

А.С. Янченко, А.Н. Козлов

РАЗРАБОТКА ИДЕОЛОГИИ И СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГОКЛАСТЕРА «ЭЛЬГАУГОЛЬ»

Рассмотрены структура цифровой подстанции, ее преимущества и недостатки, а также вопросы контроля состояния оборудования, настройки устройств защиты и автоматики, цифровой передачи информации при помощи оптоволоконной сети.

Ключевые слова: энергокластер, защита электрооборудования, автоматика, регистрация аварийных событий.

DEVELOPMENT OF IDEOLOGY AND STRUCTURE OF DIGITAL SUBSTATIONS FOR POWER CLUSTER «ELGAUGOL»

The structure of digital substation, its advantages and disadvantages, as well as issues of equipment condition monitoring, configuration protection and automation devices, digital transmission of information by means of fiber-optic network.

Key words: power cluster, protection of electrical equipment, automation, recording of emergency events.

Значение Дальнего Востока как региона России, являющегося форпостом страны в Азиатско-Тихоокеанском регионе, год от года возрастает. Энергетика является основным локомотивом его развития. Одно из важнейших направлений в энергетике, наряду с выработкой электрической энергии (генерацией), – ее транспортировка до потребителя. Учитывая большую площадь региона и значительные расстояния от перспективных потребителей электроэнергии до объектов генерации, передача электроэнергии приобретает основополагающее значение [1].

Ведущая роль при модернизации электроэнергетики на новых принципах отводится электрической сети как структуре, обеспечивающей надежные связи генерации и потребителя. Новейшие технологии, применяемые в сетях, обеспечивающие адаптацию характеристик оборудования к режимной ситуации, активное взаимодействие с генерацией и потребителями – все это позволяет создать эффективно функционирующую систему, в которую встраиваются современные информационно-диагностические системы, системы автоматизации управления всеми элементами, включенными в процессы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

Энергокластер – участок активно-адаптивной сети, включающий в себя линии электропередач и цифровые подстанции.

Активно-адаптивная сеть – электрическая сеть, оснащенная управляемыми средствами компенсации реактивной мощности (СКРМ), фазоповоротными устройствами, управляемыми устройствами продольной компенсации, устройствами компенсации комбинированного типа и др.

Цифровая подстанция – подстанция, оснащенная системами контроля, управления и защиты, информационный обмен между которыми выполняется только в цифровом виде по последовательным каналам связи на единых протоколах [2-6].

По сравнению с традиционными подстанциями ЦПС имеет: компактную структуру, высокую степень интеграции системы, общий обмен информацией, высокую безопасность и надежность, другие характеристики, при этом представляя собой энергосберегающую и экологичную ПС.

Предпосылки создания цифровых подстанций:

- 1) снижение капитальных затрат по кабелю и монтажу;
- 2) устранение монополии поставщика терминального оборудования за счет стандартизации и унификации сетевых интерфейсов и протоколов;
- 3) снижение эксплуатационных расходов;
- 4) повышение надежности работы подстанции за счет:
 - средств самодиагностики терминалов и информационных сетей с возможностью раннего выявления нештатных режимов работы оборудования;
 - исключения несанкционированных и неправильных действий персонала;
 - применения волоконно-оптических линий связи, обеспечивающих идеальную гальваническую развязку.

Цифровая подстанция состоит из интеллектуального первичного и вторичного оборудования, соединенного посредством протокола связи IEC61850 [2, 5].

К первичному оборудованию нового поколения относятся электронные трансформаторы, интеллектуальные выключатели, средства контроля состояния аппаратуры в режиме реального времени («онлайнный контроль»). Сетевое вторичное оборудование – сеть MMS уровня для управления подстанцией GOOSE, SMV.

Преимущества цифровой подстанции:

- упрощение вторичных присоединений (большое количество электрических контрольных кабелей заменяется малым количеством волоконно-оптических линий связи);
- повышение качества измерения (передача и обработка цифровых сигналов без дополнительных погрешностей; повышение надежности передачи информации; проверка CRC, самоконтроль каналов связи; решение вопросов электромагнитной совместимости);
- отсутствие электрической связи между первичным и вторичным оборудованием (электромагнитная помеха с первичного оборудования не может передаться во вторичные цепи);
- единая информационная платформа.

Настройка терминалов микропроцессорной РЗА производится дистанционно, через сервер, или локально, посредством персонального компьютера (ПК) по протоколу ВВnet. Дальнейшая работа терминалов происходит автономно.

Комплекс «Черный ящик» (комплекс ЧЯ), используемый в системе учета электроэнергии и телемеханики, обеспечивает прием текущих параметров электрических цепей, осуществляя постоянные измерения частоты сети, амплитуд и фаз всех аналоговых сигналов, мощностей и энергий по присоединениям, фиксацию состояния дискретных сигналов. При использовании комплекса ЧЯ в задачах оперативного управления, для связи с оперативным информационным комплексом (ОИК) применяется ряд стандартизованных интерфейсов и протоколов. На сегодняшний день в комплексе ЧЯ реализован набор телемеханических протоколов: МЭК-870-5-101/104, ГРАНИТ, КОМПАС, ТМ-120, что позволяет подключать ЧЯ к пользовательскому ОИК как по каналам телемеханики, так и по Ethernet. Обеспечивается передача команд управления от ОИК через сервер ЧЯ к терминалам. Терминал выполняет передачу команд управления от системы телемеханики к коммутационному оборудованию с учетом настроек и блокировок.

Коммерческий и технический учет электроэнергии (АСКУЭ) обеспечивается электронными счетчиками активной и реактивной энергии серии БИМ С. Все счетчики выпускаются в многотарифном исполнении, с годовым календарем [3, 4].

Контроль качества электроэнергии (ККЭ). Выполняется набором аппаратных и программных средств, функционирующих в составе специализированной локальной вычислительной сети «Черный ящик» (СЛВС ЧЯ). Задача заключается в измерении, контроле и регистрации основных и вспомогательных показателей качества электрической энергии по ГОСТ 13109-97 в трехфазных электрических сетях с номинальной частотой 50 Гц.

Определение места повреждения линии (ОМП). Программный модуль определения расстояния до места повреждения при КЗ и определения типа КЗ входит в состав программ комплекса «Черный ящик». Определение поврежденных фаз осуществляется путем проверки фазовых соотношений между токами нулевой, обратной и прямой последовательности, а также путем сравнения амплитудных значений тока различных фаз. Задача использует осциллограммы, сохраненные в сервере ЧЯ [6].

Контроль коммутационного ресурса выключателей. Выполняется расчет остаточного коммутационного ресурса выключателя по осциллограммам с формированием записи в базу данных. Кроме того, архивируются осциллограммы токов катушек включения и отключения для экспертизы состояния привода выключателя.

Применение оптических каналов связи на ПС напряжением выше 110кВ при создании архитектуры цифровой подстанции наиболее оправдано по причине полной гальванической развязки (кроме питания) терминального микропроцессорного оборудования от высоковольтных цепей. На рис.1 предлагается архитектура в рамках технологий комплекса ЧЯ, которая позволяет полностью отказаться от применения медных контрольных кабелей на ОРУ.

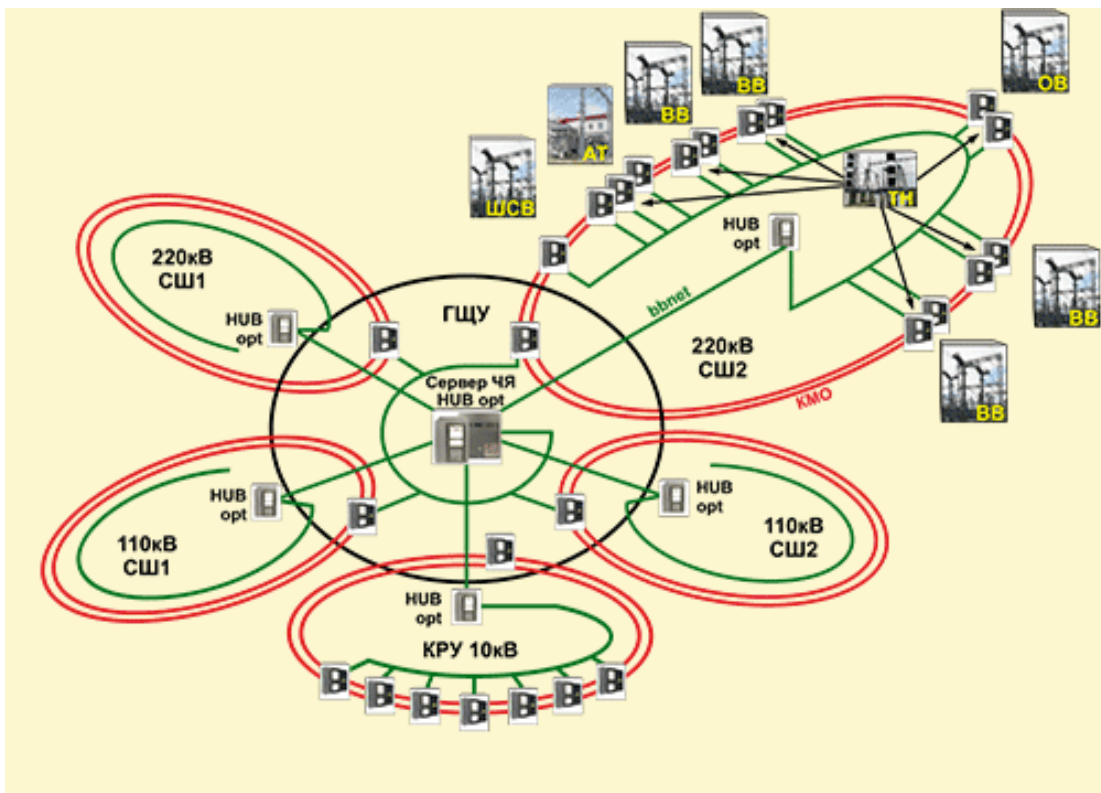


Рис. 1. Структура управления цифровой подстанцией.

Общестанционная сеть с протоколом VVnet (радиальные линии) построена с применением оптических ретрансляторов HUB/opt и может иметь архитектуру в достаточно вольной интерпретации. Все зависит от требований надежности системы и ее цены.

Высокая степень надежности сетей КМО (двойные овалы) обеспечена структурой двойного оптического кольца в каждой системе шин и секций. Все терминалы установлены вблизи высоковольтного оборудования и связаны между собой короткими оптическими линиями. На ГЩУ вводится минимальное количество оптических линий от каждого кольца.

При традиционном размещении всего терминального оборудования в помещениях ГЩУ, конечно, упрощается обслуживание и повышается надежность всей системы в целом. Но, принимая во внимание экономию материальных ресурсов, высокую степень надежности (доказано временем) терминального оборудования и наличие многоуровневой системы диагностики, можно с уверенностью заявлять о необходимости развития комплексных АСУТП в рамках цифровых подстанций [2, 5].

Энергокластер «Эльгауголь». Рассматриваемый энергокластер размещается на территории Эльгинского угольного месторождения, расположенного в юго-восточной части Республики Саха (Якутия), и предназначен для электроснабжения Эльгинского угольного комплекса (ЭУК) ОАО ХК «Якутуголь».

Для обеспечения присоединения энергокластера к энергосистеме проектируются: подстанция 220/35/10 кВ «А», которая размещается на северо-востоке Амурской области; подстанция 220/35/10 кВ «Б» – в юго-восточной части Республики Саха (Якутия), на расстоянии примерно 80 и 190 км соответственно от существующей ПС 220 кВ «Призейская» (Амурская энергосистема) – рис. 2.

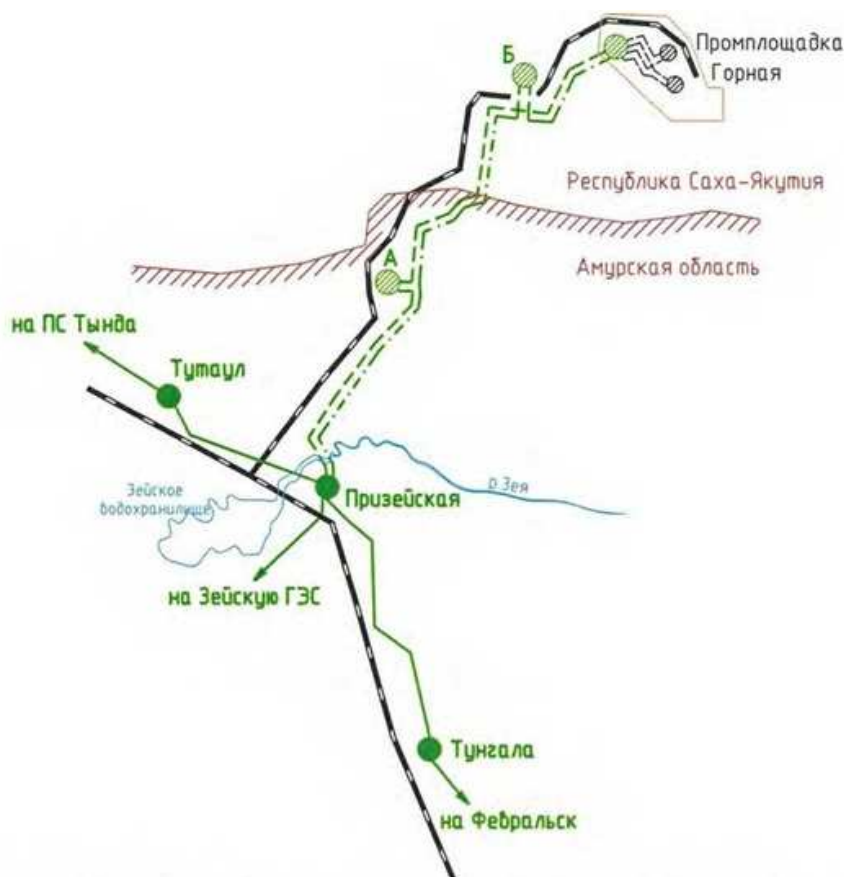


Рис. 2. План-схема электрических сетей 110-220 кВ.

Подстанции «А» и «Б» предназначены для электроснабжения потребителей подъездного железнодорожного пути от железнодорожной станции «Улак» к Эльгинскому угольному месторождению (будущие ж.-д. станции «А» и «Б»). Все подстанции – закрытого типа (КРУЭ).

Особенностью сети 110, 220 кВ энергокластера «Эльгауголь» является значительная протяженность линий электропередачи, относительно низкая (ниже номинальной мощности) загрузка ВЛ в нормальных режимах, существенные избытки реактивной мощности в минимальных режимах и локальный дефицит реактивной мощности в послеаварийных режимах. Требуется установка в данной сети средств компенсации реактивной мощности.

Для решения вопроса по регулированию напряжения и компенсации реактивной мощности в электрической сети 110, 220 кВ Эльгинского энергоузла предусмотрены следующие технические решения:

установка двух статических тиристорных компенсаторов (СТК) на ПС 220 кВ «Эльгауголь» мощностью ± 50 Мвар каждый, предназначенных для обеспечения потребителей Эльгинского угольного комплекса и железной дороги электроэнергией нормируемого качества, а также повышения пропускной способности по протяженным ВЛ 220 кВ, связывающих энергосистему с подстанцией. В период зимнего максимума нагрузки СТК должны работать в режиме выдачи реактивной мощности, а в летний ночной минимум нагрузки – в режиме потребления;

для компенсации зарядной мощности новых протяженных линий электропередачи 220 кВ и поддержания требуемого уровня напряжения в сети в режимах включения и холостого хода предусмотрена установка управляемого шунтирующего реактора (УШР) 220 кВ мощностью 100 Мварна ПС 220 кВ «Призейская»;

планируется внедрение технологии «Умная сфера», позволяющей контролировать основные параметры транзита электроэнергии в режиме реального времени.

Создание интеллектуальной сети кластера «Эльгауголь» позволит отработать новые технологии и технические решения, в частности адаптивную автоматическую систему (ААС) оптимального управления напряжением и реактивной мощностью. Стоимость установки технических средств интеллектуальной электрической сети с ААС составит порядка 450-500 млн. рублей.

1. ОАО «СК ЕЭС»: стабильность и уверенное развитие // Энергополис. – 2013. – № 5 (69). [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.energypolis.ru](http://www.energypolis.ru) (дата обращения 08.09.2014).

2. Цифровая подстанция // Электронный журнал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nari-relays.com> (дата обращения 05.09.2014).

3. Многофункциональные, многотарифные электронные счетчики электроэнергии [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.gosan.ru](http://www.gosan.ru) (дата обращения 05.09.2014).

4. Alstom в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alstom.com> (дата обращения 05.09.2014).

5. НТЦ ФСК ЕЭС: оригинальные решения в сфере управления энергосистемами и энергообъединениями. [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.ntc-power.ru](http://www.ntc-power.ru) (дата обращения 05.09.2014).

6. В МЭС юга провели натурные испытания ОМП. [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.digitalsubstation.ru](http://www.digitalsubstation.ru) (дата обращения 05.09.2014).