

УДК 621.311.49

ПОНЯТИЕ «ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ»**Б. Н. Лобов¹, И. О. Лызарь², В. Э. Левчук³**^{1,2}Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) (г. Новочеркасск, Российская Федерация)³Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская федерация)

Рассмотрено развитие понятия «Цифровая подстанция» в российской электроэнергетической отрасли. Описана значимость серии международных стандартов МЭК 61850 для управления работой подстанций нового поколения. Перечислены основные компоненты и архитектура взаимодействия между устройствами, а также дано базовое представление о цифровых подстанциях в соответствии с международным стандартом. Выявлены отличия цифровых подстанций от подстанций старого поколения.

Ключевые слова: цифровая подстанция, цифровая трансформация, МЭК 61850, стандартизация, автоматизация процесса.

DIGITAL SUBSTATION CONCEPT**B. N. Lobov¹, I. O. Lyzar², V. E. Levchuk³**^{1,2}Platov South Russian State Polytechnic University (NPI) (Novocherkassk, Russian Federation)³Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

This paper discusses the development of the concept of "Digital Substation" in the Russian electric power industry. The significance of the IEC 61850 series of international standards for the implementation of new generation substation operation management is described. The main components and architecture of the interaction between devices are listed, as well as the basic idea of digital substations in accordance with the international standard is described. The differences between digital substations and substations of the old generation are revealed.

Keywords: digital substation, digital transformation, IEC 61850, standardization, process automation.

Введение. Сегодня в новостях всё чаще встречается информация о введении новых и реконструкции старых подстанций, именуемых «цифровыми». В связи с этим возникают вопросы, почему их так называют и чем они отличаются от привычных для нас подстанций старого поколения. Цель данной статьи — ответить на эти вопросы.

Продукт цифровой трансформации. Новым этапом инновационного развития промышленности и общества в конце XX — начале XXI века стала цифровая трансформация, которая затронула все области науки и техники, в том числе и электроэнергетику.

Согласно информации, размещенной на сайте проекта «ПРО-РЗА», данная трансформация в энергетике началась более 20 лет назад. Причиной тому стали появившиеся тогда первые микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматик (МП РЗА) с возможностью интеграции в автоматические системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) по цифровым каналам связи [1].

Одним из основных итогов внедрения цифровых технологий стало появление термина «цифровая подстанция». Изначально у этого термина не было четкого определения, было лишь представление о том, что, если на подстанции установлены МП устройства и устройства АСУ ТП, то она относится к «цифровым».

В процессе развития термин начал получать более конкретную форму, так, в руководстве по релейной защите и автоматике энергосистем 2011 года компании ALSTOM GRID под этим понятием подразумевали следующее: «цифровая подстанция» (ЦПС) — это термин, применяемый к подстанциям, управляемым с помощью интеллектуальных электронных устройств (IED), связанных между собой сетью коммуникаций [2]. Согласно данному определению ЦПС в ее структуре должны функционировать, помимо самих интеллектуальных электронных устройств, еще и специальные коммуникационные сети. Такое определение говорит о наличии теоретического представления об этой технологии в тот период, но и об отсутствии нормативно-технических документов для ее регулирования, и как следствие — об огромном количестве вариантов реализации этих функций.

С 2018 года в СТО Россети ФСК ЕЭС (ПАО «ФСК ЕЭС») цифровая подстанция обрела новое понимание. Под этим термином стали подразумевать подстанцию электроэнергетической системы с высоким уровнем автоматизации, в которой процессы информационного обмена между её элементами, а также управление её работой осуществляются в цифровом виде на основе стандартов серии МЭК 61850 [3]. Ключевым отличием данного определения от определения 2011 года является наличие в основе технологии построения ЦПС международного стандарта МЭК 61850, который детально описывает реализацию таких подстанций.

Именно появление такого стандарта определило чёткий вектор развития ЦПС.

Стандарты серии МЭК 61850. Международные стандарты серии МЭК 61850 определили, какими именно функциями должна обладать подстанция нового поколения.

Согласно этим стандартам, неотъемлемой частью ЦПС являются следующие компоненты:

- передача данных между терминалами РЗА и контроллерами АСУ ТП в цифровой форме;
- телеуправление выключателями и всеми коммутационными аппаратами;
- системы, использующие синхронизированные векторные измерения (СВИ);
- системы мониторинга технического состояния оборудования подстанции;
- система контроля качества электроэнергии;
- традиционные измерительные трансформаторы в комплексе с преобразователями аналоговых сигналов (ПАС), переход на оптические измерительные трансформаторы;
- системы кибербезопасности [4].

По перечисленным выше компонентам видно, что на ЦПС должны быть организованы обмен, сбор, хранение и защита информации в цифровой форме. Это, в свою очередь, означает, что все устройства, связанные с данными функциями, должны быть выполнены на МП-базе, а связь между ними должна быть выполнена посредством цифровых сигналов.

Помимо этого, МЭК описывает три уровня управления и обмена информацией: уровень первичного оборудования (силовые трансформаторы, выключатели, разъединители и др.), уровень присоединения (терминалы МП РЗА) и стационарный уровень (АСУ ТП). Все эти уровни подразумевают использование только цифровых сигналов, и для каждого из них описан свой протокол (SV, MMS, GOOSE).

Это значит, что протокол МЭК 61850 не просто перечисляет компоненты ЦПС, но и описывает архитектуру их взаимодействия, что позволяет получить более точные представления о рассматриваемой системе. Такая стандартизация должна позволить в будущем существенно сократить расходы на проектирование, пусконаладку, эксплуатацию и обслуживание энергетических

объектов. При этом стоит отметить, что МЭК 61850 никак не регулирует сами силовые аппараты (первичные цепи), что говорит об отсутствии взаимосвязи замены силового оборудования на подстанции с ЦПС, за исключением применения оптические трансформаторов вместо традиционных.

Из перечисленного выше видно, что ЦПС отличается от подстанций старого поколения вторичными цепями, которые подразумевают использование только цифровых сигналов, для передачи которых предлагается использовать волоконно-оптический кабель. Такое изменение во вторичных цепях подстанции в теории позволит уменьшить количество медных кабельных связей, исключить появление дополнительных погрешностей и повысить электромагнитную совместимость применяемого оборудования [5–6].

Заключение. Таким образом, на сегодняшний день ключевым фактором, отличающим ЦПС от привычной нам подстанции предыдущего поколения, является переход от аналоговой конструкции вторичных цепей к цифровой, которая позволяет организовать обмен данными между МП РЗА и АСУ ТП, мониторинг состояния оборудования и контроль качества электроэнергии, требует применения для выполнения измерений оптических трансформаторов или традиционных трансформаторов в комплексе с ПАС и нуждается в наличии системы кибербезопасности.

Библиографический список

1. Что такое Цифровая подстанция [Электронный ресурс] / Проект РЗА. — Режим доступа: <https://pro-rza.ru/chto-takoe-tsifrovaya-podstantsiya/> (дата обращения: 11.02.2020).
2. Руководство по релейной защите и автоматике энергосистем. — Мировой контактный центр компании Alstom Grid. — Alstom Grid, 2011. — 576 с.
3. Общие требования к метрологическому контролю измерительных каналов ЦПС : СТО 56947007-29.240.10.265-2019 [Электронный ресурс] / ПАО «ФСК ЕЭС». — Режим доступа: https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.10.265-2019.pdf (дата обращения: 25.02.2020).
4. Что такое цифровая подстанция [Электронный ресурс] / Цифровая подстанция. — Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/12/28/chto-takoe-tsifrovaya-podstantsiya/> (дата обращения: 11.02.2020).
5. Копытов, Н. П. Решения в сфере электроэнергетики. Развитие в контексте цифровизации / Н. П. Копытов // Новости ЭлектроТехники. — 2019. — № 1 (115). — С. 32–33.
6. Могиленко, А. В. Влияние цифровизации на энергетическую отрасль / А. В. Могиленко // Новости ЭлектроТехники. — 2018. — № 4 (112). — С. 34–37.

Об авторах:

Лобов Борис Николаевич, профессор Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) (346400, РФ, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), доктор технических наук, профессор, blobov@yandex.ru

Лызарь Игорь Олегович, магистрант Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) (346400, РФ, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), mr.lyzar2015@yandex.ru



Левчук Владимир Эдуардович, ассистент кафедры «Интеллектуальные электрические сети» Донского государственного технического университета (344000, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), vladimir.levchuk.94@mail.ru

Authors:

Lobov, Boris N., professor, Platov South Russian State Polytechnic University (NPI) (132, Prosveshcheniya str., Novocherkassk, 346400, RF), Dr.Sci., professor, blobov@yandex.ru

Lazar, Igor O., master's degree student, Platov South Russian State Polytechnic University (NPI) (132, Prosveshcheniya str., Novocherkassk, 346400, RF), mr.lyzar2015@yandex.ru

Levchuk, Vladimir E., assistant of the Department of Intelligent Electrical Networks, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344000, RF), vladimir.levchuk.94@mail.ru