных, например, позволяющую определить, содержит ли он целые числа, буквы и др.

Топологический вид

Топологический вид ориентирован на объекты системы (например, распределительное устройство) и взаимосвязи между ними. Топологический вид описывает структурированную схему системы в иерархической форме. Вид топологии не распределяет объекты по устройствам.

Туннелирование

Технология для соединения двух сетей посредством третьей сети; при этом проходной трафик полностью изолирован от внутреннего трафика третьей сети.

Устройство SIPROTEC 5

Этот тип объекта представляет реальное устройство SIPROTEC со всеми значениями уставок и рабочих данных.

Устройство защиты

Защитное устройство определяет ошибочное состояние в распределительных сетях, учитывая различные критерии, такие как ошибочное расстояние, направление ошибки или повреждения, срабатывание отключение секции неисправной сети.

Участник

В группе обмена данными внутри устройства могут обмениваться данными друг с другом до соответствующих 16 устройств SIPROTEC. Отдельно задействованные устройства именуются участниками.

Формулировка соответствия реализации модели

Формулировка соответствия реализации модели (см. MICS)

Формулировка соответствия реализации модели подробно описывает модели стандартных объектов данных, поддерживаемых системой или устройством.

Функциональная группа

Функции соединяются в функциональную группу (FG). Распределение функций по трансформаторам тока и/или напряжения (назначение функций по точкам измерения), обмен информацией между функциональными группами через интерфейсы, а также генерация сообщений группы важны для такого объединения.

Электромагнитная совместимость

Электромагнитная совместимость (ЭМС) означает, что элемент электрического оборудования работает без ошибок в определенной среде. На среду здесь не осуществляется никакое значительное воздействие.

Алфавитный указатель

A

ACD 163
ACT 163

D

DPC 163
DPS 162

I

INC 163
INS 162
Iдифф
    Логика работы ступени 528
    Работа защиты в аварийном режиме 530
Iдифф быстр
    Пуск ступени 534
    Пуск ступени при включении 535
    Работа защиты в аварийном режиме 535
    Режим работы 533
Iдифф быстр.
    Логика работы ступени 533

S

SPC 162, 163
SPS 161
SPS не сохранено 161

Б

Блокировка при качаниях мощности
    Логическая схема 676
    Описание функции 674
    Структура функции 673
    Функция 674

В

Внешнее отключение 678
Выключатель
    Контроль цепи отключения 322
    Логика отключения 326
    Прерывание команды отключения 326
    Проверка выключателя 322
    УРОВ 322

Д

Дистанционная защита
    Выходная логика 671
    Двойные повреждения в сетях с заземленной нейтралью 616
    Определение направления 637
    Пуск по полному сопротивлению 646
    Сети с заземленной нейтралью 611
    Сети с заземленной нейтралью, указания по применению функции и вводу уставок 616
    Сети с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью 627
    Сети с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью, указания по применению функции и вводу уставок 633
    Ступень с круговой характеристикой срабатывания МНО 663
    Ступень с полигональной характеристикой срабатывания 652
Дифференциальная защита
    Пуск при включении 530
    Пуск ступени 529
    Режим работы 528
Дифференциальная защита двигателя
    Обзор функций 491
    Структура функции 491
Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов
    Обзор функции 450
Дифференциальная защита линии
    Iдифф 528
    Iдифф быстр 533
    Групповые измеренные значения 519
    Коррекционная самостабилизация 521
    Логика пуска защиты 537

Обзор функций 518
Определение броска тока намагничивания 523
Передача измеренного значения 518
Погрешности трансформаторов тока 521
Синхронизация измеренных значений 520
Структура функции 524
Дифференциальная защита от замыканий на землю 472, 473
Дифференциальная защита ошиновки
Адаптивная автостабилизация 550
Обзор функции 548
Общая логика работы 549
Описание ступени Ошдифф 552
Описание ступени Ошдифф быстр 555
Погрешности трансформаторов тока 550
Структура функции 548
Дифференциальная защита трансформатора
Обзор функций 399
Структура функции 399
Дифференциальной защита ошиновки
Режим работы 549
дифференциальной защиты линии
Компенсация зарядного тока 544
Другие функции
Блокировка от дребезга 165
Блокировка сбора данных 165
Обновление вручную 165
Постоянная команда 165
Сохраненные выходные сигналы 165
Дуговая защита 1031

Ж

Журнал безопасности 81
Журнал диагностики устройства 83
Журнал изменения уставок 75
Журнал повреждений 71
Журнал пусков двигателей 85
Журнал рабочих сообщений 69
Журнал связи 80
Журнал сообщений о замыканиях на землю 73
Журнал, задаваемый пользователем 77
Журналы 68
Администрирование 68
Настройка 68
Сохранить 87
Удалить 87

З

Защита от перевозбуждения
Обзор функций 862
Структура функции 862
Защита от перегрузки 964
Защита от тепловой перегрузки
Тепловая модель 965, 976
Функциональные измеряемые величины 965, 976
Защита по напряжению
Защита от повышения напряжения по любому напряжению 907
Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности/напряжению смещения 900
Защита от повышения напряжения по напряжению обратной последовательности 895
Защита от повышения напряжения прямой последовательности 891
Защита от повышения напряжения с 3-фазным напряжением 886
Защита от снижения напряжения 913
Защита от снижения напряжения по любому напряжению 927
Защита от снижения напряжения прямой последовательности 920

И

Интерфейс данных защиты
Синхронизация времени 128
Интерфейс защиты
диагностические данные 143
Диагностические измеренные значения интерфейса защиты 138
журнал 143
Панель данных 132
Проверка контура 1349
Синхронизация времени 129

К

Компенсация зарядного тока
Логика ступени 544
Режим работы 544
Контроль синхронизма 1144
Контроль температуры
Обзор функций 986
Описание функции 987
Структура функции 986

Л

Логика дифференциальной защиты двигателя 495
Логика отключения защиты 538
Логика пуска защиты
Логика пуска защиты 537
Логика работы дифференциальной защиты трансформатора 404

М

Максимальная токовая защита
Динамические параметры 709, 734
Максимальная токовая защита нулевой последовательности 712
Структура функции 712
Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий 681
Структура функции 681
Максимальная токовая защита, 1ф 737
Структура функции 737
ступень с независимой характеристикой выдержки времени (МТС с независимой выдержкой времени) 739
Ступень с обратнозависимой характеристикой выдержки времени (МТС с обратнозависимой выдержкой времени) 743
Мгновенного отключения при больших токах
Стандартный пуск 880
Мгновенное отключение при больших токах
Обзор функций 879
Структура функции 879
Мгновенное отключение при включении на повреждение 961
Мгновенное отключение при высоких значениях тока
Пуск через интерфейс данных защиты 882
Мониторинг температуры
Технические данные 1468
Указания по применению и вводу уставок 988
МТЗ 975
МТЗ, включенная на ток нулевой последовательности
Обнаружение броска тока намагничивания 732
Определяемая пользователем характеристика срабатывания 728
МТЗ, однофазная
Быстрая ступень 750
Пример применения: Высокоомная дифференциальная защита 752
Пример применения: Защита от утечки токов с бака трансформатора 758
МЭК 60529 1382

Н

Направленный тест 1350

О

Обмен данными защиты
Данные удаленного конца 116
Распознавание топологии 116
Обмена данными защиты 117
Обнаружение замыканий на землю
Сети с заземленной нейтралью 612
Сети с заземленной нейтралью, контроль напряжения нулевой последовательности 615
Сети с заземленной нейтралью, контроль отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности 614
Сети с заземленной нейтралью, контроль тока нулевой последовательности 613
Обнаружение замыкания на землю
Изолированные или компенсированные сети 628
Изолированные или компенсированные сети, критерий напряжения нулевой последовательности 632
Изолированные или компенсированные сети, критерий тока нулевой последовательности 630
Сети с изолированной или компенсированной нейтралью, контроль отношения тока нулевой последовательности к току обратной последовательности 631
Обнаружение обрыва провода
Блокировка 1233
Контроль обрыва провода 1232
Обзор функций 1231
Предполагаемый обрыв провода 1232
Применение и замечания по выбору уставок 1233
Структура функции 1232
Общие функции (проверка понижения напряжения, расчет df/dt) 950
ОМП
Компенсация влияния параллельной линии 933
Описание ступени 951
Оптоволокно
Многомодовое 119
Мультиплексор 119
Одномодовое 119
Ретранслятор 119

П

Передача данных защиты 116
Проверка контура 1349, 1350

Р

Рабочие измеряемые величины 1271
Размеры 1381
Расчет горячей точки
Структура функции 995
Расчет горячих точек
Обзор функций 995

С

Синхронизация асинхронных систем 1148
Синхронизация синхронных систем 1146
Сообщения 62
  Дисплеи 65
  Считывание 62
Сохраненные сообщения 91
Спонтанное сообщение на экране 89
Ступень синхронизации 1138

Т

Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени 848
Топология
  Кольцевая топология 117
  Шинная топология 117

У

Управление ступенью 806
Устройства серии SIPROTEC 5
  Идентификационный номер ставок и сообщений 59
Устройство SIPROTEC 5
  Настройка шаблонов применения 53
  Реализация функций 46
  Управление функциями 55
Устройство резервирования отказа выключателя 1006

Ф

Фазная МТЗ
  Обнаружение броска тока намагничивания 706
  Определяемая пользователем характеристика срабатывания 703, 747
Фазная направленная МТЗ 770
Фазорегулирующий трансформатор
  Трансформатор специального назначения 459
  ФРТ с двумя сердечниками 463
  ФРТ с одним сердечником 451
ФГ Аналоговые модули
  Взаимодействие с блоком Ether. 20 мА 345
  Заметки по применению и настройке для блока Ethernet на 20 мА 346
  Заметки по применению и настройки для RTD-блока с последовательным интерфейсом 366
  Обзор 341
  Обзор RTD-блока Ethernet 360
  Обзор RTD-блока послед. 366
  Обзор блока Ethernet на 20 мА 344
  Связь с RTD-блоком 362
  Структура функциональной группы 342
  Технические данные 1467
ФГ Аналоговые трансформаторы
  Обзор блока на 20 мА с последовательным интерфейсом 352
  Рекомендации по применению и настройке для блока с последовательным интерфейсом на 20 мА 352
Функции управления
  Определяемые пользователем объекты 161
  Проверка команд 1108
  Протоколирование команд 1128
  Элементы управления 1072
Функциональная группа
  Автотрансф. дифф. 231
  ДифЗащДв 272
  Дифф. трансф. 208
  Линия 285
  Нейтраль автотрансформатора 263
  Нейтраль трансформатора 222
  Сторона компенсационной обмотки автотрансформатора 245
  Сторона общей обмотки автотрансформатора 236
  Сторона трансформатора 212
  Функциональная группа стороны заземления автотрансформатора 255
Функциональная группа U,I 3ф.
  Структура функциональной группы 315
Функциональная группа UI 3 ф.
  Обзор 315
функциональная группа Аналоговые модули
  Указания по применению и вводу уставок для RTD-блока Ethernet 363
Функциональная группа Аналоговые модули
  Датчик температуры 364
функциональной группы
  СтДвиг. 275

Ч

Чувствительное обнаружение замыкания на землю
  Обзор функций 560
  Структура функции 560
  Ступень защиты от замыканий на землю в переходных процессах 583
  Ступень защиты от повышения напряжения с напряжением нулевой последовательности/остаточным напряжением 567
  Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0 606
Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю
  Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением 3I0-ф(U,I) 590

Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением G0 или B0 596
Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ 572

Ш

Шаблоны применения
7UT82 187
7UT85 191
7UT86 196
7UT87 203