

Переход к цифровой энергетике: комплексный подход «Сименс»

Тема перехода к цифровым технологиям уже несколько лет обсуждается мировым энергетическим сообществом. Такие понятия, как цифровая подстанция и Smart Grid, зарекомендовали себя как главные инновационные темы последней пятилетки. Сформировавшиеся на сегодняшний день подходы к внедрению цифровых решений в основном касаются подстанционного уровня, а именно устройств, которые могут передавать информацию в цифровом виде от силового и измерительного оборудования по протоколам стандарта МЭК 61850, тем самым сокращая расходы на кабельную продукцию, работы по монтажу и комплексной наладке. Основные понятия, вокруг которых ведется дискуссия, — цифровые трансформаторы тока и напряжения, DMU, AMU, специальные системы проектирования таких объектов и IED с наличием протокола МЭК 61850-9.2.

Дроздова Т.В., Елов Н.Е., Лебедев А.А., ООО «Сименс»

Очевидно, что первые шаги по цифровизации — внедрение устройств полевого уровня сбора и передачи данных, а также организация цифровых шин передачи данных и построение систем визуализации и оперативно-диспетчерского контроля подстанционного уровня недостаточны, чтобы осуществить полный переход в эру цифровых технологий. Необходим комплексный подход к решению проблемы как со стороны разработчиков, так и со стороны эксплуатирующих организаций.

В этом отношении компания «Сименс» подготовила целый ряд решений, основывающихся на передовых технических разработках и программных продуктах, и предлагает пользователям широкий набор услуг по консалтингу, анализу и исследованию, направленных на реализацию решений по трансформации электроэнергетических систем и переходу на цифровые технологии. В соответствии с этим компания «Сименс» выстроила последовательную цифровую идеологию, включающую в себя описание основополагающих этапов внедрения цифровых технологий и содержащую соответствующие инструменты цифровизации энергетических предприятий. К таковым, например, относятся:

- цифровая модель энергосистемы, создаваемая на базе программного комплекса PSS@SINCAL;
- облачная платформа MindSphere, предназначенная для обработки больших объемов данных о состояниях энергообъекта, что позволяет решать сложные аналитические задачи и прогнозировать поведение системы с учетом различных факторов;

- создание и ведение единой информационной структуры описания всего парка энергетического оборудования на базе классификатора в соответствии со стандартом CIM для упрощения обмена данными между различными процессами, приложениями и задачами цифрового комплекса.

PSS@SINCAL —

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СЕТИ

Говорить о действительно цифровой системе электроснабжения можно в том случае, когда подбор рациональных решений и структуры системы изначально выполняется в специализированной программной аналитической среде. Это позволяет создать так называемого «цифрового двойника» — разностороннюю модель строящегося или реконструируемого объекта, включающую описание как самой системы электроснабжения, так и всего комплекса вспомогательного оборудования. Использование такой модели позволяет выбрать оптимальную топологию и схемы резервирования, определить характеристики основного оборудования и сформировать требования к дополнительным системам. Созданная на первоначальном этапе цифровая модель и сопутствующая ей классификация основного и вспомогательного оборудования — готовая структура для применения в системах управления активами.

Базовая платформа — программное обеспечение для моделирования и расчета режимов сетей PSS@SINCAL. Создаваемая модель энергосистемы позволяет в автоматизированном режиме выполнять расчеты нагрузок и токов короткого замыкания, расчеты уставок для устройств релейной защиты

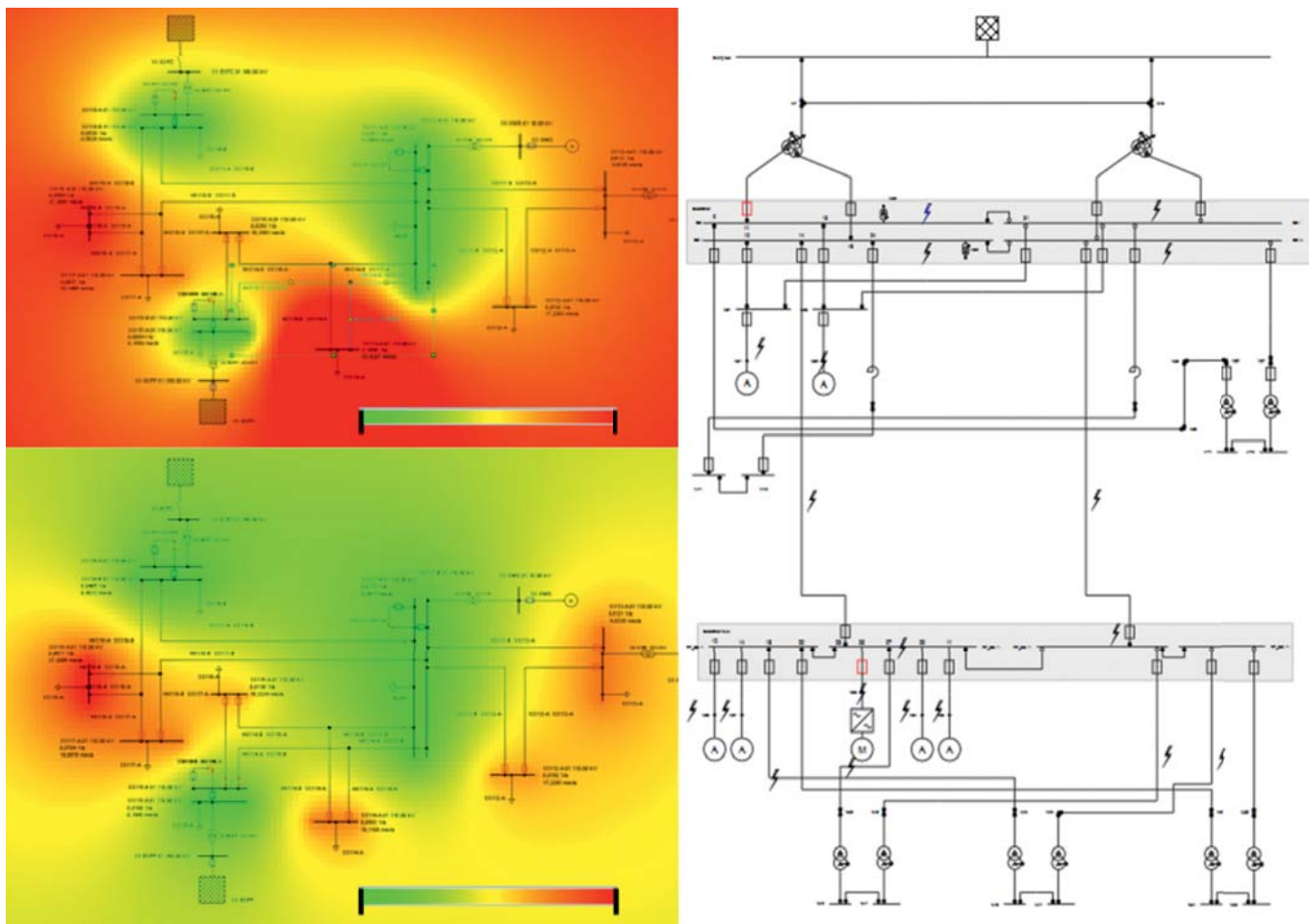


Рис. 1. PSS@SINCAL — цифровая модель системы электроснабжения

и автоматики, проводить анализ надежности сети и визуализировать результаты (рисунок 1).

Цифровая модель PSS@SINCAL совместима со стандартным форматом CIM и может использоваться при решении различных расчетно-аналитических задач, в прогнозировании и управлении активами. Так, одним из перспективных применений цифровой идеологии являются системы управления вспомогательным оборудованием. Каждый терминал РЗА, контроллер АСУ ТП или любое другое микропроцессорное устройство помимо выполнения своих основных функций является источником важной неоперативной информации, такой как версия программного обеспечения и даты обновлений, сведения по сбоям и нарушениям, случаи аварийного срабатывания и записи аварийных процессов, параметры модулей устройств и т.д. В основном данная информация хранится локально в устройствах и считывается инженерным персоналом в редких случаях посредством сервисного программного обеспечения, то есть не используется для решения задач оценки работы и управления функционированием самого оборудования. Напротив, создание интеллектуальной системы контроля и управления с автоматизированным доступом к вышеуказанной информации позволяет решать важные задачи безопасности, управления уставками, контроля правильности срабатывания и диагностики устройств защиты. Для этого в составе программной платформы PSS разработан специализированный модуль PSS@PDMS — программа управления неоперативны-

ми и сервисными данными устройств программно-технических комплексов. Данное программное обеспечение использует единые модель и формат данных с базовым программным обеспечением PSS@SINCAL и позволяет управлять устройствами релейной защиты, своевременно отслеживать и диагностировать возможные отклонения от нормального режима, контролировать изменение и актуальность уставок, проверять задаваемые уставки на цифровой модели энергосистемы. Применение системы такого уровня и функционала, во-первых, обеспечивает повышение качества и упрощение работы инженерных служб, что прямо влияет на снижение аварийности и повышение надежности работы основного оборудования, во-вторых, автоматизирует процессы взаимодействия между различными службами предприятия, прямым или косвенным способом влияющими на обеспечение поддержания работоспособности программно-технических комплексов на требуемом уровне.

РЕШЕНИЕ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ РЭС

Оценка текущего состояния и создание адекватной математической модели энергетической системы, контроль состояния программно-технических комплексов, анализ обслуживания и управления основным и вспомогательным оборудованием — все это способствует развитию приложений на их основе, поддерживающих эффективное управление распределительной сетью как в штатном, так и в аварийном режимах. К таким приложениям относятся как систе-

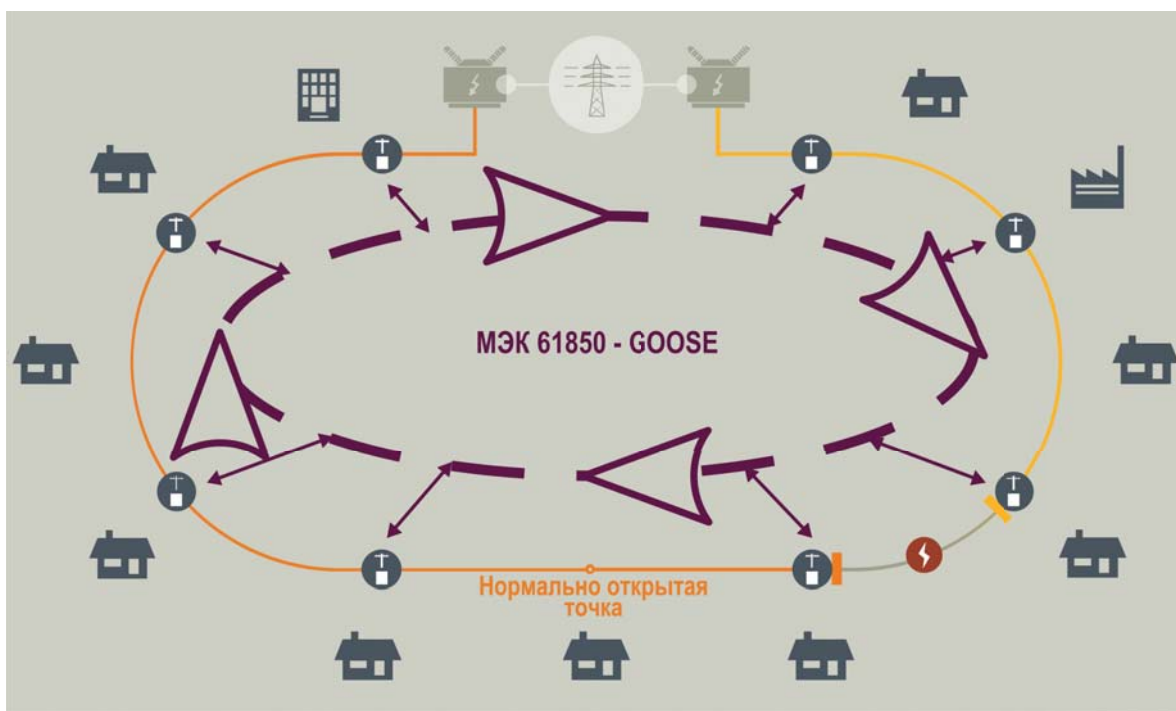


Рис. 2.
Децентра-
лизованный
принцип

мы, повышающие правильность и скорость принятия решений оперативным персоналом, так и средства, обеспечивающие автоматическое поведение элементов энергосистемы в соответствии с предустановленными сценариями развития ситуации.

Очевидно, что решение задач автоматизации и системной автоматики в рамках РЭС позволит повысить надежность электроснабжения потребителей, сократить время простоев при повреждениях и снизить затраты на устранение причин возможных нарушений. Наиболее эффективным решением этой задачи в соответствии с цифровой концепцией «Сименс» видится применение цифровой модели распределительной сети как для оптимизации электрической схемы, так и для разработки сетевых алгоритмов автоматического реконфигурирования и ввода резервного электроснабжения.

В распределительных сетях со сложной топологией, различными категориями потребителей, множеством возможных режимных схем питания, а также широким использованием реклоузеров в качестве коммутационного оборудования и вытекающими из этого проблемами в настройках селективности устройств РЗА, становится актуальным вопрос создания и апробирования сетевых алгоритмов, способных выполнять задачу восстановления электроснабжения максимально эффективно вне зависимости от места повреждения. Для успешного решения такой комплексной задачи необходимо использовать цифровое моделирование, которое позволяет эффективно просчитать необходимые сценарии управляющих воздействий для каждого нарушения режима и реализовать их в автоматическом режиме различными средствами программно-технических систем управления.

Общее рассмотрение типовых топологий построения распределительной сети и проведение их анализа и испытаний на соответствующих цифровых мо-

делях с использованием программного обеспечения PSS@SINCAL позволили определить два основных подхода к выбору принципов управления распределительной сетью, строящихся на базе программно-технических комплексов разработки компании «Сименс» (рисунки 2 и 3). Децентрализованный принцип — наиболее соответствующий электрическим сетям со слаборазвитыми связями без укрупненных диспетчерских центров с разрозненными и самостоятельными узлами управления. Централизованный и полуцентрализованный принципы — обеспечивают надежную работу алгоритмов автоматической коммутации для восстановления сети на базе программно-технических средств централизованного пункта управления или укрупненных энергообъединений.

Каждый из представленных принципов обладает своими преимуществами, выбор и оценка которых возможны при применении цифровой модели сети еще на стадии разработки решений по построению и развитию энергосистемы. Разумеется, успешная реализация задач эффективного управления сетью и переход к действительно гибкой и надежной сети возможны только при наличии оперативной информации о каждой точке отключения и возможности передачи команд телеуправления для выполнения автоматических переключений.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

Как правило, основной характеристикой цифровизации в энергетике является появление цифрового информационного потока, то есть трансформация информации о состояниях каждой единицы оборудования и узла системы в наборы данных, доступные посредством стандартных цифровых сетей передачи информации и позволяющие структурированно описать текущий режим работы энергосистемы и выбрать оптимальную стратегию

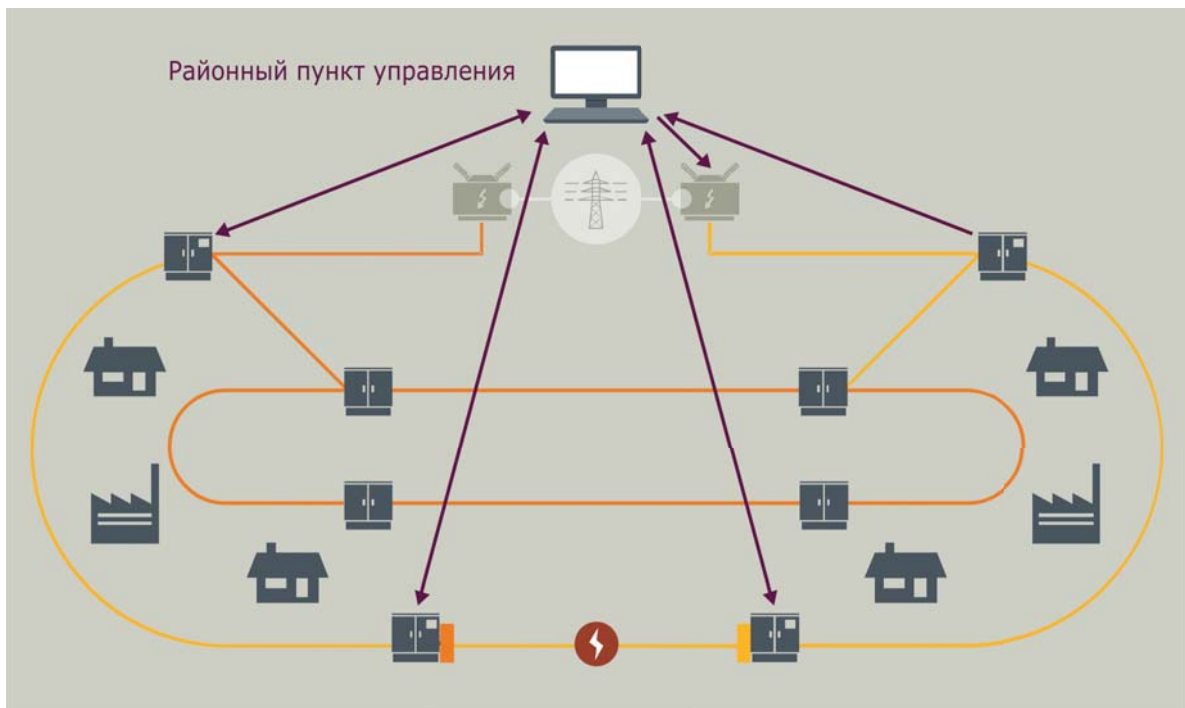


Рис. 3.
Централи-
зованный
и полу-
централи-
зованный
принципы

управления как оперативно, так и в долгосрочной перспективе.

Подход компании «Сименс» к построению шин станции и шины процесса соответствует стандарту МЭК 61850. РУ высокого напряжения, силовые и распределительные трансформаторы, КРУ среднего напряжения и НКУ — все оборудование производства «Сименс» оснащается интеллектуальными микропроцессорными контроллерами и датчиками. Наиболее очевидным решением в этой связи является изготовление распределительных устройств комплектно с преобразователями DMU и AMU для сбора дискретной информации о состоянии оборудования и данных измерений от трансформаторов тока и напряжения. Применение в КРУЭ «Сименс» цифровых измерительных трансформаторов тока на основе катушки Роговского также является решением по цифровизации, отличается существенной компактностью и обеспечивает возможность создания интегрированного «цифрового» элегазового распределительного устройства.

Существует и более широкое представление об отнесении оборудования к цифровым системам. Перспективным и интересным с точки зрения цифровизации силового оборудования является также применение цифровых датчиков с поддержкой IIoT для передачи как оперативной, так и неоперативной диагностической информации. В соответствии с таким подходом «Сименс» создает новое поколение цифрового силового оборудования, например, оснащая КРУЭ встроенными микропроцессорными датчиками с интерфейсом IIoT, а силовые трансформаторы — встроенной комплексной системой мониторинга SITRAM, обеспечивающей как локальное отображение информации, так и передачу данных в системы оперативного управления, диагностики, мониторинга и управления активами в соответствии с принятой цифровой формой ведения информации.

ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА СБОРА, ЭКСПЕРТНОГО АНАЛИЗА И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Рассуждая об отдельных цифровых решениях и комплексной цифровой идеологии, о глобальной цифровой трансформации данных о состоянии энергооборудования и системы в целом на всех ее жизненных этапах важно не упустить из внимания главный вопрос — для чего необходима цифровизация и в каких целях можно использовать все эти цифровые информационные потоки. Фактически до сих пор в использовании и хранении информации, поступающей с объектов энергосистемы, отсутствует по-настоящему системный подход. Часть информации применяется для анализа нештатных ситуаций, часть — в системах оперативно-диспетчерского управления, при этом форматы информационного обмена и доступа к данным, как правило, специализированные и требуют выделенных каналов связи, а большая часть информации о состоянии энергооборудования и режимах работы энергообъектов вообще не находит применения, не структурирована и хранится в локальных базах данных.

Однако с переходом к «цифровой» энергетике можно и нужно говорить о новой парадигме работы с информационным «полем». Сбор и использование данных становятся актуальны тогда, когда для этого нет необходимости разработки специализированных систем хранения и протоколов обмена информацией, то есть данные доступны и механизмы доступа к ним стандартизированы. При этом благодаря структурированному представлению одна и та же информация становится доступной в самых разных по назначению и циклу обработки данных приложениях, например, в системах оперативного управления, в системах оценки состояния оборудования и управления активами, а также

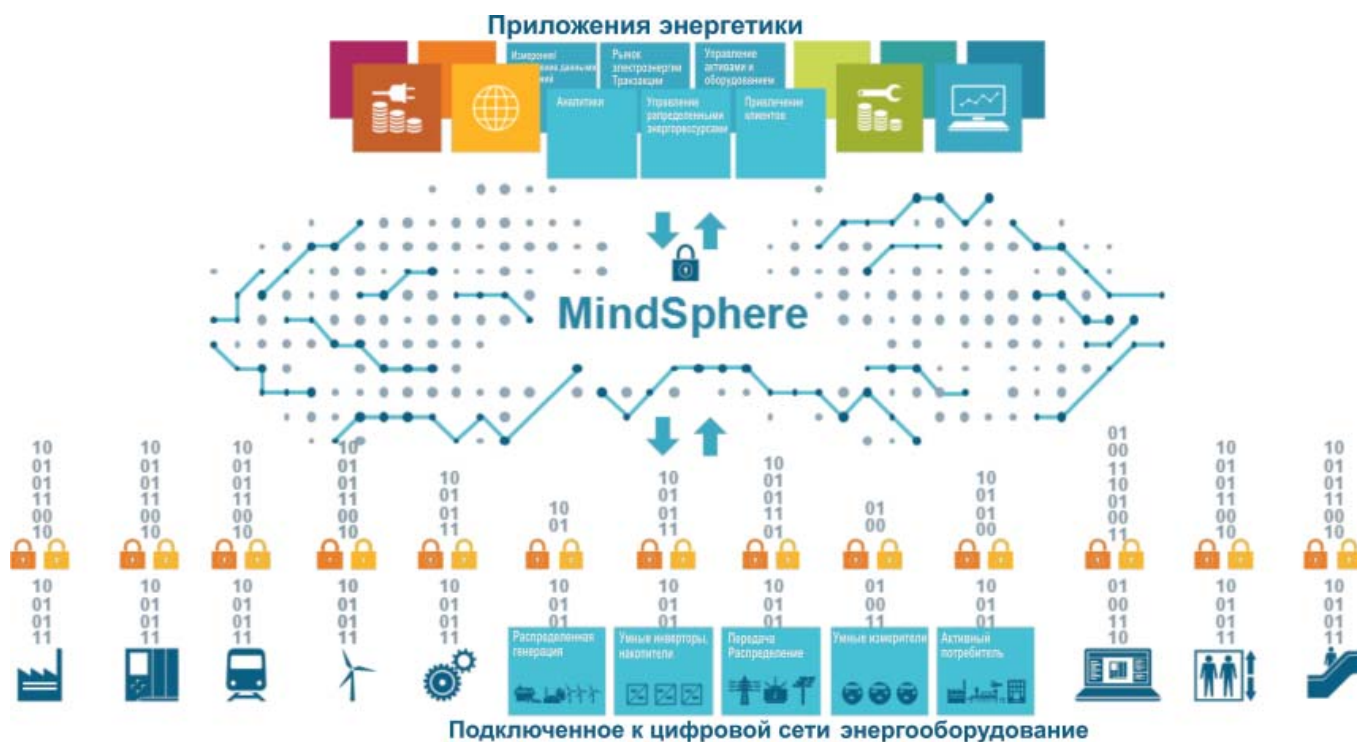


Рис. 4. Программная платформа MindSphere

в системах экспертного анализа, прогнозирования и стратегического развития.

Такого подхода к цифровизации компания «Сименс» придерживается не только в энергетике, но и глобально во всех отраслях. Программная платформа MindSphere (рисунок 4) — решение для сбора, хранения и предоставления доступа к данным с высокой степенью надежности и безопасности по правилам доступа, определенным каждым пользователем индивидуально под свои задачи и потребности, но на базе широкого набора гибких инструментов по стандартизации и унификации. Предлагаемые в составе MindSphere алгоритмы обработки и архивирования больших объемов информации обеспечивают возможность простой реализации пользовательских приложений для работы с любыми данными цифрового информационного потока. MindSphere предусматривает не только локальную аналитику, например, управление активами и ремонтами, но и возможность перехода к облачной структуре информационного пространства. При этом предусматривается возможность осуществления обмена знаниями между различными пользователями и привлечения внешних экспертов, что существенно расширяет базу для системного обучения используемых алгоритмов анализа и прогнозирования, то есть выявления шаблонов типовых ситуаций, например по развитию аварий или дефектов оборудования. Облачный подход позволяет унифицировать методы обработки и существенно сократить затраты конечного пользователя на реализацию любой прикладной задачи, при этом предоставив глобальную базу знаний и правил логического вывода для аналитических и консультационных систем.

Цифровая трансформация энергетики с точки зрения «Сименс» — это не только локальное применение передовых технологий и решений или разработка новых информационно-управляющих систем и специальных улучшенных алгоритмов обработки и анализа информации. Отличительной особенностью цифровой идеологии «Сименс» является то, что комплекс решений изначально строится на основе единой структуры и модели данных и, по сути, каждая создаваемая или модернизируемая в системе функция является наиболее эффективным цифровым воплощением потребностей пользователя. Такой принцип построения обеспечивает непревзойденную гибкость и масштабирование — вся необходимая информация для реализации любой новой функции всегда существует в системе, хранится в заданном виде и может быть использована во множестве стандартных и специфических пользовательских приложений. При этом важно отметить, что создание цифровой энергосистемы не всегда требует полной реконструкции, многие задачи могут решаться постепенно, а информация для большинства задач аналитического контура существует уже сейчас и требует лишь правильной обработки. Совокупное использование представленных решений и последовательный и рациональный переход к применению цифровых технологий в соответствии с предлагаемым комплексным подходом способны обеспечить повышение надежности функционирования энергопредприятий, снижение рисков управляющих воздействий и, в конечном счете, достижение требуемого экономического эффекта. **P**