



УДК 621.311.49

ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ. РАЗВИТИЕ И ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ

DIGITAL SUBSTATIONS. DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION EXPERIENCE

Иванов Степан Евгеньевич

бакалавр техники и технологий, магистрант,
Карагандинский технический университет
usb-1999@mail.ru

Аннотация. Приведены основные преимущества цифровых подстанций (ЦПС), а также неотъемлемые части ЦПС. Рассмотрены варианты применения технологий ЦПС, устройств, отвечающих требованиям стандарта МЭК 61850.

Ключевые слова: цифровые подстанции, стандарт МЭК 61850, цифровые измерительные трансформаторы, шины процесса, коммутационные аппараты.

Ivanov Stepan Evgenyevich

Bachelor of Engineering and Technology,
MA Student,
Karaganda Technical University
usb-1999@mail.ru

Annotation. The main advantages of digital substations (DSPs), as well as the integral parts of DSPs, are given. The variants of application of DSP technologies, IEC 61850 compliant devices are considered.

Keywords: digital substations, IEC 61850 standard, digital measuring transformers, process buses, switching devices.

Введение

Технологические решения, которые используются единой энергетической сетью (ЕЭС), исчерпали свои эксплуатационные возможности. Многие технологии устаревшие и не соответствуют предъявляемым современным требованиям. Процесс повышения уровня автоматизации энергетических систем уже идет, где новые технологии порождают в новые возможности технологической реализации, ведущие к многим технологическим преимуществам.

Одной из наиболее обсуждаемых сегодня технологий, является технология цифровой подстанции. «Цифровая подстанция» – это технология построения системы автоматизации и управления на базе открытых стандартов МЭК 61850 с использованием инновационных способов сбора информации [1].

Преимущества и неотъемлемые части

Внедрение технологий «Цифровая Подстанция» дает такие технологические преимущества как:

- повышение точности измерений;
- значительное сокращение кабельных связей;
- простота эксплуатации и обслуживания;
- унифицированная платформа обмена данными (МЭК 61850);
- высокая помехозащищенность;
- снижение количества модулей ввода / вывода на устройства АСУ ТП и РЗА, обеспечивающие снижение стоимости устройств.

Из перечисленного списка видно, что данная технология имеет ряд преимуществ, способных значительно улучшить работу устаревших подстанций, а также дающих простоту проектирования новых подстанций с последующей простотой их эксплуатации и обслуживания.

Неотъемлемой частью ЦПС являются:

– Передача данных между терминалами релейной защиты автоматики (РЗА) и контроллерами автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) в цифровой форме;

- Электронные измерительные трансформаторы с цифровым интерфейсом;
- Электромагнитные измерительные трансформаторы ПАС;
- Телеуправление всеми коммутационными аппаратами;
- Системы мониторинга технического состояния оборудования ПС;
- Система контроля качества электроэнергии;
- АИИС КУЭ;
- Шина процесса и обмен информацией (между первичным и вторичным оборудованием) в цифровой форме по оптоволоконным соединениям и в соответствии со стандартом IEC 61850. Все устройства должны поддерживать обмен по стандартам МЭК-61850-8-1 (MMS, GOOSE). Технология MMS предназначена для обмена с устройствами верхнего уровня (до сервера АСУ конкретной подстанции), а GOOSE – для горизонтального обмена между терминалами РЗА и контроллерами присоединений;

– Электронный проект. Проектировать цифровые подстанции нужно согласно стандартам МЭК-61850. То есть на выходе у проектировщика должно получаться готовое задание на наладку РЗА



и АСУ в цифровом виде (файл в формат языка описания SCL). Это позволит существенно сократить время на наладку, но возможно увеличит время на проектирование [2];

Развитие и опыт реализации

Стоит отметить что первая в мире цифровая подстанция была запущена в 2006 году в Китае, и на сегодняшний день Китай является лидирующей страной по внедрению этой технологии. К 2014 г. в Китае уже было проведено 6 сессий испытаний устройств на функциональную совместимость, где участвовали различные фирмы-производители. В 2005 г. в качестве национального стандарта (DL / T860 в Китае) был принят стандарт МЭК 61850, также, совместно с КЕМА, была создана лаборатория для проведения проверок соответствия устройств с поддержкой МЭК 61850. Первая цифровая подстанция с реализацией шины процесса (с высшим напряжением 110 кВ была введена в работу) в марте 2006 г. В 2013 г. в Китае уже было введено в работу более 10 000 подстанций с высшим напряжением 35–1000 кВ с вторичными устройствами, поддерживающими МЭК 61850-8-1. К концу 2013 г. общее количество подстанций с применением шины процесса насчитывало 893. Также данная технология широко развита в странах: США, Канада, Россия. Уже сегодня в этом направлении по всему миру работают ведущие компании-производители электроэнергетической отрасли, а также компании предоставляющие услуги проектирования и реализации технологии цифровой подстанции. Развитие электроэнергетики в последние годы связано с фактором объединения электросетевой и информационной инфраструктуры.

В 2014 году большим шагом для развития технологии цифровой подстанции в России стало выступление, в лице Российского энергетического агентства, на международной выставке в Париже CIGRE-2014 российских компаний. Где демонстрировалось совместное техническое решение, предназначенное для автоматизации подстанций по технологии «Цифровая подстанция».

5 октября 2017 года прошла международная конференция «Цифровая подстанция. Стандарт IEC 61850», где участие приняли представители крупных зарубежных и российских компаний в электроэнергетике, представители научных и проектных организаций, а также специалисты компаний-разработчиков оборудования, применяемого для технологии «Цифровая подстанция». На данной конференции было представлено более 40 докладов. Доклады были посвящены работе аппаратуры технологических систем различных производителей, разработанной в соответствии с технологией «Цифровая подстанция».

Со 2 июля по 4 июля в Москве прошла I Международная научная конференция «Цифровая подстанция: Стандарт IEC 61850. Цифровизация электрических сетей» на площадке АО «НТЦ ФСК ЕЭС». Участники конференции обсудили вопросы создания, сертификации и проведения комплексных испытаний оборудования. На данной конференции было представлено 46 докладов, посвященных применению стандарта МЭК 61850. На конференции затронули проблемы построения архитектур коммуникаций на подстанциях различного класса напряжений, безопасности новой технологии ЦПС, опыта реализации средств защиты для цифровых подстанций и информационной безопасности энергетических объектов. Конференцию посетило более 250 специалистов из 7 стран, включая Россию, Нидерланды, Германию, Австрию, Казахстан, Республику Беларусь и Армению.

Первая цифровая подстанция в России 110 кВ «Имени М.П. Сморгунова» в Красноярске ПАО «МРСК Сибири» была построена в декабре 2017 года, данная подстанция стала первым шагом на пути к цифровизации электрических сетей в стране. Мощность цифровой подстанции составила 50 МВА.

В марте 2018 года запущена одна из самых больших цифровых подстанций в России ПС «Тобол».

В 2019 году завершено проектирование основных объектов инфраструктуры и начато полномасштабное разбуривание кустовых площадок для реализации первой цифровой подстанции в Арктике на объектах нефтегазодобывающей отрасли. Подстанция «Север» создаётся как основной энергоузел проекта.

Сегодня такие цифровые подстанции как :«Уват» и «Десна» – примеры одних из наиболее масштабных российских НИОКР последних лет, предполагающих разработку и строительство двух комплексных объектов 110 кВ, уникальных по своим техническим решениям не только для российской, но и для мировой электроэнергетики. Выполнение НИОКР длилось полтора года, а использованное в проекте отечественное оборудование более чем на 80 % относится к категории инновационных продуктов.

Первая в московском регионе цифровая подстанция была открыта в июне 2018. Подстанция «Медведевская» мощностью 160 МВА призвана обеспечить электроснабжение объектов на территории инновационного центра «Сколково». Кроме того, ввод в эксплуатацию питающего центра обеспечивает резерв для электроснабжения близлежащих девелоперских объектов.

В декабре 2020 компания «Россети Сибирь» запустила первую цифровую подстанцию в Тыве «Каа-Хем» 35 / 10 кВ.

Также концепция цифровой подстанции реализована на ПС-110 «Приречная» с применением системы Hard Fiber Process Bus – системы выносных модулей ввода / вывода с передачей данных по



оптоволоконным кабелям. Система включает в себя МПРЗА, оптические кабели и выносные модули ввода / вывода (УСО), которые получили название Bricks («Кирпичи»). Первым пилотным проектом по внедрению данной технологии стала подстанция AEP Corridor 345 / 138 кВ, г. Колумбус, штат Огайо. На базе системы Hard Fiber была построена дистанционная защита линий Conesville и Hyatt 345 кВ, а также УРОВ на выключателе, соединяющем эти линии в схеме 3 / 2.

ПАО «ФСК ЕЭС» свыше 10 лет применяет технологии на базе международного стандарта МЭК 61850. Цифровизованы более 200 энергообъектов, в научно-техническом центре компании создан опытный полигон «Цифровая подстанция». В 2018 году началось внедрение в сфере инжиниринга сервиса цифрового проектирования. До 2025 года компания планирует комплексное внедрение технологии «Цифровая подстанция» более чем на 30 объектах. Первый такой проект был выполнен в прошлом году в рамках строительства подстанции 500 кВ «Тобол» в Тюменской области.

Заключение

В мировой электроэнергетике в последнее время наблюдается полномасштабное развитие цифровых устройств, реализованных в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850 (РЗА, цифровые ТТ и ТН, АСУ ТП, системы мониторинга и т.д.). Данные устройства позволяют создать цифровую подстанцию, обладающую рядом представленными преимуществами.

За последние 10 лет в Китае технология «Цифровая подстанция» внедрена уже более чем на 10000 подстанций, что сильно влияет на экономику страны. Россия также поддерживает эту тенденцию и за последние 5 лет выполнено много проектов по созданию цифровых подстанций. Опираясь на достижение соседних стран, Казахстану стоит также поддерживать эту тенденцию так как применение технологии ЦПС должно позволить в будущем существенно сократить расходы на проектирование, пуско-наладочные работы, эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов.

Литература:

1. Горелик Т.Г., Кириенко О.В. Цифровая подстанция. Подходы к реализации // Энергетик, 2013. – № 2. – С. 15–17.
2. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007 – 29.240.10.248, 2017.
3. Аношин А.О., Головин В. Цифровые подстанции. Проблемы внедрения устройства РЗА // Новости электротехники. – 2012. – № 4. – С. 21–24.

References:

1. Gorelik T.G., Kirienko O.V. Digital substation. Approaches to implementation // Energetik, 2013. – № 2. – P. 15–17.
2. Norms of technological design of AC substations with high voltage 35–750 kV (NTP PS). PJSC FGC UES organization standard STO 56947007 – 29.240.10.248, 2017.
3. Anoshin A.O., Golovin V. Digital substations. Problems of implementation of the RZ&A device // Novosti elektrotehniki. – 2012. – № 4. – P. 21–24.