

Заместителю Главного инженера ОАО «ФСК ЕЭС»
П.Г. Тюделекову
Факс: (495) 710-96-55
E-mail: info@fsk-ees.ru

Компания	ООО «Сименс»
Департамент	IC SG EA
Фамилия	Перевертов В.Ю.
Телефон	(495) 737-15-69
Факс	(495) 737-23-85
Мобильный тел.	+7 (916) 9345223
E-mail	Valery.Perevertov@siemens.com
Вх. №	
Исх. №	SG EA 197
Дата	21.06.2013

- «Информационное письмо по функции контроля исправности цепей напряжения»

Уважаемый Павел Георгиевич!

Направлем Вам информационное письмо по использованию функции контроля исправности цепей напряжения (приложение 1) и методику выполнения дополнительной схемы в CFC –логике (приложение 2) в терминалах 7SA52X, 7SA6XX, 7SD5XX серии SIPROTEC 4.

Просим обратить внимание, что даже при выполнении рекомендаций данного письма, если не использован канал блокирования функций (через дискретный вход), правильная работа которых зависит от исправности цепей напряжения, возможна излишняя/ложная работа функции ДЗ при переводе цепей напряжения с одного ТН на другой и одновременном совпадении следующих условий:

1. Для версий ПО терминалов 4.70- 4.72:
 - 1.1. Введено оперативное ускорение со временем менее 0,7сек
 - 1.2. Несимметрия токов нагрузки, близких по величине к току пуска функции ДЗ
2. Для версий ПО терминалов 4.68 и ниже (до перехода на версию ПО 4.7X):
 - 2.1. Несимметрия токов нагрузки, близких по величине к току пуска функции ДЗ.

ООО «Сименс» рекомендует для исключения случаев излишней/ложной работы функции ДЗ в указанных выше условиях, на время перевода цепей напряжения с одного ТН на другой, выводить из работы функцию ДЗ.

Приложения 1 и 2 отправлены в электронном виде по адресу: info@fsk-ees.ru

Приложение 1: «Информационное письмо по функции контроля исправности цепей напряжения в терминалах серии Siprotec» -на 51 стр.

Приложение 2: Методика выполнения схемы в CFC-логике согласно информационного письма ООО Сименс по Функции контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X, 7SA6XX, 7SD5XX – на 47стр.

С уважением,



В. Бойко,
Руководитель подразделения
ООО «Сименс» IC SG EA

Информационное письмо по функции контроля исправности цепей напряжения в терминалах серии SIPROTEC 4

В настоящем письме рассмотрены способы контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X (7SA6X, 7SD52X с комплектом ДЗ), особенности выполнения этой функции в зависимости от версии терминала и даны общие рекомендации по применению функции в зависимости от схем подключения цепей ТН.

Функция контроля исправности цепей напряжения включает в себя четыре независимых канала, с действием на те защитные функции, работа которых зависит от состояния цепей напряжения. На Рис.1 показана типовая схема подключения терминала защиты 7SA52X (7SA6X, 7SD52X с комплектом ДЗ), рекомендованная производителем, и применяющаяся для защиты линии при использовании автоматических выключателей (АВ) во вторичных цепях ТН.

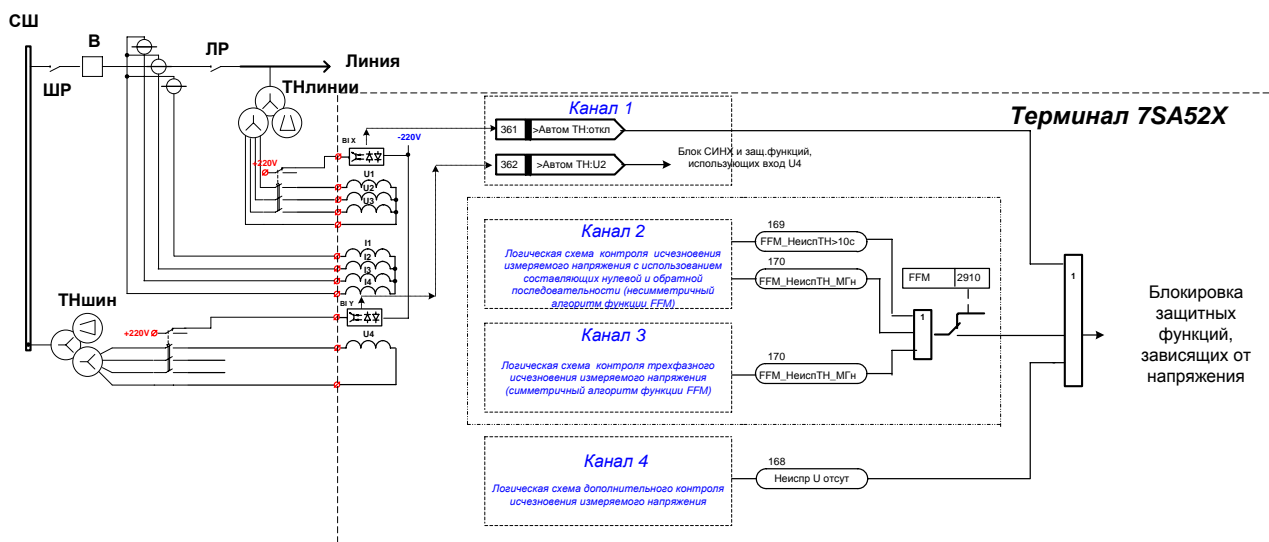


Рис.1 Каналы работы функции «Контроль исправности цепей напряжения» и типовая схема подключения терминала 7SA52X(7SA6X, 7SD52X с комплектом ДЗ) к цепям напряжения при использовании АВ

В качестве автоматических выключателей необходимо использовать специально рекомендованные компанией Siemens АВ типа 3RV16. Код заказа приводится в соответствующих Технических описаниях, например на 7SA52X в разделе А1 «Спецификация заказа устройства и дополнительного оборудования». Технические характеристики приводятся в Каталогах на Siprotec 4, например на стр. 14\17-14\19 каталога, который можно «скачать» по адресу :

http://siemens.siprotec.de/download_neu/devices/1_General/Catalog_SIP-E6/00_Catalog_SIP_E6_Complete.pdf

Преимуществом применения схемы, приведенной на **Рис.1** является независимость правильной работы функции ДЗ (а также других, зависящих от цепей напряжения функций) при исчезновении цепей напряжения, вызванной отключением АВ от каких-либо уставок терминала при применении рекомендованного производителем АВ защиты цепей ТН.

При применении АВ других типов необходимо учитывать их время работы. Если требования к быстродействию срабатывания блок-контактов, приведенные как в указанном выше документе, так и в документе «SIPROTEC, 7SA522 Руководство по эксплуатации C53000-G1156-C155-1» выполняются (стр.357):

Защитный автоматический выключатель для трансформаторов напряжения

*Если на вторичной стороне трансформатора напряжения используется защитный автоматический выключатель, то его состояние передается через дискретный вход в устройство, сообщая последнему о положении автоматического выключателя ТН. При отключении защитного автоматического выключателя вследствие КЗ во вторичных цепях, необходимо сразу блокировать функцию дистанционной защиты. В противном случае, может произойти ложное отключение из-за отсутствия измеряемого напряжения при протекании тока нагрузки. Данную блокировку необходимо осуществить прежде, чем сработает первая ступень дистанционной защиты. Для этого необходимо максимально короткое время срабатывания защитного автоматического выключателя трансформатора напряжения ($\leq 4\text{мс}$ при 50Гц, ($\leq 3\text{мс}$ при 60Гц номинальной частоты). Если это не может быть обеспечено, то необходимо установить время срабатывания по адресу **2921 Т выкл ТН**.*

то, ничего дополнительного делать не надо. Если нет, то необходимо «скорректировать» уставку, задаваемую по адресу **2921 Т выкл ТН**.

При этом необходимо учитывать, что уставка времени, задаваемая по адресу по адресу **2921**, отличная от 0мс («заводская» уставка) «замедляет» на эту же величину время срабатывания (запуска) алгоритма ДЗ.

При применении данной схемы в защитах линий напряжением 110-220кВ необходимо учитывать, что в этом случае в качестве ТН линии обычно используется «шинный» ТН, а напряжение синхронизации берется от линейного однофазного ТН или ШОНа.

В этом случае можно, например, организовать «общую» шину, которая будет последовательно-параллельно проходить через все терминалы защит линий, подключенных к той же системе шин, что и рассматриваемый ТН. Примерная схема подключений приведена на **Рис.2**

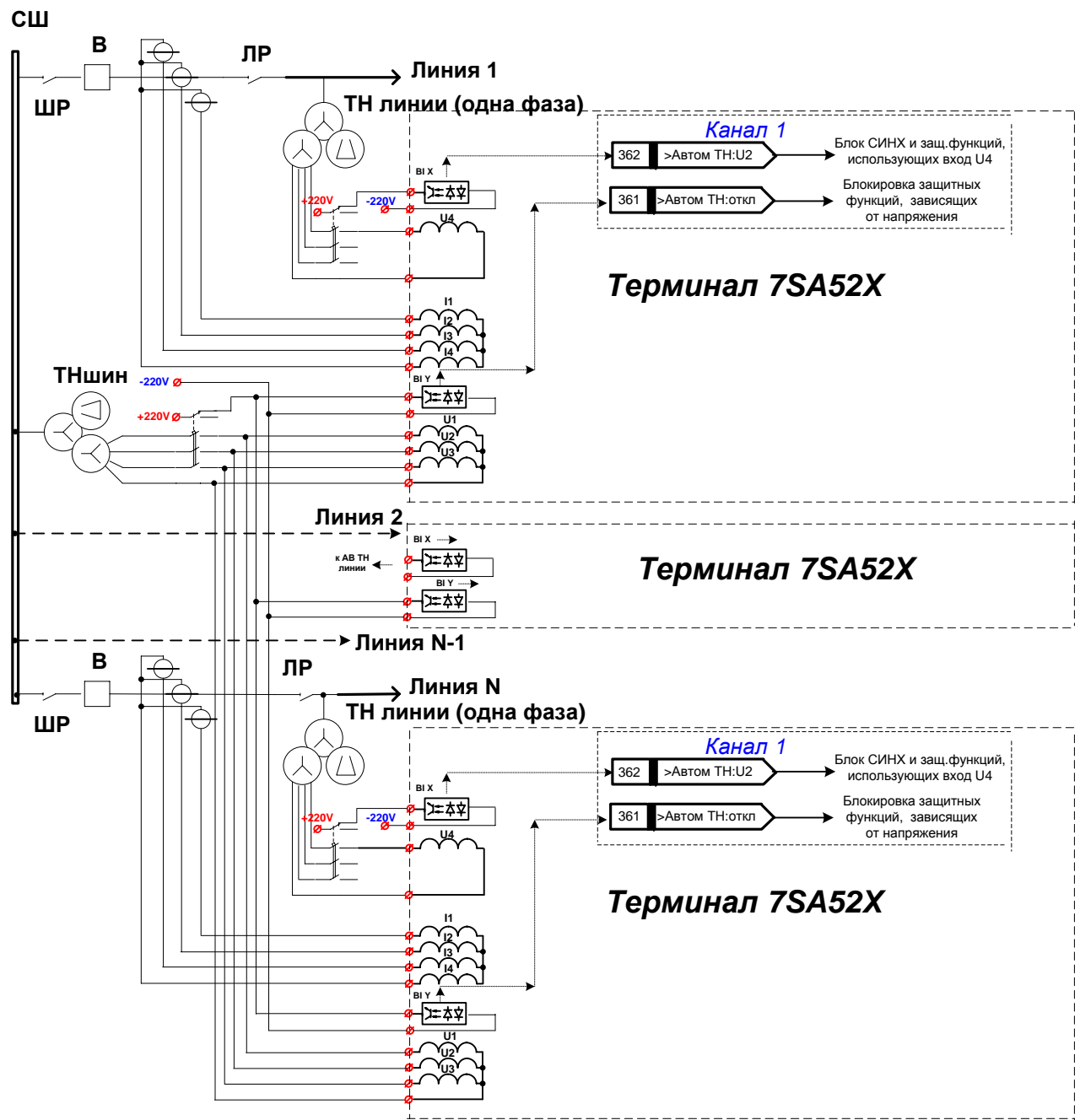


Рис.2 Типовая схема подключения терминала 7SA52X (7SA6X, 7SD52X с комплектом ДЗ) к цепям напряжения при использовании АВ для защиты ТН в сетях 110-220кВ

Возможны и другие способы организации цепи блокировки от БК АВ, например использование быстродействующих промежуточных реле, «размножающих» положение блок-контакта шинного АВ защиты цепей ТН (с соответствующим учетом вносимой этими реле дополнительной задержки по адресу **2921 Т выкл ТН**).

При наличии на присоединении или панели шинного ТН реле КРБ-12, можно также завести его выходной контакт на дискретный вход терминала, куда «заранжирован» сигнал **361**. Поскольку время срабатывания реле КРБ-12 составляет порядка 10мс, то это время

необходимо учесть при задании уставки по адресу **2921**. В этом случае нет необходимости использования БК АВ защиты цепей ТН, обычно расположенного в шкафу ТН на ОРУ.

В ряде случаев использование таких схем становится затруднительным из-за требования «резервирования» цепей напряжения и, соответственно, появления в схемах дополнительных коммутационных ключей (аппаратов) перевода цепей напряжения с основного ТН на резервный и/или контактов реле РПР. В этом случае необходимо «заводить» их соответствующие дополнительные контакты в вышеуказанный канал 1 блокировки тех защитных функций, правильная работа которых зависит от исправности цепей напряжения, через ранжированный соответствующим образом дискретный вход терминала. Необходимо учитывать, что рекомендованный достаточно старым нормативным документом «Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей» (СО 34.35.305) АВ типа АП50 не подходит по своим техническим характеристикам для выполнения блокировки через дискретный вход терминала вышеуказанным способом защитных функций, правильная работа которых зависит от исправности цепей напряжения.

На данный момент отсутствуют типовые решения по автоматическому формированию сигналов блокировки при переводе цепей напряжения с основного ТН на резервный. Можно установить, например дополнительные ключи, формирующие сигнал «блокировки» и которые необходимо переключать «вручную» до начала операций по переводу цепей напряжения с одного ТН на другой.

Один из возможных вариантов применения такого решения показан на Рисунке 3 ниже:

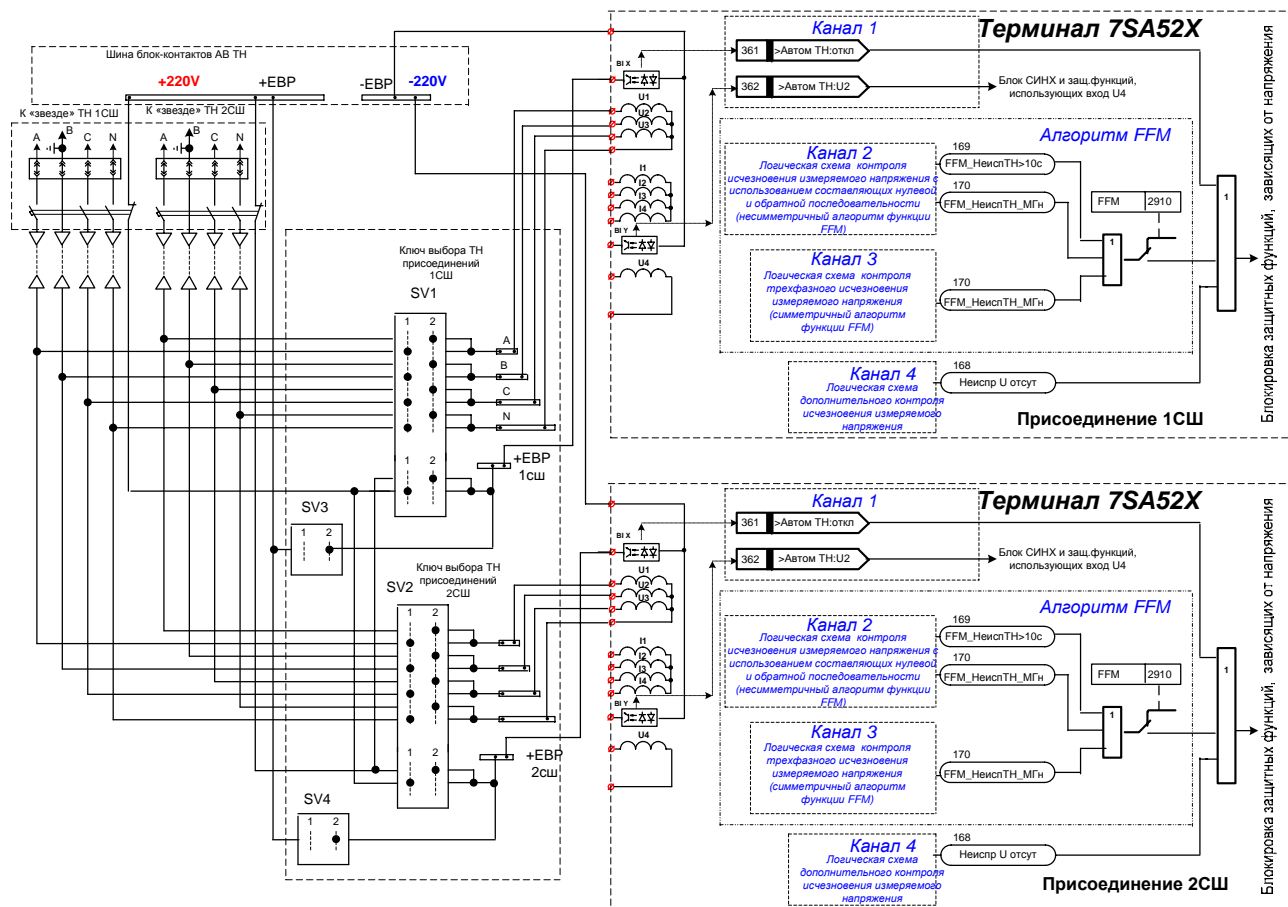


Рис.3 Организация цепей блокировки дополнительными ключами SV3 (SV4).

В ряде проектных решений, были предприняты попытки осуществить блокировку защитных функций, правильная работа которых зависит от исправности цепей напряжения через приведенные на Рис.1 каналы 2 и 3 без использования канала 1. Эти два канала (2 и 3) образуют функцию контроля FFM (дословный перевод: контроль исправности предохранителей, которую иногда неправильно отождествляют с термином БНН – Блокировка при Неисправности цепей Напряжения), и состоящую из двух независимых алгоритмов:

Алгоритм 1 (канал 2) – Контроль исчезновения измеряемого напряжения с использованием составляющих нулевой и обратной последовательности, который для краткости в дальнейшем в данном информационном письме будет называться «несимметричный» алгоритм FFM.

Алгоритм 2 (канал 3) – Контроль трехфазного исчезновения измеряемого напряжения, который далее в данном информационном письме будет называться «симметричный» алгоритм FFM.

Работа функции «Контроль исправности цепей напряжения» по каналам 2 и 3, в отличие от работы по каналу 1 зависит от выставленных в устройстве уставок.

Производитель рекомендует использование каналов 2 и 3 (без канала 1) только в варианте защите цепей ТН предохранителями. Разрешается, также их использование как дополнение при использовании АВ в цепях ТН, например на стр. 347 документа «SIPROTEC, 7SA522 Руководство по эксплуатации C53000-G1156-C155-1»:

Если вместо защитных автоматических выключателей ТН с заведенными блок-контактами используются предохранители, то для обнаружения проблем во вторичной цепи трансформатора напряжения может вводиться в действие функция «Контроль-перегорания –предохранителя ТН)- FFM. Конечно, автоматический выключатель в цепях трансформатора напряжения и функцию «Контроль-перегорания –предохранителя ТН» можно использовать одновременно.

В дальнейшем, при эксплуатации подстанций, выполненных по таким проектным решениям (только каналы 2 и 3), при использовании в схемах, где цепи ТН защищаются автоматическими выключателями, в двух характерных случаях происходили случаи «ложного отключения» от ДЗ. Первый случай будет, для краткости, называться «действие дежурного». Второй случай – «перевод цепей ТН с несимметричным кратковременным исчезновением напряжения».

Первый случай.

На Рис.4 с определенной долей условности (для показа всего процесса сокращены времена перехода от одного режима к другому) показан случай ложного отключения при «действиях дежурного».



Рис.4 Ложное отключение от ДЗ при действиях дежурного при КЗ в цепях ТН с последующим «отгоранием одной (нескольких) фаз напряжения.

В исходном режиме через реле протекают токи нагрузки порядка $I_n = 1 \text{ A}$. Цепи напряжения исправны ($U_a = U_b = U_c = 57,7 \text{ В}$). ДЗ активна.

В момент времени T_0 отключаются фазы А и С Автоматического Выключателя (АВ) защиты цепей напряжения. Мгновенно срабатывает несимметричный алгоритм FFM (появление сигнала **170 «FFM_НеиспТН мГн»**), блокируется функция ДЗ (сигнал «ДЗ БЛОК»). В момент времени T_1 «доотключается» третья фаза АВ ТН (фаза В). В этот момент времени «отпадает» несимметричный алгоритм FFM, так как исчезают уже все три фазы напряжения и срабатывает симметричный алгоритм FFM. Сигнал **170** не пропадает, ДЗ остается заблокированной. В момент T_2 дежурный включает АВ ТН. Условно принято, что к этому моменту две фазы «отгорели». В этот момент «возвращается» симметричный алгоритм и «срабатывает» несимметричный. ДЗ остается заблокированной. Дежурный видит, что цепи напряжения неисправны и вручную отключает АВ ТН в момент T_3 . При исчезновении всех трех фаз происходит ложное отключение от ДЗ, так как «снимается» сигнал **170 «FFM_НеиспТН мГн»**.

Второй случай.

На **Рис.5** приводится осциллограмма ложной работы ДЗ при «переводе цепей ТН с основного на резервный с несимметричным кратковременным исчезновением напряжения». Эта осциллограмма взята из реального случая ложного отключения, имевшего место на ПС «Златоуст» при переводе цепей напряжения с одного ТН на другой.

В момент времени T_0 происходит запуск осциллографа. Далее видна причина перевода цепей ТН: большой перекося между примерно одинаковыми напряжениями фаз А и В и фазой С.

На осциллограмме можно заметить «дребезг» сигнала **170 «FFM_НеиспТН мГн»**. Это вызвано «колебаниями» напряжения U_2 относительно уставки по адресу **2911A=30V** («заводская» уставка). В момент времени T_1 при переключении дежурным ключа перевода цепей ТН от реле отключается фаза цепей напряжения. Появляется напряжение U_0 и пропадает «дребезг» сигнала **170 «FFM_НеиспТН мГн»**. ДЗ заблокирована. В момент T_2 исчезает напряжение на фазах В и С. Через время возврата FFM «отпадает» несимметричный алгоритм, в момент времени T_3 снимается блокировка ДЗ. В момент времени T_4 происходит ложное отключение от первой зоны ДЗ (сигнал ДЗ ОТКЛЗФЗ1мгн).

Ниже приводится официальный ответ из Германии, где описывается поведение функции FFM в этот момент:

The problem of this case was the working method of the voltage step indication. Please compare to the attached picture. There can be seen the point where the Three-Phase Measuring Voltage Failure should recognize the missing voltage and start the FFM. But in this case this function could not work.

Reason:

- At the blue line a jump of the voltage was detected. At this time the condition "All three phase-to-earth voltages are smaller than the threshold FFM $U < \max(3ph)$ " is not fulfilled.

- At the yellow line there is the jump to zero. At this time the Jump detector is blocked, because of the jump at the blue line and this is why the logic is not fulfilled.

After recognizing a jump the device is blocking the jump detection for duration of minimum 50ms. The device needs a stable condition of voltage or current for some time to assure the correct detection of a jump.

The effect in this case is that the FFM can not work like you expect. In the logic diagram you can see that the jump U must be recognized to start the FFM.

A picture of a test here:

Перевод ответа на русский язык:

Проблемой в этом случае был метод индикации скачка напряжения. Пожалуйста, обратитесь к прилагаемому рисунку. Там можно увидеть точку, в которой алгоритм «Исчезновения трехфазного измеряемого напряжения» должен был обнаружить исчезновение напряжения и запустить функцию «FFM». Но в этой точке функция не могла работать.

Причина:

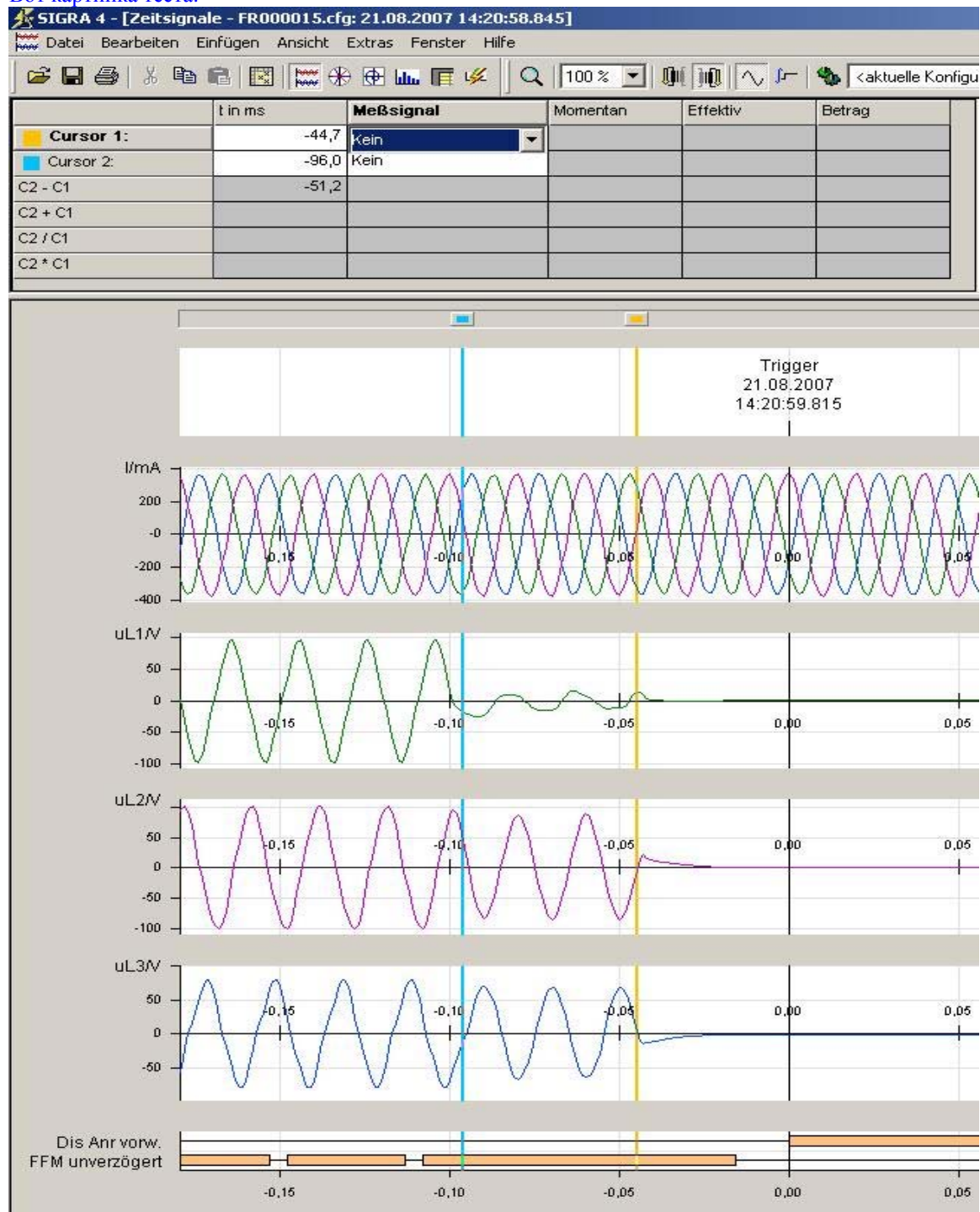
-Голубая линия: обнаружен «скачок» напряжения. В этот момент условие «Все три напряжения фаза-земля меньше, чем уставка **FFM U<max (3ф)**» не выполняется.

-Желтая линия: скачок до нуля. В этот момент детектор «скачка» заблокирован, из-за обнаружения «скачка» по голубой линии, и поэтому логика не выполняется.

После обнаружения «скачка» устройство блокирует следующее обнаружения скачка на протяжении минимум 50мс. Устройству необходимо стабильность условий тока или напряжения в течение некоторого промежутка времени, чтобы обеспечить корректное обнаружение «скачка».

Эффектом в этом случае является то, что FFM не может работать, как вы ожидаете. По логической диаграмме вы можете увидеть, что «скачок» U должен быть обнаружен для запуска FFM.

Вот картинка теста:



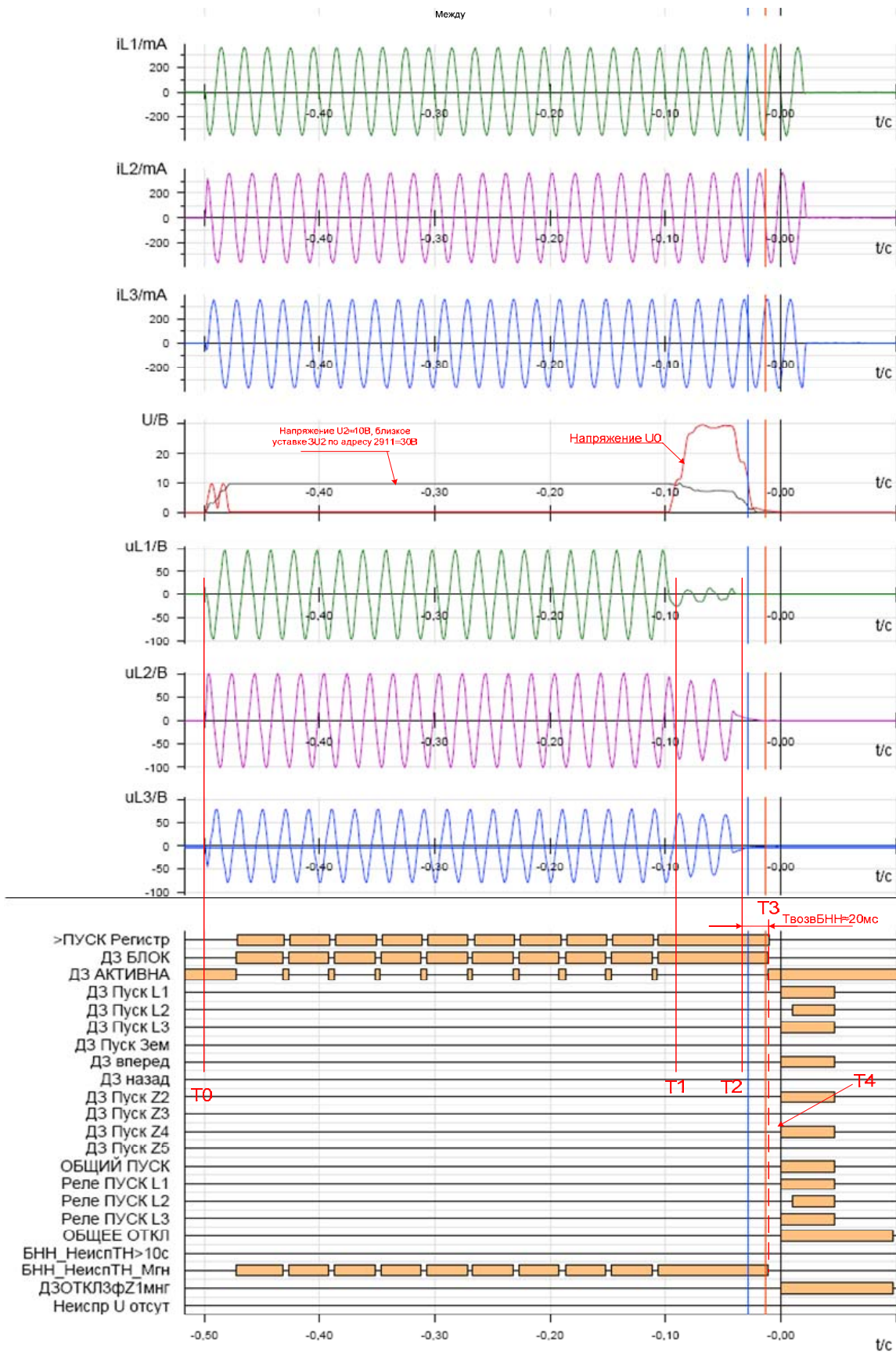


Рис.5 Поведение функции FFM при имитации аварии на ПС Златоуст для версии V4.65

Указанный выше «дребезг» сигнала **170**, характерный для версий 4.61-4.65 был устранен в версии 4.68:

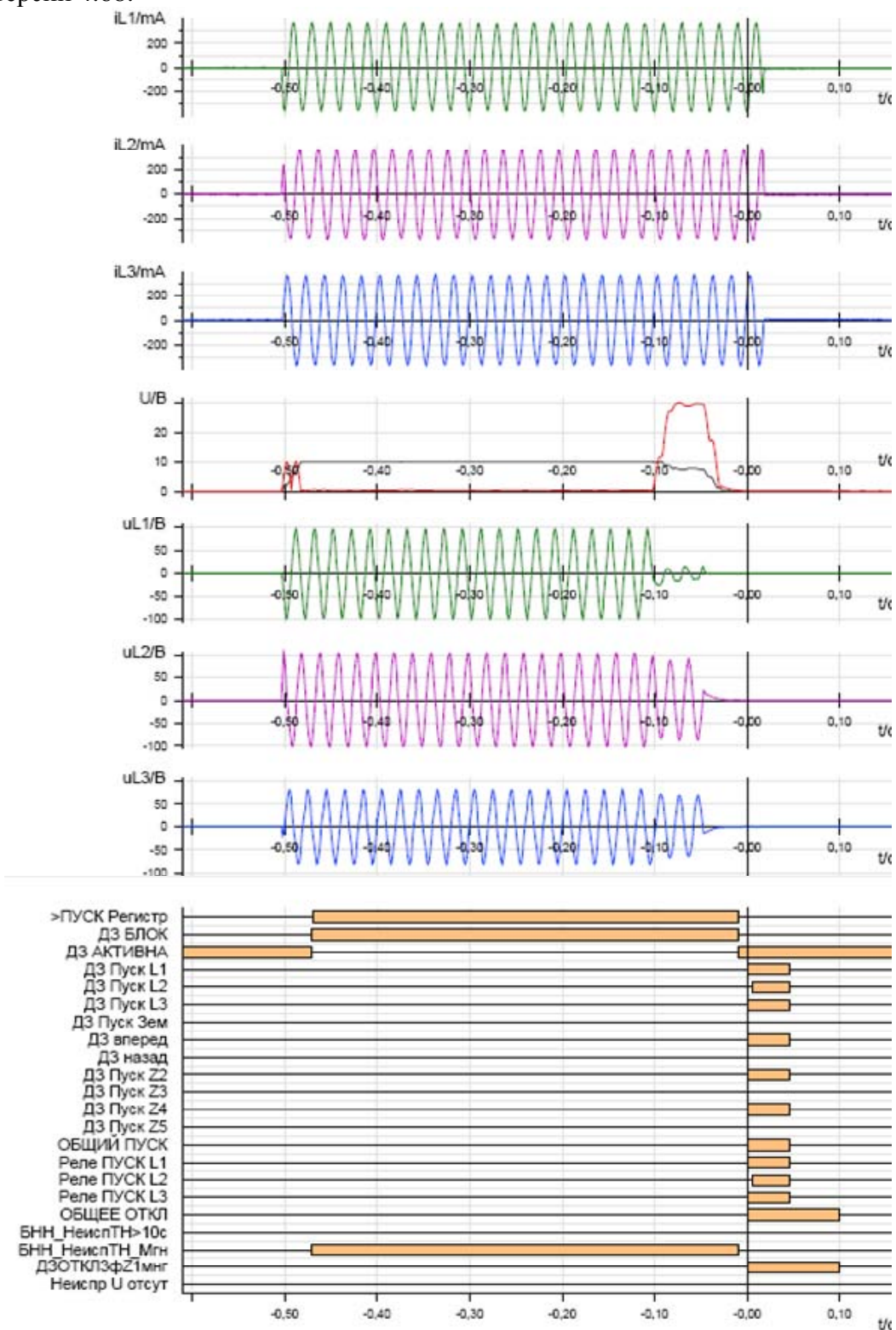


Рис.6 Поведение функции FFM при имитации аварии на ПС Златоуст для версии V4.68

В Приложении 1 показана развернутая схема контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X (7SD52X) для версий 4.2-4.68

Одним из вариантов возможного одновременного использования логики FFM и АВ ТН является переход на однофазные автоматические выключатели. Но такое решение используется достаточно редко, хотя на данный момент, при применении этого варианта, не было отмечено случаев ложного отключения от ДЗ.

Для предотвращения случаев неправильного поведения алгоритмов FFM, при применении АВ без использования блок-контактов, в разное время было разработано несколько схем с использованием элементов свободно программируемой логики.

Например, в информационном письме «О блокировке дистанционной защиты терминала 7SA522 при неисправностях в цепях напряжения», выпущенном Департаментом технического обслуживания ИТС и СС касательно аварии 06.11.2005г на ПС 500кВ Хабаровская МЭС Востока (ложное отключение ВЛ-500кВ Бурейская ГЭС – Хабаровская-1 от 1ст.ДЗ терминала резервных защит ВЛ 7SA522) рекомендовалась следующая схема:

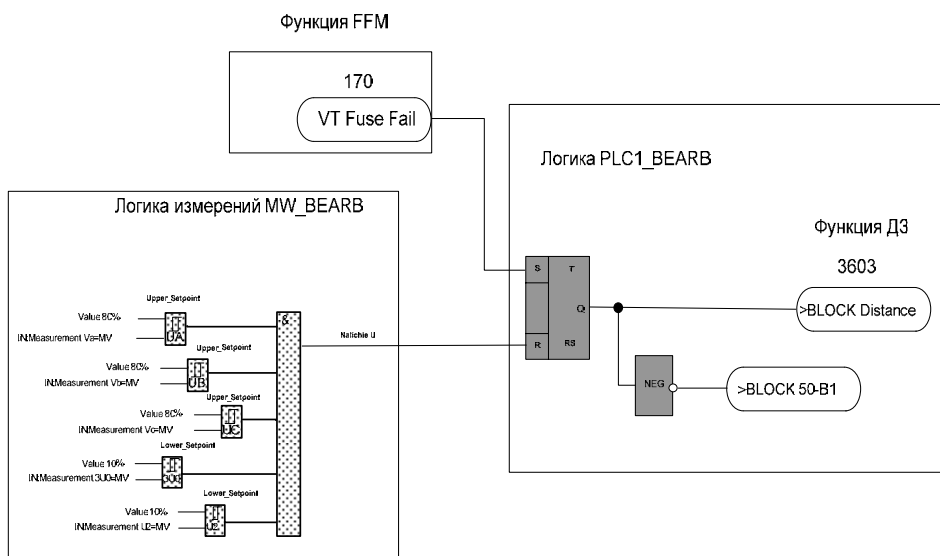


Рис.7 Доработка алгоритма FFM согласно письма Департамента ИТС и СС ФСК от 2005г

ООО «Сименс», Москва в 2008г выпустило информационное письмо №2913\ЕС-001 от 27.10.2008 «Обеспечение правильной работы функции FFM-«Блокировка при неисправностях цепей напряжения» при переходе несимметричных повреждений в симметричные», где предлагалась следующая схема:

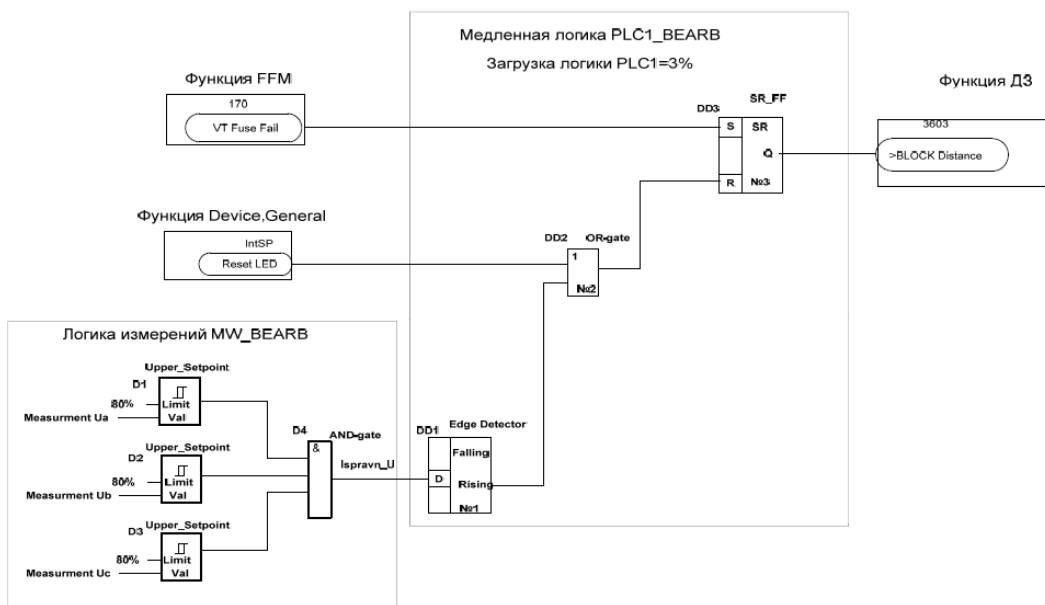


Рис.8 Доработка алгоритма FFM согласно письма ООО «Сименс», Москва от 2008г

Недостатками обеих схем было:

1. Применение триггерной схемы, требующей обязательного применения схемы возврата.
2. Из-за применения триггера становится невозможным сброс работы функции FFM и разрешение работы «заблокированных» защитных функций при обнаружении повреждения (КЗ) в сети (без существенного усложнения схемы логики).
3. Схему возврата приходилось делать с использованием логики измерений, которая работает в классе CFC- «MW_BEARB», цикличность обращения к которой составляет порядка 600мс, поэтому при неисправностях в цепях напряжений, меньшей, чем время этого цикла возможно отсутствие автоматического сброса при восстановлении исправности в цепях напряжения.

В 2009г ООО «Сименс», Москва выпустило еще одно информационное письмо №52\ЕС-001 от 18.05.2009 «Обеспечение правильной работы функции FFM-«Блокировка при неисправностях цепей напряжения» при переходе несимметричных повреждений в симметричные», где предлагалась следующая схема:

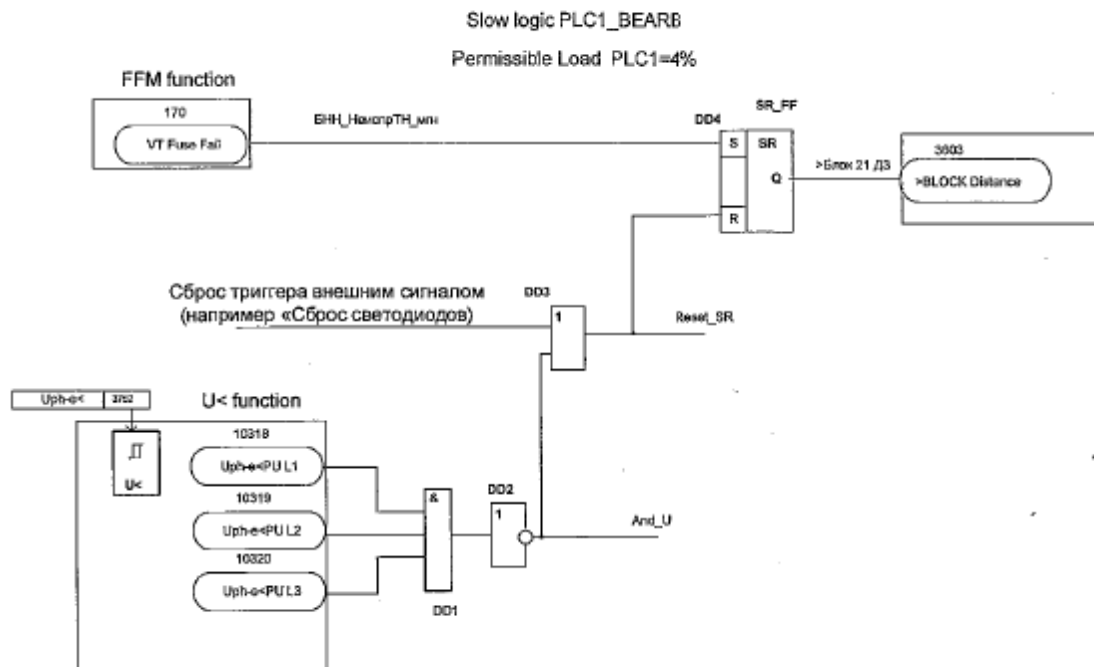


Рис.9 Доработка алгоритма FFM согласно письма ООО «Сименс», Москва от 2009г

В данной схеме вместо схемы сброса в «циклической» логике класса «MW_BEARB» предлагалось использование защитной функции по напряжению. К сожалению, в ряде находящихся в эксплуатации терминалах данная функция просто отсутствовала (не была указана в MLFB-коде при заказе).

В 2010г специалисты компании «Селект» предложили решение, показанное на **Рис.10**. В данном решении было предложено, дополнительно к сигналу **170 «FFM_НеиспТН мГн»**, формируемому в каналах №2 и №3 и продлеваемому на 60мс с помощью таймера в CFC-логике, использовать канал №4.

Согласно «заводских» уставок, если при включении выключателя по каким-либо причинам отсутствуют измеряемые напряжения, то дополнительный алгоритм «контроля отсутствия измеряемого напряжения» через 3сек (уставка по адресу 2916) формированием выходного сигнала **168 Неиспр U отсут** «заблокирует» работу защитных функций, зависящих от напряжения.

В предлагаемой схеме, после пропадания сигнала **170** в момент перехода от несимметричного повреждения в цепях напряжения к симметричному, таймер продлевает его существование на 60мс, а дополнительный алгоритм в канале №4 формирует сигнал блокировки через 50мс (уставка по адресу **2916A**). Тем самым обеспечивается надежная блокировка в момент «быстрого» (в течении 50мс и менее) перехода от условий работы несимметричного алгоритма FFM к условиям работы симметричного алгоритма.

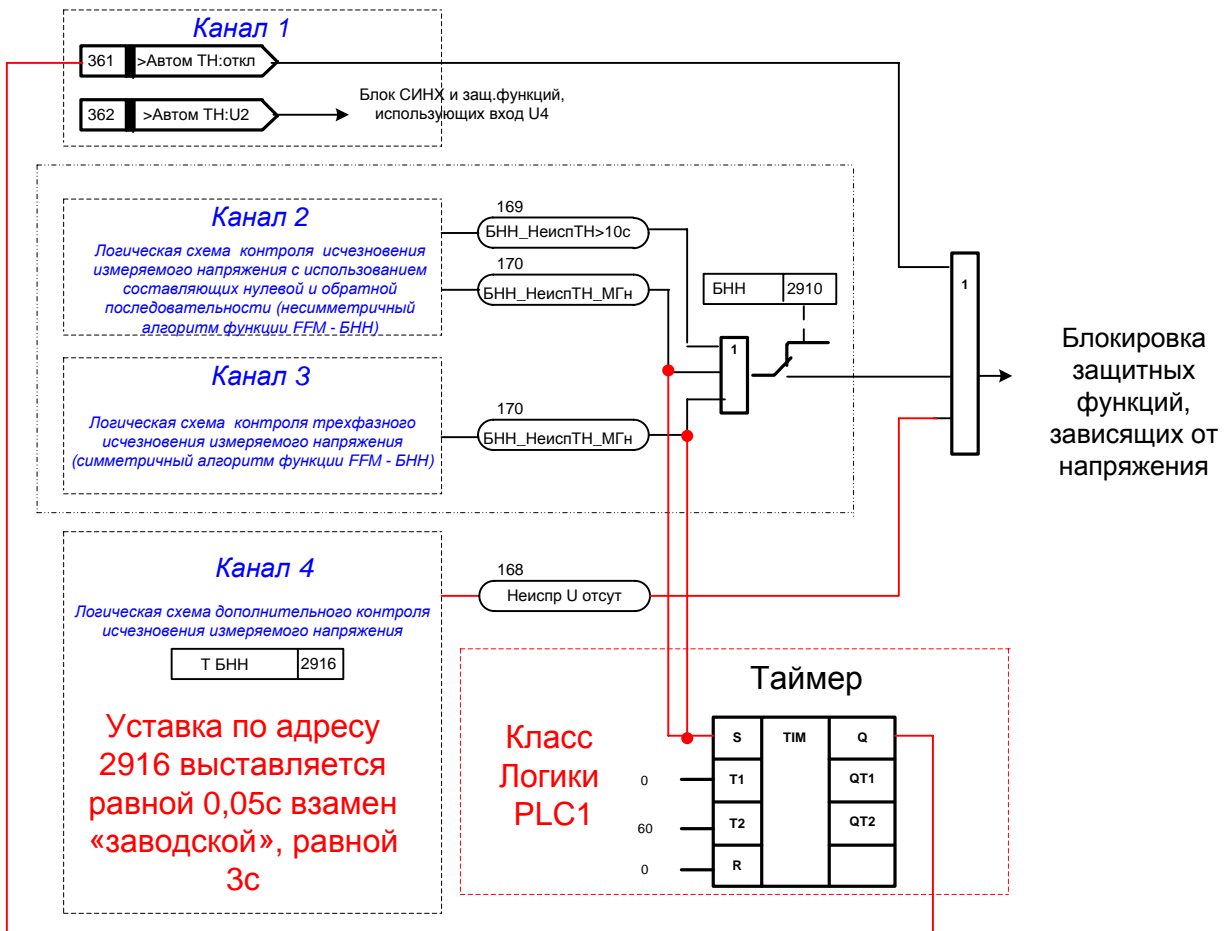


Рис.10 Доработка алгоритма FFM согласно решения ООО «Селект»

Ниже приведены осциллограммы двух типичных случаев, ранее приводивших к ложному отключению, в которых показано правильное поведение реле при использовании вышеуказанной схемы.

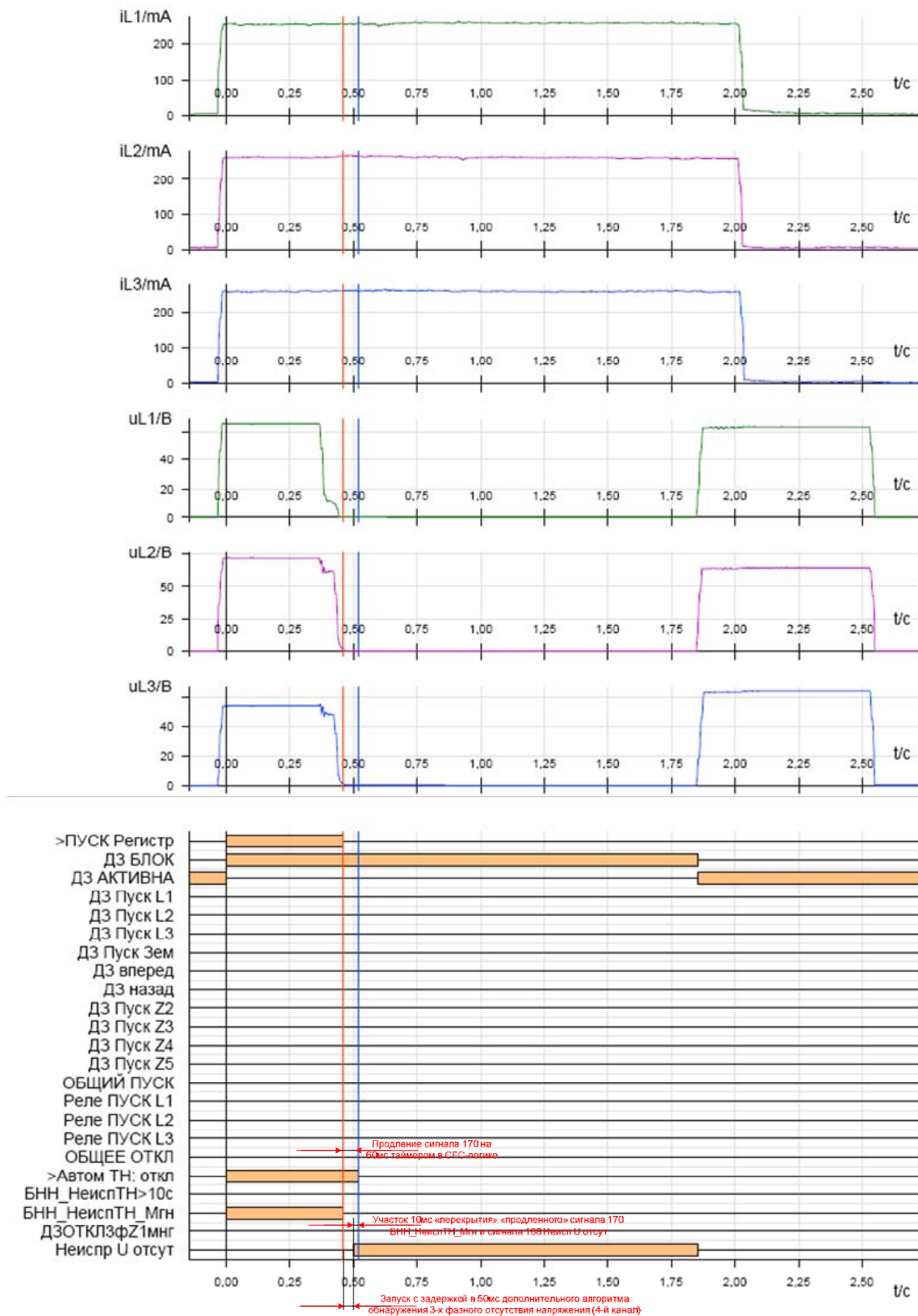


Рис 11 Поведение реле при имитации аварии на ПС Златоуст и использовании схемы в CFC-логике, предложенной компанией «Селект».

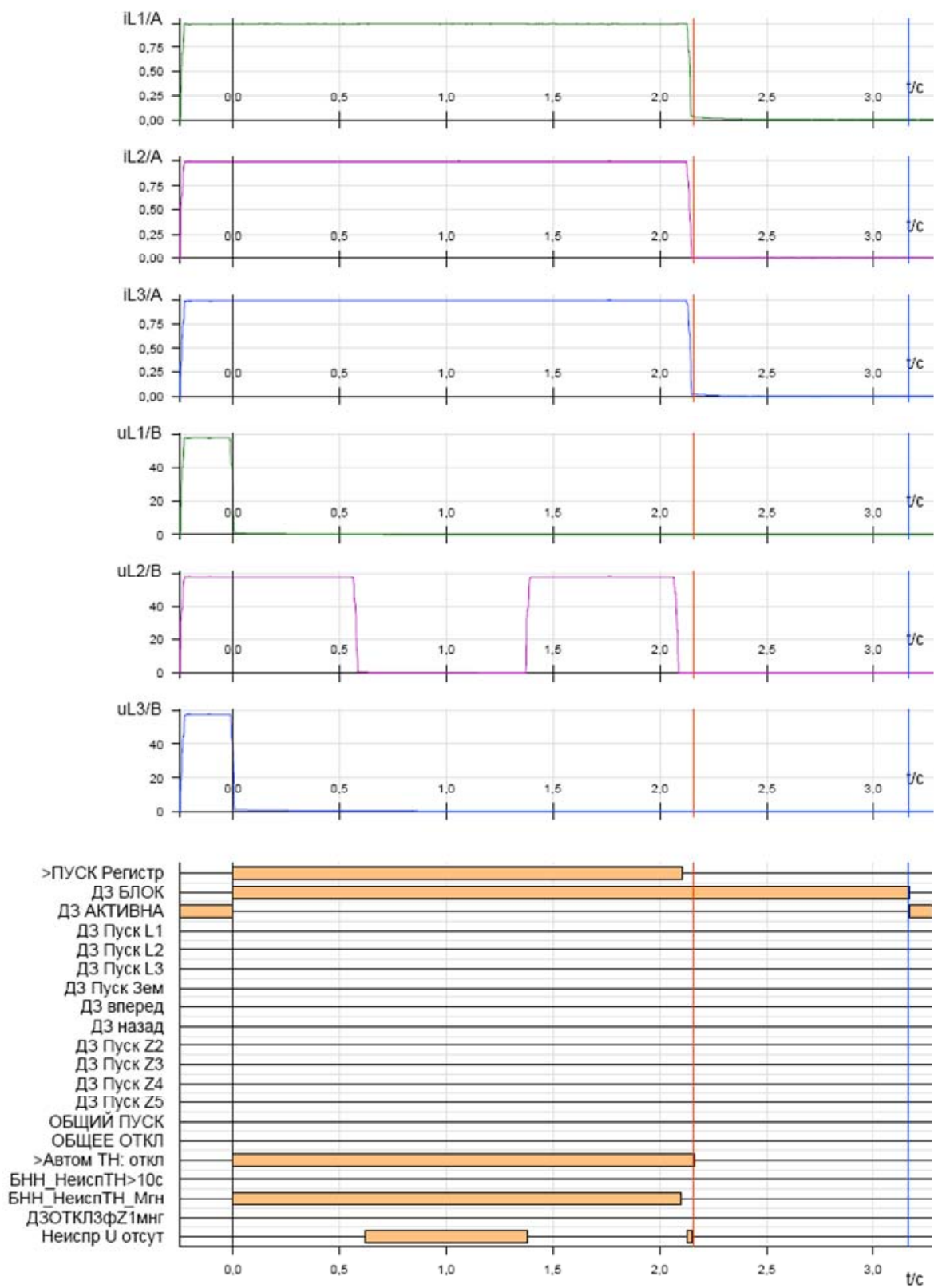


Рис 12 Поведение реле при имитации аварии «действия дежурного» и использовании схемы в CFC-логике, предложенной компанией «Селект».

Пошаговая инструкция по выполнению этого решения дана в информационном письме ФСК № ПВ\164\381 от 13.07.2011, выпущенного взамен письма №ДГ\93\611 от 23.03.2011 (в нем ошибочно был взят выход таймера QT2 взамен выхода Q).

В Приложении 2 показана развернутая схема контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X (7SD52X) для версии 4.2-4.68 с выполненной в СФС-логике доработкой.

В декабре 2010г для терминалов 7SA52 и соответственно для терминалов 7SD52 (при наличии в них функции ДЗ) была выпущена «прошивка» (версия) V4.70, в которой каналы 2 и 3 (несимметричный и симметричный алгоритмы FFM) функции контроля исправности цепей напряжения вели себя правильно в обоих вышерассмотренных случаях. Т.е. фактически можно обойтись без обязательности использования канала 1 (с его жесткими требованиями к характеристикам АВ) при условии правильного выставления уставок.

В вышеуказанном письме ФСК также было указано о необходимости перехода на версию 4.70 на подстанциях, где установлены предыдущие версии.

На **Рис.13** и **14** показано правильное поведение реле с версией 4.70 для случаев «перевод цепей ТН с несимметричным кратковременным исчезновением напряжения» и «действия» дежурного без применения дополнительной схемы в СФС-логике.

На **Рис.13** видно появление сигнала **170 «FFM_НеиспТН мГн»** в момент появления несимметрии по U₂ (синяя линия на графике U/V между каналами трехфазных токов и напряжений). В этот же момент блокируется ДЗ (исчезновение сигнала «ДЗ АКТИВНА» и появление сигнала «ДЗ БЛОК»). На этом же графике видно обнаружение несимметрии по U₀ (красная линия) при исчезновении напряжения в фазе А и наличии в фазах В и С («разновременность» переключения контактов в ключе перевода цепей напряжения). Сигнал блокировки **170 «FFM_НеиспТН мГн»** «висит» вплоть до «восстановления» напряжения на входах U_a, U_b, U_c.

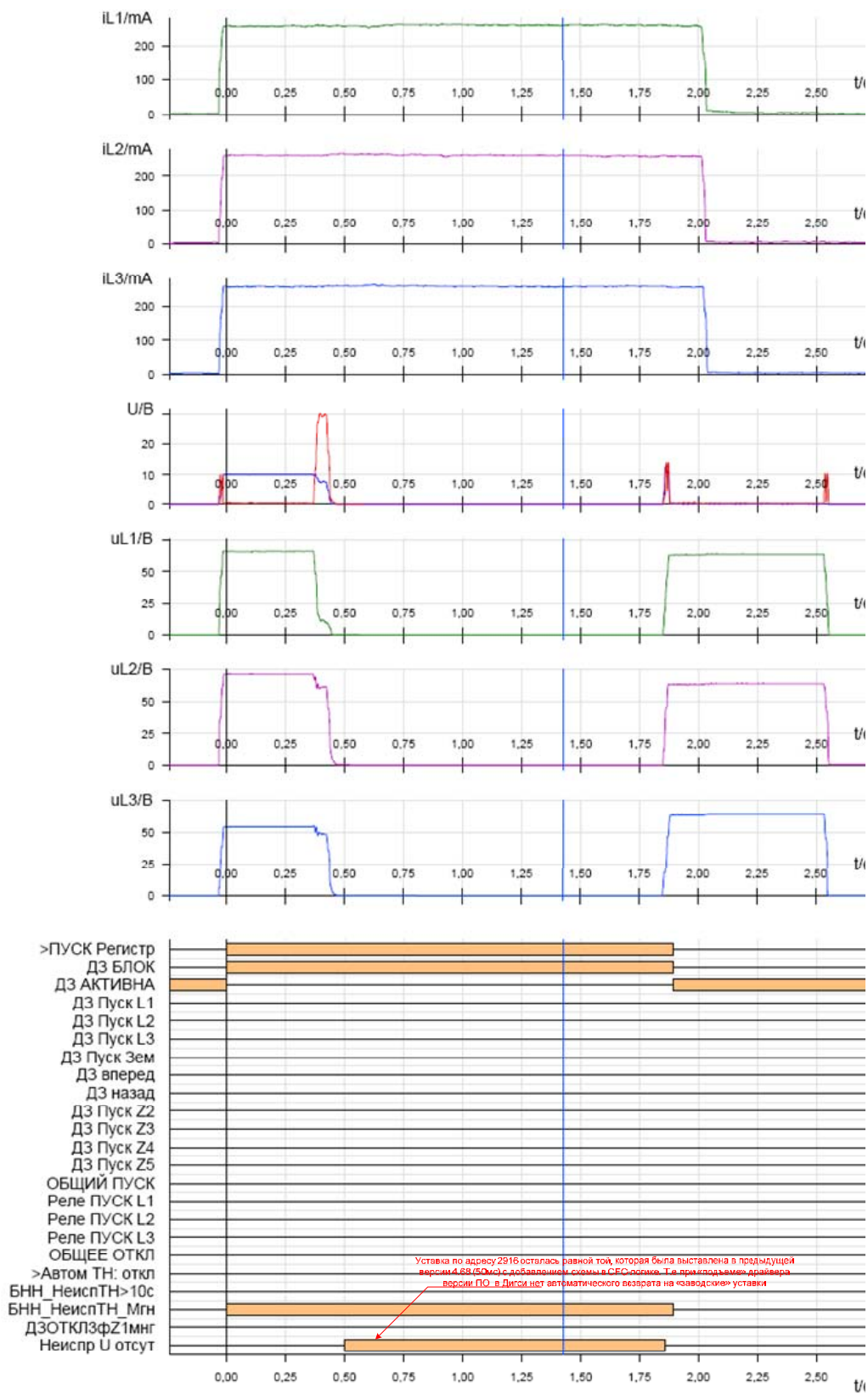


Рис 13 Поведение реле версии 4.70 при имитации аварии на ПС Златоуст и без использования схемы в СFC-логике, предложенной компанией «Селект».

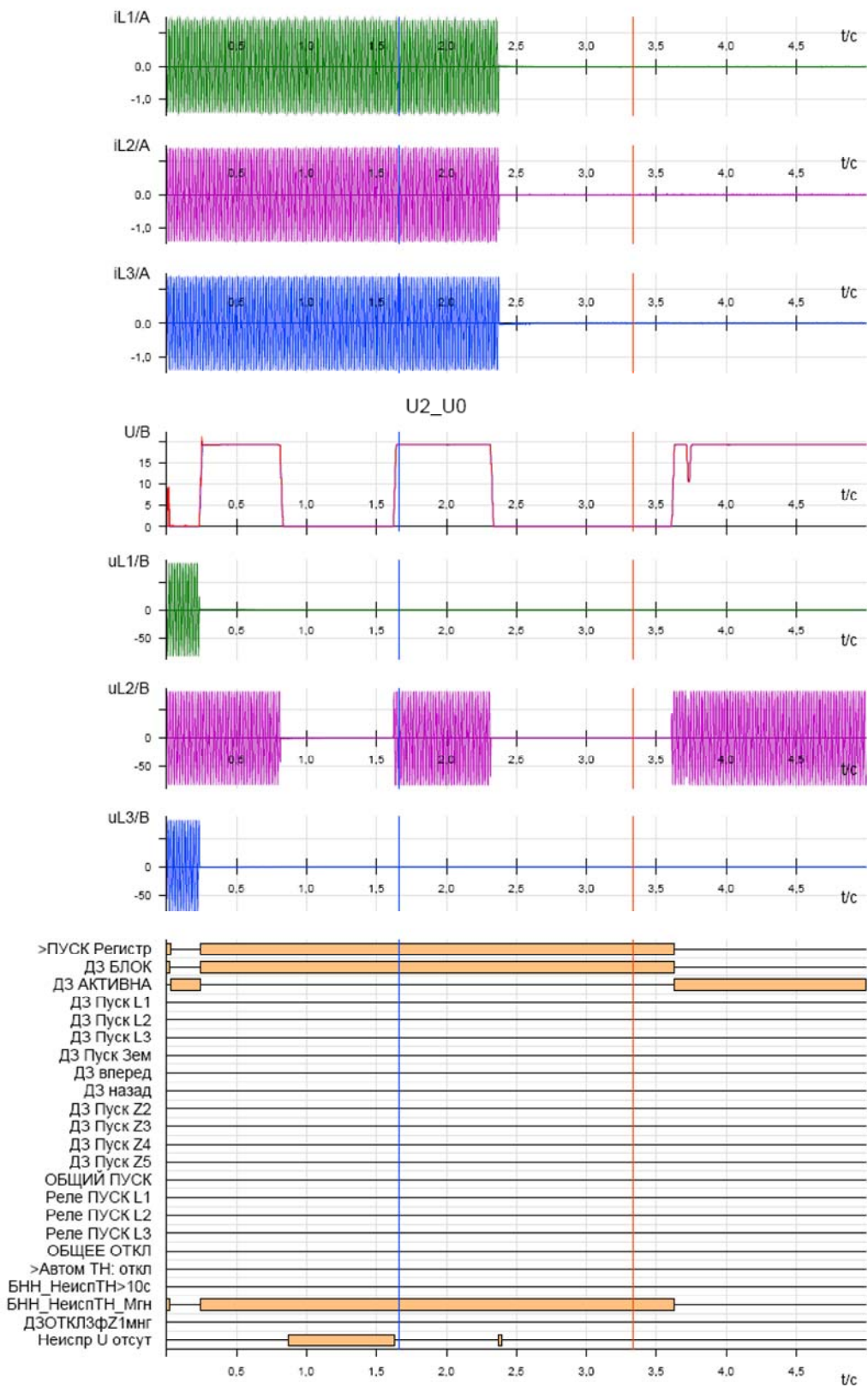


Рис 14 Поведение реле версии 4.70 при имитации аварии «действие дежурного» и без использования схемы в CFC-логике, предложенной компанией «Селект».

В Приложении 3 показана развернутая схема контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X (7SD52X) для версии 4.70.

К сожалению, после выхода этой версии, в ней было обнаружено одно ограничение, приводящее к неудобствам в эксплуатации. Оно заключается в следующем:

При срабатывании «несимметричного» алгоритма функции FFM (например, исчезновении двух фаз напряжения) и последующем исчезновении всех трех фаз напряжения, сигнал **170** «FFM_НеиспТН_Мгн», который является общим как для «несимметричного» алгоритма функции FFM, так и «симметричного» алгоритма функции FFM, не возвращается до тех пор, пока не восстановится исправность цепей напряжения (появление всех трех фаз напряжения).

Поэтому, например, при отключении выключателя с несимметрией времен отключения по фазам, возможно излишнее срабатывание алгоритма FFM с последующей блокировкой как функции ДЗ, так и направленных ступеней ТЗНП.

Эта блокировка будет «висеть» до восстановления цепей напряжения. Поэтому при включении линии с одной стороны (как при «ручном», так и в цикле ТАПВ) и отключенном выключателе противоположной стороны защита ДЗ и направленные ступени ТЗНП будут выведены из работы.

На схеме в приложении 3 красным показана часть схемы, которая позволяет обойти «токовый контроль» при переходе работы от несимметричного алгоритма к симметричному.

Элемент «stabilization counter» - специальный элемент, обеспечивающий работу схемы при переходе от кратковременной работы несимметричного алгоритма к последующему трехфазному исчезновению напряжения.

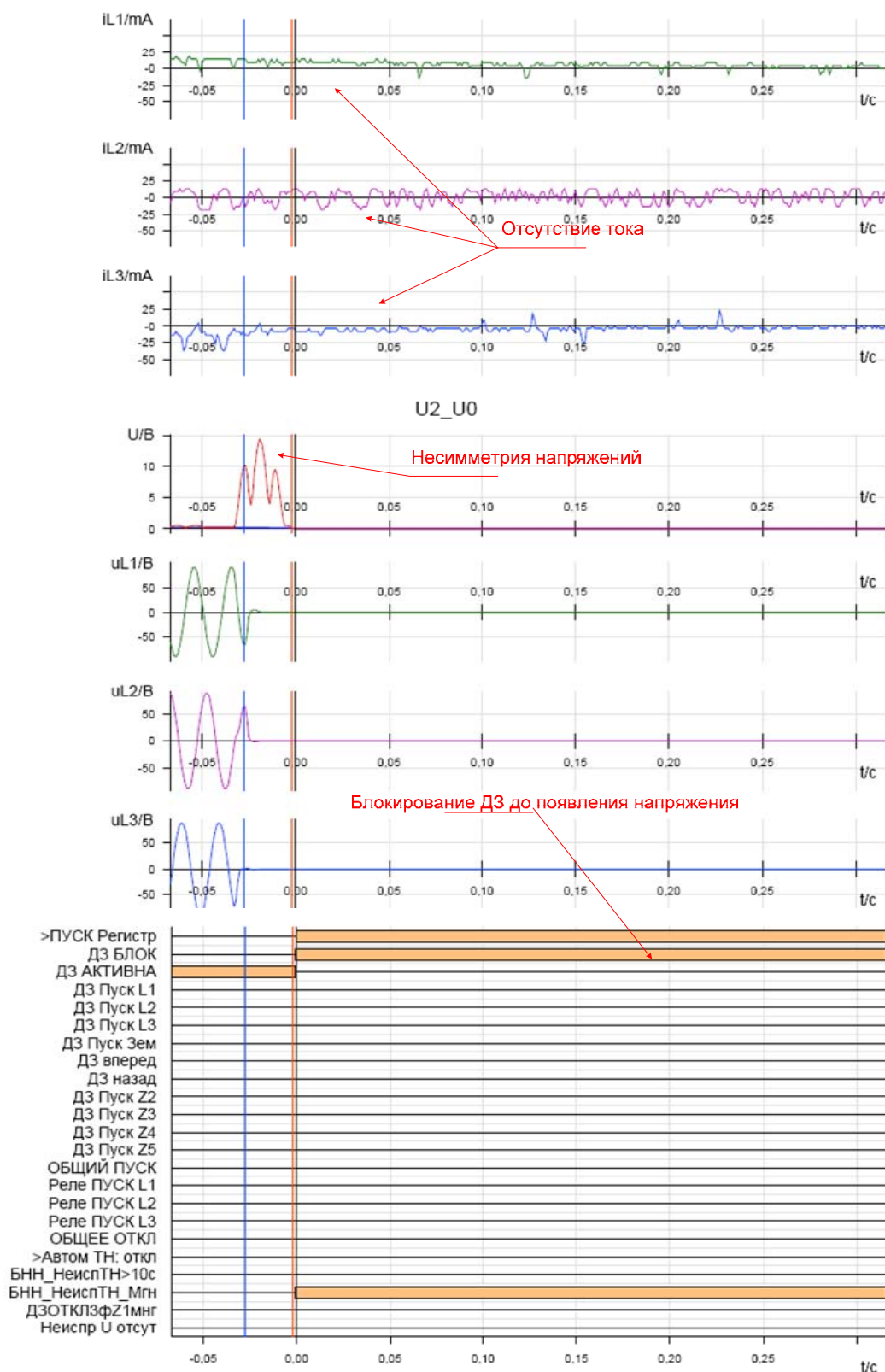


Рис 15 Поведение реле версии 4.70 при имитации кратковременной несимметрии отключения фаз выключателя (в данном примере полностью отсутствует ток)

Недостаток, связанный с работой алгоритма при отсутствии тока устранен в последней на данный момент версии ("firmware") 4.71 для устройств 7SA52X (соответственно 4.72 для терминалов 7SD52X), выпущенной в июле 2012г.

На Рис16-18 показано поведение реле для трех «контрольных» режимов проверки:

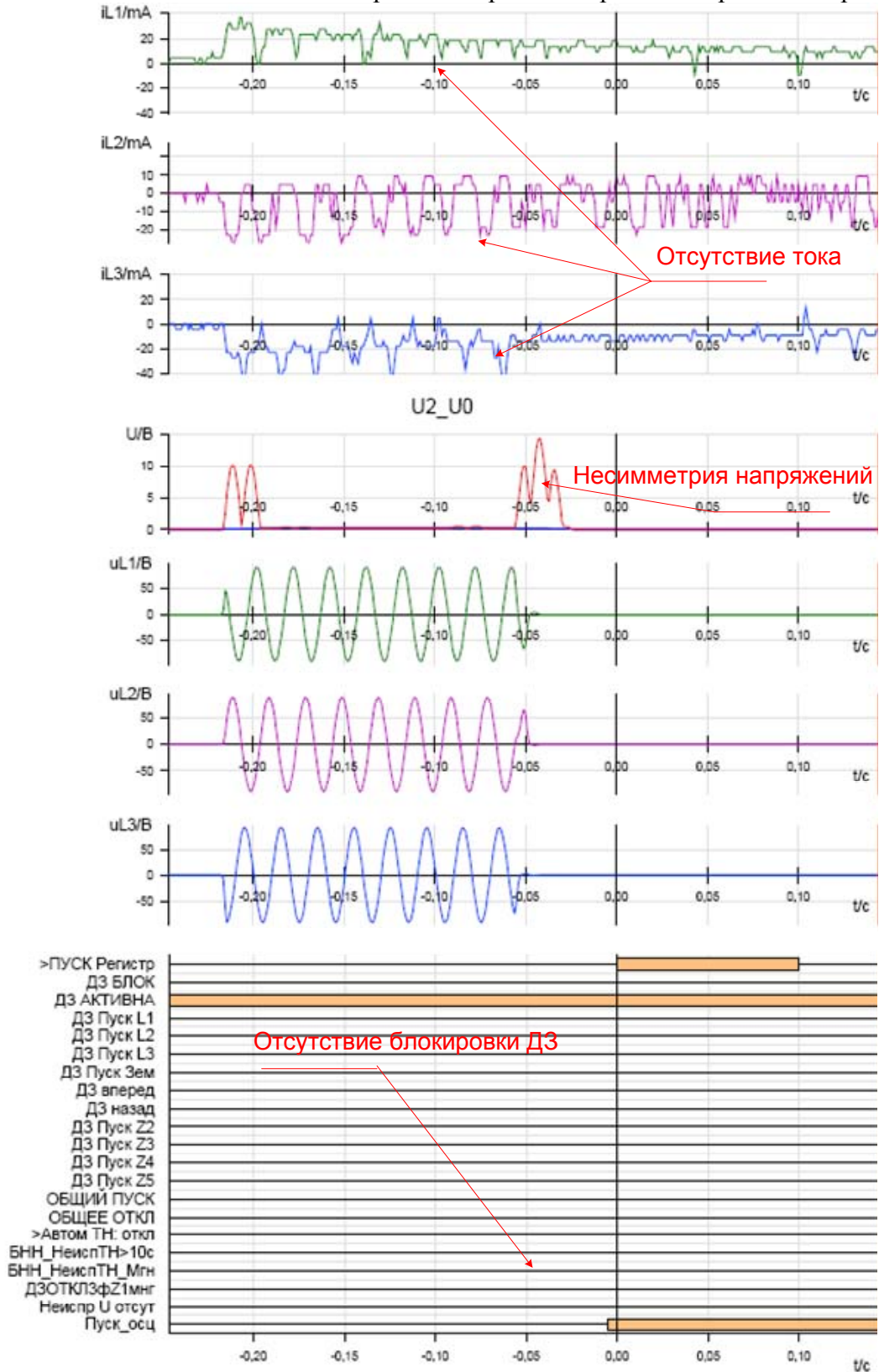


Рис 16 Поведение реле 7SA52 версии 4.71 при имитации кратковременной несимметрии отключения фаз выключателя (в данном примере полностью отсутствует ток)

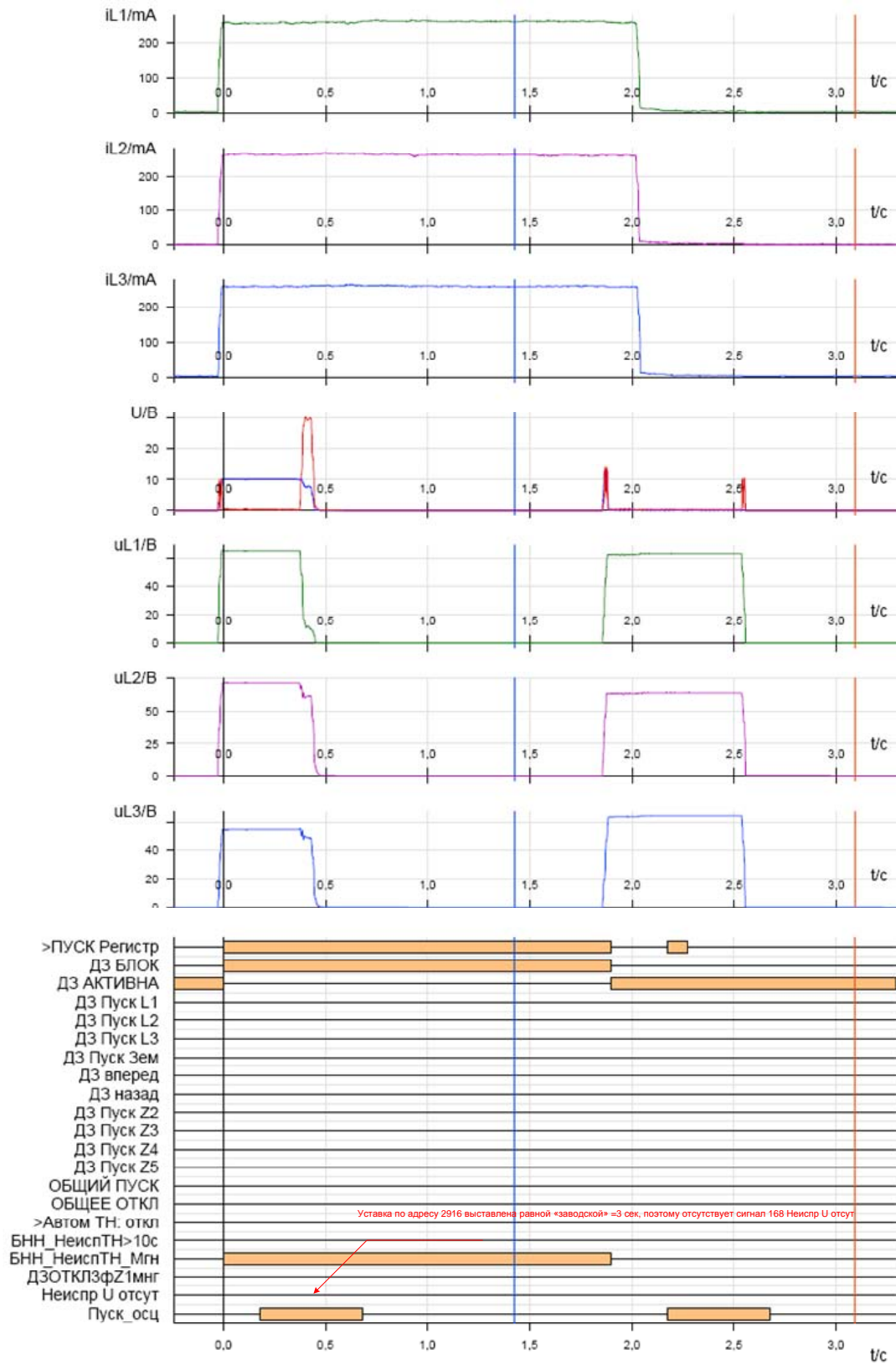


Рис 17 Поведение реле 7SA52X версии 4.71 при имитации аварии на ПС Златоуст и без использования схемы в CFC-логике, предложенной компанией «Селект».

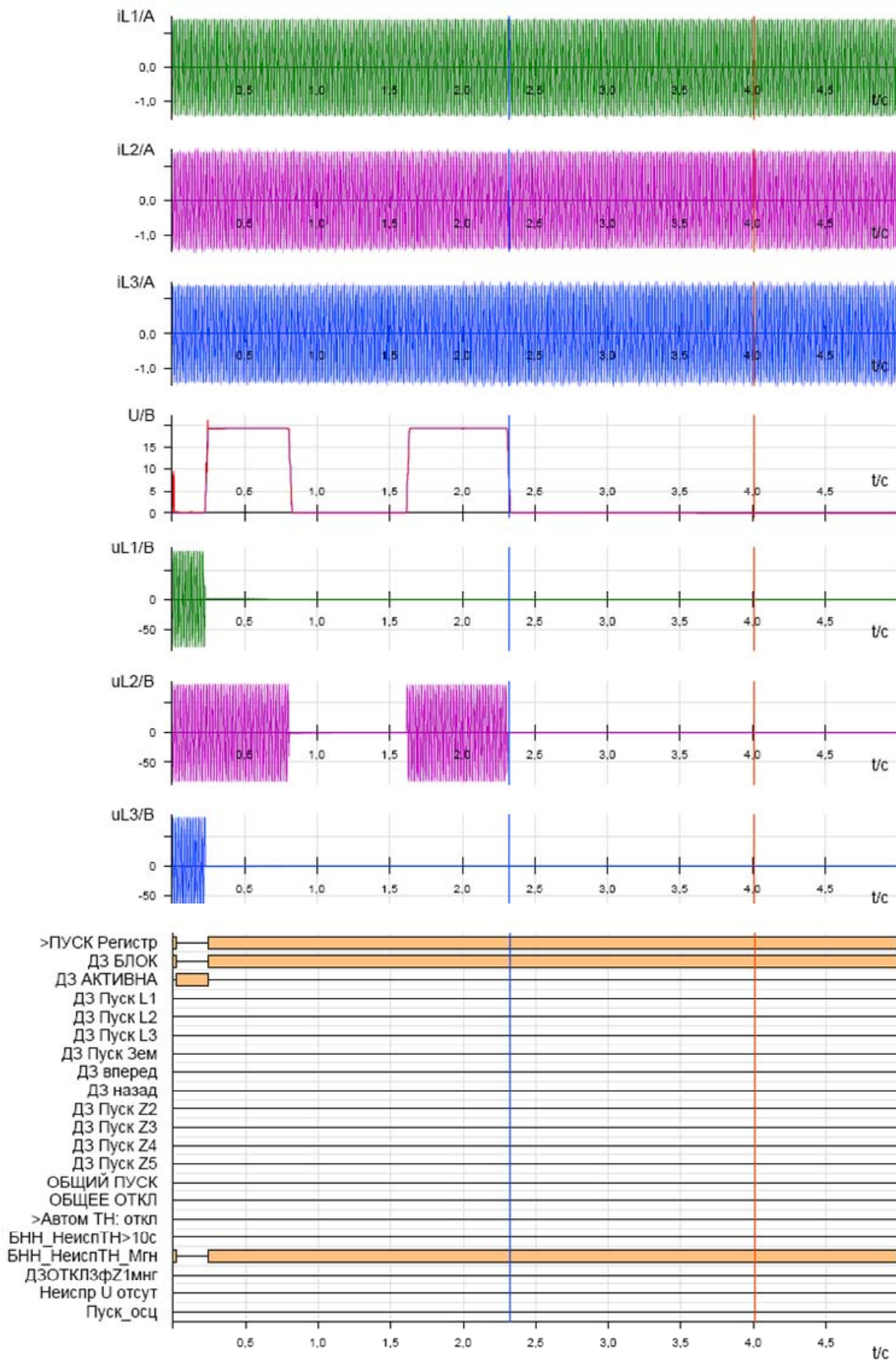


Рис 18 Поведение реле 7SA52X версии 4.71 при имитации аварии «действия дежурного» без использования схемы в CFC-логике, предложенной компанией «Селект».

В приложении 4 дана схема функции Контроль исправности цепей напряжения для 7SA52X версии 4.71(соответственно 4.72 для 7SD52X). Она отличается от схемы, приведенной для версии 4.70 отсутствием элементов и соединений, выделенных красным цветом.

К сожалению, как показывает практика, даже переход на самую последнюю версию не гарантирует, при использовании только функции FFM (без использования блок-контактов АВ в цепях ТН и контактов других коммутационных аппаратов в цепях ТН), отсутствие ложных отключений от функции ДЗ при неисправностях в цепях напряжения.

Это связано с тем, что функция FFM имеет ряд параметров (уставок), неправильное задание которых и приводит к ложной работе, в отличие от алгоритма с использованием блок-контактов АВ в цепях ТН, где нет необходимости в каких-либо уставках (при применении АВ, рекомендованного компанией Siemens).

Наиболее характерным примером является ложное отключение, произошедшее 1 февраля 2013 на ПС Восточная.

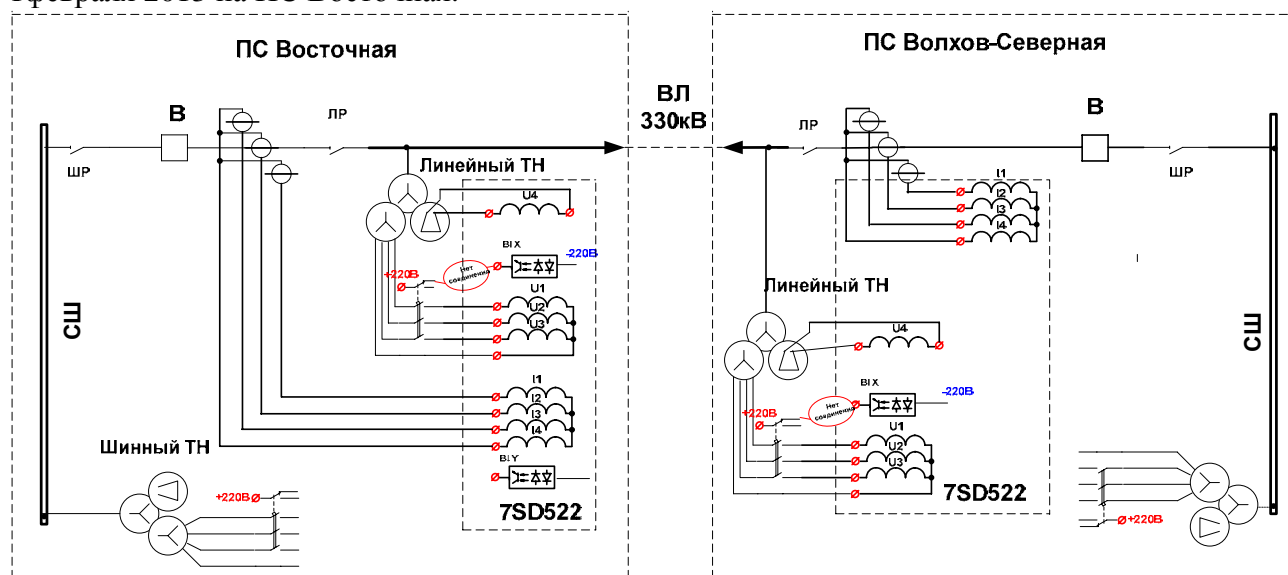


Рис.19 Упрощенная первичная схема

Ниже приведена осциллограмма аварии:

Линия была поставлена под напряжение со стороны ПС Волхов-Северная. На ПС Восточная отсутствовала сигнализация об отсутствии цепей напряжения. Поэтому дежурный не видел отключенного положения АВ линейного ТН. На осциллограмме видно отсутствие цепей напряжения до и после момента включения выключателя.

При включении выключателя виден бросок тока до 150мА («замыкание» транзита). Запускается ДЗ и через уставку времени второй зоны ДЗ отключается выключатель (первая зона заблокирована уставкой 1533 «Ст.З1 заблокирована при введенной ДиффЗащ»- «ДА»). Условий для работы «симметричного» алгоритма нет, так как имеется «скачок» тока и нет «скачка» напряжения. «Дополнительный» контроль исчезновения измеряемого напряжения также не работает, так как до момента включения выключателя ток линии отсутствует (присутствует только емкостной ток линии, меньший минимально возможной уставки по адресу 1130А = 50мА). Кроме того, уставка по адресу 2916А равна 50мА (задержка работы алгоритма «дополнительного» контроля исчезновения трехфазного напряжения), поэтому при повышении тока в линии выше уставки по адресу 1130А «запускается» алгоритм ДЗ,

который «обнаруживает» трехфазное КЗ и блокирует сигналом 501 «Общий пуск» дальнейшую работу алгоритма «дополнительный контроль исчезновения измеряемого напряжения».

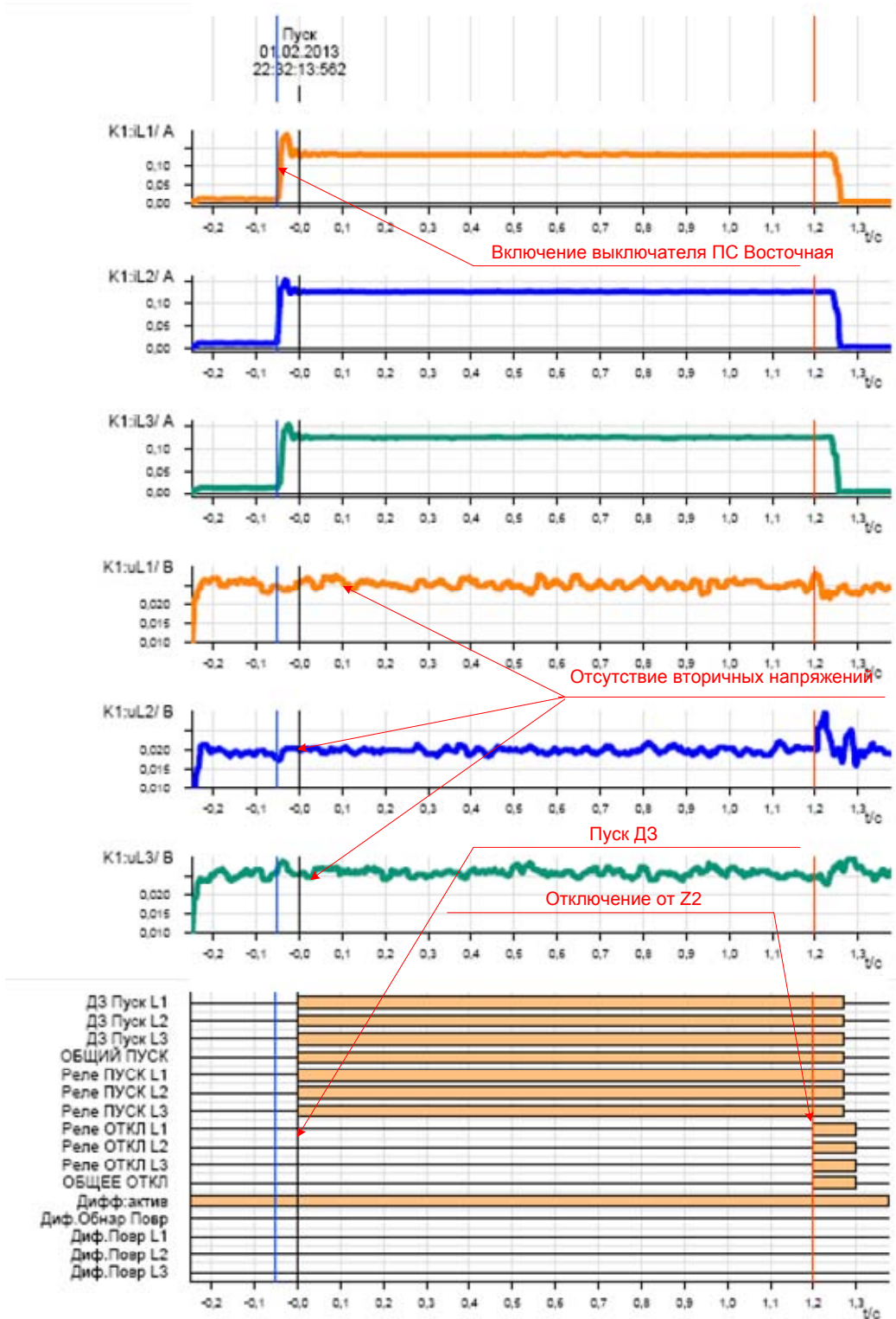


Рис.20 Ложная работа ДЗ на ПС Восточная при отсутствии цепей напряжения. Существует несколько вариантов предотвращения такой работы реле, если способ использования блок-контактов АВ по каким-либо причинам невозможен.

Вариант1.

Уменьшение уставки по адресу 2916A до нуля. При этом осуществляется «мгновенный» ввод в работу «дополнительного» алгоритма контроля исчезновения измеряемого напряжения. Необходимо учитывать, что в таком случае при включении на 3-х фазную «закоротку» функция ДЗ будет заблокирована, поэтому необходим **ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ** ввод в работу функции SOTF (мгновенное отключение при включении на КЗ) - специальной быстродействующей независимой защитой по «сверхтоку», вводимой в работу отдельной уставкой по адресу 2401 с уставкой по току, задаваемой по адресу 2404. Дополнительно можно предусмотреть ввод в работу и «аварийной» МТЗ с соответствующими уставками. Ниже на Рис. 21 видно правильное поведение реле при включении под нагрузку.

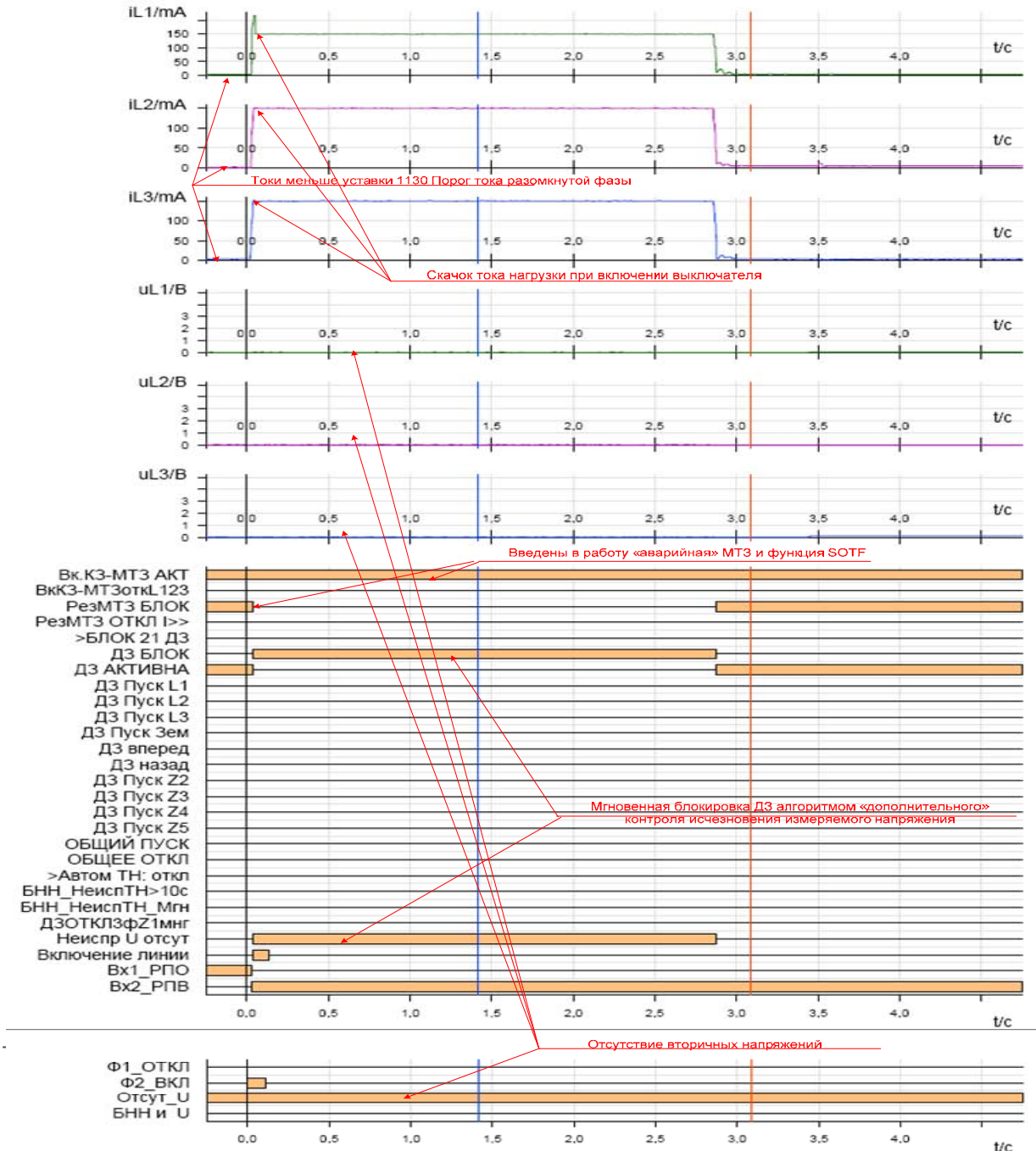


Рис.21 Правильное поведение ДЗ ПС Восточная при отсутствии цепей напряжения

Поведение реле при включении на «закоротку»:

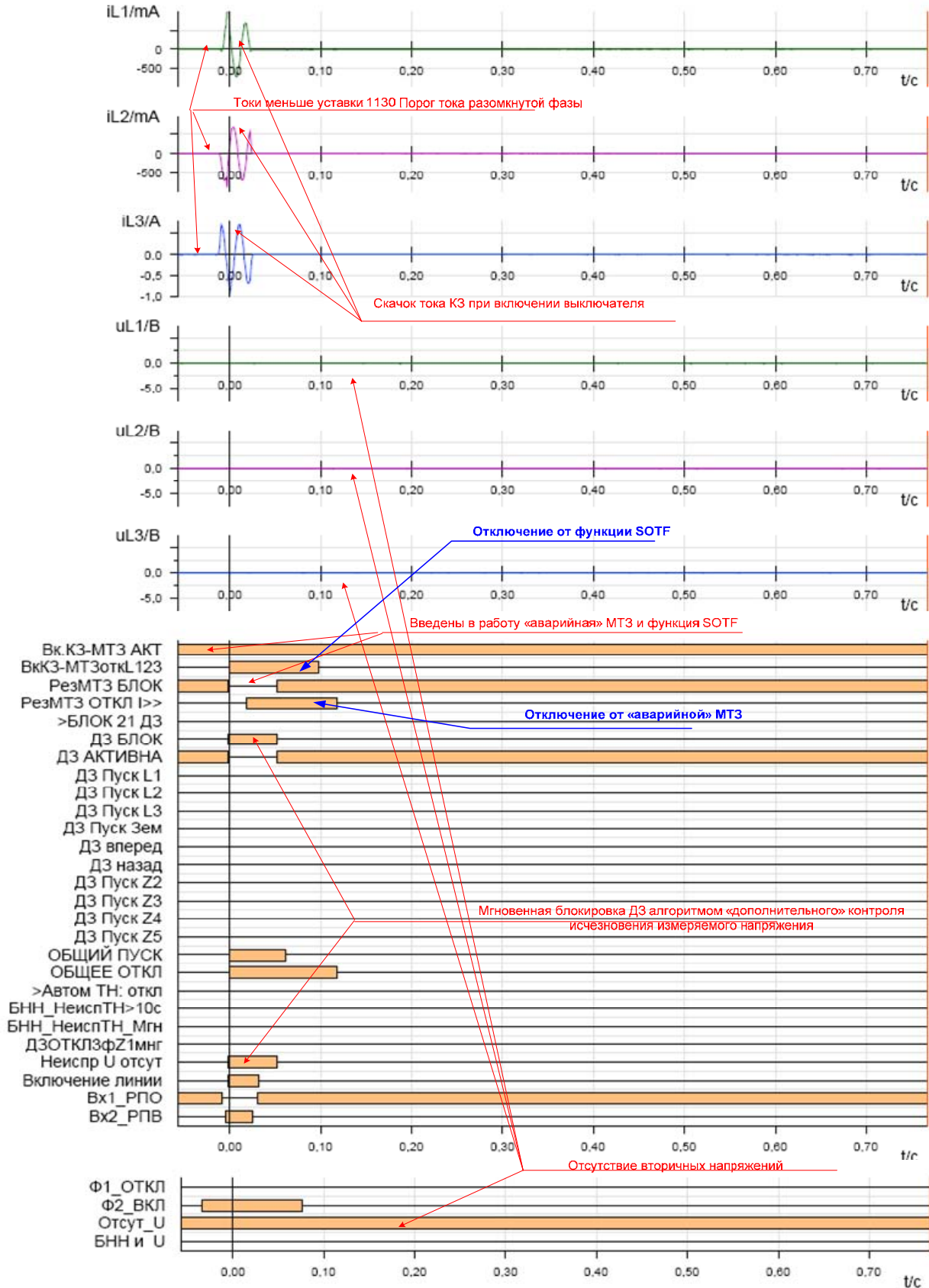


Рис.22 Правильная работа защиты при включении на «закоротку»

Вариант 2:

Правильный выбор уставок. Если выбрать уставку адресу 1202 согласно указаниям производителя (стр. «Руководство по эксплуатации C53000-G1156-C155-1» для 7SA52X : **Минимальный ток**

Уставка минимального тока для обнаружения повреждения I_{ϕ} (адрес 1202) в случае использования срабатывания по полному сопротивлению задается немного меньше (приблизительно на 10%) чем минимально ожидаемый ток КЗ)

то, при корректной уставке по адресу 1202 будем иметь:

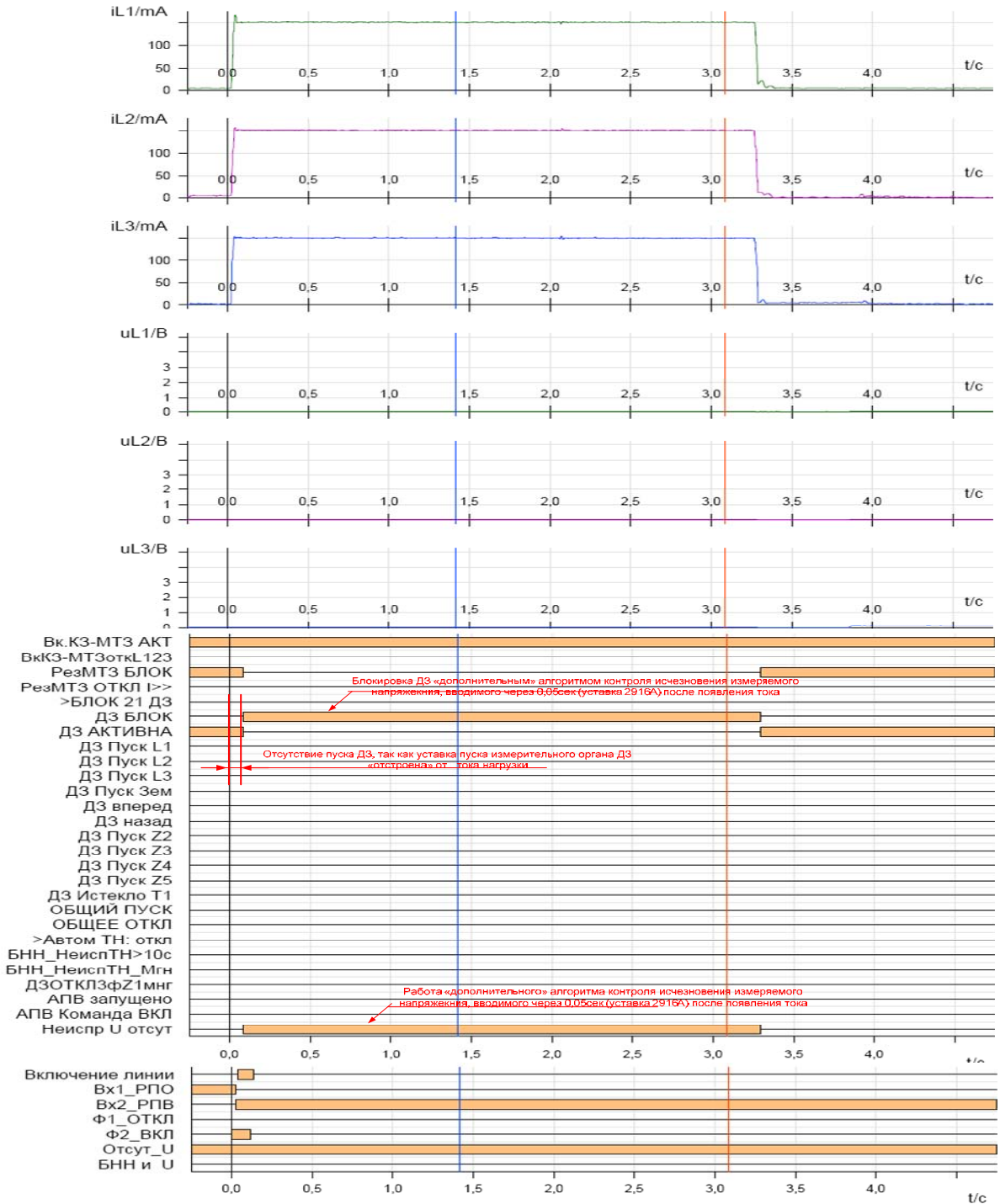


Рис 23 Правильное поведение ДЗ ПС Восточная при отсутствии цепей напряжения

Также, одной из причин отказа от использования БК АВ цепей ТН является применение отечественных АВ типа АП-50, у которых достаточно большое время срабатывания его блок-контактов.

Симметричный алгоритм функции FFM может «отказаться» в случае несимметричной токовой нагрузки по фазам с одновременным снижением напряжения до нуля всех трех фаз напряжения. Это видно исходя из логической схемы ниже:

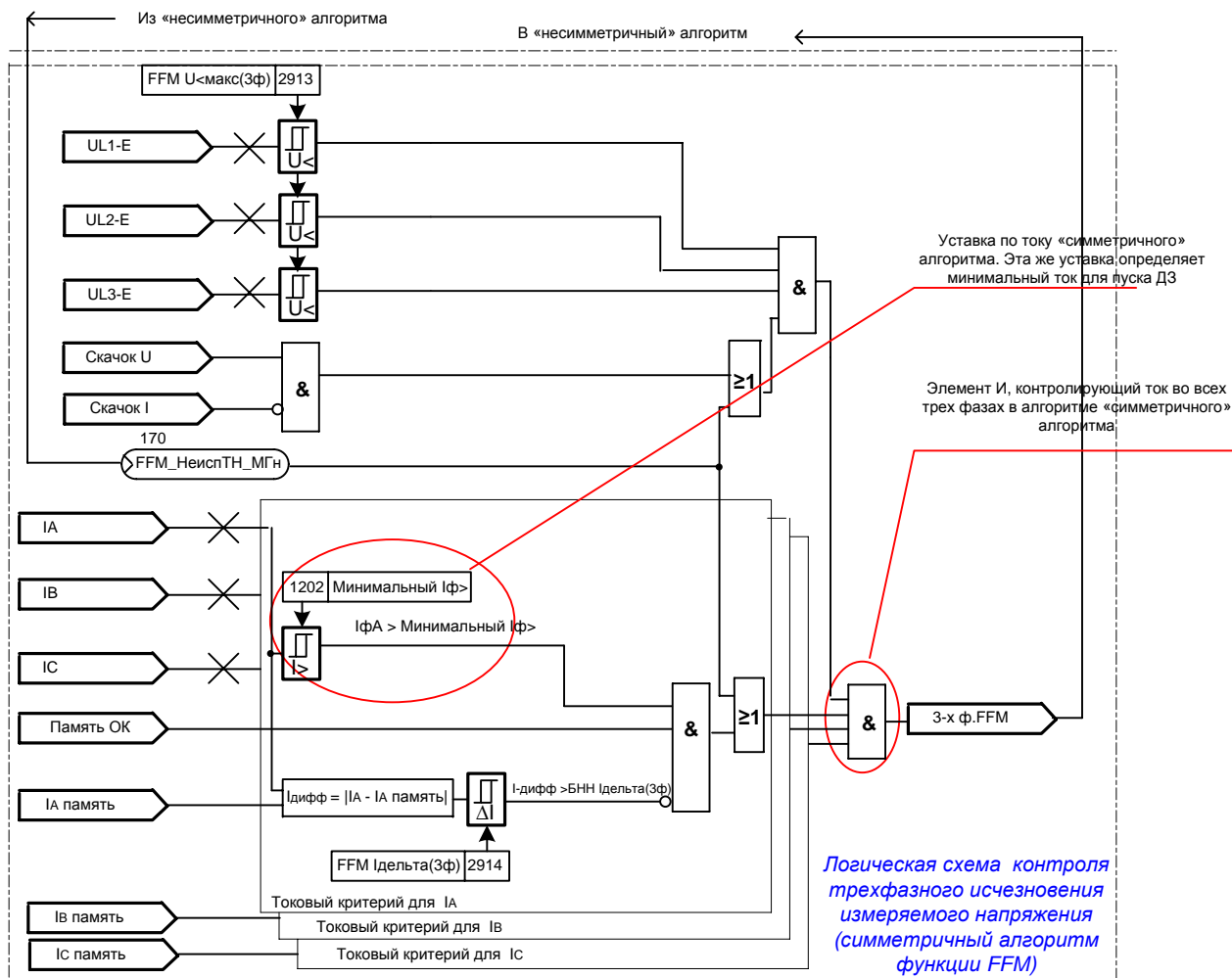


Рис.24 Особенность работы «симметричного» алгоритма при несимметричной нагрузке.

Для работы «симметричного» алгоритма FFM необходимо **ОДНОВРЕМЕННОЕ** протекание тока во всех **ТРЕХ** фазах выше величины, определяемого уставкой 1202 (для 7SA52X). Для работы функции ДЗ, из-за наличия независимых петель измерения величины Z достаточно превышения тока над уставкой 1202 **В ОДНОЙ ИЛИ ДВУХ** фазах (в зависимости от выбранных уставок). Поэтому возможен случай, например, работы ДЗ по контуру АВ (при превышении тока в фазах А и В выше уставки по адресу 1202) и при этом неработе «симметричного» алгоритма FFM из-за того, что ток в фазе С будет ниже уставки по тому же адресу 1202.

На Рис.25 ниже показан случай такой работы.

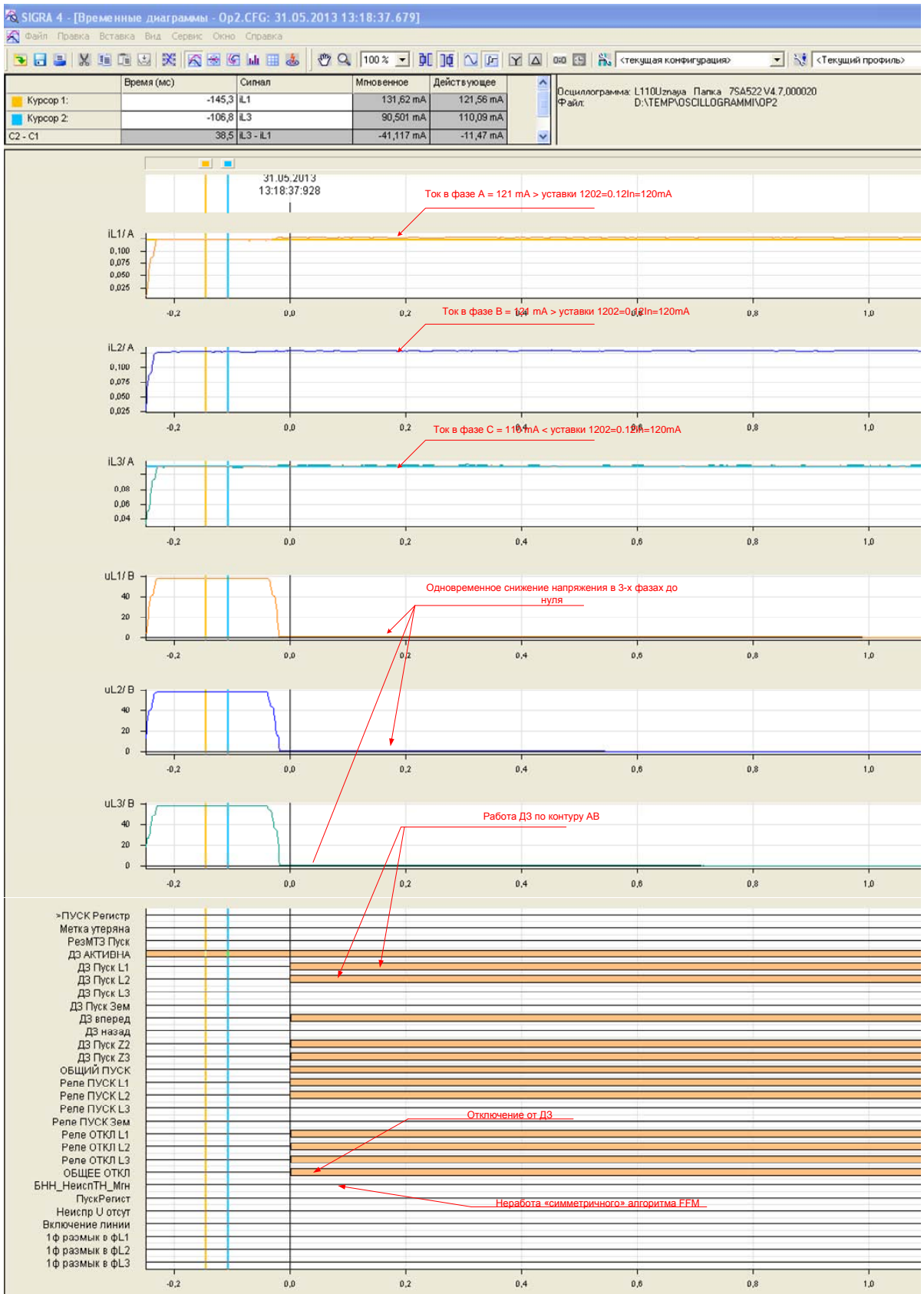


Рис.25 Ложная работа ДЗ при исчезновении трех фаз напряжения и несимметрии токов в фазах.

Работу первой зоны ДЗ в таком режиме можно предотвратить выбором соответствующих уставок: начиная с версии 4.70, по адресу **0119** может быть введён дополнительный контроль для пуска Z1, уставку контроля тока можно выставить по адресу **1308** (1608 для 7SD5XX) «Минимальный If» для Z1». Поскольку для Z1 ток срабатывания, даже в минимальном режиме, в конце зоны практически всегда будет больше максимального нагрузочного тока, использование этой уставки исключит ложную работу мгновенной ступени Z1 при любых неисправностях в цепях напряжения при любых нагрузочных токах, кроме случая появления внешнего КЗ с током больше уставки, выставленной по адресу **1308**, при уже неисправных цепях напряжения. Но более медленные ступени в этом случае могут сработать при отказе функции FFM.

Поскольку при появлении неисправности цепей напряжения мгновенная ступень Z1 сработать не сможет, а остальные, более медленные ступени от нагрузочного тока могут сработать только с достаточно большим временем, становится возможным использовать блок-контакт защитного автомата с довольно большим временем действия для выдачи сигнала через дискретный вход на блокировку в FFM. Дискретный вход при этом можно замедлить до 20...40 мс для исключения его ложной работы от помех.

Если не использовать первый алгоритм функции обнаружения неисправности цепей напряжения (блокировки ДЗ по положению БК АВ), то есть возможность выполнить схему блокировки используя внутреннюю функцию измерений напряжений и схему в SFC-логике:

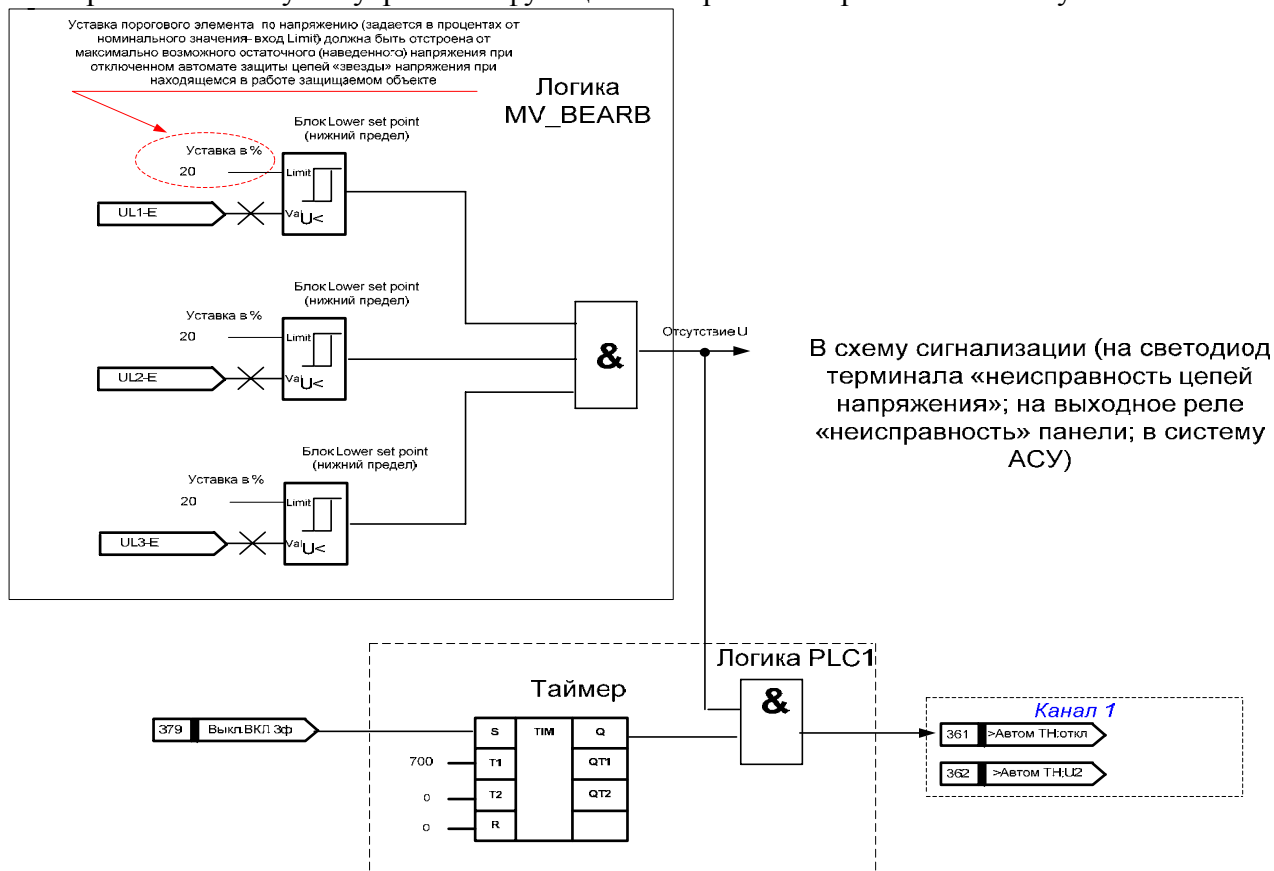


Рис.26 Способ предотвращения ложной работы ДЗ с помощью схемы в SFC-логике при возможных несимметричных токах нагрузки и исчезновении 3-х фаз напряжения

Необходимо учитывать, что при применении такой схемы выдержка времени 2-й и последующих зон, действующих на отключение, должна превышать время обработки логики MV_BEARB (около 0,6сек).

Уставки пороговых элементов по напряжению (задаются в процентах от номинального значения) должны быть отстроены от максимально возможного остаточного (наведённого) напряжения при отключённом автомате защиты цепей «звезды» напряжения при находящемся в работе защищаемом объекте.

Таймер ТМ в данной схеме необходим для обеспечения работы ДЗ при включении на трехфазную «закоротку».

Необходимо учитывать, что применение такой схемы является «вынужденной» мерой, «исправляющей» выявленный недостаток в алгоритме (об исправлении которого будет сообщено дополнительно). Поэтому, при использовании оперативного ускорения с уставкой ниже 0,6 сек возможно ложное отключение от ДЗ при пропадании цепей напряжения и несимметрии токов нагрузки. Рекомендуется, при введенном оперативном ускорении, несимметрии токов нагрузки и необходимости в переводе цепей напряжения с одного ТН на другой выводить при этом функцию ДЗ.

Необходимо учитывать, что функция контроля исправности цепей напряжения оказывает также влияние на схемы автоматического ускорения, если там применены направленные ступени ТЗНП, которые будут блокироваться при выявлении неисправности в цепях напряжения. Поэтому, при неправильно выбранных уставках будет происходить отказ АУ ТЗНП при опробовании линии без поданных цепей напряжения. В приложении 6 приводится информационное письмо ООО «Сименс», где указывается, как правильно выполнять схемы АУ.

Для корректной работы функции контроля исправности цепей напряжения также должны соблюдаться некоторые условия выбора режимов и уставок других функций. Идеология работы терминалов SIPROTEC 4 построена следующим образом: если измерительный орган какой-либо введенной в работу функции (ступени) пустился, то появляется сигнал 501 «Общий пуск», фиксирующий аномальный режим работы защищаемой сети. С появлением сигнала 501 блокируется работа симметричного и дополнительного алгоритмов FFM – т.е. блокировка принудительно выведена из работы. Для правильной работы функции контроля исправности цепей напряжения при работе защищаемого присоединения в нормальном нагрузочном режиме во всем допустимом диапазоне токов, напряжений и сопротивлений введенные в работу функции (ступени) не должны пускаться. Для обеспечения такого режима необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- все неиспользуемые функции должны быть выведены в меню «Конфигурация устройства»

- у всех введенных в работу (включенных) функций пусковые органы не должны пускаться при изменении контролируемых величин в допустимом диапазоне нормального нагрузочного режима. Если, например, одна из ступеней резервной МТЗ используется в качестве постоянно введенной токовой отсечки, то остальные неиспользуемые ступени резервной МТЗ должны быть выведены из работы заданием очень большого тока срабатывания, например бесконечности «∞». При использовании резервной МТЗ в качестве «аварийной», вводимой в работу только при неисправности цепей напряжения, выставленные уставки по току неиспользуемых ступеней не влияют на работу FFM. При необходимости использования измерительных органов по напряжению защиты от повышения \ понижения напряжения, например для контроля наличия \ отсутствия напряжения с действием через CFC-логику или напрямую на сигнализацию, на блокировку, деблокировку и т.д., которые

могут быть пущены при нормальном нагрузочном режиме защищаемого присоединения, по адресам 3701-3771 соответствующей функции нужно выставлять режим «Только на сигнал». Такой режим работы не приводит к появлению сигнала 501 «Общий пуск» при пуске соответствующих измерительных органов. Неиспользуемые ступени необходимо вывести из работы установкой режима «ОТКЛ» по соответствующим адресам.

Ниже даются обобщенные рекомендации по применению функции контроля исправности цепей напряжения в терминалах 7SA52X (7SD52X с функцией ДЗ):

1. На действующих подстанциях определить установленную на терминалах версию ПО и, в зависимости от этого:
 - а). при установленной на терминалах 7SA52X, 7SA6X версии 4.71, терминалах 7SD52X версии 4.72 - перейти к пункту 2
 - б). при установленной на терминалах 7SA52X, 7SA6X версии 4.70, терминалах 7SD52X версии 4.70-4.71 - перейти к пункту 3
 - в). при установленных на терминалах 7SA52X, 7SA6X версиях 4.2-4.68, терминалах 7SD52X версии 4.3-4.63 (следующая после 4.63 версия -4.70) - перейти к пункту 4
 - г). при наличии в терминалах 7SA52X, 7SA6X версий ниже 4.2 (в них отсутствует дополнительный алгоритм обнаружения исчезновения цепей напряжения , поэтому невозможно выполнить схему в CFC-логике) необходимо обратиться за дополнительными консультациями в соответствующее региональное представительство Сименс или использовать другие возможные способы предотвращения ложной работы ДЗ (например, рассмотренные выше в информационном письме). В терминалах 7SD52X в версиях ниже 4.3 отсутствует функция ДЗ.
2. На терминалах 7SA52X, 7SA6X версии 4.71, на терминалах 7SD52X версии 4.72 выполнить сверку уставок с таблицей 1 ниже и, при необходимости, их откорректировать (уставки приведены для 1А реле). При неиспользовании канала1 функции определения неисправностей в цепях напряжения (использование БК АВ защиты цепей ТН и контактов других коммутационных аппаратов в цепях ТН) выполнить схему в CFC-логике по схеме **Рис. 26**.
3. На терминалах 7SA52X, 7SA6X версии 4.70, терминалах 7SD52X версий 4.70-4.71 выполнить сверку уставок с таблицей 1 ниже и, при необходимости, их откорректировать (уставки приведены для 1А реле). При неиспользовании канала1 функции определения неисправностей в цепях напряжения (использование БК АВ защиты цепей ТН и контактов других коммутационных аппаратов в цепях ТН) выполнить схему в CFC-логике по схеме **Рис. 26** . См. также п.7 по «поднятию» версии ПО.
4. Для терминалов 7SA52X, 7SA6X , где все еще используются версии 4.20-4.68, терминалах 7SD52X версии 4.3-4.63 проверить наличие схемы в CFC-логике согласно информационного письма ФСК № ПВ\164\381 от 13.07.2011. Выполнить

сверку уставок с таблицей 2 ниже и, при необходимости, их откорректировать (уставки приведены для 1А реле). До выполнения п.7 рекомендаций, при переводе цепей напряжения с одного ТН на другой на время переключений выводить из работы функцию ДЗ, если при этом возможны несимметричные токи нагрузки, близкие или больше уставки по адресу 1202 (1502 для 7SD5XX).

5. Проверить наличие схемы сигнализации отсутствия цепей напряжения с помощью внутренней измерительной логики терминалов 7SA52X, 7SA6XX, 7SD52X с действием как на светодиод (при его наличии), так и в систему АСУ ТП и /или центральную сигнализацию. При отсутствии схемы сигнализации– выполнить ее при ближайшем ТО. Один из возможных вариантов показан на Рисунке **26** выше.
6. При вводе новых объектов (или реконструкции существующих) использовать только последние на этот момент версии ПО, с проверкой уставок на соответствие таблицы 1. На данный момент актуальными являются версии 4.71 (для 7SA52X, 7SA6X,) и 4.72 для 7SD52X с функцией ДЗ (для версий железа /EE/FF/GG, для более ранних версий возможность перехода уточнить у регионального представителя, так как для обеспечения работоспособности функции ДЗЛ версия «железа» по всем концам защищаемой линии должна быть одинаковой). Рекомендуется при очередном ТО выполнять «повышение» версии «железа» до последней, актуальной на данный момент. Методика (после согласования с компанией- изготовителем Siemens AG) будет предоставлена отдельным информационным письмом. При неиспользовании канала1 функции определения неисправностей в цепях напряжения (использование БК АВ защиты цепей ТН и контактов других коммутационных аппаратов в цепях ТН) выполнить схему в CFC-логике по схеме **Рис. 26**
7. На уже действующих подстанциях рекомендуется при очередном ТО выполнять «повышение» версии «железа» до последней, актуальной на данный момент, с учетом Рекомендаций по пункту 2. Методика (после согласования с компанией- изготовителем Siemens AG) будет предоставлена отдельным информационным письмом.
8. (Рекомендательный). При наличии на терминалах резервного дискретного входа рекомендуется заводить блок-контакт автоматического выключателя защиты цепей ТН в терминал на вход соответствующей функции (канал 1). При наличии других КА (коммутационных аппаратов) в цепях ТН их также рекомендуется заводить в канал 1 параллельно БК АВ с учетом рекомендаций к уставке **2921**.
9. (Рекомендательный). Применение однофазных АВ защиты цепей ТН уменьшает вероятность трехфазных исчезновений напряжения , и, соответственно вероятность «ложной» работы ДЗ от токов нагрузки.

1	2	3	4	5
	Параметр	Уставка по «умолчанию» (заводская)	Рекомендуемая	Примечание
Функция Контроль измеряемых величин (группа параметров 0029)	2910 «FFM»	ВКЛ	ВКЛ	Данный параметр влияет на ввод в работу только каналов 2 (контроль исчезновения измеряемого напряжения с использованием составляющих нулевой и обратной последовательности (несимметричный алгоритм функции FFM) и 3 (контроль трехфазного исчезновения измеряемого напряжения (симметричный алгоритм функции FFM) функции контроля исправности цепей напряжения.. Работа каналов 1 (использование блок-контактов АВ защиты цепей ТН) и 4 (дополнительный контроль исчезновения измеряемого напряжения) не зависит от данного параметра.
	2911A «FFM U>(мин)»	30В	10В	<p>По адресу 2911A уставка «по умолчанию» установлена 30 В. Это величина напряжения 3U0, 3U2, при превышении которого запускается «несимметричный» алгоритм функции FFM. При этом с необходимым запасом выявляется только пропадание фазного напряжения во вторичных цепях ТН. В отечественной практике было принято выявлять не только пропадание фазного напряжения, но и ухудшение контакта в цепи фазного напряжения на защитных автоматах, рубильниках, переключателях, контактах реле РПР и т.д. Предлагается уменьшить уставку по адресу 2911A до минимально возможной в 10 В. При этом необходимо проверить, что максимально возможный небаланс нормального нагрузочного режима по 3U0, 3U2 меньше выставленной уставки. Кроме того, напряжение срабатывания по адресу 2911A должно выбираться по условию согласования по чувствительности органов тока и напряжения, чтобы исключить блокирование защиты при таких КЗ в сети, когда уровень токов симметричных составляющих не обеспечивает срабатывание органов тока, а срабатывание органов напряжения возможно (см. пояснения ниже).</p> <p><u>Условие согласования по чувствительности органов тока и напряжения FFM при несимметричных повреждениях цепей напряжения.</u></p> <p>Для согласования по чувствительности органов тока и напряжения FFM необходимо, чтобы органы напряжения не работали, когда органы тока находятся на грани срабатывания: $3U_{2(0)} < U_{2(0)CP}$; $3I_{2(0)} = I_{2(0)CP}$, где $U_{2(0)}$ и $I_{2(0)}$ – текущие значения напряжения и тока соответствующей последовательности.</p> <p>Разделив неравенство на равенство почленно, получим:</p> $\frac{U_{2(0)}}{I_{2(0)}} < \frac{U_{2(0)CP}}{I_{2(0)CP}} \text{ или } Z_{2(0)} = \frac{U_{2(0)}}{I_{2(0)}} \leq k_H \cdot \frac{3U_{2(0)CP}}{3I_{2(0)CP}} = k_H \cdot Z_{2(0)дop}$ <p>$Z_{2(0)}$ – значение вторичного сопротивления ОП(НП) на «зажимах FFM» (рассчитывается при несимметричных КЗ); $3U_{2(0)CP}$ – значение уставки по напряжению; $3I_{2(0)CP}$ – значение уставки по току; $k_H = 0,8$ – коэффициент надежности;</p> <p>$Z_{2(0)дop}$ – предельно допустимое сопротивление ОП(НП) на «зажимах FFM» (при уставках по адр.2912A=0,1 А вт., по адр.2911A=15 В вт., $Z_{2(0)дop}=0,8*15/0,1=120$ Ом вт.).</p>
	2912A «FFM I<(макс)»	0,10А	Опр. расчетом	По адресу 2912A задается «Порог тока I<», при котором разрешается работа FFM. Выставляемый по этому адресу ток обязательно должен быть согласован с током, выставляемым по адресу 1202 «Уставка фазного тока для дистанционных измерений», см. ниже. Выставляемый по адресу 2912A ток должен быть не более тока, выставляемого по адресу 1202. Рекомендуется выставлять ток по адресу 2912A на 10% меньше тока, выставленного по адресу 1202.

2913A «FFM U< макс (3ф)»	15В	15В	По адресу 2913A задается «Порог напряжения U<(3ф) для FFM». Это величина фазного напряжения, ниже которого запускается алгоритм симметричного нарушения цепей напряжения (пропадания напряжения сразу на всех трех фазах) при наличии и неизменности (отсутствии скачков) фазных токов. Напряжение срабатывания по адресу 2913A выбирается по условию отстройки от остаточного напряжения во вторичных цепях при отключенном автомате защиты цепей «звезды» напряжения при находящемся в работе защищаемом объекте (линии, трансформаторе). Рекомендуется принимать эту уставку равной 15В. При «подъеме» версии в ПО DigiSI необходимо учитывать, что в версиях ниже 4.70 уставка «по умолчанию» равнялась 5В и ее величина не меняется автоматически до «заводской», равной 15В при переходе на версию 4.70 и выше
2914A «FFM I Дельта (3ф)»	0,10А	Опр. расчетом	По адресу 2914A задается «Порог дельта тока (3ф)». Это минимальный ток «скачка» для деблокирования FFM при трехфазных КЗ. Этот ток должен быть на 10 % меньше разности между минимальным током трёхфазного КЗ при напряжении, подводимом к терминалу, равном напряжению, выставяемому по адресу 2913А, и максимально возможным током нагрузочного режима
2915 «Контроль V доп. алг.»	с контролем тока	с контр. тока и БК сил. выкл-	По адресу 2915 задается работы алгоритма «дополнительного» контроля исчезновения трехфазного напряжения (обнаружение включения защищаемого присоединения без включенных цепей напряжения). Должен быть установлен режим «С контролем тока и блок-контактов силового выключателя». При этом на вход 379 «>ВЫКЛ 3ф включен» должен быть подан сигнал о включенном положении фаз выключателя (выключателей).
2916A «Т доп. алг.»	3,00сек	0,05сек	По адресу 2916A устанавливается «выдержка времени контроля доп. алгоритма контроля исправности цепей напряжения. Это время срабатывания «дополнительного» алгоритма после обнаружения включения защищаемого присоединения без включенных цепей напряжения. Для обеспечения отключения защищаемого объекта при включении на трехфазную «закоротку» это время должно быть больше времени алгоритма ступеней ДЗ, работающих без выдержки времени. С другой стороны, чтобы избежать ложной работы ДЗ после успешного опробования линии напряжением от АПВ с контролем отсутствия напряжения (или вручную оперативным персоналом), при включении линии с другой стороны от ПАВ с контролем синхронизма (или вручную оперативным персоналом), это время должно быть меньше времени нахождения линии под напряжением при включении только с одной стороны. Рекомендуется выставлять 0,05сек. Такой метод выбора этого времени можно использовать для линий, полный емкостной ток которых меньше уставки, выставленной по адресу 1202. Если выбранный ток по адресу 1202 равен или меньше полного емкостного тока линии, уставку по адресу 2916А, для обеспечения корректной работы алгоритма нужно выставить 0,0сек. При этом необходимо понимать, что при возникновении трёхфазного КЗ на защищаемой линии с уровнем остаточного напряжения равным или ниже выставленной уставки по адресу 2913А, все ступени ДЗ мгновенно блокируются, в том числе и автоматически ускоряемые. Учитывая практически нулевую вероятность возникновения симметричного трёхфазного КЗ на работающей линии такого класса, необходимо всё же подстраховаться – например, автоматически, по факту появления сигнала 168 «Повреждение. Напряжение отсутствует» вводить токовую отсечку с уставкой по току срабатывания, которая с необходимым запасом должна обеспечивать чувствительность к трёхфазным КЗ при напряжении, подводимом к терминалу, равном напряжению, выставленному по адресу 2913А. Для исключения отказа защит при включении защищаемого объекта на близкое трехфазное КЗ, обязательно нужно вводить в этом режиме в работу по адресу 124 функцию «Мгновенное отключение при включении на КЗ (SOTF)». Уставка по току данной функции с необходимым запасом должна обеспечивать чувствительность к трехфазным КЗ при напряжении, подводимом к терминалу, равном напряжению, выставяемому по адресу 2913А. Функцию SOTF рекомендуется использовать всегда, так как заложенный в ней алгоритм обеспечивает очень быстрое отключение при включении на близкое КЗ. В вышеуказанном режиме она должна использоваться обязательно.
2921 «Т выкл ТН»	0мсек	0мсек	Только при использовании блок-контактов АВ защиты цепей ТН типа 3RV1611. При использовании АВ других типов и наличии других КА в цепях ТН необходимо учитывать их времена срабатывания, если не используется дополнительный контроль для пуска Z1, включаемый по адресу 0119. При использовании дополнительного контроля для пуска Z1 могут использоваться любые типы АВ и коммутационных устройств с временем действия, не превышающем выдержку времени действия второй ступени ДЗ, при этом время по адресу 2921 может быть установлено 0 мсек. Если блок-контакты АВ защиты цепей ТН не используются, то время также устанавливается 0 мсек.

Конф. устр.	0119 «Дополн. Порог. Знач.Иф> (Z1)	Выведено	Введен о	Уставка ввода\вывода дополнительного контроля тока для пуска Z1. Сама величина тока задается уставкой 1308 (см.ниже). Поскольку для Z1 ток срабатывания, даже в минимальном режиме, в конце зоны практически всегда будет больше максимального нагрузочного тока, использование этой уставки исключит ложную работу мгновенной ступени Z1 при любых неисправностях в цепях напряжения при любых нагрузочных токах, кроме случая появления внешнего КЗ с током больше уставки, выставленной по адресу 1308 , при уже неисправных цепях напряжения.
Пар. ЭС 2(гр.0011)	1130А «Порог тока Разомкнутой Фазы»	0,1 А	0,05А (с учетом рекомендаций в Прил.)	Уставка по адресу 1130А оказывает влияние и на другие функции терминала. Поэтому в Приложении 5 даны разъяснения по работе функции определения разомкнутой фазы и даны рекомендации по выбору этой и других уставок данной функции.
ДЗ,Общ.уст. (гр.0012)	1202 Уставка Фазного Тока для дист.изм (1502-7SD)	0,1А	Опр. расчетом	Для обеспечения надежного пуска ДЗ минимальный ток срабатывания по адресу 1202 должен быть меньше ожидаемого тока КЗ на 10% (в конце зоны резервирования). В то же время уставка по этому адресу должна быть \geq уставки по адресу 2912А (рекомендуется согласовывать по току минимальный ток работы ДЗ и FFM по адресам 1202 и 2912А: $I_{1202} = (1,1 \div 1,2) \cdot I_{2912A}$).
	1308 Минимальный ток Иф> (Z1) только для Z1 (1608 – для 7SD5X)	0,2А	Опр. расчетом	Для обеспечения надежного пуска Z1 минимальный ток срабатывания по адресу 1308 должен быть меньше ожидаемого тока КЗ в конце зоны Z1 на 10%. В то же время уставка по этому адресу должна быть согласована по току с минимальным током работы FFM по адресу 2912А: $I_{1308} = (1,1 \div 1,2) \cdot I_{2912A}$).

Таблица 1 Рекомендуемые уставки для терминалов 7SA52X,7SA6XX версии 4.70-4.71, (7SD52X с функцией ДЗ версии 4.70-4.72)

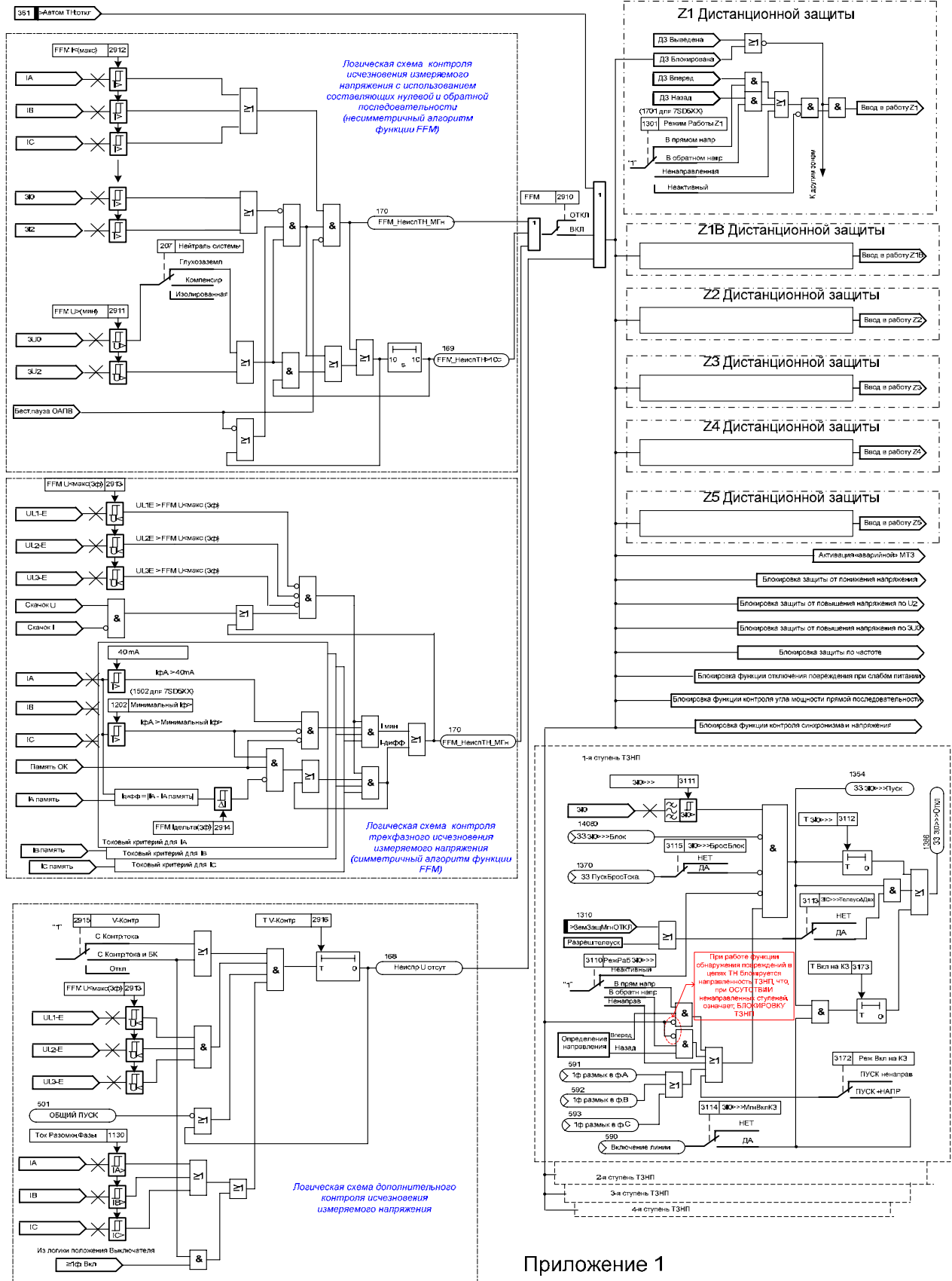
1	2	3	4	5
	Параметр	Уставка по «умолчанию» (заводская)	Рекомендуемая	Примечание
Функция Контроль измеряемых величин (группа параметров 0029)	2910 «FFM»	ВКЛ	ВКЛ	Данный параметр влияет на ввод в работу только каналов 2 (контроль исчезновения измеряемого напряжения с использованием составляющих нулевой и обратной последовательности (несимметричный алгоритм функции FFM) и 3 (контроль трехфазного исчезновения измеряемого напряжения (симметричный алгоритм функции FFM) функции контроля исправности цепей напряжения.. Работа каналов 1 (использование блок-контактов АВ защиты цепей ТН) и 4 (дополнительный контроль исчезновения измеряемого напряжения) не зависит от данного параметра.
	2911А «FFM U>(мин)»	30В	10В	<p>По адресу 2911А уставка «по умолчанию» установлена 30 В. Это величина напряжения 3U0, 3U2, при превышении которого запускается «несимметричный» алгоритм функции FFM. При этом с необходимым запасом выявляется только пропадание фазного напряжения во вторичных цепях ТН. В отечественной практике было принято выявлять не только пропадание фазного напряжения, но и ухудшение контакта в цепи фазного напряжения на защитных автоматах, рубильниках, переключателях, контактах реле РПР и т.д. Предлагается уменьшить уставку по адресу 2911А до минимально возможной в 10 В. При этом необходимо проверить, что максимально возможный небаланс нормального нагрузочного режима по 3U0, 3U2 меньше выставляемой уставки. Кроме того, напряжение срабатывания по адресу 2911А должно выбираться по условию согласования по чувствительности органов тока и напряжения, чтобы исключить блокирование защиты при таких КЗ в сети, когда уровень токов симметричных составляющих не обеспечивает срабатывание органов тока, а срабатывание органов напряжения возможно (см. пояснения ниже).</p> <p><u>Условие согласования по чувствительности органов тока и напряжения FFM при несимметричных повреждениях цепей напряжения.</u></p> <p>Для согласования по чувствительности органов тока и напряжения FFM необходимо, чтобы органы напряжения не работали, когда органы тока находятся на грани срабатывания: $3U_{2(0)} < U_{2(0)CP}$; $3I_{2(0)} = I_{2(0)CP}$, где $U_{2(0)}$ и $I_{2(0)}$ – текущие значения напряжения и тока соответствующей последовательности.</p> <p>Разделив неравенство на равенство почленно, получим:</p> $\frac{U_{2(0)}}{I_{2(0)}} < \frac{U_{2(0)CP}}{I_{2(0)CP}} \text{ или } Z_{2(0)} = \frac{U_{2(0)}}{I_{2(0)}} \leq k_H \cdot \frac{3U_{2(0)CP}}{3I_{2(0)CP}} = k_H \cdot Z_{2(0)доп}, \text{ где}$ <p>$Z_{2(0)}$ – значение вторичного сопротивления ОП(НП) на «зажимах FFM» (рассчитывается при несимметричных КЗ); $3U_{2(0)CP}$ – значение уставки по напряжению; $3I_{2(0)CP}$ – значение уставки по току; $k_H = 0,8$ – коэффициент надежности;</p> <p>$Z_{2(0)доп}$ – предельно допустимое сопротивление ОП(НП) на «зажимах FFM» (при уставках по адр.2912А=0,1 А вт., по адр.2911А=15 В вт., $Z_{2(0)доп}=0,8*15/0,1=120$ Ом вт.).</p>
	2912А «FFM I<(макс)»	0,10А	Опр. расчетом	По адресу 2912А задается «Порог тока I<», при котором разрешается работа FFM. Выставляемый по этому адресу ток обязательно должен быть согласован с током, выставляемым по адресу 1202 «Уставка фазного тока для дистанционных измерений», см. ниже. Выставляемый по адресу 2912А ток должен быть не более тока, выставляемого по адресу 1202. Рекомендуется выставлять ток по адресу 2912А на 10% меньше тока, выставленного по адресу 1202.

Функция Контроль измеряемых величин (группа параметров 0029)	2913A «FFM U< макс (3ф)»	5В	15В	По адресу 2913A задается «Порог напряжения U<(3ф) для FFM». Это величина фазного напряжения, ниже которого запускается алгоритм симметричного нарушения цепей напряжения (пропадания напряжения сразу на всех трех фазах) при наличии и неизменности (отсутствии скачков) фазных токов. Напряжение срабатывания по адресу 2913A выбирается по условию отстройки от остаточного напряжения во вторичных цепях при отключенном автомате защиты цепей «звезды» напряжения при находящемся в работе защищаемом объекте (линии, трансформаторе). Рекомендуется принимать эту уставку равной 15В. Необходимо учитывать, что в версии 4.68 и ниже уставка «по умолчанию» равняется 5В и ее необходимо изменять вручную.
	2914A «FFM I Дельта (3ф)»	0,10А	Опр. расчетом	По адресу 2914A задается «Порог дельта тока (3ф)». Это минимальный ток «скачка» для деблокирования FFM при трехфазных КЗ. Этот ток должен быть на 10 % меньше разности между минимальным током трёхфазного КЗ при напряжении, подводимом к терминалу, равном напряжению, выставляемому по адресу 2913А, и максимально возможным током нагрузочного режима
	2915 «Контроль V доп. алг.»	с контролем тока	с контр. тока и БК сил.выкл-	По адресу 2915 задается работы алгоритма «дополнительного» контроля исчезновения трехфазного напряжения (обнаружение включения защищаемого присоединения без включенных цепей напряжения). Должен быть установлен режим «С контролем тока и блок-контактов силового выключателя». При этом на вход 379 «>ВЫКЛ 3ф включен» должен быть подан сигнал о включенном положении фаз выключателя (выключателей).
	2916A «Т доп.алг.»	3,00сек	0,05сек	По адресу 2916A устанавливается «выдержка времени контроля доп.алгоритма контроля исправности цепей напряжения. Для версий 4.20-4.68 задержка на 50мс ввода в работу дополнительного алгоритма с одновременным продлением (в SFC-логике) на 60мс действия сигнала 170 «FFM_Неиспр.ТН_Мгн» обеспечивает правильную работу функции контроля исправности цепей напряжения (симметричный и несимметричные алгоритмы FFM) в случаях ложной работы, описанных в Информационном письме ООО «Сименс».
	2921 «Т выкл ТН»	0мсек	0мсек	Только при использовании блок-контактов АВ защиты цепей ТН типа 3RV1611. При использовании АВ других типов и наличии других КА в цепях ТН необходимо учитывать их времена срабатывания. Если блок-контакты АВ защиты цепей ТН не используются, то время также устанавливается 0 мсек.
Пар. ЭС 2 (гр.0011)	1130А «Порог тока Разомкнутой Фазы»	0.1 А	0,05А ((с учетом рек. в Прил.)	Уставка по адресу 1130А оказывает влияние и на другие функции терминала. Поэтому в Приложении 5 даны разъяснения по работе функции определения разомкнутой фазы и даны рекомендации по выбору этой и других уставок данной функции.
ДЗ,Общ.уст. (гр.0012)	1202 Уставка Фазного Тока для дист.изм (1502 –для 7SD5X)	0,1А	Опр. расчетом	Для обеспечения надежного пуска ДЗ минимальный ток срабатывания по адресу 1202 должен быть меньше ожидаемого тока КЗ на 10% (в конце зоны резервирования). В то же время уставка по этому адресу должна быть \geq уставки по адресу 2912А (рекомендуется согласовывать по току минимальный ток работы ДЗ и FFM по адресам 1202 и 2912А: $I_{1202} = (1,1 \div 1,2) \cdot I_{2912A}$).

Таблица 2 Рекомендуемые уставки для терминалов 7SA52X,7SA6XX версий 4.20-4.68 (7SD52X с функцией ДЗ, версий 4.3-4.63)

Приложение 1:

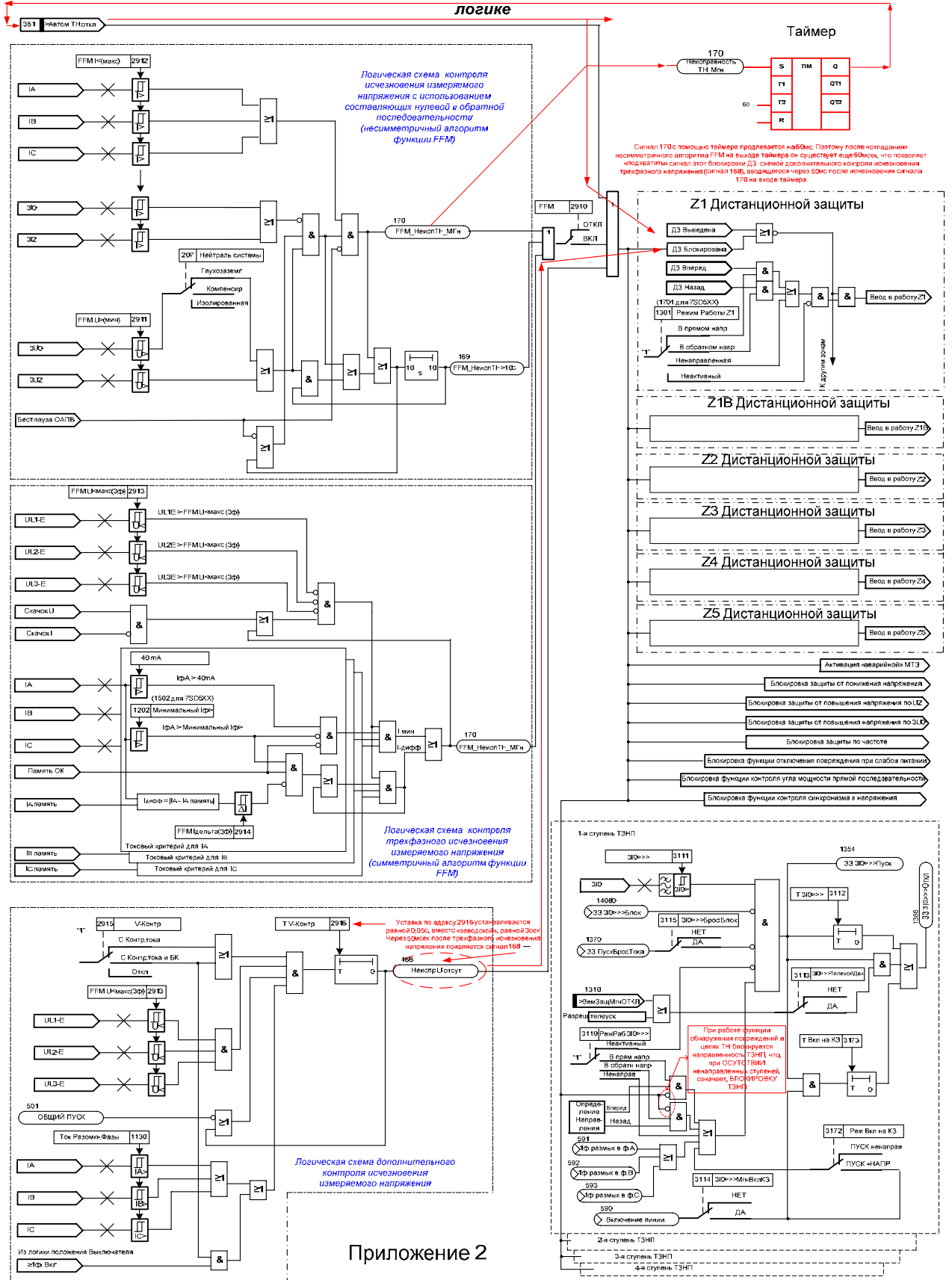
Контроль исправности цепей напряжения в терминале 7SA5X V4.2-4.68 (4.3-4.63 для 7SD5XX)



Приложение 1

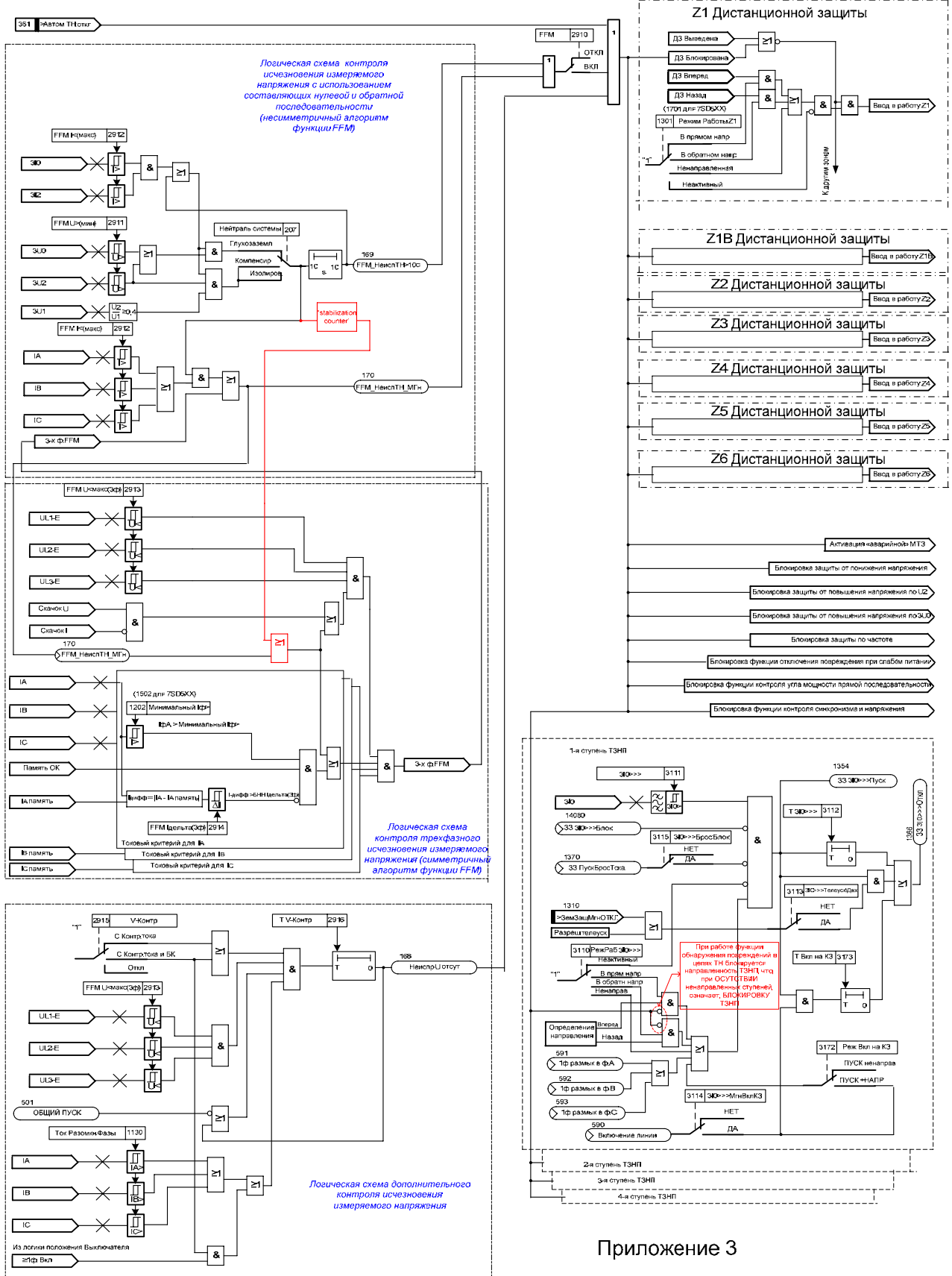
Приложение 2:

Контроль исправности цепей напряжения в терминале 7SA5X v.4.2-4.68 (4.3-4.63 для TSD5XX с доработкой в CFC-логике)



Приложение 3:

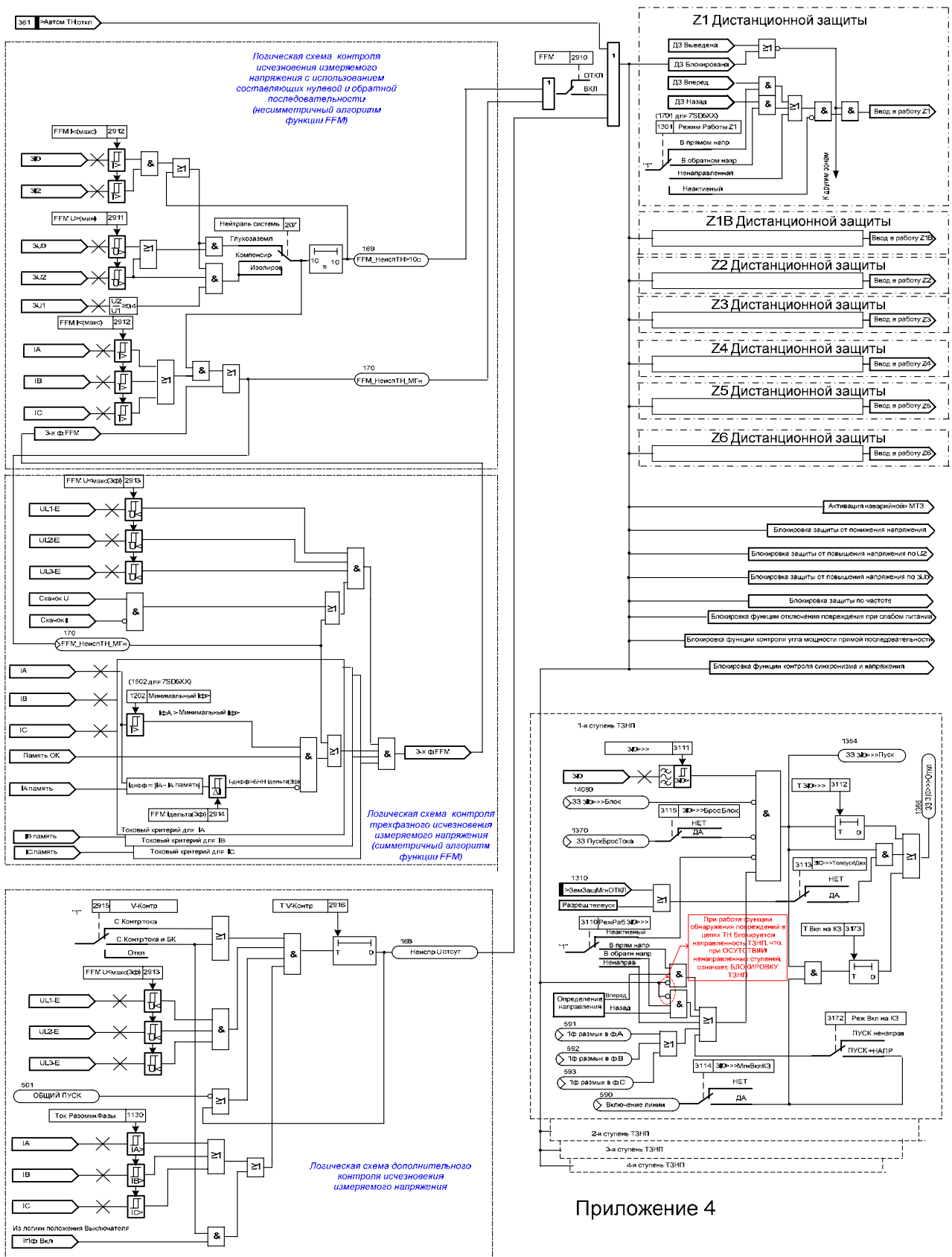
Контроль исправности цепей напряжения в терминале 7SA5X v.4.70 (4.70.4.71 для 7SD5XX)



Приложение 3

Приложение 4:

Контроль исправности цепей напряжения в терминале TSA5X v.4.71(4.72 для TSD5XX)



Приложение 4

Особенности работы функции определения разомкнутой фазы терминалов 7SA5XX, 7SD5XX (с комплектом ступенчатых защит) и рекомендации по выбору режимов ее работы и уставок.

В терминалах 7SA5XX, 7SD5XX для обнаружения бестоковой паузы цикла ОАПВ используется специальная функция обнаружения (определения) разомкнутых (отключённых) фаз линии. Логическая схема этой функции, представленная ниже, взята из технического описания на терминал 7SA5XX. Для удобства анализа работы функции некоторые узлы выделены цветом. Отключённая фаза определяется в следующих случаях:

а). При отключении только одной фазы от внутренних («своих») защит данного терминала (выделено фиолетовыми линиями). Сигнал появляется без выдержки времени, если при выдаче терминалом сигнала отключения соответствующей фазы ток в остающихся в работе фазах больше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы» (определяется по току $3I_0$). Сигнал появляется спустя 30 мсек если ток в остающихся в работе фазах меньше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы».

в). При отключении только одной фазы от внешних, по отношению к данному терминалу, защит (выделено красными линиями). Для этого необходимо, чтобы в данном терминале произошёл пуск только по одной фазе, а ток в остающихся в работе фазах был больше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы».

с). По отсутствию тока и напряжения на одной фазе. Здесь возможны два варианта.

с1). На нагруженной линии (выделено синим цветом). Отключённая фаза определяется, если на ней нет тока (ток меньше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы») и напряжения (напряжение меньше уставки, установленной по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы»). На остальных фазах есть ток (ток больше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы») и напряжение (напряжение больше уставки, установленной по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы»).

Все вышеприведённые условия по схеме «ИЛИ» действуют на запуск RS триггера, который фиксирует наличие бестоковой паузы цикла ОАПВ. Возврат триггера нагруженной линии выполняется спустя 150 мсек после появления тока (ток больше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы») в отключённой фазе, фиксируя этим окончание цикла ОАПВ.

с2). На ненагруженной линии (выделено зелёным цветом). Отключённая фаза определяется, если на ней нет тока (ток меньше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы») и напряжения (напряжение меньше уставки,

установленной по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы»). На остальных фазах есть напряжение (напряжение больше уставки, установленной по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы»). Сигнал снимается, если на отключённой фазе появляется напряжение (напряжение больше уставки, установленной по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы») либо появляется ток (ток больше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы»).

d). По положению блок-контактов выключателя с контролем тока (выделено желтым). Отключённая фаза определяется, если на ней нет тока (ток меньше уставки, установленной по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы») и находится в отключённом состоянии её блок-контакт. На остальных фазах блок-контакты должны находиться во включённом состоянии.

При установке по адресу **1136** «Определение разомкнутой фазы» режима «С измерением» для определения отключённой в цикле ОАПВ фазы используются все вышеприведённые условия. При установке по адресу **1136** «Определение разомкнутой фазы» режима «Ток И блок-контакты выключателя» используется только условие пункта d).

Рекомендации по выбору режимов работы и уставок.

Режимы работы функции обнаружения (определения) разомкнутых (отключённых) фаз линии и выбор её уставок зависят от следующих условий:

- Наличия ОАПВ на защищаемой линии;
- Наличия на защищаемой линии неотключаемого в цикле ОАПВ шунтирующего реактора;
- Наличия ТН на защищаемой линии.

Линии напряжением 330 кВ и выше, как правило, оборудуются ОАПВ и имеют линейный ТН, на который подключаются цепи напряжения терминала. Для обнаружения бестоковой паузы цикла ОАПВ на таких линиях по адресу **1136** «Определение разомкнутой фазы» устанавливается режим «С измерением», по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы» устанавливается минимально возможный ток 0,05 А для 1 А реле и 0,25 А для 5 А реле. Выставляемое по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы» должно быть отстроено от максимально возможного остаточного (наведённого) напряжения при отключённой с обеих сторон фазе защищаемой линии при находящихся в работе двух других. Рекомендуется установить 15 В. На линиях 500 кВ и выше, где к линии подключены шунтирующие реакторы, которые не отключаются в цикле ОАПВ и не оборудованы компенсационными реакторами, в терминал обязательно заводится информация о положении каждой фазы выключателей линии. По адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы» устанавливается минимально возможный ток 0,05 (0,25) А. Если в терминал, кроме токов выключателей линии, заводится и ток шунтирующего реактора, уставка по адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы» устанавливается на 20 % больше номинального фазного тока шунтирующего реактора. Для линий, не оборудованных ОАПВ, по адресу **1136** «Определение разомкнутой фазы»

устанавливается режим «ОТКЛ». Для таких линий, имеющих линейный ТН, для выдачи сигнала автоматического ускорения (выявления подачи на линию напряжения), используются уставки, выставяемые по адресам **1130** «Ток разомкнутой фазы» и **1131** «Напряжение разомкнутой фазы». Рекомендуемые уставки 0,05 А (0,25 А) и 15 В соответственно. Для линий, не оборудованных ОАПВ и не имеющих трёхфазного линейного ТН, уставка по адресу **1131** «Напряжение разомкнутой фазы» не используется и её величина не имеет значения. По адресу **1130** «Ток разомкнутой фазы» также рекомендуется выставлять 0,05 А (0,25 А). Рекомендуемые режимы работы и уставки функции определения разомкнутой фазы сведены в нижеследующей таблице.

Адрес	Наименование	Режим, уставка			
		Линии с ОАПВ без ШР	Линии с ОАПВ, с не отключаемым ШР	Линии без ОАПВ с линейным ТН	Линии без ОАПВ, без линейного ТН
110	Режим отключения	1/3ф	1/3ф	Только 3-х фазный	Только 3-х фазный
1130	Ток разомкнутой фазы	0,05 А (0,25 А)	>1,2 I ном. ШР (0,05 (0,25) А)	0,05 А (0,25 А)	0,05 А (0,25 А)
1131	Напряжение разомкнутой фазы	15 В	15В	15 В	Не имеет значения
1136	Определение разомкнутой фазы	С измерением	С измерением (обязательно должны использоваться блок-контакты фаз выключателей линии)	ОТКЛ	ОТКЛ

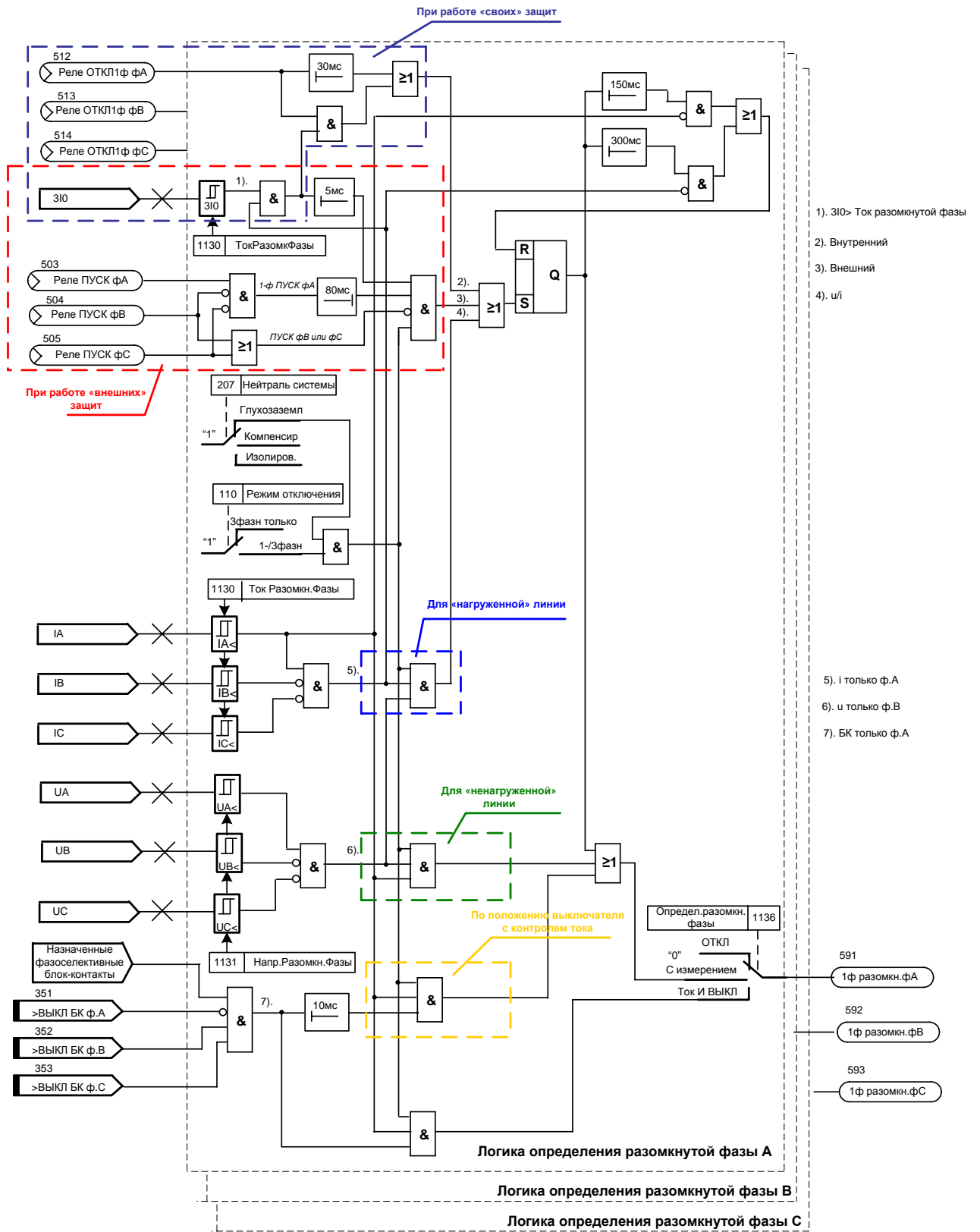


Рис. Логика определения разомкнутой фазы.

SIEMENS

Начальнику департамента РЗ и ПА
В.И. Пуляеву
Факс: (495) 710-40-01

Начальнику службы РЗА ОАО «СО ЕЭС»
В.С. Воробьеву
Факс: (495) 627-94-19

Сектор «Инфраструктура и города»

Компания	ООО «Сименс»
Департамент	IC SG EA
Фамилия	Капустин В.И.
Телефон	(495) 737-22-97
Факс	(495) 737-23-85
Мобильный тел.	+7 (916) 5435278
E-mail	Victor.Kapustin@siemens.com
Вх. №	
Исх. №	IC SG EA - 33
Дата	29.01.2013

«Об автоматическом ускорении
терминалов 7SA52X, 7SD52X»

Информационное письмо.

По сообщениям эксплуатационного персонала электроэнергетических предприятий, подразделений Системного Оператора наблюдаются случаи неправильной работы функции автоматического ускорения терминалов 7SA52X, 7SD52X (с комплектом ступенчатых защит). При анализе выполненных схем, выставленных уставок и установленных режимов работы функций терминалов выявляется, как правило, что причины неправильной работы – неправильно заданные и/или установленные режимы работы и уставки, относящиеся к функции «жесткой» заводской логики автоматического ускорения.

На магистральных, объединяющих энергосистемы или их части линиях напряжением 330 кВ и выше, как правило, всегда устанавливаются линейные трансформаторы напряжения (ТН). Для таких линий, особенно длинных и сильно нагруженных, автоматическое ускорение вводится на определённое (короткое) время только при опробовании линии напряжением. При таком режиме АУ ускоряемые ступени не требуются отстраивать от максимального нагрузочного режима, максимального броска тока при включении под нагрузку длинной линии с предельно допустимыми углами расхождения ЭДС объединяемых энергосистем или их частей (40° и более). Терминалы защит таких линий по цепям напряжения подключаются к линейному ТН. В терминалах 7SA52X этот режим АУ вводится по адресу 1134 установкой режима «Ток или Напр. или Руч. Вкл. через диск. вх» для контроля отсутствия тока и напряжения на линии (отключённого положения линии). Автоматическое ускорение будет вводиться только в том случае, если перед этим в течение времени, не менее выставленного по адресу 1133А «Т DELAY SOTF (минимальное время отключённого состояния линии перед включением на КЗ)», на линии (хотя бы на одной фазе) одновременно отсутствует ток (находится ниже уставки, выставленной по адресу 1130А «Pole Open Current (порог тока разомкнутой фазы)») и напряжение (находится ниже уставки, выставленной по адресу 1131А «Pole Open Voltage (порог напряжения разомкнутой фазы)»). Время, на которое вводится автоматическое ускорение, задаётся уставкой по адресу 1132А «SI Time All CI (действие после всех включений)». Для исключения ввода АУ без контроля отключённого положения линии при ручном включении выключателей вход «0356 >Manual Close (ручное включение)» не должен использоваться. Этот режим автоматического ускорения может использоваться и для линий 110-220 кВ, на которых установлены линейные ТН (во всех трёх фазах) и к ним подключены цепи напряжения терминалов защит.

На линиях распределительных сетей 110-220 кВ, подключаемых к сборным шинам через один выключатель, линейные трансформаторы напряжения, как правило, не устанавливаются. Терминалы защит таких линий по цепям напряжения, как правило, подключаются к шинным ТН. Для того, чтобы исключить ввод АУ на ненагруженной линии при броске тока внешнего КЗ, нужно следовать рекомендациям фирмы SIEMENS, которые приводятся в «7SA522 Руководство по

ООО «Сименс»
Генеральный директор: Дитрих Мёллер
Сектор «Инфраструктура и города»; Директор: Дитрих Мёллер

115184, г. Москва
ул. Большая Татарская, д. 9.

Телефон: +7(495) 737-10-00
Телефакс: +7(495) 737-10-01
www.siemens.ru

эксплуатации C53000-G1156-C155-5» на странице 53 по выбору режимов работы 1134 «Line closure (обнаружение включения линии)» и устанавливать по этому адресу режим «CB OR I or M/C (блок-контакты выключателя или ток или ручное включение через дискретный вход)». При этом положение выключателя (положение РПО, РПВ, блок-контактов) должно передаваться в терминал с использованием входов «380 >CB 3р Open (выкл. 3ф отключён)», «379 >CB 3р Closed (выкл. 3ф включён)» при действии защит на трёхфазное отключение. При выборе данного режима автоматическое ускорение будет вводиться только в том случае, если перед этим в течение времени, не менее выставленного по адресу 1133A «T DELAY SOTF (минимальное время отключённого состояния линии перед включением на КЗ)», одновременно находится в отключённом положении выключатель и на линии отсутствует ток (находится ниже уставки, выставленной по адресу 1130A «Pole Open Current (порог тока разомкнутой фазы)»). Время, на которое вводится автоматическое ускорение, задаётся уставкой по адресу 1132A «SI Time All CI (действие после всех включений)». При таком режиме работы автоматического ускорения оно будет вводиться в работу и на момент замыкания линии в транзит, поэтому ускоряемые ступени должны быть отстроены от максимально возможной нагрузки. Для исключения ввода АУ без контроля отключённого положения выключателя при ошибочной выдаче команды ручного включения включённого выключателя вход «0356 >Manual Close (ручное включение)» не должен использоваться.

Для автоматического ускорения предлагаем всегда использовать управляемую ступень дистанционной защиты Z1B (от всех видов КЗ). Этого вполне достаточно для мгновенного отключения при включении линии на любое КЗ. При необходимости, можно также вместе с АУ Z1B использовать и АУ ступени ТЗНП, например, 3I0>. Для исключения отказа в действии ускоряемых ступеней при отсутствии цепей напряжения (оперативный персонал «забыл» их подключить перед подачей на линию напряжения) автоматически ускоряемые ступени ДЗ и ТЗНП должны использоваться в ненаправленном режиме. Ниже приводятся рекомендации по выставлению режимов и уставок для тех параметров, от которых зависит правильная работа функции автоматического ускорения. Адреса указаны для терминалов 7SA52X и 7SD52X (с комплектом ступенчатых защит). Если они одинаковы в обоих терминалах, то указывается только один адрес, если различаются, то для терминалов 7SD52X (с комплектом ступенчатых защит) адрес указывается в скобках.

По адресу «1130A Порог Тока Разомкнутой Фазы» выставить уставку минимального тока, ниже которого фаза определяется как отключённая. Предлагаемую «по умолчанию» уставку 0,1 А можно оставить без изменения;

Для линий 330-750 кВ, терминалы защит которых питаются по цепям напряжения от линейных ТН, по адресу «1131A Порог Напряжения Разомкнутой Фазы» выставить уставку минимального напряжения, ниже которого фаза определяется как отключённая. Выставленное напряжение должно быть с запасом больше остаточного (наведённого) напряжения отключённой линии. Предлагаемую «по умолчанию» уставку 30 В можно оставить без изменения. Для линий 110-220 кВ, терминалы защит которых по цепям напряжения питаются от шинных ТН, это не используется и уставка не имеет значения;

По адресу «1132A Время подхвата после всех команд включения» выставить время, в течение которого ускоряемые ступени работают с минимальными выдержками времени после включения линии (выключателя). Вместо предлагаемой «по умолчанию» уставки 0,05 сек установить нужное время (обычно задаётся в диапазоне 0,6 – 1,0 сек);

По адресу «1133A Мин. вр. отключ. сост. линии перед ВклНаПовр» для линий 110-220 кВ установить минимальное время отключённого состояния линии, когда одновременно отключён выключатель линии и отсутствует ток в фазах (ток ниже порога, установленного по адресу 1130A). Только после выполнения данного условия терминал будет выдавать сигнал по адресу «590 Включение линии» на время, выставленное по адресу 1132A, одновременно с появлением тока хотя бы в одной фазе (ток выше порога, установленного по адресу 1130A). Устанавливаемое по адресу 1133A время должно быть меньше времени бестоковой паузы ТАПВ. В заводских уставках

(уставки по умолчанию) установлено время 0.25 сек, можно оставить без изменения. Для линий 330-750 кВ, оборудованных ОАПВ, для исключения работы АУ ступени ТЗНП в цикле ОАПВ (письмо ООО «Сименс» № 558 SG-EA от 12.12.2012г. «О работе функции SOTF (автоматическое ускорение) в терминалах 7SA522, 7SD522»), по адресу 1133А нужно выставить время больше времени бестоковой паузы ОАПВ, но меньше времени бестоковой паузы ТАПВ;

По адресу «1134 Обнаружение включения линии по», для линий 110-220 кВ установить режим «Бл-контВыкл или Ток или Руч. Вкл. через диск. вх». При таком режиме работы автоматического ускорения для линий 110-220 кВ оно будет вводиться в работу и на момент замыкания линии в транзит, поэтому ускоряемая ступень Z1В, работающая без выдержки времени, должна быть отстроена от максимально возможной нагрузки по всем измеряемым контурам. Автоматически ускоряемая ступень ТЗНП для линий 110-220 кВ, не отстроенная по току от максимального нагрузочного режима, для исключения её срабатывания при неодновременном включении фаз выключателя при замыкании линии в транзит, должна быть отстроена по времени срабатывания от разновременности включения фаз выключателя. Для линий 330-750 кВ по адресу 1134 установить режим «Ток или Напр. или Руч. Вкл. через диск. вх» для контроля отсутствия тока и напряжения на линии (отключённого положения линии). При таком режиме работы автоматического ускорения для линий 330-750 кВ оно будет вводиться в работу только на момент опробования линии напряжением, поэтому ускоряемые ступени Z1В, ТЗНП не требуется согласовывать с сетью. Автоматически ускоряемая ступень ТЗНП для линий 330-750 кВ, для исключения её срабатывания при включении линии на трёхфазную коротку, должна быть отстроена по времени срабатывания от разновременности включения фаз выключателей;

По адресу «1232 Мгновенное откл. при вкл. на КЗ» (1532 для 7SD52X) установить режим «Z1В ненаправл»;

По адресам 1352, 1353, 1354 (1652, 1653, 1654 для 7SD52X) выставить уставки по сопротивлениям срабатывания Z1В с учётом обеспечения охвата с запасом этой ступенью всей длины защищаемой линии во всех режимах работы сети при всех видах КЗ;

По адресу «3172 Мгновен. отключение после вкл. на КЗ» для автоматически ускоряемой ступени ТЗНП установить режим «при Пуске (ненаправл.)»;

По адресу «3173 Выдержка времени Откл. после вкл. на КЗ» установить выдержку времени действия АУ ступени ТЗНП. Вместо предлагаемой «по умолчанию» уставки 0,00 сек установить нужное время (зависит от типов используемых выключателей, обычно задаётся в диапазоне 0,05 – 0,15 сек);

Конкретная автоматически ускоряемая ступень (ступени) выбирается установкой значения «ДА» по одному из адресов 3114, 3124, 3134, 3149 «Мгновенное отключение при включении на КЗ» для 1-й, 2-й, 3-й и 4-й ступени ТЗНП соответственно.

С уважением,



С. Варламов

Руководитель отдела реализации проектов
департамента IC SG EA ООО «Сименс»

ООО «Сименс»
Генеральный директор: Дитрих Мёллер
Сектор «Инфраструктура и города», Директор: Дитрих Мёллер

115184, г. Москва
ул. Большая Татарская, д. 9.

Телефон: +7(495) 737-10-00
Телефакс: +7(495) 737-10-01
www.siemens.ru

Исполнитель: Перевертов В.Ю.