

4. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Перспективы использования информационных систем для поддержки управления в энерге-

тике // Инновационная наука. - 2015. - № 1-2. с. 87-90.

УДК 621.311.49

Коновалов Юрий Васильевич,
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: yrvaskon@mail.ru
Потапов Илья Николаевич,
обучающийся группы ЭЭ-20-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: pogo201@mail.ru
Леб Максим Сергеевич,
обучающийся группы ЭЭ-20-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: lebmaksim2@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОДСТАНЦИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Konovalev Yu.V., Potapov I.N., Leb M.S..

PROSPECTS FOR THE USE OF INTELLIGENT SUBSTATIONS IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Аннотация. Рассмотрен переход программно-аппаратного комплекса подстанций на новый уровень – цифровые подстанции, также рассмотрены цели создания цифровых подстанций и этапы реализации.

Ключевые слова: цифровая подстанция, автоматизация, технологии, электроэнергетика.

Abstract. The transition of the software and hardware complex of substations to a new level – digital substations is considered, the goals of creating digital substations and the stages of implementation are also considered.

Keywords: digital substation, automation, technology, power industry.

В настоящее время в области электроэнергетики существует большое разнообразие точек зрения и подходов к тому, что понимать под термином «цифровая подстанция». Для успешного развития автоматизации процессов передачи, преобразования и распределения электроэнергии в масштабах ЕНЭС (Единая национальная электрическая сеть), разрабатывается общая концепция программно-аппаратного комплекса цифровой подстанции. Со времени начала разработок в отечественной электроэнергетике проектов автоматизации систем управления технологическим процессом произошло существенное развитие аппаратных и программных средств систем управления для применения на электрических подстанциях. Появились высоковольтные цифровые трансформаторы тока и напряжения; разрабатывается первичное и вторичное электросетевое оборудование со встроенными коммуникационными

портами; производятся микропроцессорные контроллеры, оснащенные инструментальными средствами разработки, на базе которых возможно создание надежного программно-аппаратного комплекса подстанций. Все это создает предпосылки для построения подстанции нового поколения — цифровой подстанции (ЦПС), в которой организация всех потоков информации при решении задач мониторинга, анализа и управления осуществляется в цифровой форме.

Переход к передаче сигналов в цифровом виде на всех уровнях управления подстанций позволит получить целый ряд преимуществ, в том числе:

1. Существенно сократить затраты на кабельные вторичные цепи и каналы их прокладки, приблизив источники цифровых сигналов к первичному оборудованию.

2. Повысить электромагнитную совместимость современного вторичного обо-

рудования — микропроцессорных устройств и вторичных цепей благодаря переходу на оптические связи.

3. Упростить и, в конечном итоге, удешевить конструкцию микропроцессорных интеллектуальных электронных устройств за счет исключения трактов ввода аналоговых сигналов.

4. Унифицировать интерфейсы устройств IED (интеллектуальные электронные устройства), существенно упростить взаимозаменяемость этих устройств (в том числе замену устройств одного производителя на устройства другого производителя) и др.

При создании ЦПС реализуются следующие цели.

Уменьшение капитальных затрат:

- уменьшение затрат на кабельную продукцию и кабельные сооружения;
- уменьшение стоимости терминалов (унификация аппаратной части, замена модулей ввода на цифровые интерфейсы);
- уменьшение площади земельных участков, необходимых для обустройства подстанций;
- увеличение срока службы силового электрооборудования (расширенная диагностика);
- уменьшение затрат на проектирование, монтаж и пуско-наладку (уменьшение количества кабелей, уменьшение количества оборудования, расширение возможностей по типизации проектных решений в части шкафного оборудования и цифровых связей);
- уменьшение эксплуатационных затрат на техобслуживание;
- упрощение эксплуатации и обслуживания (постоянная расширенная диагностика в режиме реального времени, в том числе — метрологических характеристик);
- сбор и отображение исчерпывающей информации о состоянии и функционировании подстанций;
- увеличение точности измерений (особенно при токах менее 10–15% от номинального тока) и увеличение благодаря этому точности учета электроэнергии;
- сокращение возможности появления дефектов типа «земля в сети постоянного тока»;
- сокращение количества внезапных отказов основного электрооборудования и связанных с ними штрафов за недоотпуск электроэнергии и нарушений производствен-

ного цикла (расширенная диагностика всего комплекса технических средств ЦПС);

- уменьшение количества сбоев, неправильной работы, применение оптических кабелей вместо медных повысит электромагнитную совместимость современного вторичного оборудования;

- повышение алгоритмической надежности функционирования релейной защиты и автоматики;

- уменьшение потребления по цепям переменного тока и напряжения (в результате применения оптических трансформаторов тока и трансформаторов напряжения).

Переход на технологии съема информации и передачи команд управления дадут возможность «замены на ходу» источника сигнала и тем самым повысит надежности функционирования релейных защит, увеличение быстродействия, улучшение условий в части безопасного производства работ и электромагнитной совместимости (благодаря оптическим связям нет выноса потенциала с открытым распределительным устройством).

Увеличение интеллектуальной составляющей в оборудовании ЦПС откроет развитие средств и методов непрерывной диагностики (контроль деградации характеристик, контроль готовности к выполнению операций, контроль метрологических характеристик), расширит количество функций, реализуемых в каждом терминале, позволит перенести части расчетно-диагностических задач в интерфейсные модули (Smart-IED).

Целесообразной является двухэтапность реализации ЦПС.

Этап № 1. Использование существующего основного оборудования, к которому добавляется интерфейсный цифровой интеллектуальный модуль (как правило, размещаемый в помещении) на базе IEC 61 850–8.1 и IEC 61 850–9.2. Возможна корректировка состава и типа применяемых датчиков. Получение опыта эксплуатации. Разработка всей номенклатуры устройств релейной защиты и автоматики, измерений с интерфейсами IEC 61 850–8.1 и IEC 61 850–9.2.

Этап № 2. Существенная модернизация основного электрооборудования с интеграцией в него специализированных цифровых необслуживаемых датчиков, полевых контроллеров, твердотельных исполнительных модулей. Расширение объема задач, выполняемых интерфейсным модулем. Доработка

всех компонентов ЦПС с учетом опыта эксплуатации.

Компоненты цифровой подстанции
Цифровые измерительные трансформаторы:

- измерение гармонических составляющих;
- расширенный динамический и частотный диапазон;
- синхронность измерений;
- снижение метрологических потерь;
- устранено влияние электромагнитных эффектов (влияние помех остаточной намагниченности и т. д.);
- безопасность эксплуатации, простота обслуживания;
- отсутствие феррорезонансных явлений;
- повышение точности измерений (особенно при малых токах);
- самодиагностика;
- упрощение монтажа (меньше вес);
- ниже стоимость (для класса напряжения 500–750 кВ);

• подстанционный координационный центр – программно-аппаратное ядро ЦПС, координирующее основные информационные потоки в ЦПС и автоматизирующее процессы принятия и реализации решений по управлению оборудованием подстанции.

С этой целью подстанционный координационный центр должен обеспечивать ведение актуализируемой модели технологических процессов подстанции, как основы для построения алгоритмов контроля, анализа, достоверизации информации и управления функционированием подстанции, работу подсистем анализа технологических ситуаций, в том числе поддержки процессов принятия решений по управлению в сложных или аварийных ситуациях на основе актуальной модели, организацию и ведение базы данных состояния оборудования ЦПС, отслеживание его предаварийных состояний и выдачу предупредительных или аварийных сигналов и сообщений, взаимодействие с центрами управления в качестве «представителя» ЦПС в высших уровнях иерархии управления в электроэнергетических системах, телеуправление оборудованием ЦПС с обеспечением контроля его возможности, допустимости и безопасности (с учетом реального состояния оборудования подстан-

ции), а также успешности выполнения команд управления.

Преимущества в метрологическом обеспечении цифровых подстанций над традиционными:

- отсутствие потерь при передаче информации;
- неограниченное тиражирование информации;
- единожды выполняемое аналого-цифровое преобразование (первичное измерение);
- обеспечение надежности (диагностика и тестирование).

Самодиагностика аппаратных средств: модули Smart IED основного электрооборудования, микропроцессорные терминалы, цифровые сети.

Внешняя автоматическая диагностика специализированными программно-техническими средствами:

- без вывода из работы сравнение мгновенных значений токов от разных трансформаторов тока одного присоединения, сравнение напряжений электрически связанных трансформаторов напряжения, контроль суммы токов, мощностей в узле;
- с кратковременным выводом из работы (эмуляция тестовых сигналов для терминалов и сравнение полученной реакции терминала с тестовой).

Информационная безопасность цифровых подстанций:

- обеспечение безопасности канала;
- гибкое управление правами пользователей;
- диагностика кибер-атак;
- защита от подмены сообщений;
- защита от атак на отказ в доступе.

В настоящее время в мире началось массовое внедрение решений класса «цифровая подстанция», основанных на стандартах серии МЭК 61 850, реализуются технологии управления SmartGrid, вводятся в эксплуатацию приложения автоматизированных систем технологического управления. Применение технологии «Цифровой подстанции» должно позволить в будущем существенно сократить расходы на проектирование, пуско-наладку, эксплуатацию и обслуживание энергетических объектов.