



3. Пустоветов М.Ю. Моделирование характеристик частотно-регулируемого электропривода с синус-фильтром / М.Ю. Пустоветов // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2013. – №1. – С. 18-26.

4. Преобразователи частоты транзисторные мощностью от 5,5 до 315 кВт. Руководство по эксплуатации РДЦБ.435321.001 РЭ версия 5.5 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://etx-in.ru/files/ETX-IN-FCseries04-5.5-315kW-user-manual_v5.5_web.pdf

5. Преобразователи частоты Altivar 71 для трехфазных асинхронных двигателей мощностью от 0,37 до 500 кВт. Каталог 07 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.is-com.ru/files/katalog_atv71.pdf

УДК 621.311

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ

М.Н. Савельева¹, С.А. Зубков²

¹кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-технического центра «Информационные технологии», Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия, e-mail: marina.n.savelyeva@gmail.com

²директор научно-технического центра «Информационные технологии», Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия, e-mail: szubkov@sfedu.ru

Аннотация. В работе рассматриваются интеллектуальные энергосети (Smart Grid). Описаны основные ее компоненты, достоинства и проблемы, возникающие в результате проектирования и реализации подобного рода сетей.

Ключевые слова: Smart Grid, умные сети, энергетика, энергетические сети.

IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN ENERGY NETWORKS

Marina Savelyeva¹, Sergey Zubkov²

¹Ph.D. of technical Sciences, Senior research fellow of Scientific technical center “Information Technologies”, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: marina.n.savelyeva@gmail.com

²Director of Scientific technical center “Information Technologies”, Southern Federal University, Taganrog, Russia, e-mail: szubkov@sfedu.ru

Abstract. The work considers Smart Grid. Its main components, advantages and problems arising because of designing and rotating and realizing such networks are described.

Keywords: Smart Grid, power industry, energy, energy network.

Введение. Развитие промышленности и возобновляемых источников энергии, рост городов значительно повысили требования к энергетической



информационной безопасности, гибкости и надежности сети. Из-за увеличения нагрузки на энергосети и устаревания энергосетей происходят широкомасштабные отключения энергии в мире.

Цель работы. Энергосети России и многих других стран находится сейчас в плачевном состоянии и из-за этого возникают большие потери электроэнергии. Основные причины потерь не только в высоком уровне износа основных фондов электросетей, но и в техническом уровне развития, надежности, экономичности и эффективности использования топлива.

Необходима полномасштабная модернизация с заменой оборудования на принципиально новое, инновационное, а именно на оборудование поддерживающее принцип создания интеллектуальных энергетических систем – Smart Grid.

Материал и результаты исследований. Smart Grid – это относительно новое масштабное направление в энергетике. С одной стороны, она позволяет решать проблемы, касающиеся энергоэффективности (сокращение потерь электроэнергии, уменьшения затрат ресурсов и объемов выбросов в атмосферу), с другой стороны – сделать более удобной жизнь человека (способность управлять энергоснабжением дома и электроникой в ней) [1]. Это новый подход к построению энергосистемы, отвечающей таким требованиям, как способность к самовосстановлению, сопротивляемость к атакам, более высокое качество и надежность энергоснабжения, интеграция любых типов генерации и хранилищ энергии, мотивация потребителей к активному вовлечению в управление сетью.

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 сети;

- Высокое быстродействие управляющей системы и информационного обмена.

На основе указанных признаков можно дать достаточно четкое определение интеллектуальной сети как совокупности подключенных к генерирующим источникам и электроустановкам потребителей программно-аппаратных средств, а также информационно-аналитических и управляющих систем, обеспечивающих надежную и качественную передачу электрической энергии от источника к приемнику в нужное время в нужном количестве. При этом используются новые принципы, технологии передачи и управления процессом. Предполагается объединить на технологическом уровне электрические сети, потребителей и производителей энергии в единую автоматизированную систему [2].

Для того, чтобы отдельные элементы «умной» сети заработали как единая интеллектуальная система, создается единое информационно-технологическое пространство на отдельных территориях – так называемые энергокластеры, в состав которых входят предприятия генерации и транспортировки энергии, а также компании, осуществляющие услуги в области инжиниринга, энергосервиса, энергетического машино- и приборостроения, образовательные учреждения.

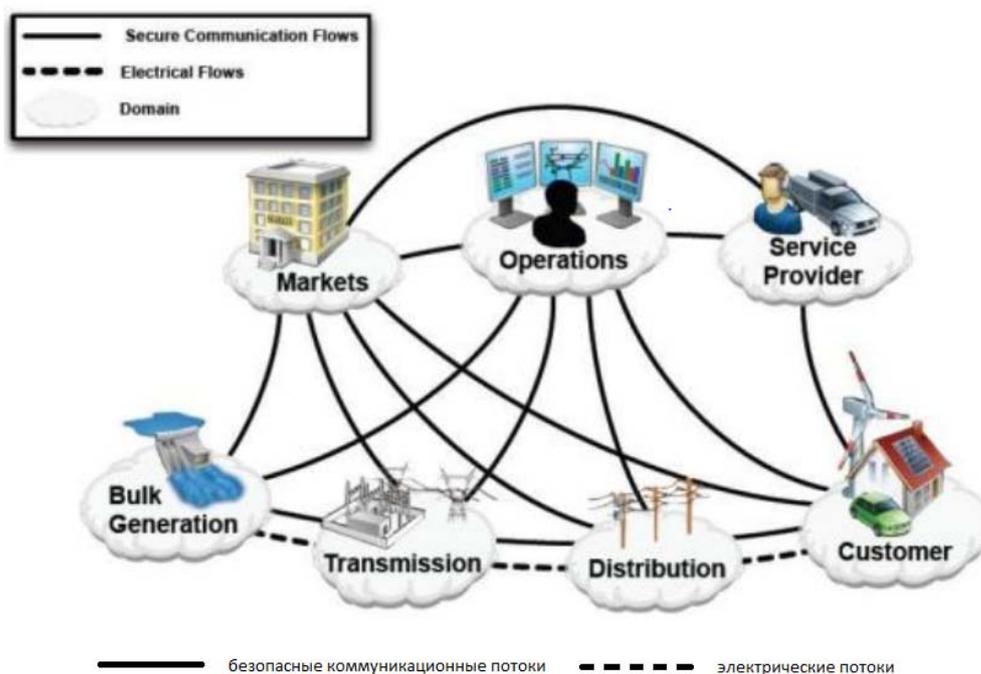


Рисунок 1 – Концептуальная модель Smart Grid

В 2009 г. ученые из Национального института стандартов и технологий (США) обобщили и разработали концептуальную модель Smart Grid, в состав которой входят (рис. 1) [3]:

- оптовая генерация (Bulk Generation);
- передача электрической энергии (Transmission);
- распределение электрической энергии (Distribution);
- оперативное управление (Operations);
- потребители (Customer);
- рынок (Markets);
- сервисная организация (Service provider).

Обеспечение надёжности интеллектуальной энергосети включает решение следующих основных задач:

- уменьшить восприимчивость к физическим и информационным атакам;
- минимизировать длительность и последствия аварийных отключений
- оптимизировать средства обеспечения надёжности, коммуникации, самонастройки и принятия решений.

Ключевой характеристикой интеллектуальной энергосети является способность автоматического предотвращения или уменьшения перерывов электроснабжения (вопросы превентивного режимного и противоаварийного управления); решение задачи управления качеством электроснабжения и контроля аварий, в том числе каскадного типа, а также процесса восстановления электроснабжения. В первую очередь, в интеллектуальной энергосети повышается качество обратной связи с конечными потребителями электрической энергии. Это даёт новые возможности обеспечения надёжности распределительной сети за счёт следующих мер:

- использование средств автоматического обнаружения нарушений;
- автоматизация подстанций и снижение времени оперативных переключений;
- увеличение адаптивности средств релейной защиты к меняющимся режимным ситуациям;
- управление конечным спросом путем автоматизации электроприёмников для непосредственного управления и экономического стимулирования следования желаемому графику нагрузки; оптимизация использования мощностей «большой» генерации, распределённой генерации и накопителей энергии для взаимного резервирования;
- динамическое изменение пределов нагрузочной способности оборудования электросети в соответствии с физическими условиями работы.

В части обеспечения системной надёжности интеллектуальной энергосети располагает новыми средствами увеличения наблюдаемости электрического режима и управляемости основной электросети:

- система контроля запасов устойчивости электроэнергетической системы и электрической нагрузки основного оборудования;



- автоматизированные подстанции и управляемые электрические передачи на базе FACTS и HVDC;
- адаптивные системы управления системой в аварийных ситуациях, автоматические регистраторы переходных процессов и нарушений;
- мониторинг технического состояния силового оборудования и прогнозирование его ресурса;
- средства моделирования энергосети, в том числе прогнозирования мощности генерации на базе возобновляемых источников энергии, системы информационной поддержки принятия решений.

Сложная архитектура информационно-коммуникационных сетей интеллектуальной энергосети позволяет более глубоко воздействовать на функционирование энергетической системы на любом уровне. По этой причине возникает проблема уязвимости интеллектуальной энергосети к кибератакам. В настоящее время при разработке концептуальных моделей и проектов Smart Grid вопросу обеспечения кибербезопасности уделяется значительное внимание. Применительно к Smart Grid она включает конфиденциальность, целостность и готовность всех информационных систем. Основное требование к обеспечению безопасности — предотвращение риска каскадных отказов.

Основными проблемами, которые препятствуют большему распространению технологии Smart Grid в России и в мире, являются:

- значительное количество потребителей, предъявляющих разные требования к качеству электрической энергии;
- отсутствие надежных накопителей энергии;
- значительные финансовые вложения в процессе внедрения системы Smart Grid и ее последующего обслуживания; отсутствие стандартов и нормативов;
- отсутствие мотивации у генерирующих компаний, так как их прибыли напрямую зависят от объемов проданной электроэнергии, а при введении новой технологии доходы могут значительно снизиться.

Но несмотря на перечисленные недостатки, ожидаемыми результатами внедрения умных сетей являются:

1) Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и надежности энергоснабжения потребителей на 30%

2) Наличие возможности распределения графика нагрузки за счет использования электросетевых накопителей энергии большей мощности на 25-30 %

3) Сокращение площади, которую занимают электросетевые объекты, за счет применения новых материалов и технологий для строительства подстанций



4) Использование сверхпроводящих, индуктивных технологий (кабельные линии) позволит сократить потери электроэнергии, обеспечить передачу больших потоков мощности при обычных габаритах кабеля, увеличить срок эксплуатации кабельных линий, повысить уровень их пожарной и экологической безопасности

5) Снижение потерь электроэнергии при ее передаче на 25%, что приведет к экономии 34-35 млрд кВт*ч в год и снижению количества сжигаемого топлива и выбросов углекислого газа в атмосферу

6) Наличие возможности мониторинга и прогнозирования режимов, а также управление ими существенно повысит эффективность и адаптивность противоаварийного управления электрическими системами

7) Обеспечение потребителей выгодным для них регулированием нагрузок и наличие реакции сети на любые аварийные ситуации в режиме реального времени

Вывод. Все перечисленные достоинства и недостатки показывают, что проблема проектирования, реализации и внедрения актуальна и требует решения. Наличие подобного рода систем благоприятно скажутся на развитии энергетики (из-за возможности объединения разных производителей в единую сеть, включая электроэнергию от возобновляемых источников энергии), на экономике и на экологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 17-01-00119.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумова, Т.А. Текущее состояние внедрения инновационных технологий Smart Grid в энергетическом комплексе РФ / Т.А. Наумова, И.М. Осипова // Вестник Иркутского Государственного технического университета. –2013. – №1 – С.171-173

2. Спиридонов В. В. Интеллектуальные технологии в электроэнергетических системах //В сб. тр. I Межд. конф. «Прикладные исследования и технологии».—М.: МТИ «ВТУ. – 2014. – С. 51-53.

3. Ледин, С.С. Интеллектуальные сети Smart Grid – будущее российской энергетики / С.С. Ледин // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2010 - №11(16)– С. 4-8