В МОСКВЕ С 2 ПО 4 ИЮЛЯ 2019 Г. СОСТОЯЛАСЬ II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ: СТАНДАРТ МЭК 61850. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ»

Материал подготовлен на основе сайта конференции www.iec61850ru.ru

МАТЕРИАЛ ПОДГОТОВЛЕН
РЕДАКЦИЕЙ

В первый день работы конференции было сделано 12 докладов, посвященных использованию стандарта МЭК 61850. В рамках докладов обсуждался практический опыт реализации цифровых проектов, рассматривалось развитие информационных технологий, необходимых для перехода к цифровой электроэнергетике, различные аспекты построения Интернета энергии (IDEA), применение в отрасли big data, решений в сфере машинного обучения и др.

ПЕРВЫЙ ДЕНЬ

II Международная научная конференция «Цифровая подстанция. Стандарт МЭК 61850. Цифровизация электрических сетей» проходила на базе АО «НТЦ ФСК ЕЭС» в период с 2 по 4 июля 2019 г. при поддержке ПАО «ФСК ЕЭС». Соорганизатором конференции выступила компания DNV GL (Нидерланды). Соглашение об этом было подписано на 47-й Сессии СИГРЭ в Париже в августе 2018 г.

Открыл деловую часть мероприятия доклад представителя ПАО «ФСК ЕЭС» Андрея Шеметова, в котором он рассказал о практическом опыте реализации цифровых проектов ПАО «ФСК ЕЭС». Сегодня более 200 энергообъектов компании «цифровизованы» сегментарно, а до 2025 г. компания планирует комплексное внедрение технологии «Цифровая подстанция» более чем на 30 объектах.

Р.В. Неуступкин из АО «РАСУ» представил доклад «АО "РАСУ" — интегратор в контуре ГК "Росатом" по направлениям бизнесов АСУ ТП, "Электротехник" и "Цифровая энергетика"».

Докладчик рассказал, что сегодня АО «РАСУ» занимается созданием не только новых продуктов, востребованных рынком, но и формирует среду для повышения их востребованности за счет изменения нормативного поля. В рамках развития цифровой тематики АО «РАСУ» совместно с АО «Концерн Росэнергоатом» и другими заинтересованными организациями в настоящее время формирует продуктовую стратегию развития ГК «Росатом», включающую в себя такие цифровые продукты, как цифровая подстанция, технологии цифрового района электрических сетей (ЦРЭС), платформенные решения для нужд энергетики, технологии диагностики и самодиагностики, предиктивной аналитики и др При этом продукты создаются не только исходя из внутреннего спроса, а в том числе и для продаж на международном рынке.

Представитель компании «Siemens АГ» доктор Томас Либах рассказал о применении технологии «шина процесса» в схемах РЗА в электросетевых предприятиях Германии. Делая обзор некоторых решений, автор подчеркнул, что улучшенная резервная защита в сочетании с усовершенствованием самодиагностики устройств является базисом для сокращения периодических проверок устройств РЗА или даже полного исключения некоторых частей этих проверок. «Стандарт МЭК 61850 определяет построение системы связи между вторичным оборудованием подстанции, которое является неотъемлемой частью системы защиты и изменяет характеристики работы устройств защиты. Подготовка служб эксплуатации РЗА и оперативного персонала играет значительную роль при переходе к широкому использованию новых технологий. Тесное сотрудничество между заинтересованными пользователями и производителями формирует основу для дальнейшего совершенствования концепций защиты, уменьшения операционных затрат без ущерба для надежности и безопасности», — отметил докладчик.

Эффективность цифровой подстанции обеспечивается посредством цифрового обмена данными между устройствами по информационным сетям подстанции. «Но цифровизация не заканчивается устройством, — отмечает А. Шеметов, — необходимо расширить внедрение цифровых технологий на весь жизненный цикл энергообъекта. Потребность в накоплении и анализе данных всего жизненного цикла объекта электроэнергетики является важным этапом для перехода на обслуживание по состоянию и созданию точной и многокритериальной обратной связи для исправления типовых решений. Внедрение новых технологий требует осмысления и упорядочения результатов, а это возможно лишь в том случае, если формализовать и "оцифровать" жизненный цикл ПС».

«Корпоративный профиль стандарта МЭК 61850 ПАО "ФСК ЕЭС" как связующее звено между инструментами поддержки проектирования, наладки и эксплуатации» — тема доклада представителя компании ТЭКВЕЛ Алексея Аношина. По его словам, стандарт МЭК 61850 является глобальным, включающим в себя описание семантических моделей данных, коммуникационных протоколов, языка описания конфигурации. Начиная со второй редакции, охватывает коммуникации во всех доменах электроэнергетики, выходя за рамки локального объекта (подстанции). «Создание профилей МЭК 61850 — глобальный мировой тренд. Профили конкретизируют требования стандарта МЭК 61850 с учетом специфики реализации функций на конкретных рынках, тем самым обеспечивается типизация и высокий уровень совместимости решений. Применение стандартных профилей позволяет автоматизировать операции проектирования и наладки оборудования вторичных систем в энергетике. Для энергокомпаний профиль — это возможность создать единое информационное пространство и осуществлять

инжиниринг по единым правилам без ограничения конкуренции между поставщиками», — подчеркнул докладчик.

Сегодня в том или ином виде профили МЭК 61850 разработаны или разрабатываются различными организациями и странами. Россия не стала исключением. Профиль был создан в рамках НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС» по разработке каталога типовых решений РЗА, ПА и АСУ ТП.

Т.В. Ковыршина из АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и С.П. Воробьев из «Си-Софт Девелопмент» представили электронный каталог корпоративных технических решений РЗА и АСУТП ПАО «ФСК ЕЭС». Это программное обеспечение предназначено для комплексного информационно-инструментального сопровождения процесса разработки проектной документации в части РЗА и АСУ ТП и использования ее на всех стадиях жизненного цикла электросетевых объектов. Применение данных программных продуктов позволит повысить надежность процесса проектирования за счет применения типовых технических решений, автоматизации процессов, создания и ведения баз данных проектной документации на шкафы вторичных систем. Создание электронного каталога обеспечивает переход к концепции проектирования на основе моделирования.

Александр Шалимов из НПП «Динамика» рассказал об особенностях проведения комплексных испытаний оборудования на базе стандарта. В докладе были рассмотрены особенности проведения комплексных испытаний элементов оборудования энергообъектов, выполненных по технологии «Цифровая подстанция». Тестирование системы релейной защиты и автоматики объектов с шиной процесса (протоколы IEC 61850-9-2 и IEC 61850-8-1) предполагает дополнительный объем и методологию соответствующих испытаний, связанных с отличием интеллектуальных электронных устройств от микропроцессорных терминалов РЗА. Рассмотренные методы применялись при пусконаладочных испытаниях как отдельных ИЭУ, так и комплексов ИЭУ РЗА присоединений на реальных энергообъектах — «цифровых подстанциях» с применением протоколов MMS, GOOSE и SV (МЭК 61850-9-2LE).

В рамках НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС» «Разработка системы автоматической диагностики и повышения эффективности обслуживания устройств РЗА, АСУ ТП и средств измерений ПС» компанией ООО «ЭнергопромАвтоматизация» в составе консорциума с АО «НТЦ ФСК ЕЭС» и ООО «Релематика» была разработана соответствующая корпоративная система (далее — ПТК «Эксплуатация»). Основной целью ее создания является осуществление постепенного перехода от планового обслуживания к обслуживанию по состоянию. Для реализации этой задачи ПТК «Эксплуатация» выполняет автоматизацию процессов непрерывного, периодического и ситуационного мониторинга на основе данных об устройствах, а также собираемых на уровне ПС сигналов и осциллограмм. В рамках процесса периодического мониторинга в ПТК «Эксплуатация» решаются задачи автоматизации бизнес-процессов ТОиР, которые ведутся эксплуатационным персоналом ПАО «ФСК ЕЭС», и накопления статистических данных.

О принципах поэтапного построения цифровой ПС на базе технических решений АО «Чебоксарский электроаппаратный завод» рассказали его представители. В докладе речь шла о терминалах РЗА серии БЭМП-РУ, которые одни из первых получили поддержку протокола МЭК 61850 в части GOOSE и MMS. В настоящий момент заводом серийно выпускаются БЭМП-РУ с поддержкой SV-потоков, но кроме традиционного цифрового направления специалисты ЧЭАЗ предлагают вариант поэтапного внедрения «цифровых» защит для действующих ПС.

Николай Дорофеев из ООО «ПиЭлСи Технолоджи» рассказал о комплексных решениях для цифровых подстанций. Компания активно занимается разработкой и производством оборудования, использующего технологию ЦПС, для создания архитектурных решений, имеющих максимальные технико-экономические показатели, позволяющие полноценно применять технологии с использованием шины процесса по МЭК 61850-9-2 на подстанциях напряжением 6-220 кВ. «В ходе продолжительной работы у нас сформировалось собственное видение концепции архитектуры ЦПС, в рамках которой была разработана линейка оборудования и ПО, — рассказал Н. Дорофеев. — Мы предлагаем рассматривать ЦПС в виде цифровых сегментов. Основным компонентом цифрового сегмента является сервер ИУЭ TOPAZ IEC DAS, разработанный и производимый ООО "ПиЭлСи Технолоджи"».

Представители ООО «Энергопром-Автоматизация» сделали доклад на тему «Типизация технических решений по цифровым подстанциям с точки зрения проектировщика, производителя оборудования и интегратора». Компания внедрила на объекте генерации первый в России испытательный полигон, созданный по технологии ЦПС на базе шестого блока Нижегородской ГЭС ПАО «РусГидро», выступив генеральным проектировщиком, генеральным подрядчиком и поставщиком оборудования. По словам докладчика Игоря Кумеца, полигон является мультибрендовым. Различия в реализации профиля МЭК 61850 устройств разных производителей, а также изменение модели данных профиля для некоторых устройств в зависимости от прошивки терминала выявили проблемы при интеграции устройств в АСУ ТП. ООО «ЭнергопромАвтоматизация» приняло участие в рабочей группе в рамках НИОКР по разработке типовых технических решений, организованной ПАО «ФСК ЕЭС». «Типовые решения — более дорогостоящие в сравнении с традиционными, но при серийном использовании, а также при внедрении типовых решений другими сетевыми и генерирующими компаниями они не только помогут значительно упростить процесс проектирования, пуско-наладки и интеграции оборудования, но также могут стать более выгодными с финансовой точки зрения», — отметил И. Кумец.

После завершения первого рабочего дня конференции состоялся круглый стол, на котором была развернута дискуссия по материалам докладов. При подведении итогов первого дня конференции ее участники отметили большой объем

работ, проведенный ПАО «ФСК ЕЭС» по созданию «Электронного каталога типовых решений для ЦПС», типовых решений для различных видов архитектур построения информационных сетей ЛВС, типовых шкафов, что позволит существенно ускорить внедрение технологии ЦПС на объектах ЕНЭС. На базе АО «НТЦ ФСК ЕЭС» создана площадка (портал) для доступа к электронным каталогам, к которой подключились более 70 организаций (около 1000 пользователей). В своих выступлениях в рамках дискуссии участники конференции одобрили направление работ по типизации технических решений при создании технологии «Цифровая подстанция», проводимой ПАО «ФСК ЕЭС». Зарубежные участники отметили, что в России теме создания технологии «Цифровая подстанция» на базе стандарта МЭК 61850 уделяется большое внимание, проблемы рассматриваются разносторонне (проектирование, пуско-наладка, эксплуатация, подготовка кадров), и наиболее интересным представляется направление по типизации решений, по которому, по мнению зарубежных экспертов, она находится на передовых позициях.

ВТОРОЙ ДЕНЬ

Этот день был посвящен практическим вопросам реализации и опыту внедрения технологии ЦПС на объектах электроэнергетики.

В совместном докладе НГТУ им. Р.Е. Алексеева (докладчик — д.т.н. А.Л. Куликов) и АО «НИПОМ» представлены принципы реализации кроссплатформенных решений ЦПС с применением отечественной компонентной базы. В докладе описана оригинальная технология построения ЦПС с динамической архитектурой, основанной на двух компонентах: программном, включающем в себя «Кодогенератор управляющего ПО», и аппаратном, базирующемся на средствах промышленной автоматизации различных производителей. В целях импортозамещения, снижения зависимости электроэнергетической отрасли РФ от внешних факторов и обеспечения энергобезопасности РФ, информационной безопасности систем технологического управления для электрических сетей напряжением 6–220 кВ авторы предлагают решения для ЦПС с максимально возможным использованием отечественной элементной базы: микропроцессора «Эльбрус» и ОС «Эльбрус-Д», в том числе в ИЭУ РЗА, контроллерах присоединений, SCADA-системе, рабочих станциях оперативного и эксплуатационного персонала.

Актуальные вопросы наладки и эксплуатации ПС с использованием архитектуры II типа для объектов генерации затронули представители ООО «ТЕКОН-Системы». В их докладе был рассмотрен ряд проблем, характерных при внедрении: выполнение настройки цифровых связей в рамках конфигурирования УРЗА, существенное увеличение нагрузки на локальную вычислительную сеть энергообъекта при возникновении аварийного процесса («информационный шторм»), повышение требований к уровню компетенций релейного персонала в области IT и стандарта МЭК 61850. По мнению докладчиков, недостаточное внимание к вышеобозначенным проблемам со стороны участников рынка вторичного оборудования, а также потребителей приводит к снижению надежности работы энергообъектов и повышению затрат на их эксплуатацию по сравнению с объектами с традиционными решениями (архитектуры I типа).

О применении стандарта МЭК 61850 при конфигурировании терминалов релейной защиты для цифровых подстанций рассказали представители ООО «РЕЛЕМАТИКА». В докладе было рассмотрено поведение источников GOOSE-сообщений как основного параметра, с помощью которого становится возможным определить достоверность этого сообщения. По словам докладчика, для разных сигналов на подстанции она может быть различной, поэтому очень важно правильно классифицировать эти сигналы. Также в докладе рассматриваются вопросы настройки параметров приемников GOOSE-сообщений.

Доклад А.В. Трофимова, к.т.н., представителя Национального исследовательского университета «МЭИ», был посвящен вопросам подготовки специалистов для работы с технологией «Цифровая подстанция». К настоящему моменту на кафедре «Электрические станции» уже более пяти лет используется специализированный учебно-исследовательский полигон АСУ ЭТО, оборудованный согласно требованиям МЭК 61850. В его состав входят несколько натурных промышленных распределительных устройств (РУ) различных классов напряжений, включая ячейку КРУЭ-220 кВ, КРУ 10 кВ, щит собственных нужд 0,4 кВ, щит постоянного тока 220 В. Часть оборудования моделируется на схемном уровне. Для управления используются шкаф защит и управления линией, шкаф защит и управления блочным трансформатором (на базе терминалов защит RET650 и управления REC650); шкаф защит блока генератор-трансформатор (на базе терминала защит REG670) и трансформатора собственных нужд. Для изучения процессов цифрового обмена с помощью программы анализа трафика по сети Ethernet используются пакеты MMS и GOOSE.

На полигоне также есть компактный специализированный стенд, отражающий основные принципы организации и функционирования АСУ ЭТО. «Это позволяет начать процесс обучения с более простых систем. В качестве объекта управления используются цепи электродвигателя собственных нужд. Управление ведется с коммуникационного контроллера WAGO 750-880/025-002. Его среда программирования включает специальный конфигуратор, обеспечивающий построение информационной модели по МЭК 61850», — пояснил докладчик.

Об особенностях проектирования систем релейной защиты при новом строительстве и реконструкции цифровых подстанций рассказали представители ООО НПП «ЭКРА». По словам докладчиков, одна из главных проблем проектирования цифровых подстанций в России связана с отсутствием отечественных нормативных документов в этой области.

«На сегодня не регламентированы такие важные аспекты, как выбор оборудования, состав проектной документации, формат ее представления, процесс согласования с конечным потребителем и многое другое. Фактически единственным документом, описывающим технологии "Цифровая подстанция", ее оборудование и процесс проектирования является сам стандарт МЭК 61850. При этом указанный стандарт оставляет решение многих вопросов за проектировщиком и заказчиком, — отметил Александр Гурьев. — Все эти и многие другие вопросы в каждом конкретном случае решаются индивидуально, в зависимости от вида работ (новое строительство, реконструкция), бюджета строительства, главной схемы, "глубины" цифровизации подстанции. При этом окончательное решение зачастую связано с необходимостью проведения натурных испытаний для подтверждения расчетов. Как правило, подобные испытания совмещаются с заводскими приемо-сдаточными с демонстрацией правильности выбора технических решений».

SOLID-принципам проектирование ЦПС был посвящен доклад представителей ООО «НИЦ ЧЭАЗ». Докладчики утверждают, что МЭК 61850 использует объектную модель данных и ориентируется на основные принципы ООП, наиболее важные из ко-

торых известны как SOLID (Single responsibility, Open-closed, Liskov substitution, Interface segregation и Dependency inversion).

«Одна из причин несовместимости изделий от разных производителей — нарушение одного из принципов SOLID, а именно принципа подстановки Барбары Лисков (The Liskov Substitution Principle), краткое описание которого, согласно Роберту С. Мартину, звучит так: функции, использующие базовый тип, должны иметь возможность использовать подтипы базового типа, не зная об этом. Проблема заключается в том, что стандарт позволяет разработчикам использовать различные расширения. Так, расширяя свои модели элементами <Private/>, производители добавляют функционал, который может нарушить данный принцип, — рассказал Дмитрий Удиков. — Если производители будут придерживаться основных принципов ООП и SOLID, то проблем совместимости станет значительно меньше, и процесс проектирования станет действительно бесшовным».

Еще один доклад представителей ООО НПП «ЭКРА» затронул тему оценки синхронизации времени функций РЗА, использующих данные об аналоговых величинах согласно протоколу МЭК 61850-9-2. В докладе было рассмотрено предполагаемое поведение РЗА при потере синхронизации устройств РЗА, ПАС и АПАС, а также при ресинхронизации. Докладчики предложили меры, помогающие исключить вероятность неправильной работы защиты в описанных ситуациях.

О системе обеспечения единого времени цифровой подстанции рассказали сотрудники ООО «Прософт-Системы». Они представили накопленный опыт практической реализации проектов цифровой подстанции последних лет, проанализировали историю развития требований к параметрам и характеристикам СОЕВ.

Представители НИУ МЭИ и ООО «ИЭЭС» сделали совместный доклад «Применение методов синхронизации по параметрам аварийного режима для реализации шины процесса по стандарту МЭК 61850». В рамках настоящей работы предлагается синхронизация измерений по параметрам аварийного режима без синхронизации по источникам сигналов точного времени. В каждом УСО имеется пусковой орган (ПО), который срабатывает при наступлении технологического нарушения. Для реализации ПО используется вейвлет-преобразование, так как оно позволяет проводить анализ переходного процесса и определять с заданной точностью момент возникновения аварийной ситуации. В рамках настоящей работы было рассмотрено применение вейвлет-преобразования для синхронизации измерений на примере ПС 500/110/10 кВ для различных видов возмущений: коротких замыканий, набросов мощности, отключений линии, несинусоидальных режимов (подробнее об этом читайте в журнале РУМ-2/2019).

Илья Смирнов из ООО «Феникс Контакт РУС» высказал мнение, что коммутаторы с поддержкой стандарта МЭК 61850 — это маркетинговый ход. «Обычные коммутаторы также могут применяться для построения АСУ ТП энергетического объекта, — отметил докладчик. — Но из- за высокой нагрузки на сеть и специфики электроэнергетики к коммутаторам предъявляются высокие требования. Сетевое оборудование должно иметь не только высокий уровень ЭМС, но и реализовывать специфичные IT-функции, такие как поддержка приоритетной передачи GOOSE-сообщений, поддержка протокола PRP, поддержка Multicast и VLAN. В первую очередь коммутаторам необходимо поддерживать приоритетную передачу GOOSE-сообщений, что позволяет им выдержать "GOOSE-лавину"».

Вопросы мониторинга и диагностики GOOSE-потоков на базе Ethernet-коммутатора МЭК 61850 обсудили во время выступления Ивана Лопухова (представительство компании MOXA INC.). По словам докладчика, так как в протоколе GOOSE не заложен механизм подтверждения доставки сообщений, стандарт МЭК 61850-5 выдвигает жесткие требования к производительности коммуникационной сети, включающие доставку сообщений с минимальными задержками в миллисекундном диапазоне. «Увеличение количества устройств, использующих GOOSE-протокол, и усложнение архитектуры систем требует внедрения эффективных средств мониторинга и диагностики GOOSE-потоков. В настоящий момент для выявления причин потерь GOOSE-пакетов в коммуникационной сети приходится использовать специальное диагностическое оборудование, генерирующее тестовые GOOSE-пакеты, и программное обеспечение, запускаемое на рабочей станции. Это требует значительных дополнительных затрат и отдельной квалификации персонала», — отметил И. Лопухов. Он представил метод анализа и мониторинга GOOSE-потоков, который реализуется встроенным функционалом коммутаторов Ethernet. Применяемое сетевое оборудование не просто передает GOOSE-трафик, но и ведет учет потоков, выявляет места сбоев и сообщает о них в систему диспетчеризации по стандартным протоколам типа MMS или SNMP. Отдельным применением такого метода также можно считать защиту от некоторых возможных кибератак, связанных со злонамеренным включением в коммуникационную сеть несанкционированных источников GOOSE-пакетов.

Сотрудники ООО Инженерный центр «Энергосервис» совместно с коллегами из Северного (Арктического) федерального университета представили доклад «Многофункциональные ИЭУ для цифровых подстанций и цифровых сетей». Они описали опыт разработки и внедрения многофункциональных ПАС и ИЭУ для распределительных устройств высокого напряжения.

Кроме этого, затронули вопросы создания цифровых КРУ 6–20 кВ нового поколения с использованием цифровых датчиков тока и напряжения, интеллектуальных выключателей со встроенной резервной защитой, цифровых датчиков положения, температуры и т.д. «Все перечисленные компоненты внутри КРУ, а также устройство РЗА соединяются между собой посредством резервируемой низкоуровневой шины процесса. При этом имеется возможность реализации распределенных функций РЗА в виде двух или трех уровней. Встроенное в интеллектуальный выключатель устройство защиты имеет доступ ко всей необходимой информации благодаря подключению к низкоуровневой шине процесса внутри ячейки и к шине подстанции. В направлении централизованной системы защиты, автоматики и управления передаются синхровекторы тока и напряжения, а также производится обмен GOOSE-сообщениями», — пояснил докладчик.

Анализ опыта создания системы регистрации аварийных событий цифровой подстанции провели представители ООО «Прософт-Системы». Они предложили некоторые технические требования к ней с учетом специфики решаемых задач. Тему продолжил доклад Максима Петрова из ООО «ПАРМА». Он рассказал о проблемах реализации цифрового регистратора в соответствии со стандартом МЭК 61850, представив взгляд на структуру РАС с точки зрения элемента «цифровой» подстанции. В данном докладе была раскрыта структура применяемых логических узлов и их взаимодействие, используемые сервисы и их особенности. В заключительной части М. Петров привел описание смоделированного примера использования РАС на подстанции в нормальных и аварийных режимах работы.

Вопросам метрологического обеспечения средств измерений в составе измерительных каналов цифровой подстанции посвятил свой доклад директор ООО «НПП Марс-Энерго» Ильдар Гиниятуллин. На его предприятии с 2015 г. выпускаются лабораторные эталонные поверочные установки для цифровых ИТН, ИТТ, с 2017 г. разрабатываются методики измерения МИ, СТО по применению эталонных СИ для поверки, калибровки СИ ЦПС в лабораторных условиях и на местах эксплуатации.

«Реализация пилотных проектов цифровых подстанций на объектах ПАО "Россети" и ПАО "ФСК ЕЭС" должна включать апробацию технологии тестирования, калибровки, поверки отдельных СИ и цифровых измерительных каналов в целом. Наряду с этим требуется разработка методик измерений и отраслевых стандартов. Ряд международных стандартов на СИ ЦПС и методы калибровки переведен в разряд ГОСТ и применяется разработчиками и проектировщиками ЦПС. Однако требуется их переработка и адаптация к особенностям российской энергосистемы, применяемым СИ и регламентам поверочных работ», — отметил докладчик. Также он рассказал о методиках и стандартах, разработанных специалистами его компании.

«Оценка точности вычисления параметров электроэнергии на основе потока IEC 61850-9-2LE В» — тема доклада Ирины Ковцовой из ООО «Компания ДЭП». В своем выступлении она дала практическую оценку точности измерения параметров электроэнергии, а именно действующих значений тока и напряжения, на основе потока мгновенных

значений МЭК 61850-9-2LE (подробнее об этом читайте на страницах журнала РУМ-2/2019).

О подходах к созданию АСКУЭ цифровой подстанции на конференции рассказали представители ЗАО «ИТЦ Континуум». В своем докладе они сделали обзор потенциальных решений и сформулировали авторский взгляд на оптимальное решение, отвечающее современным техническим и экономическим вызовам. Актуальность темы обусловлена растущей потребностью в формировании цифрового решения для АСКУЭ, которое отвечало бы как техническим, так и регуляторным требованиям рынка. Докладчиками была подробно рассмотрена трансформация полевого уровня АСКУЭ и уровня приборов учета в условиях ЦПС, затронуты вопросы стоимости сопутствующей инфраструктуры, стоимости создания цифровых решений в условиях нового строительства и модернизации, проведен поиск оптимума между техническим совершенством и стоимостью решения как на этапе создания и модернизации, так и в процессе эксплуатации. Результаты анализа представлены в форме концепции целевого прибора и его технических и стоимостных характеристик.

После выступления всех докладчиков состоялся круглый стол — дискуссия с подведением итогов второго дня работы конференции. Затем для участников была проведена экскурсия на опытный полигон «Цифровая подстанция» АО «НТЦ ФСК ЕЭС».

ТРЕТИЙ ДЕНЬ

Завершающий день II Международной научной конференции «Цифровая подстанция. Стандарт МЭК 61850. Цифровизация электрических сетей» открылся совместным докладом голландских коллег из DNV GL

и российской компании «Профотек», который был посвящен вопросам тестирования измерительных трансформаторов (ИТ) малой мощности с интерфейсами МЭК 61850. В докладе была представлена установка, используемая для выполнения испытаний током большой величины маломощных ИТ (LPIT). Во второй части доклада были описаны практический опыт, накопленный компаниями при проведении испытаний, и методики проведения испытаний, используемые каждой из сторон, а также методы обработки результатов испытаний для оценки ошибок измерений, полученных во время тестирования маломощных измерительных трансформаторов по МЭК 61850.

Тестирование — неотъемлемая часть МЭК 61850. В отличие от предыдущего этапа тестирования, когда проверялись единичные устройства, необходимо переходить к комплексным испытаниям на всем жизненном цикле подстанции. При вводе в эксплуатацию систем автоматизации подстанций (SAS), включающих системы защиты, автоматики и управления (РАС), традиционно основное внимание должно уделяться тестированию системы защиты и ее настроек, но этого недостаточно при широком внедрении новой технологии. Томас Шоссиг, представитель австрийской компании OMICRON Electronics ознакомил участников конференции с предлагаемыми техническими решениями своей компании по комплексному тестированию систем автоматизации и управления подстанций (подробнее об этом читайте в журнале РУМ-2/2019).

С переходом на новые для эксплуатации протоколы данных, такие как GOOSE и SV, все острее встает вопрос об измерении временных задержек в коммуникационной среде подстанции. Этот вопрос был затронут в докладе представителя АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Максима Ильина. В главе 5 стандарта МЭК 61850 приведены требования к тем или иным классам производительности, а также схемам для определения полного времени передачи сигнала. Но измерение времени передачи сигнала, согласно МЭК 61850-5, невозможно без доступа к внутренним данным устройства. Для того чтобы провести испытание черного ящика, необходим другой метод — так называемый GOOSE пинг-понг.

Эта методология используется для оценки производительности всего одного устройства IED. Для оценки времени прохождения через коммуникационную среду также требуется источник/приемник сигнала и еще генератор нагрузочного трафика. Данный комплекс позволяет определить задержки как отдельного коммутатора, так и сети в целом.

По словам М. Ильина, АО «НТЦ ФСК ЕЭС» имеет технические средства для проверки временных задержек сети любой конфигурации, технических решений по разграничению и приоритезации трафика, возможности для создания базы данных по оценке производительности цифровых коммутаторов. Уже более двух лет АО «НТЦ ФСК ЕЭС» проводит работу по определению производительности IED. «Сопоставив две временные задержки — IED отдельно и IED в коммуникационной среде, — можно определить суммарную задержку, которая позволит дать оценку технических решений по организации коммуникационной среды подстанции», — отметил докладчик.

Опытом внедрения цифровой релейной защиты различных поставщиков на полигоне ЦПС ПАО «Газпром нефть» поделился Михаил Завгородний из АО «Электронмаш». В 2018 г. его компания разработала, изготовила и наладила полигон «Цифровая подстанция» для нужд ПАО «Газпром нефть», который выполняет защиту двух присоединений 35 кВ с применением цифровых защит производства компаний Siemens, «ЭКРА», «Брестлер», «Релематика», ИЦ «Энергосервис». По словам докладчика, полигон реализован на базе ГПП-6Н Омского НПЗ. Действие защит организовано «на сигнал». В проекте рассмотрены вопросы резервирования сетевых подключений (по протоколу PRP), синхронизации точного времени (применены PTPv2 и PPS), разделения и совмещения шины процесса и шины станции (с помощью VLAN), диагностики цифровых устройств (МЭК 61850 MMS, GOOSE). Проверена совместимость реализации протоколов GOOSE, SV между оборудованием УСО (MU) и РЗА различных производителей, изучены варианты резервирования цифровых измерений выборочных значений, зафиксированы осциллограммы как с терминалов цифровых защит, так и с цифрового осциллографа. Для полигона внедрена система мониторинга с контролем связей по GOOSE на базе web-интерфейса. «В ходе заводских испытаний и пуско-наладочных работ проверена работа защит в режиме повышенной загрузки сети и при отсутствии синхронизации точного времени, выявлены расхождения в реакции оборудования различных поставщиков на нештатные ситуации, существенные именно для цифровых подстанций», — поделился М. Завгородний.

В совместном докладе представителей Ивановского государственного энергетического университета имени В.И. Ленина и НПО «Цифровые измерительные трансформаторы» была описана концепция испытательного полигона цифровой подстанции, созданного на базе университета. Полигон содержит несколько уровней: первым является уровень моделирования процессов, протекающих в первичной цепи; последний уровень содержит платформу, построенную на базе промышленных коммутаторов и предназначенную для подключения вторичных устройств IED — терминалов защит, счетчиков и пр.

«Создаваемая система позволит проводить всесторонние испытания практически любого оборудования цифровых подстанций в условиях, максимально приближенных к реальным», — отметил докладчик. Проект полигона получил непосред-

АТЛАНТ
диспетчерские пульты
• Разнообразие конфигураций;
• ровная столешница по всей длине пульта;
• надежный стальной каркас;
• встроенные кабельные каналы для сигнальных и электрических проводов;
• лючки доступа к верхнему кабельному каналу;
• тыловой и фронтальный доступ к оборудованию;
• естественный и принудительный воздухообмен для установленного оборудования;
• модульная система энергоснабжения.

• Мягкий кант для защиты рук диспетчера во всех комплектациях;
• соответствие требованиям эргономики;
• износостойкая HPL-столешница с антистатическим покрытием;
• только качественные и профессиональные материалы;
• производство РФ.

Удобство. Надежность. Стиль.
Каждый диспетчерский пульт «АТЛАНТ» изготавливается по индивидуальному проекту. Перед отправкой к клиенту осуществляется полная предварительная сборка диспетчерского пульта, что гарантирует высокое качество поставляемого изделия.
Pult-atlant.ru
Pultatlant.ru
sales@pult-atlant.ru
+7 495 956 21 14
реклама

ственную поддержку ПАО «МРСК Центра» и ПАО «МРСК Центра и Приволжья», заинтересованных в создании площадки для переобучения персонала. К настоящему моменту закуплено основное оборудование, а силами вышеупомянутых филиалов ПАО «Россети» начат процесс ремонта помещений ИГЭУ, в которых будет размещен полигон.

Представитель из Нидерландов Нильс Хейкер проанализировал процедуры тестирования, предусмотренные вторым изданием МЭК 61850. Международная группа пользователей UCA (UCAIug) опубликовала новые процедуры испытаний МЭК 61850 в декабре прошлого года. В своем выступлении докладчик отметил, что, поскольку стандарт продолжает развиваться, процедуры тестирования также развиваются. «С выпуском версии 2.0 было добавлено много подробных тестовых примеров для проверки SCL и документации, тестовые примеры в разделах проверки "ассоциация" и "GOOSE-сообщения" были разработаны более подробно. Увеличение длительности тестирования не прогнозируется, однако будет разумно пересмотреть процедуры испытания перед новым тестированием. Приятно отметить, что многие тестовые сценарии проверки SCL написаны на более понятном языке для инженеров. Также теперь будет проще генерировать файлы SCL, так как правила стали более четкими и строгими», — рассказал Н. Хейкер.

Важно отметить, что UCAIug прекратит выдачу сертификатов для устройств МЭК 61850 издания 1 (однако устройства пока еще могут пройти испытания). Это делается для того, чтобы заставить энергокомпании перейти на МЭК 61850 издания 2. В фоновом режиме разрабатывается тестовая программа для проверки комбинации изданий 1 и 2 МЭК 61850 на подстанции. Для новых устройств рекомендуется проходить только испытания по изданию 2. «Процедуры испытаний на соответствие клиента не изменятся в ближайшем будущем, однако для раздела подписки 9-2LE ожидается выпуск издания 2.1», — добавил выступающий. Нововведениям в стандарте МЭК 61850 был посвящен доклад представителя швейцарской компании IT4Power, Кристофера Бруннера, являющегося также руководителем РГ 10 ТК 57 МЭК. Докладчик отметил, что стандарт вышел за пределы подстанции. Кроме того, работа над совершенствованием стандарта продолжается. Так, в новой редакции стандарта усовершенствован процесс проектирования, включая логическое моделирование, рассмотрены вопросы совместимости версий стандарта и т.д. В докладе особо отмечена работа по созданию национальных профилей стандарта на примере разработки европейского системного оператора. Вторая половина заключительного дня конференции была посвящена вопросам «цифровизации» электрических сетей.

Представители ООО НПП «ЭКРА» выступили с докладом «От автоматизированной электроэнергетики к Интернету энергии». «Интеграция технологий и данных в новой цифровой ЭС, повышение на этой основе интеллектуализации традиционных систем и применение базовых решений IoE позволит обеспечить высокую эффективность и надежность работы сети с минимальными транзакционными издержками в интересах всех участников бизнес-процессов ЭСК. Системные принципы и правила функционирования ЭС, закрепленные в новой системе нормативно-правовых и нормативно-технических документов, станут основой развития на созданной инфраструктуре новых востребованных рынком доверенных сервисов и процессов IoE и дальнейшего совершенствования самой инфраструктуры», — отмечается в докладе. Теме «Цифровой двойник для распределительных электрических сетей России» было посвящено выступление

Елены Никитиной из ООО «Сименс». По ее словам, в типовой энергокомпании существует только одна физическая электрическая сеть, однако у нее есть десятки представлений в различных подразделениях. Несоответствия данных в разных подразделениях могут приводить к неточностям общей модели сети, неоптимальной производительности системы и чрезмерному ручному труду в целях актуализации данных.

«Энергокомпании в настоящее время прикладывают много усилий, чтобы обеспечить постоянную синхронизацию моделей, легкий обмен данными между этими системами, в том числе с соседними энергокомпаниями, — подчеркнула Е. Никитина. — Цифровой двойник — это связующее звено, которое объединяет все данные в современной энергокомпании. Он автоматически обеспечивает синхронизацию данных таким образом, что одна цифровая модель соответствует одной физической электрической сети».

«Архитектура Интернета энергии (IDEA): новый подход к построению трансакционной энергетики» — тема доклада представителей Инфраструктурного центра EnergyNet (Фонд «ЦСР Северо-Запад»). По мнению докладчика, электроэнергетические системы, построенные по традиционной, централизованной архитектуре, к настоящему моменту практически полностью исчерпали свой ресурс эффективности. На них оказывают существенное давление новые вызовы времени: быстрое изменение характера спроса потребителей, рост издержек и снижение собственной экономической эффективности, энергетический переход, необходимость эффективной электрификации и освоения новых территорий. Для ответа на эти вызовы требуется новая архитектура электроэнергетических систем — архитектура Интернета энергии, которая позволяет снять трансакционные издержки, в том числе за счет поддержки многочисленных быстрых трансакций между пользователями, возможности осуществления plug&play присоединения к контурам управления, устойчивости и гибкости и пр.

Цифровая трансформация — это не просто внедрение современных ИТ-систем, перевод на «цифровые рельсы» отдельных процессов или даже всего бизнеса. Для подлинной цифровой трансформации нужно снять барьеры для интеграции данных, систем, процессов, оборудования, всех участников бизнеса. Для энергетической компании переход к новой цифровой парадигме означает не только снижение затрат и повышение эффективности, но также создание новых моделей бизнеса и цепочек кооперации с поставщиками и потребителями энергии, сырья и услуг. Этому вопросу был посвящен еще один доклад ООО «Сименс» — «Цифровая трансформация в энергетике на основе единой платформы». По мнению докладчиков, такой переход возможен на основе так называемого цифрового ядра, которое может объединить миры ИТ-систем и реальности. «Цифровое ядро свяжет между собой заказчиков, производство и оборудование, проектирование и планирование услуг, поставки, подключения сотрудников, эксплуатацию оборудования. Эту роль может выполнять одна система или комплекс систем», — отмечается в докладе.

Синтез функций РЗА ЦПС с применением баз знаний обсудили представители Центра «НТИ МЭИ». В их докладе говорилось о применении технологии баз знаний для синтеза перечня функций РЗА ЦПС, данные о схеме и оборудовании подстанции база знаний извлекает из файла SSD.

Также представители НИУ «МЭИ» сделали доклад на тему «Применение нейронных сетей для восстановления сигнала с вторичной обмотки трансформатора тока в режимах с глубоким насыщением». В докладе было отмечено, что большинство электроэнергетических объектов оборудованы традиционными трансформаторами тока, для которых характерно явление насыщения и, как следствие, преобразование первичного сигнала осуществляется недостоверно. В результате могут происходить ложные действия вторичного оборудования на энергообъектах. В докладе предлагается нестандартный подход, основанный на применении технологий машинного обучения, а именно нейронных сетей. Суть метода заключается в восстановлении искаженного сигнала путем обработки его обученной нейронной сетью.

«Применение в энергетике науки о данных и машинного обучения» — тема доклада представителя компании DNV GL. По словам выступающего, энергокомпании могут использовать модели машинного обучения для прогнозирования и выявления перебоев подачи электроэнергии, что позволяет сократить время перерыва в работе, повысить надежность и оптимизировать планирование ресурсов и диспетчеризации. Самовосстанавливающиеся системы могут автоматически обнаруживать и устранять уязвимости, снижая вероятность простоев. Конференция завершилась круглым столом, на котором состоялась дискуссия по докладам третьего дня.

Организаторы конференции предложили участникам заполнить анкеты для получения объективных оценок проведенного мероприятия.

Конференция завершилась вручением дипломов ее участникам.

Презентации докладов участников конференции можно скачать на официальном сайте www.iec61850ru.ru.