

УДК 621.316.1.05

***ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ SMART GRID
И RIPPLE CONTROL***

Коломиец О.Н.

*магистрант 2 курса, факультет «Финансы и кредит»,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия*

Бочарова О.Ф.

*к. э. н., доцент,
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия*

Аннотация: В статье рассмотрена концепция технологий Smart Grid и Ripple Control, с помощью которых происходит интуитивная интеграция действий всех подключенных пользователей для эффективного обеспечения устойчивых, экономичных и надежных источников электроснабжения. Данные системы используют инновационные продукты и услуги вместе с интеллектуальными системами мониторинга, контроля, связи и самовосстановления.

Ключевые слова: Smart Grid, Ripple Control, развитие технологий, энергосбережение, электроэнергетика, электросетевой комплекс, развитие электрических сетей, инвестиционная экономия.

***PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES SMART GRID
AND RIPPLE CONTROL***

Kolomiets O.N.

*master student of 2nd course, faculty "Finance and Credit",
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russia*

Bocharova O.F.

*candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russia*

Annotation: The article describes the concept of Smart Grid and Ripple Control technologies, with the help of which the intuitive integration of the actions of all connected users to effectively ensure sustainable, economical and reliable sources of power supply occurs. These systems use innovative products and services along with intelligent monitoring, control, communication and self-healing systems.

Keywords: Smart Grid, Ripple Control, technology development, energy saving, electric power industry, electric grid complex, development of electric networks, investment savings.

В настоящее время система Smart Grid является одним из популярных и развивающихся направлений в энергетическом секторе. Она представляет собой электрическую сеть, с большой экономической эффективностью интегрирующая поведение и действия всех пользователей, подключенных к ней – как поставщиков и потребителей энергии, так и выполняющих обе функции для обеспечения экономической эффективности. Являясь устойчивой энергосистемой с низкими потерями и высоким уровнем надежности снабжения и безопасности, Smart Grid обладает определенными характеристиками, такими как самовосстановление при сбое питания в сети, обеспечение требуемого качества электроэнергии для современных нужд, стабильность работы и активное вовлечение потребителей в процесс усовершенствования обратной связи. Интеллектуальные сети играют важную роль в процессе модернизации действующих сетей передачи и распределения.

Smart Grid включает в себя комбинацию программного и аппаратного управления, которая обеспечивает высокий уровень качества и безопасности поставок, эксплуатационной устойчивости, надежности и экономической эффективности для всех пользователей, подключенных к данной сети. Эта интеграция в будущем приведет к появлению новых перспектив развития. Потребители будут иметь возможность взаимодействовать с энергосистемой и генерацией, прибегая к специальному автоматическому контролю своих электрических приборов и таким образом выступая в качестве важной составляющей энергосистемы [8].

В последние годы реализация проектов Smart Grid осуществляется во многих промышленно развитых и развивающихся странах. Крупные проекты и программы разрабатываются и реализуются в США, Канаде и странах ЕС. Кроме того, принято решение о разработке подобных проектов в таких странах, как Российская Федерация, Китай, Индия, Австралия и другие.

Одной из основных частей Smart Grid является технология Ripple Control. Её можно определить как метод управления нагрузкой на электросети, который используется во многих странах, таких как Австралия, Германия, Новая Зеландия, Великобритания. Цель данной технологии является отключение нагрузки в пиковые моменты времени и ее включение в непииковое время.

В общем виде Smart Grid представляет собой комбинацию систем передачи и распределения, использующих двустороннюю связь между электростанцией, потребителем и центром управления для оптимизации энергопотребления, ведущую к повышению энергоэффективности.

Внедрение Smart Grid дает клиентам возможность понимания принципов использования электричества и энергоснабжения, а также перспектив сокращения выбросов углекислого газа с помощью использования возобновляемых источников энергии.

Smart Grid характеризуется не только технологическими инновациями, но и точным экономическим планированием и реализации энергоснабжения. Данная концепция может быть описана в виде пирамиды, в которой управление активами является основой реализации интеллектуальных сетей (рис. 1).



Рис. 1 – Пирамида концепции Smart Grid

Внедрение системы Smart Grid не означает полную замену существующих электрических сетей, поскольку это неуместно с технической и экономической точек зрения. Smart Grid ориентирована на улучшение существующих электрических сетей за счет интеграции новых технологий и услуг. Можно выделить несколько преимуществ Smart Grid по сравнению с традиционными сетями:

а) Повышенная надежность.

Энергосистема с высокой надежностью – это та, которая поставляет электроэнергию потребителям в случае необходимости, и ее качество должно

соответствовать требованиям потребителей. Таким образом, Smart Grid обеспечивает стабильное электроснабжение, сокращает частоту отключений, предотвращает помехи, а также устраняет неполадки с электроэнергией. Это достигается за счет использования цифровой информации, автоматизированных операций и систем [2].

б) Улучшение безопасности.

Smart Grid имеет возможность защищать себя от кибератак или физических угроз, которые могут повлиять на надежность и безопасность. Защита информации, кибербезопасность и защита конфиденциальности гарантированы для всех пользователей интеллектуальных сетей.

в) Энергоэффективность.

Интеллектуальные сети являются более эффективными традиционными сетями, обеспечивающими снижение энергопотребления, пиковой нагрузки и потерь электроэнергии. Помимо этого, повышение эффективности приводит к снижению затрат на производство, передачу и потребление электроэнергии.

г) Экологические улучшения.

Закономерным результатом функционирования данных сетей является снижение вредных веществ. Эти улучшения приводят к сокращению выбросов CO₂ генерирующими агрегатами, а в случае использования электромобилей с интеллектуальными энергосистемами это снижает выбросы в выхлопной трубе.

д) Экономическая эффективность.

Также использование Smart Grid имеет экономические преимущества. Потребители могут узнавать об используемых энергоресурсах, владея этой информацией, и решать, как распорядиться суммой, которая уплачивается за потребляемую энергию [6].

Специфические особенности функционирования системы Smart Grid представлены на рисунке 2:

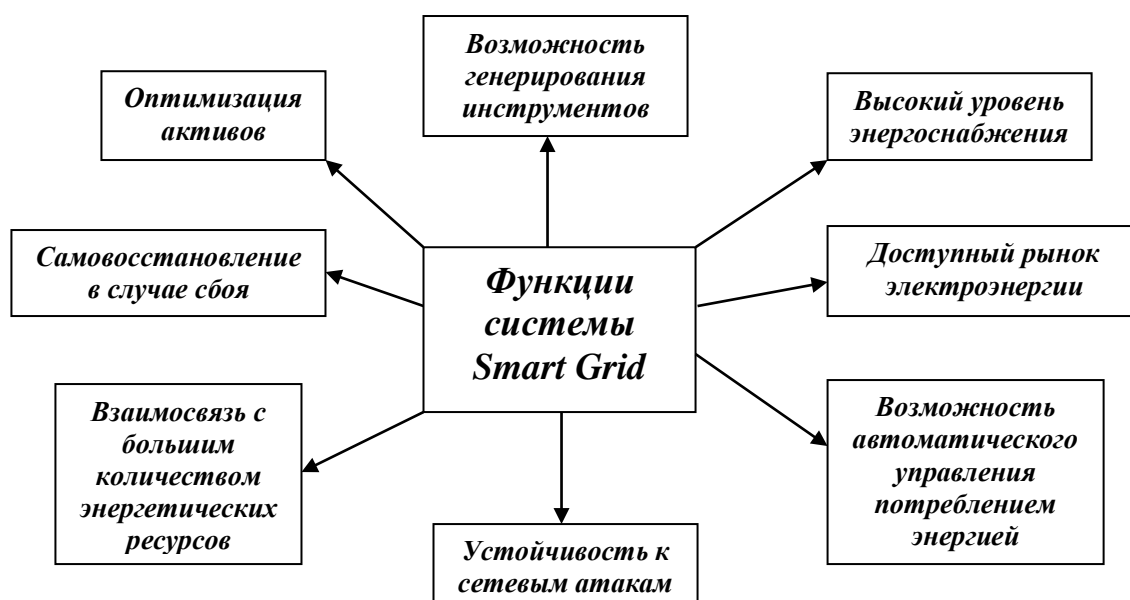


Рис. 2 – Функции системы Smart Grid

Концепция Smart Grid ориентирована не только на модернизацию отдельных технологий и оборудования, но и на разработку и создание принципов инновационной технологической базы для электроэнергетики. Это должно обеспечить гораздо большее предложение потребителям и другим заинтересованным сторонам за счет значительного изменения физических и технических характеристик, а также функциональных свойств всех компонентов энергосистемы. Для создания новой технической базы электроэнергетики могут быть сформированы 5 основных групп базовых технологических направлений:

1) Измерительные приборы и устройства – эти устройства представляют собой смарт-счетчики и смарт-датчики. Они выступают ключевым компонентом современной энергосистемы, основанной на концепции Smart Grid. Данные технологии могут выполнять различные функции, такие как обеспечение непрерывности мониторинга, облегчение оптимизации сети и сокращение выбросов благодаря способности регулировать спрос, оценивать состояние оборудования и уровень интеграции сети и облегчать прямое взаимодействие между поставщиком энергии и её потребителем [4].

2) Инновационные компоненты энергосистемы – данные технологии основаны на последних достижениях науки и техники в таких областях, как теория сверхпроводимости, силовая электроника, накопление энергии и диагностика системы. Примерами являются возобновляемая энергия, система передачи электроэнергии постоянного тока, сверхпроводники, интеллектуальные устройства, силовая электроника на основе современных полупроводниковых устройств.

Другой подход – развитие распределенной генерации энергии, которая способна повысить энергоэффективность в области транспортировки энергии, снизить ее потери при транспортировке, а также обеспечить более надежный способ энергоснабжения.

3) Передовые методы контроля – совершенствованные методы контроля являются одной из важных частей Smart Grid, которые дают возможность построить безопасную, надежную и подходящую для окружающей среды современную энергетическую систему. Технологии Advanced Control представлены различными устройствами и алгоритмами, которые могут анализировать, диагностировать и прогнозировать условия работы современной энергосистемы, а также выявлять и принимать решения по устранению негативного воздействия и предотвращению сбоев в системе поставки мощностей. Эти методы обеспечивают контроль на уровне передачи, распределения и потребления электроэнергии. В результате вышеупомянутых возможностей энергосистема значительно повышает уровень своей надежности.

4) Улучшение интерфейсов и методов принятия решений – это направление необходимо операторам и менеджерам для полноценной работы энергосистемы. Данная технология преобразует сложные данные энергосистемы в информацию, доступную для человеческого понимания. Во многих ситуациях время, отводимое оператору для принятия конкретного

решения, сокращается с нескольких часов до минут или даже секунд. Таким образом, современная энергетическая система требует широкого распространения применения приложений, работающих в режиме реального времени, и специальных инструментов для оперативного принятия решений. Для этих целей можно использовать анимацию, виртуальную реальность и прочие современные технологии отображения данных, поскольку их использование может предотвратить перегрузку и помочь операторам своевременно выявить, проанализировать и должным образом отреагировать на проблемы энергосистемы [5].

5) Интегрированные коммуникации – их внедрение является основой для развития всех рассматриваемых ранее технологий и всей современной энергосистемы. Их функционирование существенно зависит от сбора, защиты и контроля данных. Поэтому методы и технологии коммуникации имеют наивысший приоритет для современной энергосети.

Интегрированные коммуникации создадут динамически интерактивную инфраструктуру для доступа к информации в режиме реального времени в целях изменения потребления электроэнергии. Это позволит пользователям взаимодействовать с электронными устройствами энергосистемы. Кроме того, данные технологии могут оптимизировать ее надежность и позволить избежать любых негативных последствий в виде сбоев сети. Система питания с передовой технологией связи может восстанавливаться путем постоянного контроля, самодиагностики и самокоррекции ошибок для поддержания высокого качества и надежности энергоснабжения [3].

В настоящее время энергоменеджмент рассматривает два наиболее важных вопроса: оптимальное использование электрической энергии и эффективность ее потребления. При покупке электроэнергии у электростанции и последующей продаже потребителям поставщики имеют ограниченные возможности контроля ее использования, но они заинтересованы в

поддержании ежедневного потребления на стабильном уровне. Одним из возможных решений данной проблемы является использование специальных систем, включающих Ripple Control.

Принцип работы RC заключается в увеличении или уменьшении потребляемой мощности в конкретное время. Сигнал принимается оборудованием клиента, которое увеличивает или снижает уровень нагрузки в зависимости от текущих требований электроэнергетической компании. Когда общая потребляемая мощность превышает лимит, некоторые группы нагрузок, представленные электрическим отоплением, водогрейными котлами и тепловыми насосами отключаются.

Система Ripple Control нашла применение во многих областях электроэнергетики, которые связаны с управлением нагрузкой. Таким образом, происходит решение сразу нескольких задач:

- управление нагрузкой. Рассматриваемая технология позволяет контролировать потребности клиентов с помощью заложенной программы переключения, а также предоставляет возможность изменения этой программы в режиме реального времени;

- управление освещением. Затраты на уличное освещение могут быть снижены с помощью специального графика переключения и общей технологии RC.

- снижение потерь мощности в сети. Поскольку потери во время максимальной нагрузки выше, чем в другое время Ripple Control позволяет переносить часть нагрузки на время ее минимума [7].

- тарифный контроль. Возможность связи с определенным клиентом в сети и предложения более гибких тарифов для него.

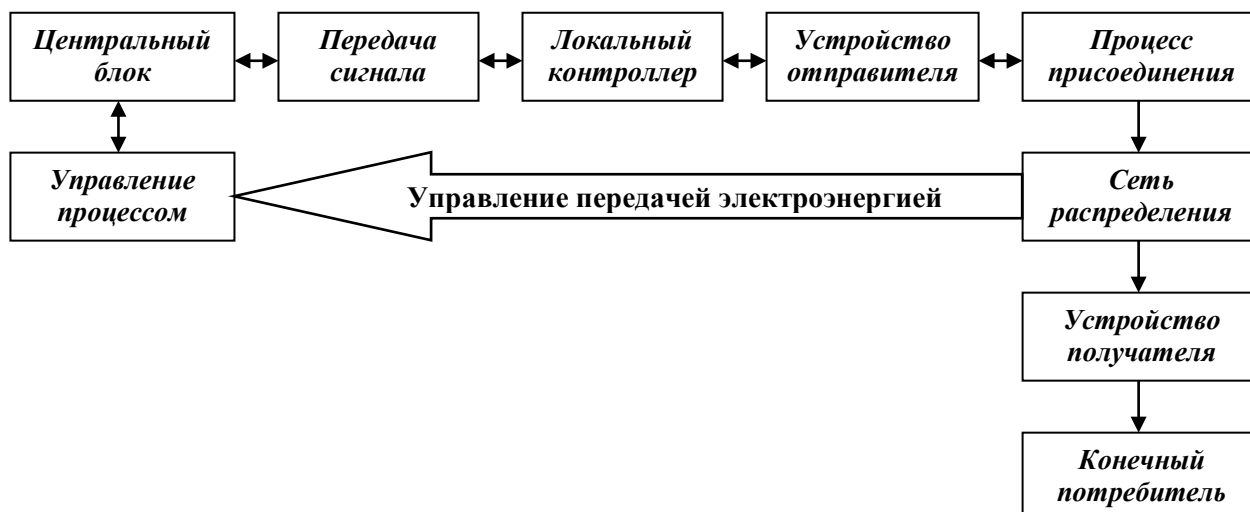


Рис. 3 – Система Ripple Control

В последние годы наблюдается рост активности системы Smart Grid и в России. Он проявляется в политической и научной сферах, а также в деятельности энергетических компаний.

Национальная политика в данной области будет охватывать такие вопросы электроэнергетики, такие как эффективность возобновляемых источников энергии и интеллектуальных сетей. Основными целями деятельности электросетевых компаний является повышение экономической и экологической эффективности в сфере производства, транспортировки, распределения и потребления энергии в Российской Федерации.

На сегодняшний день проводятся не только исследования и разработки системы Smart Grid, но и исследование концептуальных вопросов полного перехода российской энергетики на интеллектуальную энергию.

Технологии Smart Grid интенсивно развиваются во многих странах мира. Они позволяют не только интегрировать новые приложения в сеть, но и повышать эффективность доставки электроэнергии, обеспечивая широкие возможности управления и контроля. Существует множество проектов Smart Grid, распространяемых по всему миру. Это свидетельствует о

заинтересованности большинства стран в улучшении энергетического сектора с помощью современных интеллектуальных устройств и технологий [1].

Применение технологий Smart Grid и Ripple Control в энергосистеме приводит к снижению потерь мощности и затрат на электроэнергию. С технической точки зрения, их внедрение в России может привести к снижению потерь энергии в линиях электропередачи и, следовательно, улучшению стабильности и производительности энергосистемы без каких-либо технических изменений в сети.

Библиографический список

1. Бочарова О.Ф. Предварительная оценка баланса как этап оценки финансового состояния организации / О.Ф. Бочарова, М.О. Михайлова // Экономические исследования и разработки. – 2018. - №2. – С. 47-67.

2. Бочарова О.Ф. Финансовая устойчивость как показатель эффективности управления финансами организаций / О.Ф. Бочарова, Л.В. Стародубцева // сб. статей по материалам Меж. науч-прак. конф.: Факторы экономического роста: мировые тренды и российские реалии. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 478 с. (С.59-63).

3. Dzung D., Berganza I. and Sendin A. Evolution of Powerline Communications for Smart Distribution: From Ripple Control to OFDM. IEEE ISPLC11, Udine, Italy, 2015.

4. Giordano V., Gangale F., Fulli G. and other. Smart Grid Projects in Europe: Lessons Learned and Current Developments. Publication Office of the European Union, December 2016.

5. Miller J., Renz B. Understanding the Benefits of the Smart Grid. U.S. Department of Energy, 2014.

6. The Netl Modern Grid Initiative. Advanced control methods. Conducted by the National Energy Technology Laboratory for the U.S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, January 2017.

7. Weinstock D., Sadot E. Solutions, Technology & Road Map for Smart Grid Deployment in Israel. The Israeli Smart Energy Association, 2016.

8. Yu Y., Yang J. and Chen B. The smart grids in China – a review, *Energies*, vol. 5, no. 5, pp. 1321–1338, 2017.

Оригинальность 96%