



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.896

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИКИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

¹ Балаев П. А., ² Сивеев Т. М., ³ Груздов А. Г., ⁴ Пашковская Е. Е.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 17, стр. 3), e-mail: ¹mr.balaev2002@gmail.com, ²tichonsiveev@gmail.com, ³GruzdovAG@mpei.ru, ⁴PashkovskayaYY@mpei.ru

В данной статье рассматривается функционал современных технологий автоматического управления энергосистемой, имеющей в своём составе электростанции на основе возобновляемых источников энергии. Приводится оценка эффективности упомянутых технологий и выгоды от внедрения интеллектуальных систем в России и странах ЕС.

Ключевые слова: Интеллектуальные технологии, Smart Grid, Micro Grid, АИИС КУЭ

INTELLIGENT TECHNOLOGIES OF CONTROL AND AUTOMATION IN THE POWER SYSTEM

¹ Balaev P. A., ² Siveev T. M., ³ Gruzdov A. G., ⁴ Pashkovskaya E. E.

National Research University "MPEI", Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 17, building 3), e-mail: e-mail: ¹mr.balaev2002@gmail.com, ²tichonsiveev@gmail.com, ³GruzdovAG@mpei.ru, ⁴PashkovskayaYY@mpei.ru

This article discusses the functionality of modern technologies for automatic control of the power system, which incorporates power plants based on renewable energy sources. An assessment of the effectiveness of the mentioned technologies and the benefits from the introduction of intelligent systems in Russia and the EU countries is given.

Keywords: Intelligent technologies Smart Grid, Micro Grid, Automated information and measuring system for commercial accounting of electricity.

В наши дни нет ни одной другой отрасли экономики со столь широким спектром взаимосвязей, как электроэнергетика. Расходы на питающую все жизненно необходимые объекты электроэнергию составляют колоссальную долю различного вида ресурсов. Основой развития экономики всех стран мира становится эффективное функционирование электроэнергетики и бесперебойное снабжение потребителей.

В этой статье рассмотрим технологии, способствующие достижению оптимального ресурсоиспользования, выясним, какие страны лидируют по числу планов развития «зеленой энергетики», перечислим позитивные последствия внедрения современных технологий в энергетическую сферу.

В России об интеллектуальных технологиях управления и автоматики в энергосистеме особенно серьезно начали задумываться после июня 2009 года, когда президентом РФ были

определены пять приоритетных направлений модернизации российской экономики, в числе которых было развитие энергетики [1].

Интеллектуальная энергосистема – система, автоматически выполняющая функции распределения и отслеживания потоков электрической энергии, что позволяет максимально эффективно использовать выработанную энергию. Данная энергосистема способна решить перечень следующих задач [2]:

- необходимость использования возобновляемых источников энергии при производстве электрической энергии;
- увеличение эффективности, надёжности и безопасности электроэнергетической системы;
- оперативное реагирование на изменение рабочего режима сети;
- уменьшение затрат на производство, хранение и передачу электрической энергии.

Определим, какие компоненты включает в себя интеллектуальная энергосистема, на базе каких технологий реализуется автоматическое управление энергетической сетью страны.

Интеллектуальная энергосистема состоит из генерирующего, распределительного, передающего, трансформирующего и потребляющего энергию оборудования. А также в технологический состав системы входят новейшие коммуникационные и информационные технологии, взаимодействующие друг с другом.

Использование информационно-коммуникационных технологий позволяет собирать информацию с оборудования, оперативно анализировать её, полученные результаты применять для оптимизации использования электроэнергии, вследствие чего наблюдается снижение затрат, увеличение эффективности, надёжности и безопасности энергосистемы.

В наши дни существуют несколько технологий, реализующих работу интеллектуальной электроэнергетической системы:

- Smart Grid;
- Micro Grid;
- АИИС КУЭ, АИИС ТУЭ;

Более подробно рассмотрим указанные выше технологии, выясним какие преимущества даёт использование той или иной технологии, какие smart системы активно используются в странах ЕС.

Энергетическая сеть России охватывает практически всю обжитую территорию страны и является крупнейшим в мире централизованно управляемым энергообъединением. Сбой работы подобного масштабного энергетического объекта способен привести к необратимым последствиям не только для экономики страны, но даже для её суверенитета.



Рисунок 1 – Структура сети Smart Grid

Среди преимуществ интеллектуальной технологии Smart Grid (рисунок 1) числится способность к самовосстановлению после сбоев в подаче электроэнергии, что крайне благоприятно для сильно разветвленной энергосистемы. Данная технология входит в состав модернизированных сетей электроснабжения и использует информационные и коммуникационные сети для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении [3].

Среди прочих преимуществ Smart Grid значатся:

- устойчивость сети к вмешательству как физическому, так и программному;
- обеспечение требуемого качества передаваемой электроэнергии;
- обеспечение синхронной работы источников генерации и узлов хранения электроэнергии.

Несомненно, Smart Grid – совокупность интеллектуальных технологий, совместное использование которых направлено на достижение оптимального использования ресурсов. Например, внедрение умных счётчиков с функцией дистанционного управления позволит удаленно и оперативно отслеживать динамику изменения нагрузки, а внедрение автоматизированных систем управления производственной деятельностью в энергокомпаниях, обладающих функциями управления техническим обслуживанием и ремонтом, не только снизят энергозатраты, но и повысят безопасность персонала.

С помощью технологии Smart Grid потребитель способен не только управлять потреблением электрической энергии, но и генерацией, благодаря возможности использования маневренных электростанций на основе ВИЭ.

В наши дни Голландия находится на первом месте по числу планов развития «зеленой энергетики» и активно осуществляет энергоэффективные проекты. Один из проектов – Amsterdam Smart City. Он подразумевает внедрение интеллектуальной сети, которая охватит несколько секторов. В основе проектов сектора «Жильё» находится внедрение технологий энергосбережения: тысячи домов должны быть оборудованы системами управления

энергопотреблением. Пользователи в режиме реального времени будут получать от счетчиков данные о потреблении газа и электрической энергии. Направление «Работа» реализует концепцию «умных» зданий с помощью сенсорных датчиков, регистрирующих расход энергии и обеспечивающих оптимальную работу систем отопления, охлаждения, безопасности и освещения. Проекты направления «Транспорт» направлены на переход к использованию экологичных видов транспорта [4].

Некоторые страны ЕС, реализовавшие подобного рода проекты, уже наблюдают за благоприятными последствиями. Наибольшие совокупные выгоды от реализации проектов в сфере smart-учета природного газа прогнозируются в Австрии (1400 млн Евро) и Испании (1050 млн Евро).

В таблице 1 представлена оценка внедрения smart систем в странах ЕС.

Таблица 1 – Оценка внедрения smart систем в странах ЕС.

Страна	Совокупные инвестиции, млн. евро	Совокупные выгоды, млн. евро	Затраты на оснащение 1 точки учёта, евро	Выгоды от оснащения 1 точки учёта, евро
Австрия	3195	3539	590	654
Чехия	4367	2735	766	499
Дания	310	322	225	233
Германия	14466	16968	546	493
Греция	1733	2443	309	436
Ирландия	1040	1212	473	551
Италия	3400	6400	94	176
Литва	254	128	123	82
Нидерланды	3340	4108	220	270
Польша	2200	2330	167	177
Португалия	640	1316	99	202
Румыния	712	552	99	77
Швеция	1500	1677	288	323

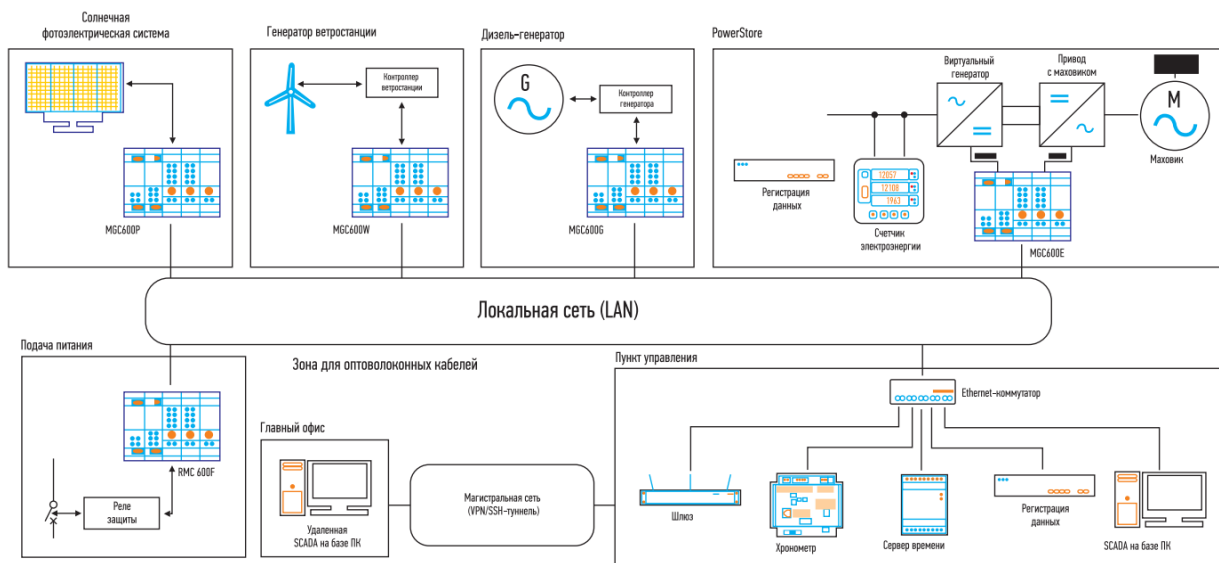


Рисунок 2 – Структура Micro Grid

Следующая интеллектуальная технология – Micro Grid (рисунок 2). В случае отключения от центральной сети оборудование, оснащенное данной технологией, способно задействовать внутренние генерирующие устройства. Micro Grid обладает в том числе следующим функционалом [5]:

- работа как при подключении к общей центральной сети, так и стационарно;
- способность успешно использовать возобновляемые источники энергии;
- повышение эффективности и надёжности энергосистемы в целом.

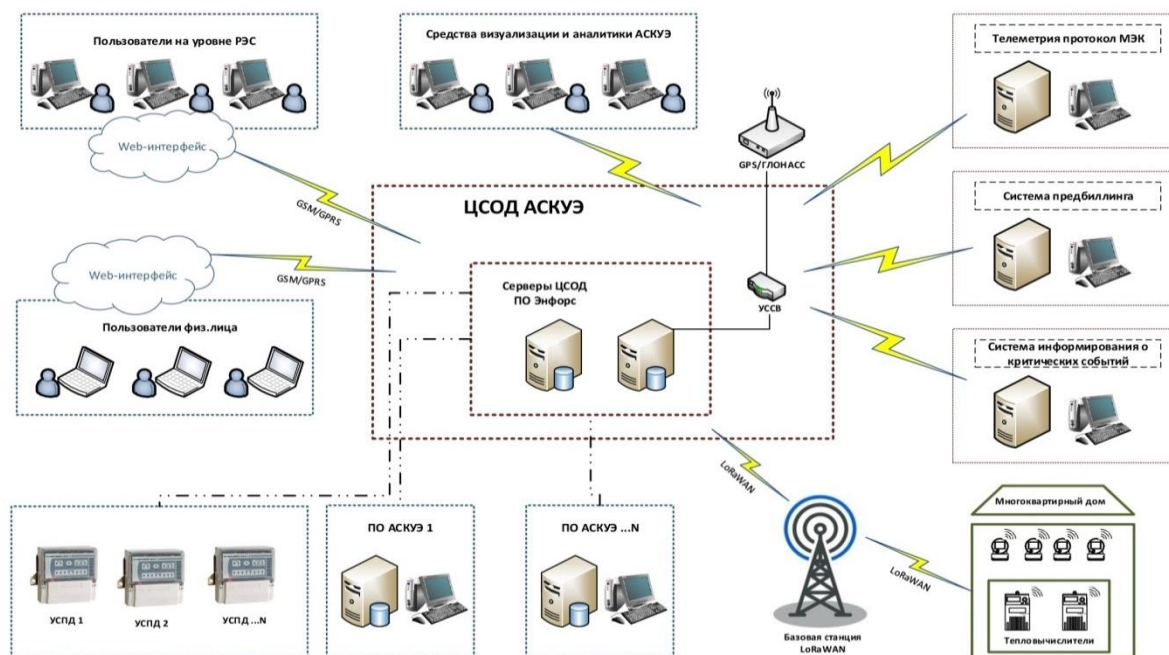


Рисунок 3 – Структура АИИС КУЭ

Последняя интеллектуальная технология, которую мы рассмотрим уже нашла широкое применение в мире. Автоматизированная информационно-измерительная система

коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ, рисунок 3) предназначена непосредственно для осуществления коммерческих расчётов с поставщиками или с потребителями [6].

Автоматизация передачи коммерческой информации в контролирующие организации с обеспечением сохранности информации при стороннем вмешательстве – полезная функция, которая значительно экономит время и средства организаций. Помимо упомянутых функций АИИС способна контролировать потребляемую мощность, отслеживать несанкционированный доступ к энергосистеме и восстанавливать питание устройств системы.

На данном этапе стоит привести несколько конкретных примеров исследований и применений упомянутых интеллектуальных систем. Одной из важнейших составляющих любой технологии является среда моделирования, поэтому рассмотрим исследование Валерия Камаева и его команды [7].

С помощью программного обеспечения PVSOL, моделирующего систему с учетом погодных условий, представители Волгоградского государственного технического университета запрограммировали и протестировали интеллектуальную гибридную систему с ВИЭ. В результате моделирования были выявлены оптимальная конфигурация гибридной энергосистемы и оптимальная стратегия покупки электроэнергии.

Успех упомянутого исследования означает, что и другие программные обеспечения моделирования электроэнергетических систем и релейной защиты, и автоматики могут быть использованы для анализа работы и управления современных систем.

Исследование потока мощности или исследование потока нагрузки является важным методом анализа и проектирования энергосистемы. Именно для этих целей создаются и тестируются программы моделирования.

Далее рассмотрим результаты, полученные при непосредственном применении интеллектуальных технологий на Российских энергетических объектах. Принципы работы интеллектуальной активно-адаптивной сети Smart Grid в своих работах подробно рассматривают представители Иркутского национального исследовательского технического университета [8].

Упомянутая сеть использует современные информационно-коммуникационные технологии, увеличивающие эффективность. После внедрения интеллектуальных сетей в городе Уфа был выявлен ряд позитивных изменений в работе энергетической сети:

- сокращение времени ликвидации аварийных ситуаций с 2,5 ч до 2 мин;
- обнаружение несанкционированных подключений;
- снижение затрат на обслуживание и ремонт оборудования.

Но вместе с позитивными изменениями были замечены факторы, которые препятствуют широкомасштабному использованию интеллектуальной сети Smart Grid:

- широкий спектр требований потребителей к качеству электрической энергии;
- отсутствие надежных накопителей энергии;
- отсутствие мотивации у генерирующих компаний.

Дополнением к упомянутым в статье интеллектуальным технологиям могут служить виртуальные электростанции, основной целью создания которых является интеграция децентрализованных генерирующих мощностей в централизованную электрическую сеть и виртуальное дублирование всей энергосистемы.

Подводя итог, необходимо ещё раз отметить высокую точность и быстродействие интеллектуальных систем, оснащенных современной автоматикой. Прогнозирование энергопотребления осуществляется благодаря адаптивным компьютерным моделям, работающим с данными, получаемыми от компонентов smart сети. А управление генерацией и потреблением энергии может быть осуществлено посредством использования датчиков на всех этапах энергетического производства.

Наличие более маневренных электростанций на основе ВИЭ, позволяет оптимально распоряжаться ресурсами. Временные сложности в повсеместном введении smart технологий связаны в большей мере с экономическим положением, которое не позволяет дополнить систему недостающими компонентами, например, энергетическими накопителями, скорректировать трудовые соглашения между предприятиями и работниками.

Список литературы

1. Илларионова, А. В. Интеллектуальные энергетические сети как одно из направлений инновационного развития российской экономики / А. В. Илларионова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2010. — № 9 (20). — С. 122-127. — URL: <https://moluch.ru/archive/20/2063/>
2. Михеев Е.А., Н.Г. Семенова ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГОСИСТЕМА // Международный студенческий научный вестник. – 2015.–№3-1.; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12027>
3. U.S. Department of Energy. URL: <https://www.energy.gov/science-innovation/electric-power/smart-grid>
4. Jeremy Rifkin. Leading the Way to the Third Industrial Revolution and a New Distributed Social Vision for the World in the 21st Century, November 2009, Paris. Retrieved from <http://www.foet.org/>
5. MicroGrid – будущее электросетей. Кейсы, перспективы, возможности // Smart Energy. – 2018.; URL: <http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid-%E2%80%93-budushhee-elektrosetej.-kejsyi,-perspektivy,-vozmozhnosti>
6. АСКУЭ – системы автоматизированного коммерческого учёта электроэнергии // АйСиБиКом. – 2015.; URL: <https://icbcom.ru/ru/askueaiis-kue>
7. Май Н.Т., Ха В.М., Камаев В.А., Щербаков М.В. Моделирование и оптимизация управления интеллектуальной гибридной энергосистемой с источниками возобновляемой энергии // Управление большими системами. – 2013. – №46. – С. 293 – 309.
8. Гаврилова А.А., Кузнецова С.Ю. Повышение энергоэффективности в России: внедрение интеллектуальной сети электроснабжения smart grid // Иркутский национальный исследовательский технический университет. – 2018. – С. 118-121.

References

1. Illarionova, A. V. Intelligent energy networks as one of the directions of innovative development of the Russian economy / A. V. Illarionova. — Text: direct // Young scientist. - 2010. - No. 9 (20). — pp. 122-127. — URL: <https://moluch.ru/archive/20/2063/>
2. Mikheev E.A., N.G. Semenova INTELLIGENT ENERGY SYSTEM // International Student Scientific Bulletin. – 2015.–№3-1.; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12027>

3. U.S. Department of Energy. URL: <https://www.energy.gov/science-innovation/electric-power/smart-grid>
 4. Jeremy Rifkin Leading the Way to the Third Industrial Revolution and a New Distributed Social Vision for the World in the 21st Century, November 2009, Paris. Retrieved from <http://www.foet.org/>
 5. MicroGrid is the future of power grids. Cases, prospects, opportunities // Smart Energy. – 2018.; URL: <http://smartenergysummit.ru/novosti/microgrid-%E2%80%93-budushhee-elektrosetej-kejsyi,-perspektivy,-vozmozhnosti>
 6. ASKUE - systems for automated commercial accounting of electricity // ICSiBiCom. – 2015.; URL: <https://icbcom.ru/ru/askueaiis-kue>
 7. Mai N.T., Kha V.M., Kamaev V.A., Shcherbakov M.V. Modeling and optimization of the management of an intelligent hybrid energy system with renewable energy sources // Management of large systems. - 2013. - No. 46. - pp. 293 - 309.
 8. Gavrilova A.A., Kuznetsova S.Yu. Improving Energy Efficiency in Russia: Implementation of Smart Grid Power Supply // Irkutsk National Research Technical University. - 2018. - pp. 118-121.
-