

Будущее – за интеллектуальными электросетями

Д.А. Скворцов (Компания "Шнейдер Электрик")

Освещаются актуальные задачи в области развития российского энергосетевого комплекса в разрезе построения и тиражирования интеллектуальных сетей (Smart Grids). Статья отражает задачи, идеи и принципы построения Smart Grids на основе анализа мирового и российского опыта, содержит практические рекомендации по внедрению сетей нового поколения в России.

Ключевые слова: интеллектуальные сети, Smart Grid, системы телеуправления, энергоэффективность.

В феврале 2010 г. в рамках рабочей встречи Председателя правительства России В.В. Путина и председателя правления ОАО "ФСК ЕЭС" О.М. Бударгина был остро поставлен вопрос о развитии в России интеллектуальных ("умных" или активно-адаптивных) электрических сетей. При этом отмечалось, что интеллектуальные распределительные сети призваны стать наиболее эффективным средством решения основных проблем энергетического и сетевого хозяйства страны – обеспечения надежного энергоснабжения, снижения потерь и повышения энергоэффективности российской экономики.

Распределительные сети нового поколения

Прогнозируя развитие электроэнергетики, Департамент энергетики США сформулировал видение распределительных сетей нового поколения в недалеком будущем следующим образом: "Сеть 2030 г. – полностью автоматизированная распределительная сеть, обеспечивающая параллельный поток электричества и информации от электростанции до потребителей, включая все промежуточные точки". Иными словами, распределительная сеть будущего – это интеллектуальная сеть, которая сочетает комплексные инструменты контроля и мониторинга, информационные технологии и средства коммуникации, которые значительно повышают производительность электросети и позволяют генерирующим, сбытовым и коммунальным компаниям предоставлять населению электроэнергию высокого качества.

По мнению ряда экспертов, правильнее определять интеллектуальные электрические сети (Smart Grid) не как некий подход или набор технологий, а как конечный результат и эффект, который такие сети создают для энергетических компаний и потребителей. В первую очередь, данный эффект включает:

- значительное повышение надежности электроснабжения потребителей;
- рост качества электрической энергии;
- сокращение потерь электроэнергии во всех элементах сети;
- снижение энергоемкости российской экономики;
- увеличение продолжительности межремонтного эксплуатационного периода с сохранением надежности электроснабжения;
- повышение электрической и экологической безопасности страны в целом;
- создание условий надежного развития всех без исключения отраслей российской промышленности, а также отечественного строительного комплекса.

¹ Гришковец Е. Сети поумнеют // Коммерсант Business Guide. Приложение к газете "Коммерсантъ". № 11/П (4311). 2010.

Международный опыт создания интеллектуальных сетей

В Европе и США эксперименты по созданию "умных" сетей проводятся, начиная с 70-х гг. XX века. Так, в США, по данным Международной электротехнической комиссии (МЭК), необходимость такого шага приобрела особую актуальность в конце прошлого века вследствие значительного снижения надежности глобальной энергосистемы, что было вызвано постоянно растущим спросом на энергию и недостаточными инвестициями в развитие энергетической инфраструктуры. Кроме того, экологические проблемы в стране в значительной мере препятствовали введению новых мощностей и строительству линий электропередачи, что заставило США сделать особую ставку на развитие возобновляемых источников энергии, чтобы ослабить зависимость от традиционных и иностранных источников.

В Европе толчком к развитию проектов Smart Grids послужила задача интеграции возобновляемых источников и традиционных систем распределения и передачи энергии, которые не были предназначены для этого. В Корею вызовом для создания сетей нового поколения стал бурный рост строительства современных объектов инфраструктуры и постоянное присоединение к сетям новых объектов. В Китае "умные сети" получили особенно быстрое развитие в силу необходимости удовлетворения потребностей крайне большого количества населения.

На сегодняшний день в зарубежных странах объемы инвестиций в Smart Grids говорят сами за себя. В феврале 2009 г. Правительство США приняло инвестиционную программу по развитию интеллектуальных энергетических проектов в размере 4,5 млрд долл. США.

Разработка новой концепции интеллектуальных сетей спонсируется Департаментами обороны и энергетики США и объединением IntelliGrid Consortium, в которое входят все ведущие производители электротехнического оборудования и операторы крупнейших энергосистем США и Канады. Предполагается, что потенциальный уровень будущих инвестиций США превысит 100 млрд долл. США¹.

Европа в ближайшие 30 лет намерена вложить в инфраструктуру Smart Grid около 750 млрд евро. Программами, разработанными в Евросоюзе, предполагается сокращение энергопотребления в странах ЕС на 9 % к 2017 г. именно за счет повышения уровня энергоэффективности с использованием Smart Grid. Аналогичные инициативы на уровне государства формируются и в странах Азии (http://www.iec.ch/zone/smart-grid/grid_regional_concerns.htm).

Развитие идеи и принципов интеллектуальных сетей в России

В нашей стране понятие "интеллектуальные сети" также получило распространение в начале 1970-х гг., однако государственная поддержка интеллектуальных проектов наметилась лишь в последние годы. На протяжении 40 лет особую роль в развитии "умных" энергосистем в России играли крупнейшие производители электротехнического оборудования, в частности, компания "Шнейдер Электрик", начавшая внедрять в стране управляемые устройства компенсации реактивной мощности, преобразователи частоты и постоянного тока еще в 1974 г.

В условиях возросшего внимания государства к проблемам построения интеллектуальных сетей в России, компания "Шнейдер Электрик" разработала комплексные, инновационные проекты и решения, призванные стать типовыми, эталонными при создании интеллектуальных сетей в России.

Первоочередная задача, стоящая перед российским государством в настоящий момент, по мнению "Шнейдер Электрик", заключается в создании "интеллектуального подхода", оптимально удовлетворяющего потребностям отечественного электросетевого хозяйства, интегрирующего последние достижения в сфере проектирования и строительства энергосистем и демонстрирующего реальные выгоды для всех игроков российского энергетического рынка. Вторая задача, плавно вытекающая из первой, состоит в широком тиражировании наиболее удачных типовых решений в России, позволяющих реально снижать финансовые затраты, сокращать сроки строительства и реконструкции, а также упрощать процесс освоения новых систем и оборудования эксплуатационным персоналом и монтажными организациями.

Основные принципы, заложенные в типовых решениях компании "Шнейдер Электрик", призваны способствовать достижению обеих задач. В числе базовых принципов можно назвать следующие:

- надежность оборудования и безопасность в эксплуатации;
- максимальная адаптация решений под конкретные потребности и задачи, стоящие

перед энергокомпаниями и потребителями энергии, с учетом особенностей каждого региона России;

- использование самого современного электрооборудования с длительным периодом эксплуатации без технического ремонта;
- энергоэффективность оборудования;
- ослабление воздействия на окружающую среду;
- эффективность капиталовложений и сокращение сроков рентабельности инвестиций (ROI).

Комплексное решение:

диспетчеризация, телеуправление и коммерческий учет

Основные задачи в области диспетчеризации, телеуправления и коммерческого учета в сетях 6...20 кВ представлены в таблице.

На сегодняшний день комплексное предложение "Шнейдер Электрик" содержит следующие решения для построения интеллектуальных сетей (рис. 1):

- SCADA – систему для реализации комплексного управления распределительной сетью;
- канал передачи данных (в том числе путем передачи информации по кабельными линиями на основе ПЛК-технологии второго поколения);
- семейство цифровых устройств телемеханики и телеуправления для управления и контроля оборудования 6...20 кВ, в том числе устанавливаемое внутри ячеек среднего напряжения непосредственно в процессе производства.

При подобном модульном подходе обеспечивает решение сразу нескольких задач:

- оптимизация каждого элемента системы в отделимости;
- поэтапное финансирование и выполнение проекта в зависимости от первоочередности задач и охвата;

Таблица

Задачи для сети среднего напряжения (6...20 кВ)	Задачи для сети низкого напряжения
Базовые применения: Предсказание аварии Измерение и анализ нагрузок Измерения в шинах Информация датчиков КЗ Наблюдаемость сети	При дополнительных вложениях: Телеуправление Энергобаланс Сигнализация Системы безопасности Оповещения Качественные измерения сигналов
	Управление спросом Поддержка телеизмерений Другие измерения (газ, вода) Службы контроля городских сооружений, дорог и т.д. Определение хищений Отключения и переключения Динамическая оценка

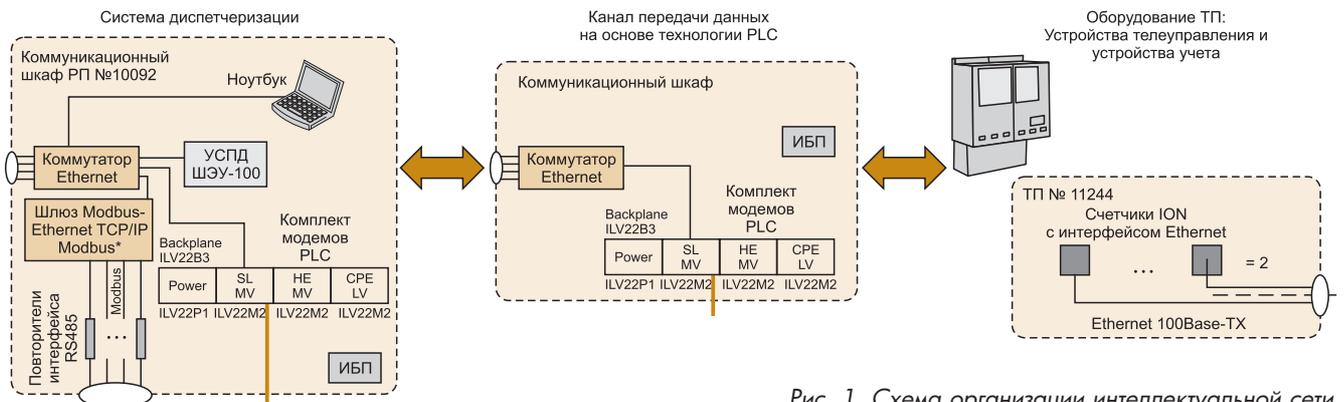


Рис. 1. Схема организации интеллектуальной сети

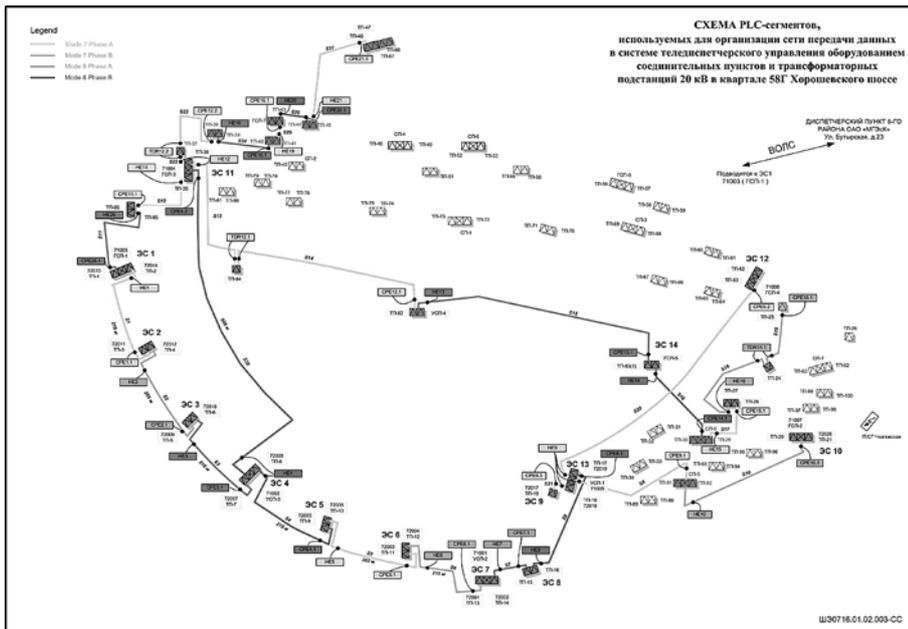


Рис. 2. Схема PLC-сегментов, используемых для организации сети передачи данных в системе теледиспетчерского управления оборудованием соединительных пунктов и трансформаторных подстанций 20 кВ в квартале 58Г Хорошевского шоссе (Москва)

- использование во всех системах открытых международных протоколов, позволяющих клиенту самостоятельно конфигурировать и обслуживать систему.

Описанный модульный подход реализован для магистральной сети 20/0,4 кВ г. Барселона (Испания). Аккумулируя возможности действующих подстанций города и современного оборудования в условиях плотной исторической застройки центра, компания "Шнейдер Электрик" разработала и внедрила полноценное решение, позволяющее одновременно осуществлять с электросети крупного города диспетчеризацию, телеуправление и коммерческий учет.

Реализованные в электрических сетях ОАО "МО-ЭСК" подобные комплексные проекты, объединяющие до 50 сетевых сооружений в единую систему, позволяют утверждать, что и в традиционных сетях 6(10)...20 кВ, построенных с использованием как современного оборудования, так и оборудования прошлого поколения, возможно успешно реализовывать системы комплексного диспетчерского управления (рис. 2). Одним из главных достоинств типового решения компании "Шнейдер Электрик" представляется то, что наработанный опыт позволяет гарантированно интегрировать в единый диспетчерский комплекс собственное оборудование и оборудование сторонних производителей.

Рассмотрим данный реализованный проект, выполненный на основе типового решения "Телемеханика трансформаторной подстанции (ТП) с ячейками RM-6 и АВР по высокому напряжению".

Техническое решение разработано для трансформаторных подстанций, укомплектованных ячейками типа RM-6, производства компании "Шнейдер Электрик". Все ячейки оснащены моторизованными приводами,

которые обеспечивают возможность дистанционного управления коммутационным аппаратом и контроля его положения. Ячейки высокого напряжения вводных и отходящих линий оборудованы указателем прохождения тока короткого замыкания (УТКЗ) типа ALPHA E (индикатор Хортсмана).

В качестве каналов связи трансформаторных подстанций с районным диспетчерским пунктом (РДП) применяются прямые каналы передачи данных (телефонная линия, оптоволоконная линия, цифровой канал, GPRS-Internet) и транзитные каналы с передачей данных по технологии Power Line Communication (PLC) на промежуточный пункт сбора информации и с дальнейшей передачей данных на РДП по прямым каналам связи.

Система телемеханики интегрируется в автоматизированную систему диспетчерского контроля и управления (АСДКУ) районного диспетчерского пункта (РДП).

На каждом электрооборудовании устанавливается оборудование телемеханики, на которое поступают информация о положении коммутационных аппаратов, измеренные значения, а также управляющие воздействия от АСДКУ.

Для передачи информации по электрическим кабелям применяется технология PLC, основанная на частотном разделении сигнала, передаваемого по силовым кабельным линиям, когда высокоскоростной поток данных разбивается на несколько низкоскоростных, каждый из которых передается на отдельной поднесущей частоте с последующим их объединением в один сигнал. Используется до 1536 поднесущих частот в диапазоне 1...33 МГц, модулированных по схеме OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – мультиплексирование с ортогональным разделением частот). Данный способ модуляции адаптирован для каналов связи с нестабильными характеристиками, ориентирован на высокоскоростную передачу больших объемов цифровых данных и обеспечивает предельную теоретическую скорость передачи данных 200 Мб/с. Однако реальная скорость зависит от частотно избирательного затухания и наличия узко-полосных помех в сети.

Для организации каналов связи все соединительные пункты и трансформаторные подстанции оборудуются специализированными PLC-модемами. Последние объединяются в локальную вычислительную сеть Ethernet TCP/IP, которая в качестве физической среды передачи данных использует линии электропередач (силовой однофазный либо трехфазный кабель).

Состав информации, с которой может работать интеллектуальная сеть:

- телесигнализация: положения выключателя, заземляющего разъединителя, аварийного отключения выключателя; наличия напряжения на вводах, напряжения питания электроприводов; режима работы или готовности АВР; срабатывания 1-й ступени тепловой защиты трансформаторов; закрытия дверей;
- телеизмерение тока, напряжения;
- телеуправление включения/отключения выключателей ячеек.

Выводы

1. Интеллектуальные сети выступают сегодня инструментом решения основных проблем энергетического и сетевого хозяйства страны, предоставляя возможность экономить значительные средства при строительстве электростанций и сооружении распределительных и магистральных сетей.

Скворцов Дмитрий Александрович – руководитель отдела энергетики и инфраструктуры компании "Шнейдер Электрик".

Контактный телефон (495) 797-40-00. E-mail: Dmitri.Skvortsov@ru.schneider-electric.com

Новые возможности контроля над потреблением энергии от Cisco

Перед энергетическими компаниями стоит масса проблем: изношенные и все более ненадежные сети электропередач, устаревшая система односторонней передачи энергии, изменение характера спроса и предложения, к тому же нужно искать новые, более эффективные способы удовлетворения растущего спроса на электроэнергию. В то же время потребители требуют снижения тарифов, повышения надежности услуг, прозрачности методов доставки энергии и более широкого выбора ее поставщиков. В ситуации стратегические электрокомпании все чаще обращаются к идее Smart Grid, то есть к созданию интеллектуальной сетевой инфраструктуры, учитывающей все аспекты спроса и предложения, актуальные для сетей электропередач.

Инфраструктура Smart Grid строится на принципах совместности, открытых стандартах и основывается на Internet-протоколах. Подобная структура сетей уже осуществляет передачу данных, голоса и видео, настало время реализовать те же управляющие протоколы в сетях электропередач.

Электрическая сеть всегда строилась как система односторонней передачи. Она состояла из одной или нескольких очень мощных генерирующих станций, связанных с потребителями энергии. Переход к возобновляемым источникам энергии и появление новых интеллектуальных устройств требуют иного подхода, — энергия и информация должны идти не только к потребителям, но и обратно направлении. Таким образом, коммунальные службы должны превратиться в информационные компании и передавать не только электричество, но и данные. Интеллектуальные сетевые функции позволяют энергетическим компаниям предоставлять более качественные и надежные услуги и повысить эффективность собственной работы.

Технология Smart Grid — это интеллектуальные счетчики, динамическое управление электросетями, регулирование спроса, повышение безопасности и экономия расходов.

Интеллектуальные счетчики (Smart Metering). "Умный счетчик", установленный дома, может передавать данные о потреблении энергии практически в РВ, помогая потребителю принимать обоснованные решения о том, сколько энергии использовать и в какое время суток. В будущем счетчики

2. Типовые решения "Шнейдер Электрик" позволяют за короткий срок выполнять массовое проектирование, монтаж и передачу в эксплуатацию серийных, то есть гарантированно проверенных и отлаженных современных решений для построения интеллектуальных распределительных сетей.

3. Объединение усилий различных компаний-производителей по продвижению типовых решений создает достаточно прибыльную нишу рынка, а также позволяет разрабатывать экономически значимые проекты, отвечающие разнообразным требованиям генерирующих, распределительных и сбытовых компаний, монтажных, проектных и эксплуатирующих организаций, а также потребителей энергии.

4. По оценкам ФСК ЕЭС построение интеллектуальных сетей позволит уменьшить потери в российских электрических сетях всех классов напряжения примерно на 25 %, что даст возможность экономить $\geq 34...35$ млрд кВт·ч электроэнергии в год.

станут отслеживать потребление энергии каждым домашним устройством и поддерживать определенные правила поведения в часы пиковой нагрузки и в другое время суток. Такой подход даст преимущества не только потребителям, но и энергетическим компаниям, которые повысят эффективность своих процессов (за счет удаленного управления счетчиками) и смогут лучше бороться с кражами электроэнергии (сегодня 10...20% потребленной энергии не оплачивается).

Динамическое управление электросетями (Dynamic Grid Management). Сегодня энергетическая компания узнает о перебоях с электричеством, только когда ей звонит разгневанный пользователь. Другие способы мониторинга "последней мили" отсутствуют. "Smart Grid" позволит подключить к интеллектуальной сети разнообразное оборудование, от электрических генераторов до пользовательских устройств. В результате энергетическая компания будет видеть текущее состояние всех устройств в любой момент времени.

Летом 2010 г. Cisco анонсировала новые технологии, которые расширяют портфель решений Connected Grid и помогают индивидуальным пользователям и корпоративным заказчикам лучше следить за потреблением энергии и управлять им, а также сокращать энергетические расходы и выбросы углеводородов, в том числе с помощью простого в использовании интерфейса для домашней среды. В состав решения Cisco для управления домашней энергетикой входят контроллер домашнего энергопотребления и услуги управления энергопотреблением, которые должны доставляться коммунальными службами и помогать потребителям надежно и безопасно анализировать и регулировать домашнее энергопотребление.

Кроме того, Cisco объявила важные новшества для "умных" подключенных зданий: новые решения Cisco Network Building Mediator Manager 6300 для централизованного управления "умными" подключенными зданиями на глобальных предприятиях и Cisco Network Building Mediator 3.1 для связи между множеством разнородных систем автоматизации и протоколов с помощью IP. Эти решения повышают интеграцию и прозрачность энергетических потоков на объектах недвижимости и ИТ-системах.

[Http:// www.cisco.ru](http://www.cisco.ru)