

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕТИ» (SMART GRID)**

Р.Ж. Решетова, М.А. Саквина, магистранты  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, Россия

В настоящее время энергетическая система на базе концепции Smart Grid является единым энергоинформационным комплексом, в котором управляемые объекты позволяют осуществлять дистанционное управление, а системы оценивания ситуации и противоаварийной автоматики — снижают избыточные требования к резервам силовых и информационных мощностей.

Объектом исследования данной работы является концепция Smart Grid, целью - изучить и оценить существующий профиль Smart Grid в мире и перспективы развития по отдельно взятым странам.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ проблем и предпосылок для того или иного сценария развития Smart Grid в мире, выявить отличия в стратегических подходах и сделать соответствующие выводы.

### **Характеристики Smart Grid**

Изначально необходимо отметить, что термин «Smart Grid» характеризуется несколькими инновационными свойствами, которые объясняются следующими особенностями:

1. Двухнаправленная схема взаимодействия в реальном масштабе времени информационного обмена между элементами и участниками сети: от генераторов энергии до устройств электропотребителей.
2. Охват всей технологической цепочки электроэнергетической системы, от энергопроизводителей (как центральных, АЭС, ТЭЦ, ГЭС, солнечных индивидуальных генераторов, накопителей энергии), электrorаспределительных сетей и конечных потребителей.
3. Защита и самовосстановление Smart Grid от крупных сбоев, природных катаклизмов, внешних угроз.
4. Содействие оптимальной эксплуатации инфраструктуры электроэнергетической системы.
5. С точки зрения общей экономики - появление новых рынков и услуг Smart Grid.
6. Применение Smart Grid как в масштабах зданий, предприятий, так и для обычных домашних электрических устройств, благодаря современным технологиям.

Ниже приведена таблица 1, в которой представлены результаты сравнения основных функций традиционных сетей и Smart Grid.

Таблица 1. Сравнение основных функций традиционных сетей и Smart Grid [1]

| Сеть сегодня   | Smart Grids (перспектива)   |
|--|---|
| Односторонняя коммуникация   | Двусторонние коммуникации   |
| Централизованная генерация   | Распределенная генерация  |
| В основном радиальная структура                                      | В основном сеточная структура                                     |
| Реакция на аварию  | Реакция в темпе процесса  |
| Работа оборудования до отказа  | Самомониторинг и самодиагностика, продлевающая жизнь оборудованию |
| Ручное восстановление  | Автоматическое восстановление- «самолечащиеся сети»               |
| Подверженность системным авариям                                     | Адаптивная защита и автоматика деления сети                       |
| Ручное и фиксированное выделение сети                                | Адаптивное выделение  |
| Проверка оборудования по месту                                       | Удаленный мониторинг оборудования                                 |
| Ограниченный контроль перетоков                                      | Управление перетоками   |
| Недоступная или сильно запоздавшая информация о цене для потребителя | Цена в реальном времени   |

### Профиль Smart Grid за рубежом. Настоящее время

В большинстве индустриально развитых стран в качестве основополагающего решения внутренних проблем функционирования энергетики принят переход на путь инновационного развития электроэнергетики, заключающийся в радикальном изменении системы взглядов на ее роль и место в современном и будущем обществе.

Необходимо отметить, что упомянутые проблемы обусловлены следующими факторами: достаточно высокий уровень износа и старение основного оборудования, нарастающий дефицит квалифицированных кадров в энергетических компаниях, повышение роли ресурсных и экологических ограничений. [2] Все это можно охарактеризовать как постоянно растущий уровень и изменяющийся характер требований к результатам деятельности отрасли со стороны всех контрагентов, что, в свою очередь, определяет необходимость изменений в концепции развития энергетики за рубежом.

В настоящее время по уровню развития Smart Grid в передовых индустриально развитых странах находится на этапе многоуровневого перехода от разработки принципиальной концепции и проектирования до создания национальных и международных стандартов, реализации отдельных пилотных, а также ряда промышленных проектов.

Среди основных направлений внедрения концепции Smart Grid за рубежом выделяют:

- широкое использование систем интеллектуального учета энергоресурсов (Smart Metering);
- автоматизация управления потреблением (особое внимание уделяется надежности и эффективности использования распределенной энергетики, подключения альтернативной генерации и электротранспорта).

### Перспективы США

Для сравнения, в таблице 2, являющейся выдержкой из документа «A vision of the Modern Grid», приведены данные относительно ожидаемых преимуществ от реализации технологии Smart Grid по мнению национальной лаборатории энергетических технологий.

Таблица 2. Ожидаемые преимущества от реализации (США) [3]

| Энергосистема сегодня | Источник эффекта                                    | Энергосистема на базе концепции Smart Grid |
|-----------------------|---|--|
| Менее 13 %            | Доля используемых возобновляемых источников энергии | Более 30 %                                 |
| Менее 1%              | Уровень использования генерации потребителей        | Более 10%                                  |
| 50 %                  | Уровень использования магистральных сетей           | 80%  |
| 30 %                  | Уровень использования распределительных сетей       | 80%  |
| 47 %                  | Уровень участия потребителя                         | 90%  |

По мнению американских экспертов, на данном этапе мир находится на ранней стадии «новой промышленно-интернетной революции». Она проявляется в том, что такие физические системы, как электросети или газовые трубопроводные сети, сливаются с цифровыми технологиями. В результате возникают «кибер-физические системы», которые, в конечном итоге, позволят более качественно контролировать работу физических систем. Это и обеспечит масштабную экономию — как для коммерческих компаний, так и для потребителей.

К настоящему времени в США на средства и технологии Smart Grid уже потрачено около 9 млрд долларов. Полномасштабная же реализация Smart Grid, по имеющимся на данный момент оценкам экспертов, обойдется в общей сложности в 338 млрд. долларов. При этом экономический эффект от достигнутого может быть несоизмеримо выше затрат: в национальном масштабе выгода к 2030 году может составить 2 трлн. долларов.

#### **Страны Европейского союза**

Концепция Smart Grid, применяемая западными компаниями основана на 4 основных постулатах, которые заключаются в следующем: саморегулирование, клиентоориентированность, интерактивность, самовосстановление. [4]

Первым шагом в направлении обеспечения этих постулатов является интеграция интеллектуального измерительного оборудования (Smart Meters), как уже было сказано выше. Развертывание подобных систем в Европе уже началось; согласно нормам Европейского Союза, к 2020 г. интеллектуальные счетчики должны обслуживать 80% энергопотребления в Европе. В частности, Швеция и Италия уже полностью перешли на эту технологию в 2010 г., а Финляндия, Норвегия и Дания, как ожидается, достигнут поставленных целей к 2016 г.

Компания «Frost & Sullivan», занимающаяся консалтингом в области глобального развития, выделяет четыре наиболее динамично развивающихся секторов европейского рынка технологий интеллектуальных энергосетей, которыми являются:

- передовые измерительные инфраструктуры (AMI): интеллектуальные датчики, инфраструктуру передачи данных (MCI) и системы управления данными (MDM),
- интеграция распределенного производства электроэнергии,
- современные технологии передачи энергии на расстояние
- электромобили.[4]

## Китай

Сегодняшние прогнозы, например, Международного энергетического агентства (World Energy Outlook 2013), предполагают, помимо прочего, что к 2035 году КНР обгонит США, Японию и Европу (вместе взятые) по производству электроэнергии из возобновляемых и экологически чистых источников. Подобная перспектива уже не кажется фантастической, хотя могла бы показаться таковой еще десять и даже пять лет назад.

Приведем описание наиболее крупных проектов, которые анонсированы на сегодняшний день [5]: модернизация магистральных сетей, развитие ветроэнергетики, 80 млн интеллектуальных счетчиков, эко-город Тяньцзинь, электромобили.

На настоящий момент Китай является крупнейшим в мире потребителем электроэнергии: на страну приходится более пятой части мирового потребления. Поэтому неудивительно, что инвесторы крайне оптимистичны в оценке перспектив региона с точки зрения внедрения SMART Grid:

- венчурная компания Accel Partners, вкладывавшая средства в Facebook и Groupon, планирует инвестировать 1 млрд в два китайских фонда, специализирующихся на проектах в области энергетики;
- Honeywell готовится реализовать первый в Китае проект по регулированию спроса (demand response), а также проводит исследования в области управления потреблением электричества в офисных центрах;
- Duke Energy и китайская ENN Group договорились о сотрудничестве в области создания "интеллектуальных городов" в Китае и в США;
- государственная компания State Grid Corporation of China, консолидирующая активы в области электрогенерации и имеющая оборот порядка 180 млрд долл., совместно с китайской академией наук и GE работают на стандартах, которые позволят развернуть огромную интеллектуальную сеть в стране.

### Развитие концепции Smart grid в России

Ниже приведены оценки ученых [6,7,8], работающих над вопросами, отражающими основные характеристики специфики внедрения концепции Smart Grid России.

- стартовые условия: сам подход к построению энергетической системы России, как единой, позволил решить задачи, которые ставились перед зарубежными учеными в рамках развиваемой концепции. В первую очередь это относится к широкому развитию систем управления развитием и функционированием ЕЭС на различных уровнях, включая научную, методологическую и технологическую базу и поддержку. При этом существует «технологический разрыв» с ведущими индустриально - развитыми странами (по оценке экспертов 10-15 лет), а также износ основных производственных и технологических активов, который оценивается в 2 раза выше, чем за рубежом.
- технологические условия: существует явное отличие топологий сети, используемых классов напряжения, географических и режимных условий и способов управления от зарубежных, что определяет различия в ряде позиций действующей нормативно-технологической базы.
- общественно-политические условия: положительные тенденции к повышению энергоэффективности, как ключевого направления модернизации и инновационного развития, заявляемые политическим руководством страны и развиваемые в рамках национальных проектов, например, программа «Глобальная навигационная система, Концепция региональной информатизации и др.
- организационно-экономические условия: существует четкое разделение сфер ответственности и принятия решений в энергетическом секторе страны, при этом отсутствует эффективный центр координации и механизмы комплексного управления функционированием и развитием отрасли.
- инфраструктурные условия: на данном этапе существует недостаток в топливно-

энергетическом комплексе развитой инновационной инфраструктуры (например, центров трансфера технологий, технопарков) и целостной системы взаимодействия науки и бизнеса.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что наличие этих особенностей в России ставят вопрос о необходимости проведения более детального анализа основных положений концепции Smart Grid, принятой за рубежом, с учетом целесообразности и возможной степени их принятия и/или развития и использования.

Результаты проведенного исследования, выполненного на основе многочисленных, преимущественно зарубежных публикаций, позволяют сформулировать однозначный вывод: Smart Grid сегодня — это прежде всего концепция инновационного преобразования электроэнергетики, реализация которой, как ожидается, будет связана с существенными социальными, экономическими, научно-техническими, экологическими и другими эффектами, что и обуславливает значительное внимание к данному направлению технологически развитых стран и крупномасштабность реализуемых ими мероприятий.

#### **Список использованных источников:**

1. Горелик Т.Г., Кириенко О.В. Перспективы развития «умных сетей». журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» 01.09.2010. <http://eepr.ru/magazine/>
2. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Smart Grid: концептуальные положения/ Энергорынок. – №3. 2010 г. – с.67–72.
3. The National Energy Technology Laboratory: “A vision for the Modern Grid”, March 2010.
4. Тохани М.А. Frost & Sullivan. Аналитика Рекламно-информационный журнал «Электротехнический рынок». – №1 (49) Январь-Февраль 2013
5. ИАА Cleandex
6. Дорофеев В.В., Макаров А. А. Активно-адаптивная сеть - новое качество ЕЭС России / Энергоэксперт. – №4. 2009 г. с.28-31.
7. Воропай Н.И. Задачи повышения эффективного оперативного и противоаварийного управления электроэнергетическими системами / Энергоэксперт. – №4. 2009 г. - с.35-41.
8. Шакарян Ю.Г., Новиков Н.Л. Технологическая платформа Smart Grid (основные средства) / Энергоэксперт. – №4. 2009 г. - с.42-49.