

УДК 621,311,161

Алексеевко Алина Андреевна
Амурский государственный университет
г. Благовещенск, Россия

E-mail: alinakesh87@gmail.com

Подгурская Ирина Геннадьевна
Амурский государственный университет
г. Благовещенск, Россия

E-mail: podgurskayairina@rambler.ru

Alekseenko Alina Andreevna

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: alinakesh87@gmail.com

Podgurskaya Irina Gennadiievna

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: podgurskayairina@rambler.ru

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТЕЙ SMART GRID И СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

ADVANTAGES OF USING SMART GRID NETWORKS AND WAYS OF IMPLEMENTATION IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Аннотация. Рассматриваются актуальность и причины внедрения интеллектуальной системы Smart grid в России, а также опыт внедрения данных сетей в других странах. Охарактеризованы области применения сетей и преимущества использования каждой из категорий. Выполнено обоснование к применению интеллектуальных сетей в энергетике.

Abstract. The paper examines the relevance and reasons for the introduction of the Smart grid intelligent system in Russia, as well as the experience of implementing these networks in other countries. The areas of application of networks are characterized and the advantages of using them in each of the categories are given. The justification for the use of intelligent networks in the energy sector has been carried out.

Ключевые слова: Smart grid, интеллектуальная сеть, современные устройства, электроэнергетика, инновационное оборудование.

Key words: Smart grids, intelligent networks, modern devices, electric power, innovative equipment.

DOI: 10.22250/20730268_2023_103_55

Введение

В настоящее время интеллектуальная энергосистема Smart grid стремительно развивается в области энергетики и является многообещающей технологией нового поколения. Рассматриваемая сеть зарекомендовала себя как передовая система для повышения эффективности, увеличения надежности энергосистем, оптимизации процессов передачи и распределения электроэнергии, увеличения безопасности и снижения нагрузки в момент пикового потребления [1, 2].

Система Smart grid дополняет традиционные, устоявшиеся элементы электрических сетей –

новейшими технологиями, которые включают в себя автоматизированные системы мониторинга и управления, цифровые средства связи, а также устройства учета и управления потреблением энергии. К тому же интеллектуальная система позволила обеспечить новые возможности по хранению энергии и совместное использование возобновляемых источников энергии, тем самым выводя традиционные технологии на современный конкурентноспособный уровень энергетической инфраструктуры.

Примером могут служить технологии получения «зеленой» энергии – солнечные панели, ветрогенераторы, гидротурбины, которые можно подключить и использовать в сочетании с традиционными источниками энергии. Система Smart grid позволяет управлять источниками получения энергии с целью эффективного управления нагрузкой на сеть за счет использования устройств учета и управления потреблением энергии, дающих возможность контролировать потребление энергии в режиме реального времени. Следовательно, система Smart grid позволяет снизить нагрузки в момент пикового потребления, повысить надежность и эффективность энергосистем.

Актуальность рассматриваемой темы

Единая энергетическая сеть России представлена в виде централизованной системы, в которой основная часть электроэнергии вырабатывается крупными электростанциями, после чего по электросети поставляется потребителям. Преимущество такой системы заключается в том, что благодаря малому числу электростанций удается поддерживать баланс между производством и потреблением электроэнергии [7].

Однако при нарушении баланса происходят значительные колебания частоты электрического тока и сеть становится неустойчивой, что приводит к авариям. В результате изношенности электросетей потери энергии достигают 20-30% вместо обычных для Европы 6-8%. Порядка 60% электросетей нуждаются в полной перекладке, энергокомпании вынуждены продолжать работать с оборудованием, которое уже выработало свой срок эксплуатации, что представляет определенную угрозу безопасности сети. Износ оборудования, растущие пиковые нагрузки, утечки и хищение остро ставят проблему создания в нашей стране интеллектуальных энергосетей.

«Умная» сеть должна обеспечить потребителям надежную и выгодную поставку энергии, а также предоставить поставщикам электроэнергии свободный от государственной монополизации рынок сбыта. Система с активно-адаптивной сетью позволит в автоматическом режиме выявить обрывы сети и изменить ее работу, предотвращая возникшие неисправности и аварии. Такая энергосистема позволит также интегрировать любые источники электроэнергии, в том числе и пульсирующие.

Реализация проекта Smart Grid должна создать комфортные условия пользователям электроэнергии. Потребитель сможет сам взаимодействовать с энергосистемой. Появится возможность выбора тарифа, планирования своего энергопотребления за счет многотарифных счетчиков; кроме того, при выполнении некоторых условий потребитель сможет сам продавать энергию, которая будет выработаться его солнечной батареей или ветряком.

Также стоит отметить большой энергетический потенциал нашей страны в возможности регенеративных источников энергии. Неоспоримое преимущество возобновляемой энергетики сегодня можно выразить с помощью коэффициента энергетической эффективности. Для любой электростанции следует соотносить общее количество энергии, выработанное за весь ее эксплуатационный период, с затратами, связанными с эксплуатацией, обслуживанием, а также потребляемым топливом.

Однако распределительные электрические сети на сегодняшний день не обеспечивают требуемый уровень надежности и качества электроснабжения, обладают низким уровнем энергоэффективности, что является актуальной проблемой, требующей решения. В то же время в энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. определена необходимость цифровой трансформации и интеллектуализации отраслей топливно-энергетического комплекса, в результате которых новое качество

приобретут все процессы в сфере энергетики, новые права и возможности получат потребители продукции и услуг отраслей топливно-энергетического комплекса. В этой технологии важная роль отводится активно-адаптивной электрической сети как технологической инфраструктуре электроэнергетики, имеющей принципиально новые свойства.

Перспективы внедрения технологии

Построение интеллектуальных сетей – весьма сложная задача, требующая определить фактические цели, основные требования к системе и возможности их реализации. Это приводит к необходимости разработать основные концепции системы и создать архитектуру сети. В результате возникает потребность в детальной стратегии построения интеллектуальных электросетей, включая и ту их часть, которая относится к системе электроснабжения.

В настоящее время энергосистема работает по иерархическому принципу – генератор, магистральные, распределительные, муниципальные и сельские сети. Современные электрические сети состоят из радиальных линий электропередачи с односторонним потоком энергии. В некоторых случаях, объясняемых расположением крупных источников и потребителей, находящихся в различных часовых поясах, в зависимости от времени суток встречаются перетоки электроэнергии на встречных направлениях. Для потребителей повышенной надежности, а это, как правило, предприятия с непрерывным циклом работы, электрические сети закольцованы. Но в будущем сеть уже не будет иметь иерархическую структуру [4].

Основным поставщиком электрической энергии интеллектуальной сети останутся электростанции, вырабатывающие более 100 МВт; к ним относятся АЭС, ГЭС, ТЭС. Вместе с тем появятся альтернативные источники энергии, работа которых будет иметь локальные колебания в зависимости от погодных и других условий. К ним можно отнести возобновляемые источники энергии с выработкой менее 100 МВт – это ветряные электростанции (ВЭС), солнечные батареи. Использование интеллектуальных сетей будет способствовать повышению эффективности производства и снижению энергозатрат. Заметно снизятся потери при передаче электроэнергии от производителя к потребителю, возрастет надежность электроснабжения, появится возможность снизить пиковые нагрузки.

Основное внимание операционного центра Smart Grid будет направлено на обеспечение надежности энергосети, на эффективное использование ресурсов и снижение потерь при передаче электроэнергии. Автоматизированная система управления должна обеспечить всё это за счет анализа спроса системы передачи энергии, ее поставщиков и потребителей. Использование интеллектуальных систем обработки сигналов уменьшит критическое время, необходимое для анализа отказа сети и выполнения соответствующих действий. Анализ стабильности напряжения выполняется автоматически, и система самостоятельно предупреждает оператора до того, как возникнет предаварийная ситуация, способная нарушить стабильность статического напряжения сети. Увеличение надежности сети обеспечивается также с помощью средств автоматизации, непрерывно работающих для удержания высокого уровня напряжения в системе и устранения сбоев напряжения.

Переход к «умной энергетике» даст импульс развитию электротехнической промышленности, освоению новых технологий и оборудования заводами и проектными институтами. Будут востребованы новые разработки российских ученых. Предполагается, что построение интеллектуальной сети станет стратегическим курсом совершенствования основных направлений всего электроэнергетического комплекса России. Интеллектуальная сеть предполагает применение новых современных микропроцессорных устройств регулирования всех параметров сети, влияющих на повышение надежности и качества электроснабжения потребителей. Функционал релейной защиты существенно изменится, так как изменятся принципы построения электрических сетей, появятся полностью управляемые элементы, влияющие на режимы работы сети.

В будущем использование ВИЭ будет расти. В зависимости от ситуации они будут работать автономно или подключаться к общей электрической сети. Наблюдается тенденция, свидетельствующая, что генерирующие мощности в будущей системе электроснабжения будут более рассредоточенными, чем сейчас. Отличительные особенности ВИЭ – небольшая мощность, а также нестабильность параметров генерации. Выработка зависит от времени суток, погоды и ряда других факторов. Для стабилизации параметров потребления присоединенной нагрузки и синхронизации с сетью применяются микропроцессорные управляющие устройства. Усложнение оборудования генерации, передачи, распределения требует дальнейшего интенсивного развития диагностических систем мониторинга электрооборудования, позволяющих заранее предотвратить выход из строя важных компонентов сети.

Опыт других стран

К 2030 г. эксперты прогнозируют широкое распространение активно-адаптивных интеллектуальных электрических сетей в развитых странах мира. Основным преимуществом таких электросетей является оптимизация спроса и производства. Электростанции будут способны поддерживать постоянную связь со всеми конечными потребителями электроэнергии [6].

На данный момент в США и Европе формируется система стандартов и требований к функциям, элементам, устройствам, взаимодействиям Smart Grid. Анализ путей развития электроэнергетики, проведенный за рубежом, выявил серьезные ограничения возможностей развития отрасли. В рамках прежней экстенсивной концепции, основанной преимущественно на улучшении отдельных видов оборудования и технологий, обладающих даже более совершенными по сравнению с достигнутыми в настоящее время характеристиками и функциями, в качестве наиболее значимых факторов рассматривались:

ограничения в наращивании как объемов, так и эффективности генерирующих мощностей, в том числе из-за истощаемости невозобновляемых видов топлива, а также экологических ограничений; сдерживание развития сетевой инфраструктуры в районах с высокой плотностью населения; возрастающие инфраструктурные и техногенные риски развития;

практическая истощенность возможности повышения производительности оборудования существующей технологической базы энергетики, в связи с чем крайне низок потенциал дальнейшего повышения эффективности использования ресурсов;

ограничение инвестиционных ресурсов для создания новых энергетических объектов и развития сетевой инфраструктуры.

Анализ активности в зарубежном в электросетевом комплексе показывает, что принимаемые решения в распределительном комплексе более инновационны, чем при передаче высокого напряжения. Это можно объяснить совокупностью факторов, в первую очередь следствием необходимости присоединения возобновляемых источников энергии и распределенных источников генерации, а также непосредственной связью с потребителем. Несмотря на вышеизложенное, сети высокого напряжения являются важнейшей составляющей концепции Smart Grid, что подтверждается инновационными решениями в этой области и широким спектром пилотных проектов.

Представим несколько типичных проектов в магистральных сетях, которые реализуются за рубежом:

1. Voltage-Sourced Converter (VSC) – мультиуровневые технологии для передачи электроэнергии, продвигаемые компанией Siemens Energy в США и Германии. В рамках проекта реализуются такие инновационные решения как HVDC (High Voltage Direct Current) и FACTS (Flexible Alternating Current Transmission Systems), обеспечивающие адаптацию к новым требованиям умной сети.

2. CRIEPI (Central Research Institute of the Electric Power Industry, Tokyo) – разработка технологии оперативного контроля для автономных энергосистем. Проект является частью программы

внедрения автономных энергосистем с целью обеспечения подключения и эффективной эксплуатации распределенной генерации, а также предотвращения негативного влияния на качество электрообеспечения и безопасность.

3. «Strong Smart Grid» – проект китайской сетевой компании State Grid Corporation of China (SGCC) совместно с McKinsey. В нее входит передача сверхвысокого напряжения с учетными приборами улучшенных характеристик и усовершенствованными сетевыми устройствами. В краткосрочном периоде особое внимание уделяется устройствам сети, поскольку КНР планирует развивать систему передачи на сверхвысоком напряжении для улучшения передачи мощности в энергодефицитные районы из энергоизбыточных [3].

Сегодня использование распределенных электронных управленческих контентов интеллектуального характера базируется на построении и функционировании организационных структур и систем управления в рамках интеллектуальных сред (пространств). Здесь осуществляется переход процессов и процедур управления в интеллектуальную среду (пространство), в которой поддерживается новое качество управления любыми видами предметной деятельности для итогового выхода системы на новое качество управления.

Заключение

В заключение можно отметить, что Smart grid является одним из наиболее перспективных направлений развития электроэнергетики. Его реализация позволит повысить эффективность системы электроснабжения, улучшить качество энергии, уменьшить потребление топлива и выбросы вредных веществ.

В настоящее время проводятся работы по внедрению Smart grid в разных регионах мира. В США и Европе такие системы уже начали работать, а в некоторых странах Азии и Латинской Америки планируется начать их внедрение в ближайшее время [5].

Однако в реализации Smart grid существуют и некоторые проблемы – такие как высокие затраты на внедрение и модернизацию сетей, а также сложность согласования интересов различных участников рынка энергетики. Тем не менее, необходимость в современных технологиях электроснабжения и объективная целесообразность продвижения в направлении к более умной сети вызывают серьезный интерес у инвесторов и участников рынка.

Таким образом, Smart grid – это не только новые технологии, но и новый подход к управлению энергосистемами, направленный на переход к более эффективному, экологически безопасному и стабильному энергетическому будущему.

1. Zhu, L., Jiang, F., Luo, M., Li, Quanrun. An efficient identity-based signature protocol over lattices for the smart grid. // High-Confidence Computing. – 2023. – V. 3 – P. 100147 (8).

2. Zafar, M.H., Bukhari, S.M.S., Houran, M.A., Moosavi, S.K.R., Mansoor, M., Al-Tawalbeh, N., Sanfilippo, F. Step towards secure and reliable smart grids in Industry 5.0: A federated learning assisted hybrid deep learning model for electricity theft detection using smart meters. // Energy Reports. – 2023. – V. 10. – P. 3001-3019.

3. Гришин, Д.С. [и др.]. Особенности внедрения интеллектуальных энергосетей smart grid // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – №1 (21). – С. 109-116.

4. Михальченко, И.Н., Савина, Н.В. Концепция smart grid: перспективы инновационного развития распределительных сетей Амурской области // Вестник ИрГТУ – 2014. – №9 (92). – С. 201-208.

5. Логинов, Е.Л. [и др.]. «Интеллектуальные сети» (smart grid) в электроэнергетике: проблемы управления и безопасности // Национальные интересы: приоритеты и безопасность – 2001. – №20 (113). – С. 49-54.

6. Кузнецов, А.Л. Инновационная стратегия развития российской энергетики на основе концепции smart grid // Инновационная экономика: информатика, аналитика, прогнозы – 2012. – №4-5. – С. 12-13.

7. Соловьянов, М.А. Интеллектуальные сети, что это? / М. А. Соловьянов, А. В. Калеников // Альтернативная энергетика и экология – 2013. – №6 (128). – С. 134-137.