



**Создание новых электрических подстанций и
реконструкция действующих с
использованием цифровых технологий**

Орлов Андрей Михайлович

Главный инженер

e-mail: a.orlov@besp.by

Электрическая подстанция

Электрическая подстанция – это электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, коммутационных аппаратов и вспомогательных систем.



Внедрение цифровых технологий на подстанциях



В конце 90-х годов на подстанциях в РБ начали внедряться первые цифровые устройства и системы: РЗА и ПА, АСУТП, АСКУЭ.

Это позволило увеличить объем обрабатываемой информации и ее доступность эксплуатирующему персоналу.

С 2007 года на всех проектируемых подстанциях применяются цифровые системы РЗА и ПА, АСУТП и АСКУЭ.

Опыт внедрения данных систем выявил как достоинства, так и недостатки.

Дальнейшее развитие – цифровые подстанции



Цифровая подстанция (ЦПС) – это подстанция, на которой практически все процессы информационного обмена, необходимые для выполнения основных функций управления технологическим процессом (защиты, управления, учета, связи и т.д.), осуществляются в цифровом виде на основе серии стандартов МЭК 61850.

Основы стандарта МЭК 61850

Первая редакция стандарта МЭК-61850 появилась в 2003 году. В настоящее время действуют вторые редакции основных документов.

МЭК-61850 задумывался как универсальный стандарт, который позволит упорядочить применяемые на подстанции решения различных производителей устройств релейной защиты и систем связи внутри подстанции.

Стандарт описывает не только как передаются данные, но и устанавливает требования к описанию электрических систем на всех уровнях, начиная от уровня системы в целом, заканчивая конфигурацией отдельного терминала РЗА.

Согласно этим требованиям, система описывается в понятной и стандартизированной форме. Вся информация о конфигурациях хранится в файлах определенного формата. Это приводит к тому, что разработка систем на базе МЭК 61850 достаточно легко автоматизируется.

Применение Ethernet и открытых протоколов значительно снижает расходы на создание и поддержку сети в рабочем состоянии.

Нормативные документы РБ

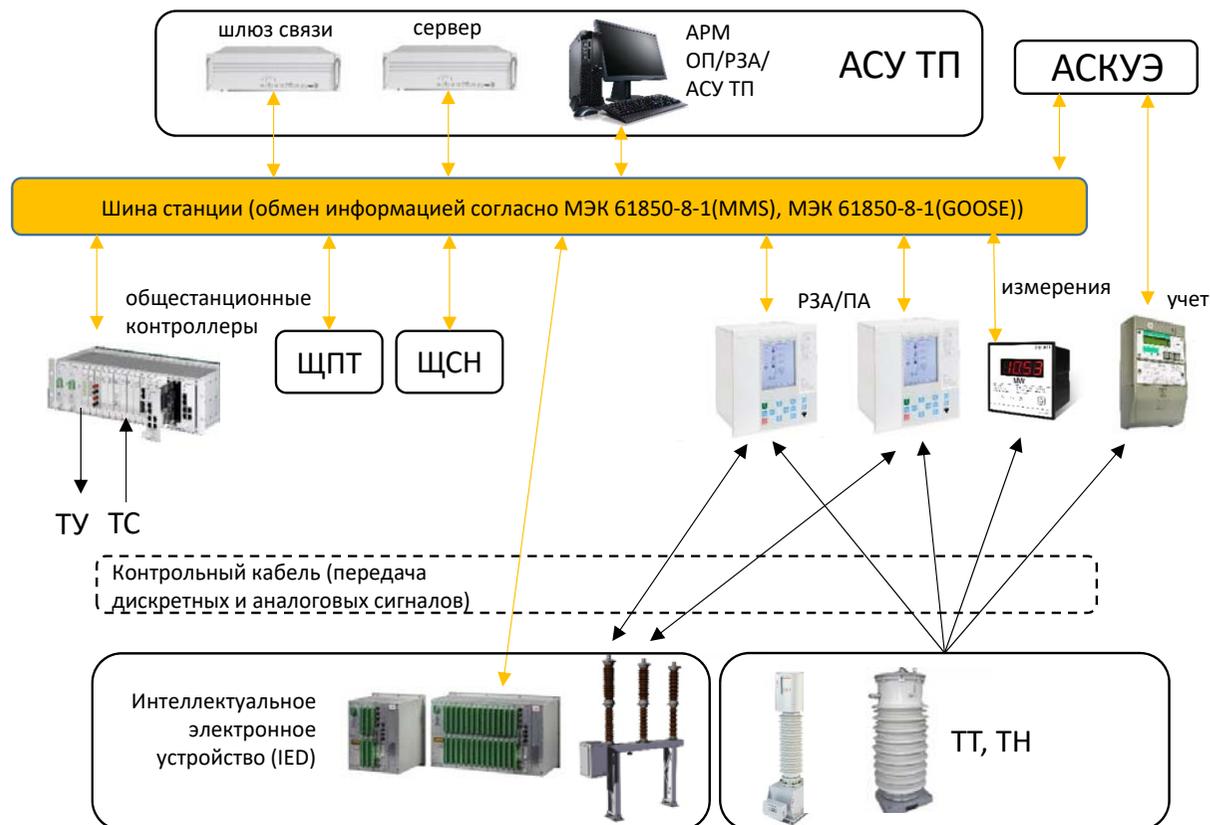
По заданию ГПО «Белэнерго» в 2017-2018 годах был разработан и введен в действие **СТП 33240.20.117-18 Цифровые подстанции. Требования к проектированию** (дата введения в действие - 01.08.2018, разработчик – РУП «Белэнергосетьпроект»)

Прорабатывается вопрос о переводе и утверждении в качестве государственных стандартов серии международных стандартов IEC 61850.

В соответствии с СТП цифровые подстанции делятся на следующие типы:

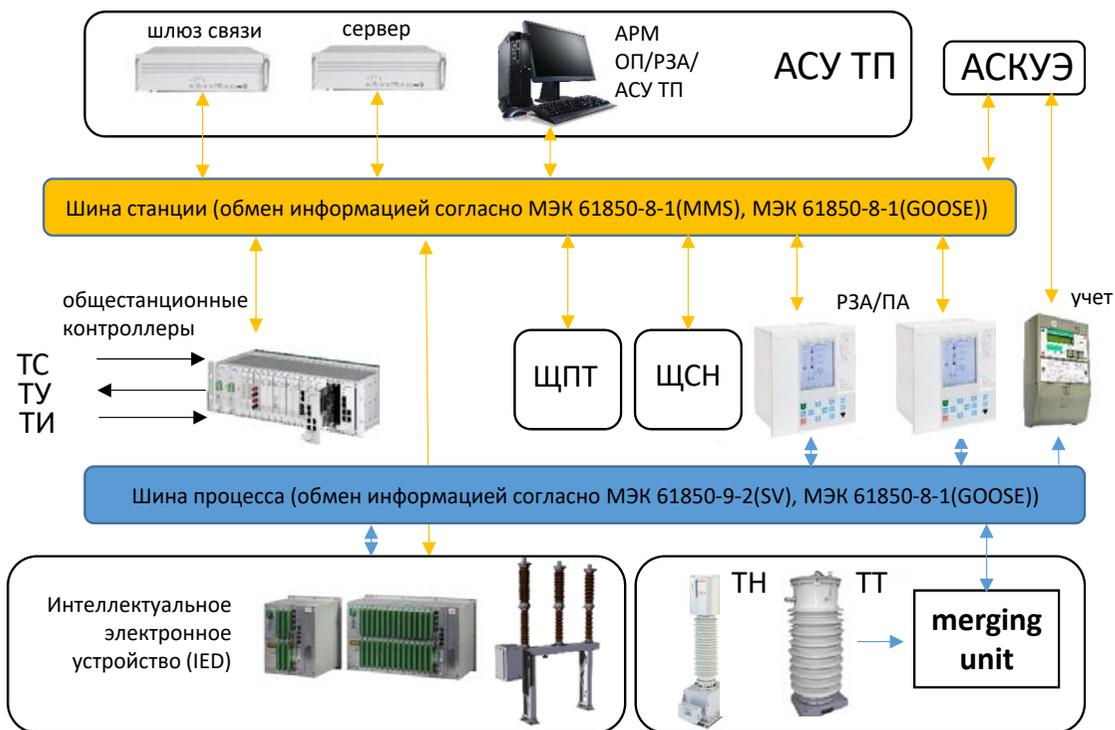
- подстанции без шины процесса
- подстанции с шиной процесса и традиционными ТТ и ТН
- подстанции с шиной процесса и цифровыми ТТ и ТН

Цифровые подстанции без шины процесса



Цифровая подстанция без шины процесса предусматривает применение электромагнитных ТТ и электромагнитных/емкостных ТН связанных с устройствами уровня присоединения контрольными кабелями и IED (установленных на ОРУ или в КРУ(Э)), осуществляющих сбор информации и выдачу управляющих воздействий на силовое оборудование и взаимодействующих с устройствами уровня присоединения с использованием шины станции.

Цифровые подстанции с традиционными ТТ и ТН



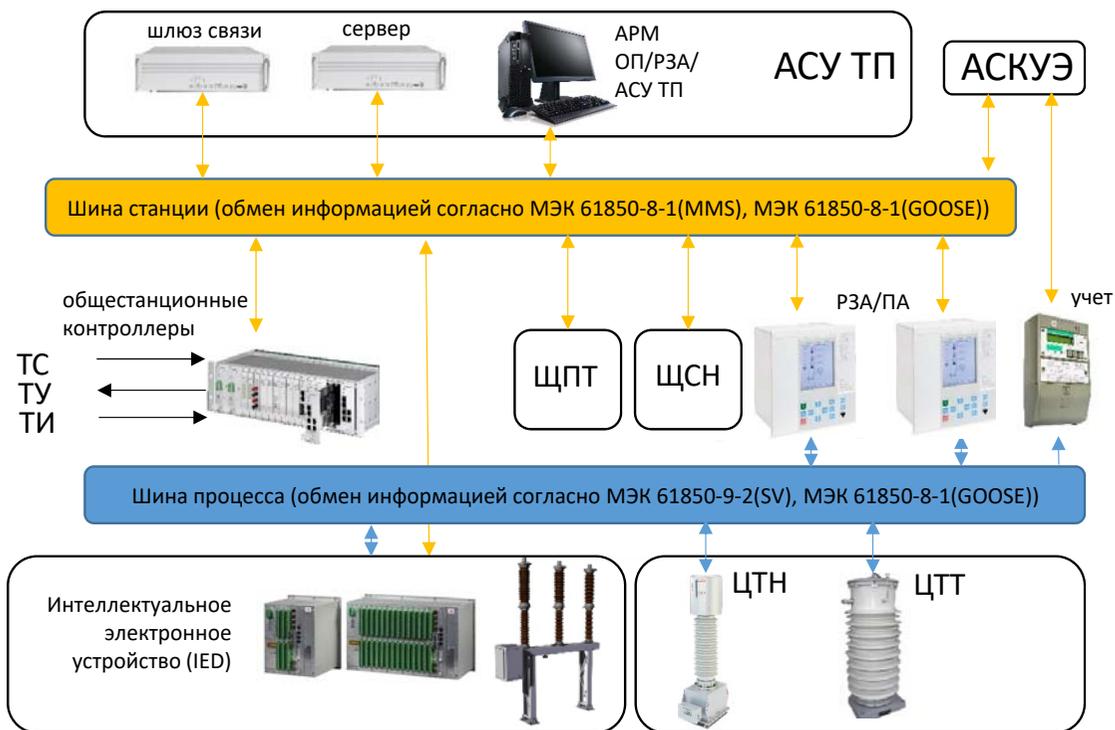
Для подключения ТТ и ТН к шине процесса применяются объединительные модули (МУ).

Для сбора взаимодействия с оборудованием применяются интеллектуальные электронные устройства IED (установленные на ОРУ или в КРУ(Э)).

Недостатки:

- Применение МУ приводит к усложнению системы. При этом не дает существенной выгоды.

Цифровые подстанции с цифровыми ТТ и ТН



Применяются цифровые ТТ и ТН.

Для сбора взаимодействия с оборудованием применяются интеллектуальные электронные устройства IED (установленные на ОРУ или в КРУ(Э)).

Достоинства:

- Расширенный диапазон измерений и высокая точность
- Безопасность для персонала

Недостатки:

- Необходимость установки электронных блоков на ОРУ
- Новое оборудование с новыми требованиями к обслуживанию.

Цифровые подстанции в Республике Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь функционируют и строятся три цифровые подстанции:

- ПС 330 кВ Металлургическая (РУП Гомельэнерго)
- ПС 110 кВ Юбилейная (РУП Гродноэнерго)
- ПС 330 кВ Могилев (РУП Могилевэнерго)

ПС 330 кВ Металлургическая (РУП Гомельэнерго)

Стадия реализации – выполняется монтаж и наладка оборудования.

ОРУ 330 кВ – неполный четырехугольник. ОРУ 110 кВ – две рабочие и обходная система шин. Один АТ 330/110/10 кВ.

Трансформаторы тока – электромагнитные, напряжения – электромагнитные и емкостные.

Особенности реализации:

- оборудование фирмы GE/ALSTOM (MU320, SCU, C264, Micom Pxxx);
- шина процесса охватывает все присоединения 330 кВ, 110 кВ и вывода 10 кВ автотрансформаторов;
- применена распределенная ДЗШ (модули присоединений расположены в шкафах на ОРУ);
- шина станции с технологией резервирования PRP;
- применяются «классические» измерительные преобразователи и счетчики (размещены в ОПУ).

ПС 110 кВ Юбилейная (РУП Гродноэнерго)

Стадия – объект сдан в эксплуатацию.

ОРУ 110 кВ – одна рабочая секционированная система шин. Два трансформатора 110/10-10 кВ.

Трансформаторы тока – электромагнитные, напряжения – электромагнитные и емкостные.

Особенности реализации:

- оборудование фирмы ABB (SAM600-VT, SAM600-CT, SAM600-TS, SAM600-IO, REx670, REF620);
- шина процесса охватывает все присоединения 110 кВ и ввода 10 кВ трансформаторов;
- отдельный сегмент шины процесса для ДЗШ с использованием технологии резервирования HSR;
- отдельный сегмент ЛВС для передачи GOOSE сообщений с технологией резервирования PRP;
- отдельный сегмент шины станции для передачи MMS сообщений с технологией резервирования PRP;
- терминалы РЗА ячеек 10 кВ объединены в кольцо с технологией резервирования HSR и подключаются к шине станции с использованием REDBOX;
- измерения выполняются с использованием «стандартных» многофункциональных измерительных преобразователей, устанавливаемых на ОРУ и в ЗРУ и подключаемых к шине станции;
- учет электроэнергии выполнен с организацией отдельной шины процесса.

ПС 330 кВ Могилев (РУП Могилевэнерго)

Стадия реализации – начата реконструкция подстанции (демонтаж старого оборудования и подготовительные работы), в части РЗА, ПА, АСКУЭ и АСУТП разработан строительный проект 1-й очереди строительства, проведены заводские испытания оборудования РЗА и ПА.

- ОРУ 330 кВ – двойная система сборных шин с двумя выключателями на присоединение с использованием DСВ выключателей.
- ОРУ 110 кВ – нетиповая схема с применением DСВ выключателей (четыре секции шин с двумя секционными выключателями с фиксированным присоединением линий и присоединением АТ с использованием двух выключателей).
- Два автотрансформатора 330/110/10 кВ.
- Трансформаторы тока 330 и 110 кВ – оптические (АВВ), встроенные в АТ и 10 кВ – электромагнитные.
- Трансформаторы напряжения 330 и 110 кВ – емкостные, 10 кВ – электромагнитные.

ПС 330 кВ Могилев (РУП Могилевэнерго)

Особенности реализации:

- Оптический ТТ имеет два независимых тракта измерения и выдает потоки используемые для РЗА и учета;
- Оборудование фирмы ABB (SAM600-VT, SAM600-CT, SAM600-TS, SAM600-IO, REx670, REF620);
- Шина процесса охватывает все присоединения 330 кВ, 110 кВ, АТ, ЛРТ и ячейки ввода 10 кВ автотрансформаторов;
- Используются коммутаторы и возможности SAM600-TS для организации сети шины процесса присоединений 110 кВ с частичным резервированием;
- Шина станции с технологией резервирования PRP используется для передачи GOOSE и MMS сообщений;
- «Волновой» ОМП для линий 330 кВ на базе оборудования GE/ALSTOM.

Перспективные технологии

Оборудование для цифровой подстанции в настоящее время дороже, чем оборудование для «классической» подстанции.

Однако, в настоящее время большинство производителей активно разрабатывает новое оборудование для цифровых подстанций, переходит от мелкосерийного производства к массовому выпуску оборудования. Кроме того, это оборудование менее материалоемкое и более технологичное. В результате этих процессов цены на оборудование будут снижаться.



«Классические» трансформаторы напряжения и тока
в ячейке КРУЭ

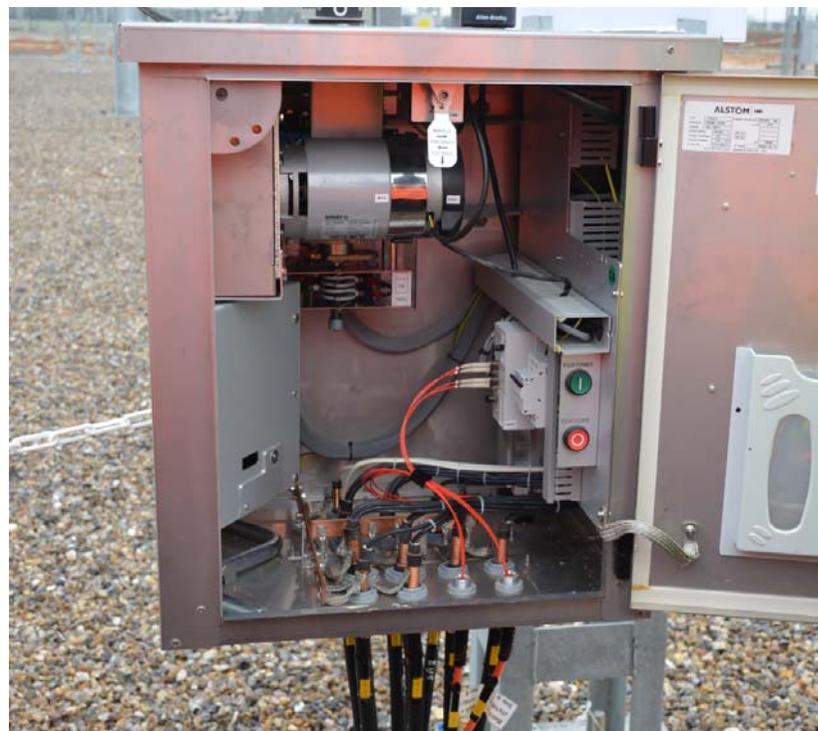


Комбинированный цифровой
трансформаторы напряжения и
тока для ячейки КРУЭ

Перспективные технологии



Комбинированный оптический трансформатор тока и напряжения совместного производства портфельной компании РОСНАНО «ПРОФОТЕК» и швейцарской компании Maxwell



Привод разъединителя Alstom со встроенной функцией диагностики (включая контроль нагрузки (вращающего момента) на валу двигателя)

Перспективные технологии



Сервопривод выключателя с цифровым управлением. (ABB)

Энергия для отключения выключателя запасается в конденсаторах.

Интегрируется с интеллектуальным шкафом управления с функциями самодиагностики и контроля различных параметров: температуры, положения контактов выключателя, числа операций и плотности элегаза.

На что необходимо обратить внимание

Повышаются требования к знаниям и квалификации эксплуатационного персонала.

Необходимо проводить переобучение персонала. Требуются знания в области сетевых технологий и стандарта МЭЭ 61850. применять системы автоматического контроля оборудования и использовать дистанционный мониторинг оборудования.

Особенности проектирования цифровой подстанции.

Для снижения затрат на проектирование необходимо применять типовые решения, оборудование с максимальной заводской готовностью и системы автоматизированного проектирования.

С учетом возрастания объемов проектной документации необходимо переходить на «безбумажные» проекты. (т.е. часть проектной документации выпускать в виде электронных файлов в согласованных форматах без вывода на печать)

Создание служб эксплуатации цифровых подстанций в Облэнерго

С учетом особенностей цифровых подстанций и требований к эксплуатационному персоналу, необходимо организовывать эксплуатацию цифровых подстанций персоналом служб РЗА и АСУТП (СДТУ) Облэнерго.

Какие преимущества у цифровых подстанций?

- Переход от подстанций с постоянным обслуживающим персоналом к подстанциям, обслуживаемым выездными бригадами (относится к узловым подстанциям 110 кВ и выше)
- Сокращение времени простоя оборудования за счет повышения наблюдаемости и управляемости подстанции
- Повышение надежности работы оборудования РЗА и ПА за счет сокращения количества кабельных связей и постоянной самодиагностики всех информационных связей
- Переход от обслуживания «по графику» на обслуживание «по состоянию» и соответствующего уменьшения необходимого объема работ по обслуживанию оборудования
- Повышение безопасности при обслуживании вторичных цепей подстанции (при внедрении оптических датчиков тока и напряжения и других цифровых («нетрадиционных») ТТ и ТН)
- Сокращение сроков строительства и затрат на монтаж и наладку оборудования за счет высокой степени заводской готовности поставляемого оборудования (при применении типовых решений)

Вместе все это позволяет уменьшить совокупные затраты на строительство и эксплуатацию подстанции и повысить надежность электроснабжения потребителей .

Спасибо за внимание

РУП «Белэнергосетьпроект»

220037, г. Минск, 1-й Твердый пер., 5

тел. (8-017) 388-99-00,

факс (8-017) 388-99-10