УДК 621.316

А.Е. ДЕНИСОВ, студент гр. ЭПб-144 (КузГТУ)
П.О. КОШЕЛЕВ, студент гр. ЭПб-144 (КузГТУ)
Научный руководитель: С.Ю. АНУШЕНКО, ассистент (КузГТУ)
г. Кемерово

SMART GRID (УМНЫЕ СЕТИ)

Интеллектуальные энергосистемы – это системы передачи электроэнергии от производителя к потребителю. Используя современные информационные и коммуникационные технологии, всё оборудование сетей Smart Grid взаимодействует друг с другом, образуя единую интеллектуальную систему энергоснабжения. Собранная с оборудования информация анализируется, а результаты анализа помогают оптимизировать использование электроэнергии, снизить затраты, увеличить надежность и эффективность энергосистем.

Smart Grid – это автоматизированная система, которая самостоятельно отслеживает и распределяет потоки электричества для достижения максимальной эффективности использования энергии. В мире, где защита природных ресурсов стала одним из главных приоритетов, очень важно найти дешевые и эффективные пути снижения их использования.

Существующие энергосистемы построены по схеме «централизованного энергоснабжения», подразумевающей использование высокого напряжения и создания крупномасштабных энергосетей. В сетях такого типа локальные сбои могут иметь колоссальное влияние на всю энергосистему и зачастую приводить к масштабным отключениям питания.

Несмотря на то что само выражение Smart Grid уже с добрый десяток лет на слуху научного и бизнес-сообщества, к единой трактовке этого понятия стороны не пришли до сих пор. На уровне государства Smart Grid рассматривается как идеологическая основа национальных программ развития электроэнергетики.

Современные электрические сети, как правило, состоят из радиальных линий, в некоторых случаях электрические сети закольцованы. Согласно концепции SMART GRID, будущая сеть уже не будет иметь иерархическую структуру, и крупные потребители будут в ней перемешаны с большим количеством маломощных источников энергии, а также единичных мощных станций, регуляторов напряжения, компенсаторов реактивной мощности. Это будет сложная, неструктурированная, разветвленная сеть, оснащенная интеллектуальными счетчиками, в перспективе будет реализовано динамическое управление электросетями, регулирование спроса, повышение безопасности и, как следствие, экономия расходов.

С точки зрения Министерства энергетики США, интеллектуальным сетям (Smart Grid) присущи следующие атрибуты:

− способность к самовосстановлению после сбоев в подаче электроэнергии;

− возможность активного участия в работе сети потребителей;

− устойчивость сети к физическому и кибернетическому вмешательству злоумышленников;

− обеспечение требуемого качества передаваемой электроэнергии;

− появление новых высокотехнологичных продуктов и рынков;

− автоматизированное распределительное устройство Xiria с воздушной изоляцией и возможностью дистанционного управления среднего напряжения IEC для применения в интеллектуальных электрических сетях Smart Grid до 24кВ;

− повышение эффективности работы энергосистемы в целом.

В общих чертах Smart Grid можно описать следующими аспектами функционирования:

1. гибкость – сеть должна подстраиваться под нужды потребителей электроэнергии;

2. доступность – сеть должна быть доступна для новых пользователей, причём в качестве новых подключений к глобальной сети могут выступать пользовательские генерирующие источники, в том числе ВЭИ с нулевым или пониженным выбросом CO2;

3. надёжность – сеть должна гарантировать защищённость и качество поставки электроэнергии в соответствии с требованиями цифрового века;

4. экономичность – наибольшую ценность должны представлять инновационные технологии в построении Smart Grid совместно с эффективным управлением и регулированием функционирования сети.

Архитектура Smart Grid заключается в оптимизации существующих энергосистем. Можно увеличить их эффективность без значительных капиталовложений в новые технологии производства, передачи и распределения энергии. На самом деле, модернизируя существующую энергосистему до интеллектуальной, можно создать полностью интегрированную систему, начиная от производства и передачи, заканчивая распределением и потреблением электричества частными пользователями. К тому же, концепция Smart Grid подразумевает использование возобновляемых источников энергии за счет интеграции локальных микро-энергосетей, что позволяет отказаться от радиационных поставщиков электричества, например, атомных или угольных электростанций.

Преимущества использования сетей Smart Grid:

- эффективное использование электроэнергии;
- увеличение доли распределенных систем производства энергии и возобновляемых источников энергии;
- увеличение гибкости подачи питания;
- снижение общей стоимости доставки электричества;
- увеличение стабильности и качества подачи электричества;
- увеличение безопасности энергосистем.

Первая электросеть переменного тока была установлена в 1886 году. В то время, сеть была централизована и являлась однонаправленной системой передачи и распределения электроэнергии. Спрос управлял предложением.

В XX веке локальные сети росли в течении времени и в конечном итоге были подключены друг к другу по экономическим соображениям и для повышения надежности всей системы. К 1960-м электрические сети в развитых странах значительно разрослись, созрели и были тесно взаимосвязаны тысячами «центральных» электростанций подающих мощности в крупные центры потребления через линии большой мощности, которые затем разветвлялись и разделялись для обеспечения питания небольших промышленных, а также бытовых потребителей по всей площади питания. Топология сети 1960-х годов стала результатом сильных экономик: большие станции, работающие на угле, газе, а также мазутных электростанций размером от 1 ГВт (1000 МВт) до 3 ГВт оказались экономически эффективными за счёт оптимизаций, выгодных для производства электричества исключительно в гигантских масштабах.

Стратегически электростанции были расположены поблизости к запасам ископаемого топлива (шахт или колодцев либо близко к железной дороге, дороги или портов). Выбор площадок для гидроэлектрических плотин в горных районах также сильно повлиял на структуру формирующейся сети. Атомные электростанции были размещены в зависимости от наличия охлаждающей воды. Наконец станции, работающие на ископаемом топливе, были первоначально весьма экологически грязными и расположены как можно дальше от населенных пунктов, насколько это позволяла экономическая и техническая ситуация. К концу 1960-х годов, электросети достигли подавляющего большинства потребителей развитых стран и только некоторые отдалённые региональные области остались 'вне сети'.

Учет потребления электроэнергии происходит отдельно на каждого пользователя, для того чтобы оплата соответствовала (сильно варьирующему) уровню потребления различных пользователей. Из-за ограниченной возможности сбора и обработки данных в период роста электросети, широко распространились фиксированные тарифы, а также механизмы двойного тарифа, когда в ночное время цена за электричество намного ниже дневного. Причиной для двойного тарифа являлся пониженный спрос на электричество в ночное время. Двойной тариф делал возможным использование недорогой ночной электроэнергии для обеспечения 'тепловых баков', которые служили для сглаживания повседневного спроса, а также уменьшение количества турбин, которые иначе должны были бы быть отключены на ночь. Тем самым повышалась рентабельность производства и передачи электроэнергии. Возможности передачи сигналов реальной стоимости электричества на каждый конкретный момент у сети образца 1960 года были ограниченными.

В период от 1970-х до 1990-х годов, рост спроса привел к увеличению числа электростанций. В некоторых районах поставки электроэнергии, особенно в часы пик, больше не могли идти в ногу с требованием, что приводи-

ло к снижению качества электроэнергии, включая аварии, отключение электроэнергии и колебания напряжения. Все в большей мере от снабжения электроэнергией зависели промышленность, отопление, связь, освещение, поэтому потребители требовали все более высокий уровень надежности.

К концу XX века были разработаны модели спроса на электроэнергию. Отопление и охлаждение домов привело к ежедневным пикам спроса, которые сглаживались массивными «пиковыми генераторами», которые каждый день включались лишь на короткое время. Такие «пиковые генераторы» (обычно газотурбинные) использовались из-за их относительной дешевизны и быстрого запуска. Однако, так как использовались они только время от времени и являлись избыточными всё остальное время, цены на электричество для потребителя значительно повысились.

В XXI веке некоторые развивающиеся страны, – такие, как Китай, Индия и Бразилия, – оказались пионерами внедрения умных сетей электроснабжения.

В этом проекте Россия не стоит в стороне: идея Smart Grid в настоящее время выступает в качестве концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети, которую можно описать следующими признаками:

- насыщенность сети активными элементами, позволяющими изменять топологические параметры сети;
- большое количество датчиков, измеряющих текущие режимные параметры для оценки состояния сети в различных режимах работы энергосистемы;
- система сбора и обработки данных (программно-аппаратные комплексы), а также средства управления активными элементами сети и электроустановками потребителей;
- наличие необходимых исполнительных органов и механизмов, позволяющих в режиме реального времени изменять топологические параметры сети, а также взаимодействовать со смежными энергетическими объектами;
- средства автоматической оценки текущей ситуации и построения прогнозов работы сети;
- высокое быстродействие управляющей системы и информационного обмена.

По словам Йорга Либшера, руководителя департамента «Интеллектуальные сети» Siemens в кластере «Россия и Центральная Азия»: «Россия имеет уникальную единую национальную электрическую сеть, которая является одним из самых крупных энергетических комплексов в мире. В связи с этим можно смело утверждать, что Россия обладает огромным потенциалом в построении систем Smart Grid, несмотря на изношенность оборудования. На наш взгляд, именно комплексный подход с созданием долгосрочного плана развития электрической сети позволяет максимально эффективно и качественно провести модернизацию системы и внедрить инновационные технологии Smart Grid».

В России пока можно отметить начальный этап ознакомления и формирования первых организационных инициатив по Smart Grid, а также опро-

бования отдельных технических решений. Пока не будет выработана реальная государственная стратегия по отношению к энергоэффективности, о развитии технологий Smart Grid говорить еще рано. Необходимо также учитывать гигантскую протяженность электрораспределительных сетей в нашей стране и недостаточно развитую инфраструктуру. Однако первые инициативы в этой области у нас уже появляются.

Ссылки на технологии Smart Grid были включены, например, в проекты создания технологической инфраструктуры инновационного центра Сколково.

Государственная компания ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы», ответственная за контроль и управление электрораспределительными сетями, активно рассматривает Smart Grid и отдельные элементы этой технологии на предмет применения в РФ и уже реализует отдельные пилотные технические проекты:

Ведущие игроки на энергетическом рынке Российской Федерации – ОАО «Холдинг МРСК» и ЗАО «КЭС» в 2011 году в зоне ответственности «МРСК Урала» начали реализацию совместного пилотного проекта «Smart Metering» («Умный учет») в рамках федеральной программы «Считай. Экономь. Плати», разработанной комиссией по модернизации и технологическому развитию экономики России при Президенте РФ. Основная цель реализации - определение оптимальных технических решений при организации учета электроэнергии на розничном рынке, выявление потенциальных проблем и выработка методологии их решения, снижение потерь электроэнергии и операционных затрат сетевых компаний, а также улучшение качества обслуживания клиентов.

Как видится, нам необходимо внимательно знакомиться с опытом ведущих стран мира, уже активно пробующих Smart Grid, и делать правильные выводы с учетом нашей вечной российской специфики.

Список литературы:

1. Дьяков, А. Ф. Единая энергетическая система России в период рыночных преобразований: Учеб. пособие /А. Ф. Дьяков, В. В. Платонов. – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 152 с.

2. Основы современной энергетики: учеб. : в 2 т. Т. 2 / под ред. Е. В. Аметистова. – 5-е изд., стер. – М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2010.

3. Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана, В. А. Строева. М., 2010. – 632 с.

3. http://www.energosber18.ru/.

4. http://www.smartgrid.ru/.