

Этапы внедрения технологии «Цифровая подстанция» на объектах ЕНЭС

Вазюлин М.В., Ильин М.Д., Коржецкий Ю.В., Моржин Ю.И., Попов С.Г.
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», Россия

1. ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ «ЦИФРОВЫХ» ПОДСТАНЦИЙ

При создании АСУ ТП ПС, еще не так давно (5 -10 лет назад), нормальной практикой считалось применение «фирменных» протоколов связи (например, Modbus, SPA-bus и т.д.) для объединения терминалов РЗА и контроллеров сбора данных с сервером SCADA-системы. Для связи терминалов между собой использовались связи по электрическим цепям вторичной коммутации (ВК) через дискретные входы-выходы, т.е. кабельное хозяйство цепей ВК становилось огромным. На рис. 1 упрощенно проиллюстрировано развитие средств автоматизации подстанции.

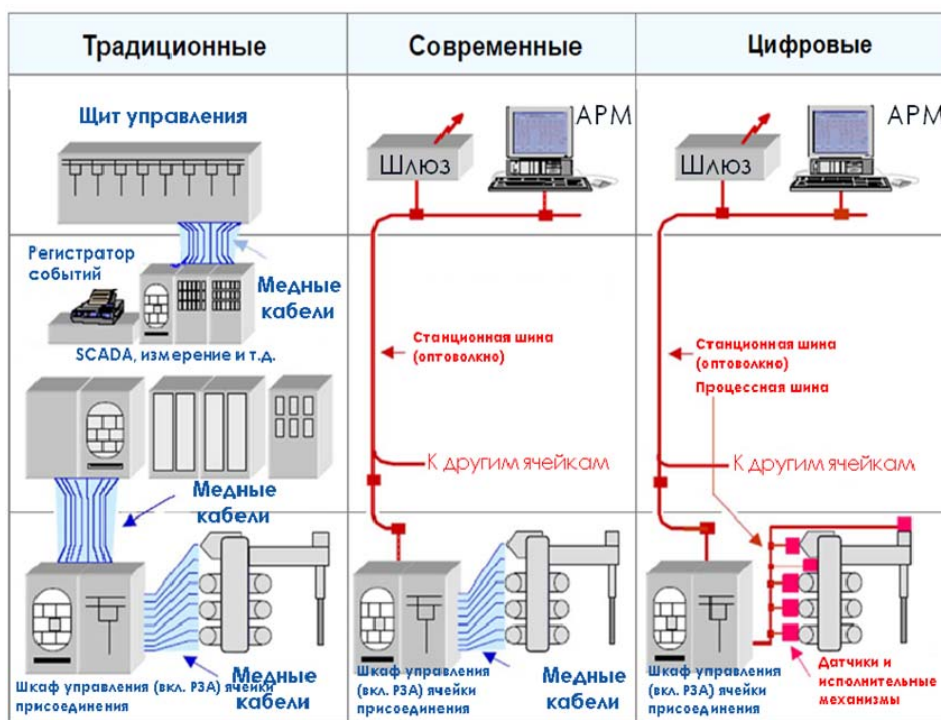


Рис. 1 Структуры связей оборудования вторичной коммутации для автоматизированных электрических подстанций на различных этапах внедрения средств автоматизации.

Разработчики средств автоматизации подстанций стремились унифицировать протоколы информационного обмена для применения на подстанции, по аналогии с офисными системами, где уже давно использовалась технология объединения компьютеров (аналог терминалов подсистем АСУ ТП ПС) в локальные вычислительные сети (ЛВС) - Ethernet.

Но технология Ethernet не обеспечивает ряд необходимых требований для ее применения на подстанции. Потребовалось разработка нового стандарта, удовлетворяющего требованиям создания АСУ ТП ПС, при объединении терминалов в единое информационно пространство подстанции.

Возникла необходимость создания новой информационной модели коммуникации для управления большим количеством устройств и связи различных устройств друг с другом. Такая модель была разработана и оформлена в виде стандарта МЭК 61850 «Системы и сети связей на подстанции».

Принятие международного стандарта МЭК 61850, регламентирующего представление данных о ПС как объекте автоматизации, а также протоколы цифрового обмена данными между микропроцессорными интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ, IED) ПС (включая

устройства контроля и управления, РЗА и ПА, телемеханики, технологической связи, счетчики электроэнергии и т.д.), создало предпосылки для построения подстанции нового поколения – цифровой подстанции (ЦПС), в которой организация всех потоков информации осуществляется в цифровой форме при решении задач защиты оборудования и управления им, мониторинга его состояния.

Определение «цифровой» подстанции

«ЦПС – это подстанция с высоким уровнем автоматизации управления технологическими процессами, оснащенная развитыми информационно-технологическими и управляющими системами и средствами (ССПИ, АИИС КУЭ, РЗА, ПА, РАС, ОМП и др.), в которой все процессы информационного обмена между элементами ПС, информационного обмена с внешними системами, а также управления работой ПС осуществляются в цифровом виде на основе протоколов МЭК. При этом и первичное силовое оборудование ЦПС, и компоненты информационно-технологических и управляющих систем должны быть функционально и конструктивно ориентированы на поддержку цифрового обмена данными».

На рис. 2 представлены основные принципы построения «Цифровой подстанции». Разделение на уровни «станции», «присоединения» и «процесса» позволяет в дальнейшем построить модели логических интерфейсов связывающих данные уровни, представить физические устройства в виде связанных «логических узлов», определить требования к связи между функциями, находящихся в логических узлах, определить классы производительности для функций релейной защиты и управления, измерения и передачи сообщений (IEC 61850-5).

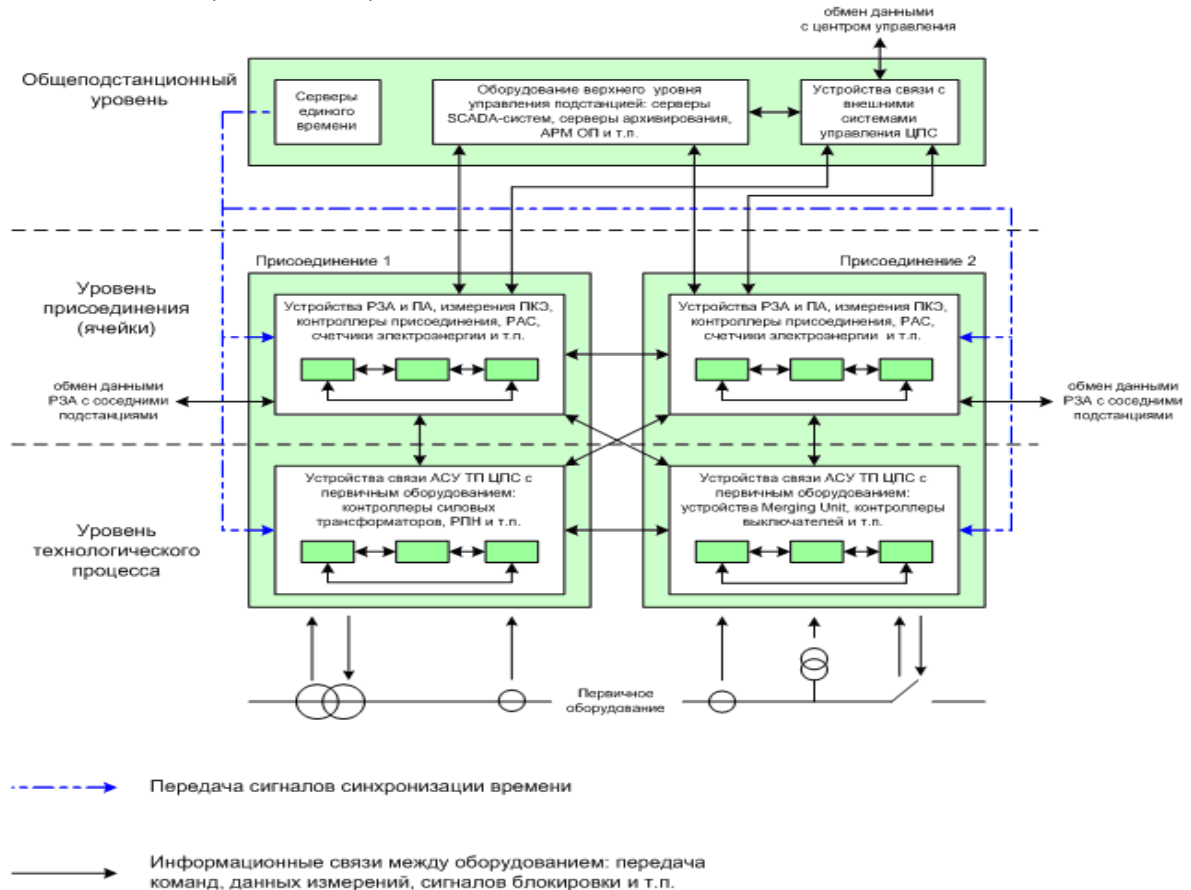


Рис. 2 Основные принципы построения «Цифровой подстанции» (ЦПС)

2.ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ».

Любая технология – это набор компонент, связанных в единый бизнес-процесс.

Новая технология должна содержать концептуальное представление о том для чего она создается, на чем она базируется и какие цели она достигает. На рис. 3,4 концептуально представлены цели и задачи создания ЦПС.

Средствами достижения указанных целей являются:

– упрощение и унификация всех вторичных цепей подстанции, что должно привести к удешевлению эксплуатации и ускорению ввода в эксплуатацию объектов, при этом подразумевается внедрение на подстанциях более совершенного электротехнического оборудования.

– переход к «необслуживаемым» подстанциям (т.е. к обслуживанию подстанций без постоянного дежурства на них оперативного персонала), телеуправляемым из удаленных центров управления;

– независимость от поставщика оборудования.

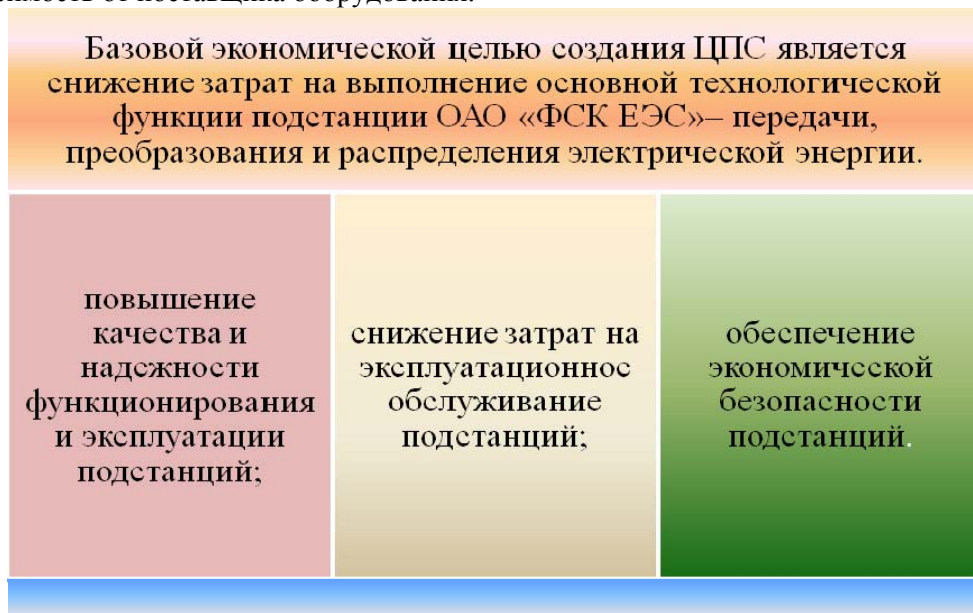


Рис. 3 Цели создания ЦПС

Задачи ЦПС

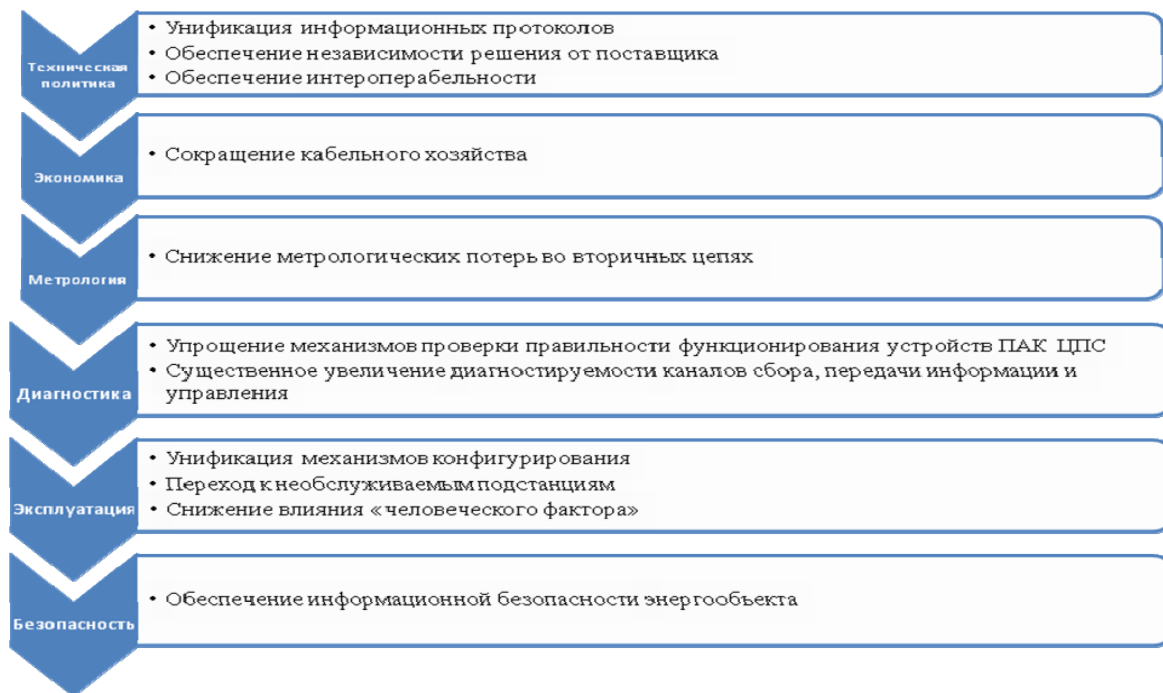


Рис. 4 Задачи ЦПС

1 этап. Разработка концепции.

На рис. 5 представлена структура Концепции ЦПС

Цель данного этапа:

1. Определить основные пути развития систем автоматизации современных подстанций ЕНЭС до уровня «цифровых», этапы и приоритеты работ по направлениям:

- ☐ НИР и НИОКР;
- ☐ Методология применения Стандарта МЭК 61850;
- ☐ Разработка НТД;
- ☐ Разработка методологии проектирования и создание САПР;
- ☐ Сертификация и аттестация;
- ☐ Испытания ПАК и его компонент (опытный полигон «Цифровая подстанция»);
- ☐ Обучение персонала;
- ☐ Пилотные проекты (разработка требований к задачам «пилота»);

2. Сформулировать основные положения технических требований к ПАК ЦПС в целом и его отдельным компонентам.

3. Сформулировать проблемные вопросы, возникающие при внедрении технологии «Цифровая подстанция».

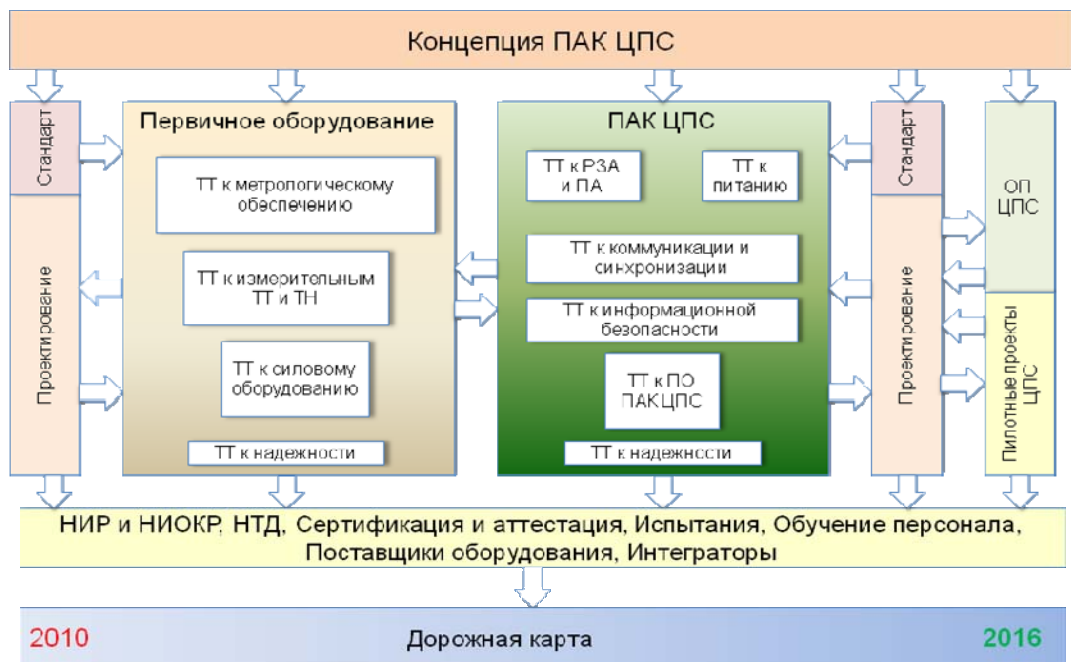


Рис. 4 Структура Концепции ЦПС

2 этап. Разработка технических требований к первичному и вторичному оборудованию ЦПС, обеспечивающему взаимодействие между собой посредством цифровых информационных потоков.

Разработка требований к метрологическому обеспечению оборудования ЦПС

Разработка технических требований к коммуникационной среде ЦПС, с учетом взаимодействия с системой единого времени (СОЕВ) ПС.

Разработка технических требований к архитектуре ПАК ЦПС (уровень технологического процесса, уровень присоединений, верхний уровень ПС и взаимодействие с верхними уровнями управления сетями – ЦУС, ДЦ СО).

Разработка технических требований к информационно-технологическим системам ЦПС.

Разработка технических требований к АСУ ТП ЦПС (SCADA, технологические АРМ(ы) подсистем АСУ ТП).

3 этап. Создание опытного полигона «Цифровая подстанция» (включая действующее электрооборудование ЦПС тестово-моделирующие и испытательные программно-технические комплексы). В 2012 году в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» в основном завершено создание опытного полигона «Цифровая

подстанция (рис. 6). На данном полигоне проводятся тестирования оборудования вторичной коммутации на совместную работу по стандарту IEC 61850 (-8-1 и 9-2LE). Проведено тестирование оборудования, предназначенного для «пилотного» проекта электросетевого кластера «Эльгауголь» ОЭС Востока. В настоящее время проходит опытная эксплуатация оптических трансформаторов тока и напряжения 110 кВ, разработанного отечественной компанией «Профотек»

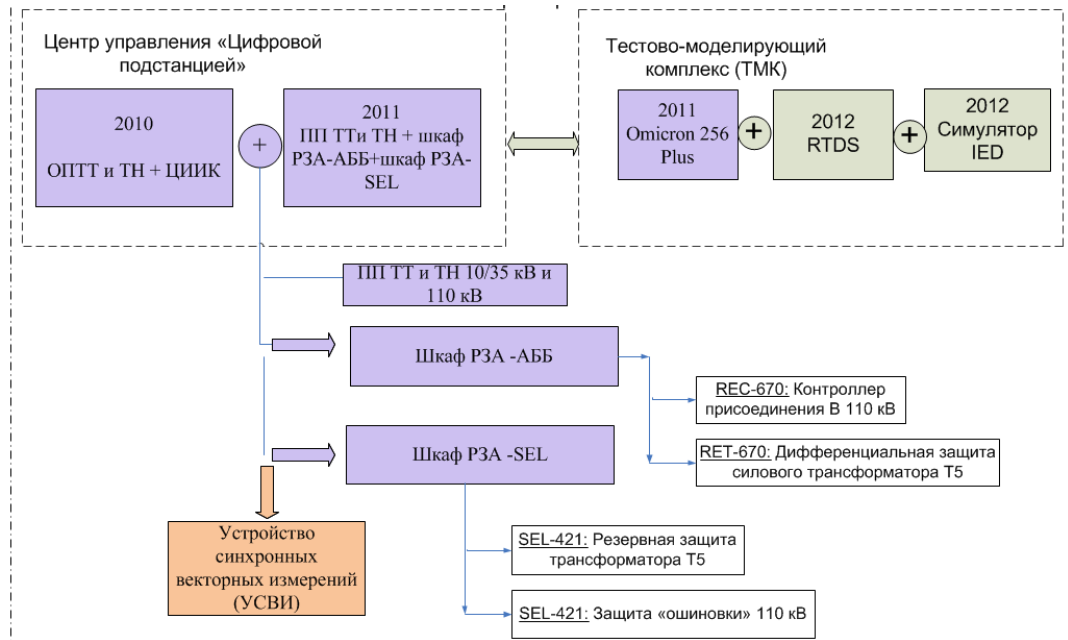


Рис. 6 Структурная схема опытного полигона ОП ЦПС

4 этап. Выполнение НИОКР по изготовлению опытных образцов оборудования, НИР по разработке технических решений (ТР) для применения на ЦПС. На рис. 7 приведены некоторые НИОКР, выполняемые ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».



Рис. 7 Виды НИОКР, выполняемых ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» в 2010-13 г.г.

5 этап. Проведение полигонных испытаний оборудование и ТР, по разработанным методикам, базирующимся на положениях главы 10 стандарта IEC 61850.

6 этап. Разработка НТД, базирующихся на методология применения стандарта МЭК 61850, необходимых для создания и эксплуатации ЦПС.

Одной из актуальных задач является по разработке НТД, необходимых для создания технологии «Цифровая подстанция»

Отсутствие завершенной и четко определенной нормативной базы создает барьеры в процессе внедрения инновационных технологий в электроэнергетике. Анализ существующей нормативно-технической базы, позволяет определить перечень наиболее важных документов, необходимых для проектирования, реализации и эксплуатации ЦПС (дополняющих документы по реализации подстанций, используемые в настоящее время).

Необходимо уделить внимание переводу и адаптации к условиям национальной экономики и технического оснащения существующих систем управления ряда стандартов МЭК, связанных с различными аспектами создания ЦПС, и изданию их в качестве стандартов Р МЭК. Приведем ряд документов МЭК, которые необходимо модифицировать в первую очередь.

- 1) IEC 61869 Трансформаторы измерительные:
 - IEC 61869-7 Additional requirements for electronic voltage transformers (Дополнительные требования к электронным трансформаторам напряжения);
 - IEC 61869-8 Additional requirements for electronic current transformers (Дополнительные требования к электронным трансформаторам тока);
 - IEC 61869-9 Digital interface for instrument transformers (Цифровой интерфейс для измерительных трансформаторов);
 - IEC 61869-13 Stand alone merging unit (независимый модуль объединения).
- 2) IEC 61850 Коммуникационные сети и системы подстанций:
 - IEC 61850-8-1 Mappings to MMS (ISO/IEC9506-1 and ISO/IEC 9506-2) (Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Описание передачи данных по протоколу MMS (ИСО/МЭК 9506 — Часть 1 и Часть 2) и по протоколу ИСО/МЭК 8802-3);
 - IEC 61850-9-1 Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link (Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Выборочные значения по последовательному ненаправленному многоточечному каналу передачи данных типа точка-точка);
 - IEC 61850-9-2: Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (Описание специфического сервиса связи (SCSM) — Выборочные значения по ИСО/МЭК 8802-3).
- 3) IEC 62271 Аппаратура распределения и управления высоковольтная:
 - IEC 62271-3 High-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Digital interfaces based on IEC 61850 (Аппаратура распределения и управления высоковольтная. Часть 3. Цифровые интерфейсы на основе IEC 61850).
- 4) IEC 62439-3 Сети связи промышленные:
 - IEC 62439-3 Industrial communication networks - High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR) (Сети связи промышленные. Сети автоматизации высокой готовности. Часть 3. Протокол постоянного резервирования (PRP) и непрерывное резервирование, обеспечивающее высокую готовность (HSR)).

7 этап. Сертификация и аттестация первичного оборудования и ПАК ЦПС.

В настоящее время процесс аттестации оборудования, применяемого в электрических сетях ЕНЭС достаточно длительная процедура, поэтому для «пилотных» объектов ЦПС целесообразно изменить порядок – «декларативную аттестацию», которая проводится после испытаний предъявленного оборудования на совместную работу по стандарту IEC 61850.

8 этап. Обучение эксплуатационного персонала для работы на ЦПС.

На рис. 8 представлена выдержка из программы обучения персонала отраслевых организаций в специализированном классе основам технологии «Цифровая подстанция». В 2012 году представители всех МЭС ОАО «ФСК ЕЭС» посетили опытный полигон «Цифровая подстанция» ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», позднее в рамках технической учебы проведена видеоконференция по данной теме. Вопросы

слушателей показывают, что необходима программа и системное обучение компонентам новой технологии для объективного представления что ожидать от ее внедрения.



Программа

обучения отраслевых специалистов применению технологии
«Цифровая подстанция» на базе опытного полигона ЦПС ОАО

«НТЦ ФСК ЕЭС».

1. Концепция программно-аппаратного комплекса

«Цифровая подстанция». (Класс . Кол-во часов - 16).

1.1. Цели и задачи создания ЦПС;

1.2. Введение в стандарт IEC 61850;

1.3. Коммуникация на ЦПС. Оборудование. Шины «процесса» и «станции»;

1.3. Структура ЦПС. Примеры архитектур системы управления ЦПС. Отечественный и зарубежный опыт;

1.4. Требования к первичному оборудованию;

1.5. Требования к оборудованию вторичной коммутации (ВК);

1.6. Виды синхронизации времени на ЦПС и методы реализации;

1.7. Вопросы обеспечения надежности системы управления ЦПС.

Системы диагностики коммуникационной среды ЦПС;

1.8. Особенности построения SCADA-систем для ЦПС;

1.9. Мероприятия, обеспечивающие кибер-безопасность ЦПС. Виды доступа к оборудованию ЦПС для различных типов управления ПС.

Информационное взаимодействие с ЦУС;

1.10. Работа ЦПС в условиях изменяющихся параметров и топологии электрической сети. Функциональная адаптация устройств ВК при работе в ПС ААС.

Рис. 8 Выдержка из Программы обучения персонала отраслевых организаций в специализированном классе основам технологии «Цифровая подстанция»

9 этап. Разработка требований к задачам «Пилотных» проектов.

На данном этапе развития технологии «Цифровая подстанция» только начинается практическое ее внедрение на «пилотных» объектах, – подстанциях ЕНЭС, поэтому очень важно осознать, какой результат мы получим в результате внедрения. Одна из задач этого этапа – проработка вопросов по созданию оптимальной архитектуры «шин станции» и «шин процесса» с учетом резервирования для подстанций различного класса напряжения и назначения. По результатам «пилотного» внедрения должны быть получены типовые решения по архитектуре коммуникационной среды для подстанций различных видов и классов напряжения.

10 этап. Разработка «Пилотных» проектов.

11 этап. Внедрение «Пилотных» проектов на подстанциях ЕНЭС.

12 этап. Анализ и обобщение результатов «пилотного» внедрения. Коррекция ТР, НТД, методик тестирования и испытаний первичного оборудования и ПАК ЦПС, проектных решений.

13 этап. Разработка методологии проектирования ЦПС. Создание САПР, обеспечивающую интеграцию с языком описания конфигурации терминалов (SCL – IEC 61850 -6).

На рис. 9 представлена «Дорожная карта» разработки и внедрения технологии «Цифровая подстанция», которая позволяет представить объем и сложность работ, выполняемых и предстоящих работ.

Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем
Екатеринбург, 3 – 7 июня 2013 г.

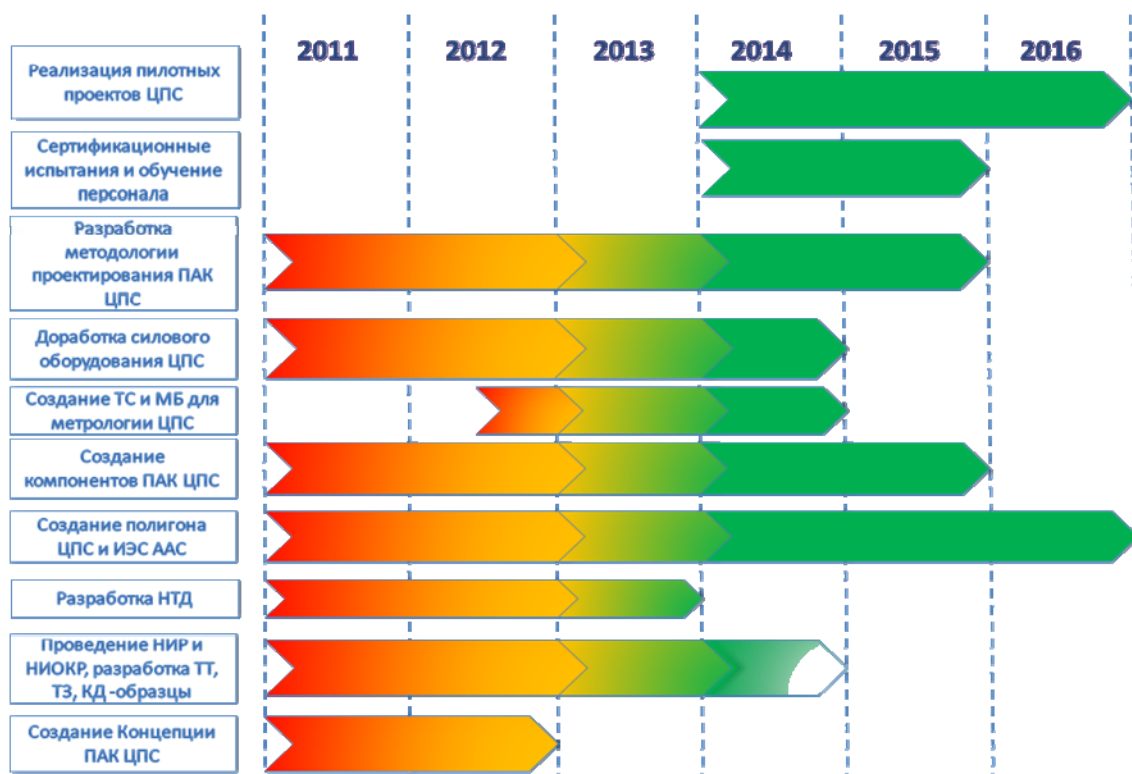


Рис. 9 «Дорожная карта» разработки и внедрения технологии «Цифровая подстанция» на подстанциях электросетевого комплекса России.

ВЫВОДЫ

1. При внедрении данной технологии создания ЦПС должны быть определены первоочередные задачи (НИР, НИОКР), установлены приоритеты разработки НТД и других документов в различных временных горизонтах. Этапность внедрения технологии «Цифровая подстанция» на объектах ЕНЭС может быть представлена в виде «Дорожной карты».

2. При внедрении новой технологии порядок выполнения этапов может корректироваться, но механизм коррекции должен заранее установлен и должен базироваться не только на рыночных принципах, но и включать компоненты административно-организационных рычагов.

3. Внедрение технологии «Цифровая подстанция» на «пилотных» объектах ЕНЭС должно быть увязано с результатами работ по этапам 2, 4, 5-10.