

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

Т.Г. Горелик (ОАО «НИИПТ»), О.В. Кириенко (ООО «ЭнергопромАвтоматизация»)

Одно из направлений развития отечественной и мировой электроэнергетики – применение на энергообъектах цифровых устройств релейной защиты, противоаварийной автоматики, контроллеров уровня АСУТП, систем коммерческого учета и контроля качества электроэнергии. Появление новых международных стандартов и развитие современных информационных технологий открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации, позволяя создать подстанцию нового типа – Цифровую подстанцию. Особенно широкие перспективы в этом направлении открывает группа стандартов МЭК 61850 (сети и системы связи на подстанциях). В 2011 г. начались работы по созданию российского варианта Цифровой подстанции.

Ключевые слова: Цифровая подстанция, система автоматизированного проектирования, энергообъекты, стандарт, цифровые устройства.

Термин «Цифровая подстанция» трактуется по-разному разными специалистами в области систем автоматизации и управления. Чтобы разобраться, какие технологии и стандарты относятся к Цифровой подстанции, необходимо проследить историю развития АСУТП и РЗА электрических подстанций.

Внедрение систем автоматизации началось с появления системы сбора телемеханической информации. Устройства телемеханики позволяли собирать аналоговые и дискретные сигналы с использованием модулей УСО и измерительных преобразователей. На базе систем телемеханики развивались первые АСУТП электрических подстанций, которые позволяли не только собирать информацию, но и производить ее обработку, а также представлять ее в удобном для пользователя интерфейсе.

С появлением микропроцессорных релейных защит информация от этих устройства также стала интегрироваться в АСУТП. Постепенно число устройств с цифровыми интерфейсами увеличивалось (противоаварийная автоматика, системы мониторинга силового оборудования, системы мониторинга щита постоянного тока и собственных нужд и т.д.). Вся эта информация от устройств нижнего уровня интегрировалась в АСУТП по цифровым интерфейсам.

Несмотря на повсеместное использование цифровых технологий для сбора и передачи информации, такие подстанции не являлись в полной мере Цифровыми, так как вся исходная информация, включая состояния блока контактов, напряжения и токи, передавалась в виде аналоговых сигналов от распределительного устройства в оперативный пункт управления, где оцифровывалась отдельно каждым устройством полевого уровня. Например, одно и то же напряжение параллельно подавалось на все устройства полевого уровня, которые его преобразовывали в цифровой вид и передавали в АСУТП.

Передача информации в аналоговом виде имеет ряд недостатков: снижение точности измерений при подключении нескольких устройств; низкую помехозащищенность и проблемы с электромагнитной совместимостью; сложную и разветвленную систему контрольных кабелей (особенно это актуально для дискретных сигналов); опасные для жизни человека уровни напряжений, используемые для передачи аналоговых сигналов.

Ликвидация этих недостатков возможна при использовании стандартов и технологий Цифровой подстанции, к которым относятся [1]:

- стандарт МЭК 61850: модель данных устройств; унифицированное описание подстанции; протоколы вертикального (MMS) и горизонтального (GOOSE) обмена; протоколы передачи мгновенных значений токов и напряжений;
- оптические трансформаторы тока и напряжения;
- аналоговые мультиплексоры (Merging Units);
- выносные модули УСО (Micro RTU).

Основная особенность и отличие МЭК 61850 от других стандартов заключается в том, что в нем регламентируются не только вопросы передачи информации между отдельными устройствами, но и вопросы формализации описания схем подстанции, схем защиты, автоматики и измерений, конфигурации устройств. В стандарте предусматриваются возможности использования новых цифровых измерительных устройств вместо традиционных аналоговых измерителей (трансформаторов тока и напряжения). Информационные технологии позволяют перейти к автоматизированному проектированию Цифровых подстанций, управляемых цифровыми интегрированными системами. Все информационные связи на таких подстанциях выполняются в цифровом формате и образуют единую шину процесса. Это открывает возможности быстрого прямого обмена информацией между устройствами, что в конечном счете дает возможность сокращения числа медных кабельных связей, сокращения числа устройств, более компактного их расположения.

Основными протоколами передачи данных, согласно стандарту МЭК-61850, являются протоколы MMS и GOOSE. MMS используется для передачи данных от терминалов РЗА и ПА, контроллеров АСУТП и других интеллектуальных электронных устройств в SCADA-систему для дальнейшей визуализации, а GOOSE – для обмена данными между терминалами.

Структура Цифровой подстанции базируется на использовании серии стандартов МЭК 61850 и делится на три уровня: полевого уровня (уровень процесса), присоединения и станционный [1].

Полевой уровень состоит из: первичных датчиков для сбора дискретной информации; устройств переда-

чи команд управления на коммутационные аппараты; первичных датчиков для сбора аналоговой информации (цифровые трансформаторы тока и напряжения).

Уровень присоединения состоит из: устройств управления и мониторинга (контроллеры присоединения, многофункциональные измерительные приборы, счетчики АСКУЭ, системы мониторинга трансформаторного оборудования и т.д.); терминалов релейной защиты и локальной противоаварийной автоматики.

Станционный уровень состоит из: сервера верхнего уровня (сервер БД, сервер SCADA); АРМ персонала подстанции; станционных контроллеров (концентраторов); сервера для передачи информации в диспетчерские центры (сервер телемеханики, сервер сбора и передачи технологической информации и т.д.).

Структура подстанции, представленная на рисунке, соответствует стандарту МЭК 61850-5 и отличается от традиционной трехуровневой структуры.

В первую очередь выделяется новый уровень «полевой», который включает инновационные устройства первичного сбора информации: выносные УСО, цифровые измерительные трансформаторы и т.д. [1]

Данные от трансформаторов тока и напряжения передаются устройствам уровня присоединения с использованием специализированных устройств мультиплексоров (Merging Units), предусмотренных стандартом МЭК 61850-9. Передача данных от этих устройств до контроллеров присоединений

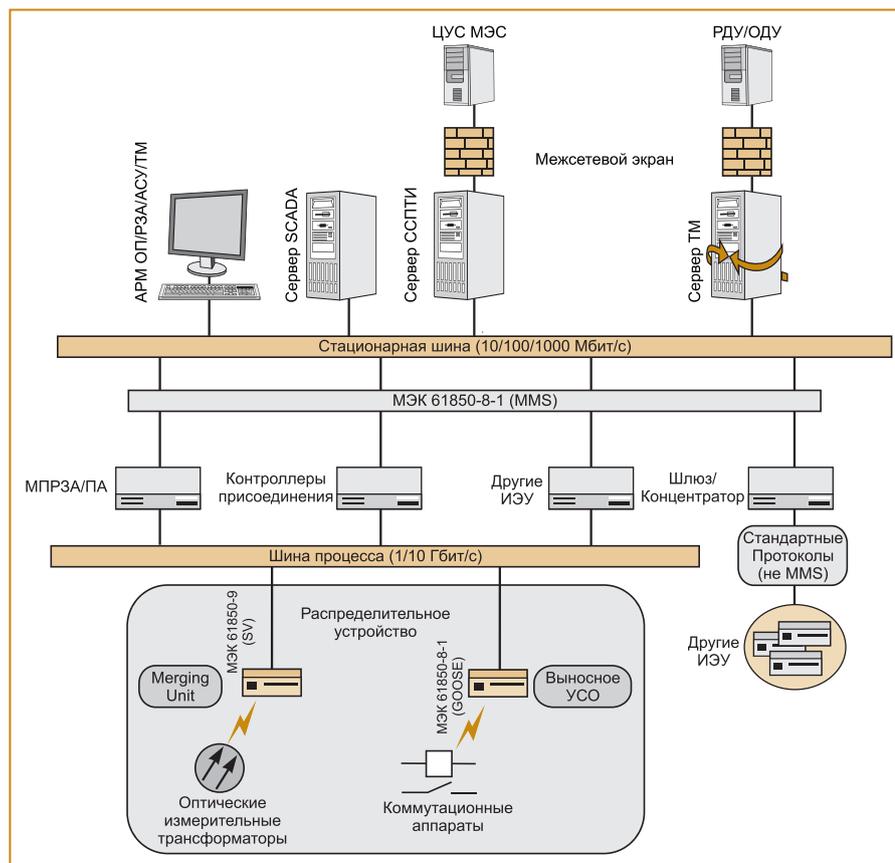
и устройств РЗА осуществляется по оптоволоконной связи, являющейся частью шины процесса, с частотой дискретизации не хуже 80 точек на период промышленной частоты по протоколу МЭК 61850-9-2.

Данные о положении коммутационных аппаратов и другая дискретная информация (положение ключей режима управления, состояние цепей обогрева приводов и др.) собираются с использованием выносных модулей УСО, установленных в непосредственной близости от коммутационных аппаратов. Выносные модули УСО имеют релейные выходы для управления коммутационными аппаратами; они синхронизируются с точностью не хуже 1 мс. Передача данных от выносных модулей УСО осуществляется по оптоволоконной связи, являющейся частью шины процесса по протоколу МЭК 61850-8-1 (GOOSE). Передача команд управления на коммутационные аппараты также осуществляется через выносные модули УСО с использованием протокола МЭК 61850-8-1 (GOOSE).

Вторым отличием является объединение среднего (концентраторов данных) и верхнего (сервера и АРМ) уровня в один станционный уровень. Это связано с единством протоколов передачи данных (стандарт МЭК 61850-8-1), при котором средний уровень, ранее выполнявший работу по преобразованию информации из различных форматов в единый формат для интегрированной АСУТП, постепенно теряет свое назначение. Уровень присоединения включает интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ), которые получают информацию от устройств

полевого уровня, выполняют логическую обработку информации, передают управляющие воздействия через устройства полевого уровня на первичное оборудование, а также осуществляют передачу информации на станционный уровень. К этим устройствам относятся контроллеры присоединения, терминалы МПРЗА и другие многофункциональные микропроцессорные устройства [1].

В основе решений по Цифровой подстанции лежит использование ИЭУ, цифровых трансформаторов тока и напряжения, а также стандарта МЭК 61850-9 для передачи мгновенных значений токов и напряжений в ИЭУ. Преимущества данного решения: уменьшение числа кабельных связей; повышение точности измерения электрических параметров во всем диапазоне измерений; исключение эффекта насыще-



ния, характерного для электромагнитных измерительных трансформаторов; исключение эффекта «перегрузки» по вторичным цепям, характерного для электромагнитных трансформаторов; самодиагностика кабельных связей (сети Ethernet); автоматизация проектирования информационных связей на базе стандарта МЭК 61850-6; максимальное использование открытых международных стандартов.

Еще до появления стандарта МЭК 61850 ряд компаний предлагали в своих реализациях систем управления элементы Цифровой подстанции. Например, компания SEL (США) активно внедряла выносные УСО на базе Mirrored Bits – технологии обмена данными между реле, при которой передаются значения восьми внутренних логических переменных, называемых Mirrored Bits. Сообщения кодируются в форму цифрового сообщения, передаваемого от одного устройства к другому. Аналог данной технологии в МЭК 61850 – технология GOOSE.

С появлением стандарта МЭК 61850 ряд производителей выпустили продукты для Цифровой подстанции.

В настоящее время во всем мире выполнено уже много проектов, связанных с применением стандарта МЭК 61850, показавших преимущества данной технологии. К сожалению, уже сейчас, анализируя современные решения для Цифровой подстанции можно заметить достаточно свободную трактовку требований стандарта, что может привести в будущем к несогласованности и проблемам в интеграции уже современных решений в области автоматизации. Например, выносной модуль УСО производства одной известной зарубежной компании работает по технологии «точка-точка». Однако стандарт МЭК 61850 предполагает использовать передачу GOOSE и SV в широкополосном режиме.

Сегодня в России активно ведется работа над проектом «Цифровая подстанция». Запущен ряд пилотных проектов, ведущие российские фирмы приступили к разработке отечественных продуктов и решений для Цифровой подстанции. На взгляд авторов, при создании новых технологий, ориентированных на Цифровую подстанцию, необходимо строго следовать стандарту МЭК 61850 не только в части протоколов передачи данных, но и в части идеологии построения системы. Соответствие требованиям стандарта позволит в будущем упростить модернизацию и обслуживание объектов на базе новых технологий.

Еще ряд вопросов требует дополнительных проверок и решений. Это относится к надежности цифровых систем, к вопросам конфигурирования устройств на уровне подстанции и энергообъединения, к созданию общедоступных инструментальных средств про-

ектирования, ориентированных на разных производителей микропроцессорного и основного оборудования.

Для обеспечения требуемого уровня надежности в рамках пилотных проектов должны быть решены следующие задачи:

- определение оптимальной структуры Цифровой подстанции;
- накопление статистики по надежности оборудования Цифровой подстанции;
- накопление опыта внедрения и эксплуатации, обучение персонала, создание центров компетенции.

В настоящее время в мире началось массовое внедрение решений класса «Цифровая подстанция», основанных на стандартах серии МЭК 61850, реализуются технологии управления «умная сеть», вводятся в эксплуатацию приложения автоматизированных систем технологического управления. Применение технологии Цифровой подстанции должно позволить в будущем существенно сократить расходы на проектирование, пусконаладку, эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов.

В ООО «ЭнергопромАвтоматизация» наряду с другими инновационными разработками по направлению Smart Grid, заканчиваются работы по созданию системы автоматизированного проектирования Цифровой подстанции – SCADA Studio [2].

В марте 2011 г. ООО «ЭнергопромАвтоматизация», ЗАО «Профотек», ООО НПП «ЭКРА» и ОАО «НИИПТ» подписали генеральное соглашение об организации стратегического сотрудничества в области создания Цифровой подстанции максимально соответствующего мировым стандартам и базирующегося на отечественных технологиях и производстве.

В ноябре 2011 г. в соответствии с подписанным ранее соглашением, отечественные разработчики прототипа российской Цифровой подстанции провели испытания на площадке многопрофильного электроэнергетического научно-исследовательского центра ОАО «НИИПТ». На специально созданном стенде была произведена отработка взаимодействия устройств и ПО для создания Цифровой подстанции, в ходе которой была подтверждена полная информационная совместимость по протоколу МЭК 61850-9-2. Внедрение технологии «Цифровая подстанция» даст несомненные как технические, так и экономические преимущества [2].

Список литературы

1. Горелик Т. Г., Кириенко О. В. Автоматизация энергообъектов с использованием технологии Цифровая подстанция // Энергоэксперт. 2011. № 4.
2. Валиев Э. А., Кириенко О. В. SCADA Studio – система автоматизации проектирования Цифровой подстанции // Автоматизация в промышленности. 2012. № 1.

Горелик Татьяна Григорьевна – заведующая отделом автоматизированных систем управления ОАО «НИИПТ», Кириенко Олег Владимирович – главный специалист, руководитель научно-методической группы ООО «ЭнергопромАвтоматизация».
 Контактный телефон (499) 235-12-61.
[Http://www.epsa-spb.ru](http://www.epsa-spb.ru)