

С.С.МАСАЛЬСКИЙ, студент гр. ЭПб-142 (КуГТУ)
Научный руководитель И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)
г. Кемерово

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Цифровая подстанция (ЦПС) – это технология построения систем автоматизации и управления энергообъектами, которая основывается на стандартах МЭК 61850 с использованием новейших устройств обработки и сбора информации – таких, как цифровые трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН), выносные устройства связи с объектом (УСО) и интеллектуальные электронные устройства.

Цифровая подстанция состоит из интеллектуального первичного и вторичного оборудования соединенного посредством протокола связи IEC 61850. ЦПС обеспечивает эффективное использование информации о процессах на подстанции, повышения согласованности действия различных видов оборудования.

Интеллектуальное первичное оборудование: электронные трансформаторы; интеллектуальный выключатель; онлайнный контроль, положение о ремонте.

Сетевое вторичное оборудование: сеть MMS уровня для управления подстанцией; GOOSE, SMV.

Стандарты цифровой подстанции:

1. Протокол связи IEC 61850;
2. Цифровые (оптические и электронные) трансформаторы тока и напряжения;
3. Аналоговые мультиплексоры (Merging Units);
4. Выносные модули УСО (Устройство связи с объектом) (Micro RTU);
5. Интеллектуальные электронные устройства (IED).

Стандарт МЭК 61850 отличается от других стандартов тем, что в нём регулируют не только вопросы передачи информации между устройствами, но и вопросы официализации описания схем — подстанции, защиты, автоматики и измерений, конфигурации устройств. В данном стандарте предполагаются возможности использования новых цифровых измерительных устройств вместо традиционных аналоговых измерителей. Информационные технологии позволяют перейти от традиционных к

автоматизированному проектированию цифровых подстанций, управляемых цифровыми интегрированными системами.

Структура цифровой подстанции

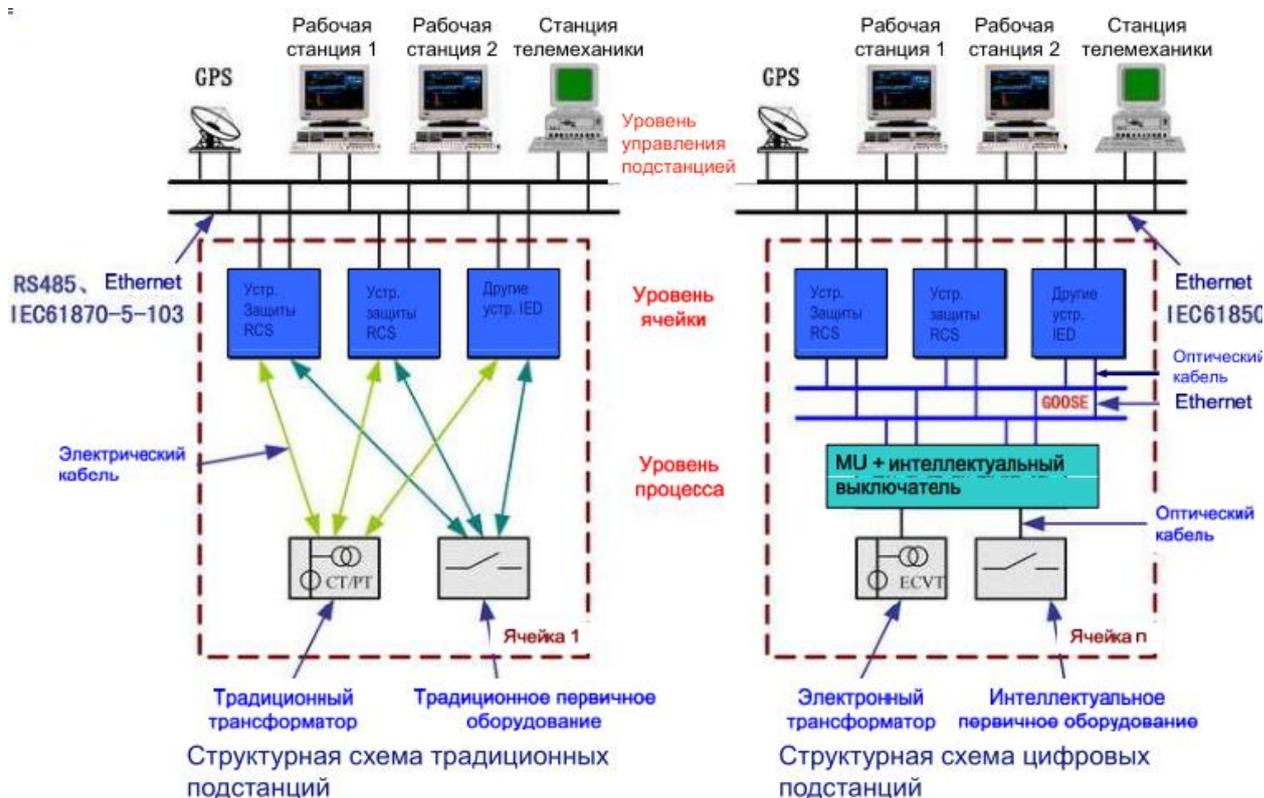


Рисунок 1. Различия цифровых подстанций от традиционных

Система автоматизации энергетического объекта, построенного по технологии «Цифровая подстанция», делится на 3 уровня:

- уровень присоединения;
- полевой уровень (уровень процесса);
- станционный уровень.

Уровень присоединения состоит из:

- устройств мониторинга и управления (контроллеры присоединения, многофункциональные измерительные приборы, счётчики АСКУЭ, системы мониторинга трансформаторного оборудования...);
- терминалов релейной защиты и локальной противоаварийной автоматики.

Полевой уровень (уровень процесса) состоит из:

- датчиков для сбора дискретной передачи команд управления на коммутационные аппараты (micro RTU) и информации;

- датчиков для сбора аналоговой информации (цифровые трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН)).

Станционный уровень состоит из:

- серверов верхнего уровня (сервер базы данных, сервер SCADA, сервер телемеханики, сервер сбора и передачи технологической информации, концентратор данных);

- автоматизированного рабочего места (АРМ) персонала подстанции.

Наименование	Традиционные решения на базе медных кабелей	«Шина процесса» МЭК 61850
Оборудование (материалы)	<ul style="list-style-type: none"> Различные виды оборудования и материалов закупаются и устанавливаются в виде отдельных специализированных компонентов системы. Требования к типу и количеству оборудования отличаются от места к месту и зависят от монтажа. 	<ul style="list-style-type: none"> Состав оборудования ограничен набором стандартных компонентов системы. Оборудование общее для различных подстанций. Большая часть системы может быть собрана в управляемой среде. Высокая начальная стоимость внедрения и значительно сниженная стоимость внедрения на смежных подстанциях. Уменьшение размеров здания ОПУ за счет удаления значительного количества медных кабелей, лотков, панелей и т.д.
Разработка (проектирование)	<ul style="list-style-type: none"> Большое количество различных схем, в основном отличающихся в физических соединениях кабелей. Различные аппараты и топологии требуют специализированной разработки. Изменения в схеме объекта приводят к значительной ручной работе по изменениям в схеме соединений кабелей. 	<ul style="list-style-type: none"> Физические интерфейсы между объединяющим устройством (Merging Unit) и ИЭУ стандартизированы. Большая часть разнообразия перешла в настройку ПО. Прошивка, настройка и другие инженерные задачи сильно упрощены.
Разработка чертежей	<ul style="list-style-type: none"> Необходимо проделать большую работу для документирования электрических соединений. Модификация и дополнение требуют большого числа чертежей. Ручное создание чертежей чревато ошибками и требует постоянных перепроверок. 	<ul style="list-style-type: none"> Требуют документирования физические соединения с первичным оборудованием, которые могут быть стандартизированы. Упрощается автоматическое создание документации с помощью ПО.
Монтаж	<ul style="list-style-type: none"> Много работы, требующей большого количества времени, надо проделывать на месте. Некоторые улучшения достигаются при использовании заранее собранных и протестированных управляющих шкафов, однако сохраняется разнообразие при подключении кабелей. 	<ul style="list-style-type: none"> Монтаж сильно упрощается из-за исключения кабельных соединений, если объединяющее устройство устанавливается вместе с аппаратом. Возможность ошибки сильно уменьшается благодаря стандартизированным физическим соединениям. Установка шкафов управления упрощается благодаря интерфейсу подключения.
Пусконаладочные работы	<ul style="list-style-type: none"> Проверка каждого сигнала, передаваемого по кабелю, должна осуществляться между распределительным устройством и ИЭУ. Ошибки в физических соединениях независимо от источника требуют выявления и переделки. 	<ul style="list-style-type: none"> Постоянный мониторинг позволяет избежать ошибочной работы. Ошибки в монтаже ограничены проблемами связи между источником и получателем информации. В здании ОПУ не заводятся кабели под напряжением, что повышает безопасность персонала.
Управление проектом	<ul style="list-style-type: none"> Большое количество ручной работы приводит к длинному периоду проектирования, сборки и пусконаладки. Большое количество приемок между этапами проекта замедляет работу над проектом. 	<ul style="list-style-type: none"> Этапы закупки, разработки и монтажа стандартизированы и требуют меньшего количества приемок.

Рисунок 2. Характеристики традиционных и цифровых подстанций

Существуют два способа создания ЦПС. В Европейских странах интерес больший вызывает применение возобновляемых источников энергии, поэтому на данный момент технологии ЦПС не устанавливаются.

А вот в Азии цифровые подстанции привлекают большое внимание: уже построено несколько десятков таких объектов, что говорит о рациональности введения данных технологий.

В настоящее время Россия только подходит к введению проектов ЦПС. На данный момент планируется поставка некоторых элементов ЦПС на подстанции Федеральной сетевой компании, причем применение технологий ЦПС на этих энергетических объектах будет происходить совместно с созданием традиционных информационно-управляющих систем подстанций, что вызовет некоторые сложности в оценке целесообразности перехода ЕНЭС (Единая национальная электрическая сеть) на цифровые подстанции. В нашей стране осуществляется сразу несколько проектов цифровых подстанций, например: «Цифровая подстанция» на базе «НТЦ ФСК ЕЭС», подстанция 500 кВ «Надежда» на базе Магистральных электрических сетей Урала, а также кластер «Эльгауголь».

При конструировании ЦПС уделяют особое внимание характеристикам объекта управления. В зависимости от типов основного силового оборудования и компоновки могут быть выбраны разные структуры построения вторичных информационных систем.

Если на объекте располагается КРУЭ (высоковольтное распределительное устройство с газовой изоляцией, используемое для приема, распределения и передачи электрической энергии), то экономия от внедрения технологий ЦПС вызывает сомнения, так как одно из преимуществ ЦПС - это уменьшение кабельных связей между РУ и ОПУ. Использование новых технологий в автоматизации РУ с элегазовой (электротехнический газ) изоляцией станет основательным при оснащении КРУЭ встраиваемыми цифровыми трансформаторами тока и напряжения с сохранением прежнего оборудования. В этом случае введение элементов ЦПС даст технические преимущества, а система не станет дороже.

Существуют 2 подхода к установке выносных УСО:

1. Для каждого присоединения на ОРУ выполняется монтаж конструктива уличного исполнения с системой климат-контроля, в котором размещается дублированный комплект выносных УСО, обеспечивающий резервное управление выключателем.
2. Размещение контроллеров управления КА – установка непосредственно в шкафы приводов выключателей и разъединителей.

Данное решение обеспечивает уменьшение затрат на дополнительную конструкцию и кабели, но при этом возникают другие проблемы.

Значительное увеличение стоимости приводов разъединителей и увеличение количества сетевых устройств и информационных кабельных связей по причине увеличения числа контроллеров шины процесса, большие временные и трудовые затраты на производство новых приводов разъединителей и новых конструктивных исполнений контроллеров УСО.

Из перечисленных плюсов и минусов каждого из вариантов размещения УСО, более оправданным является решение с установкой отдельных выносных конструктивов на ОРУ. В дальнейшем возможен переход к варианту размещения контроллеров в конструктивах шкафов приводов коммутационных аппаратов.

На основании данных исследования технических и экономических показателей мы можем сделать вывод:

1. Осуществление станционной шины в соответствии с технологиями ЦПС экономически выгодней за счет достаточного уменьшения количества контроллеров АСУ ТП, модулей ввода и вывода счетчиков АСУ ТП и РЗА, снижение объемов внутри шкафного монтажа, количества конструктивов шкафов и пр.
2. Стоимость новой технологии приблизительно равна затратам традиционного проекта;
3. Внедрение российской разработки «Цифровая подстанция» рациональна для ЕНЭС РФ, так как обеспечивает получение технической и экономической выгоды. Кроме этого, технология ЦПС будет помогать развитию отечественного производства и науки и повысит энергетическую безопасность нашей страны.

Список литературы:

1. С. И. Чичёв, В. Ф. Калини, Е. И. Глинкин Методология «Проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий». Москва, 2014.
2. <http://gisee.ru/articles/energy-tools/53949/> Проектирование цифровых подстанций как опыт эффективного внедрения инновационных технологий. Источник: Энергетика и промышленность России.
3. http://eepr.ru/article/Cifrovaya_podstanciya_Podxody_k_realizacii/ Цифровая подстанция. Подходы к реализации.
4. И. Ковцова «Обработка и передача учётных данных для классических и цифровых электроподстанций».
5. http://hodjent.narod.ru/DOWNLOAD/IEC_61850.pdf Протокол МЭК 61850. Коммуникационные сети и системы подстанций.