

УДК 629.113.001

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА SMART METERING И АСКУЭ****К.С. Баранова<sup>1</sup>, А.В. Горбань<sup>2</sup>**

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В данной статье рассмотрена актуальность энергосбережения и повышения энергоэффективности, технологии Smart Grid и Smart Metering, обеспечивающей соответствие электрогенерации и электропотребления за счет оптимизации управления энергосистемой. Рассмотрен опыт создания коммерческой системы учета электроэнергии, построенного «Инженерным центром «Энергоаудитконтроль» для ОАО «РЖД». Проанализировано преимущество использования технологии Smart Metering, как для частного использования, так и для потребителей энергоресурсов в крупном объеме.

Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

*Ключевые слова:* энергоэффективность, энергоресурсы, интеллектуальная энергосистема, Smart Grid, Smart Metering, приборы учета.

**SMART METERING AND AUTOMATED SYSTEM OF ELECTRIC POWER COMMERCIAL RECORD (ASEPCR)****K.Baranova, A.Gorban**

Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Street, Irkutsk, 664074, Russian Federation

The article describes the relevance of energy saving and energy efficiency, and Smart Grid and Smart Metering technologies, ensuring the conformity of electricity generation and electrical consumption by optimizing the management of the power system. The article considers the experience of creating a commercial electricity metering system, built by the Engineering Center "Energoauditkontrol" for OAO "RZD". The article analyzes the advantage of using Smart Metering technology, both for private use and for consumers of energy resources in large volume.

*Keywords:* energy efficiency; energy resources; intellectual power system; Smart Grid; Smart Metering; metering devices.

В последние годы одной из приоритетных задач России, как и многих других стран, является обеспечение энергоэффективности и реализация мероприятий по энергосбережению. В связи с этим возникает необходимость создавать системы, позволяющие объективно оценивать потребление энергоресурсов, поскольку опыт подтверждает: невозможно сэкономить то, что нельзя измерить. Для подсчета расхода электроэнергии требуются достоверные современные средства измерения, технологически отличные от приборов прошлых поколений.

Для решения существующих проблем в российской электроэнергетической отрасли необходим ее переход на новый качественный уровень путем формирования целостной многоуровневой системы управления с увеличением объемов автоматизации и повышением надежности всей системы. Этому способствует интеллектуальная энергетическая система с активно-адаптивной сетью, разработка которой за рубежом называется SMART GRID.

«Smart Grid» – термин, обозначающий интеллектуальную сеть, которая расширяет при помощи цифровых технологий распределительную и транспортную системы для оптимизации текущих операций и открытия новых рынков для альтернативной энергетики.

Реализация концепции «интеллектуальная сеть» (Smart Grid, в России больше распространен термин «активно-адаптивная сеть») позволит в режиме реального времени (on-line) отслеживать и контролировать работу всех участников процесса выработки, передачи и потребления электроэнергии, в автоматическом режиме оперативно реагировать на изменения различных параметров в энергосистеме и осуществлять электроснабжение с максимальной надежностью и экономической эффективностью.

Существует множество определений понятия «Smart Grid», среди которых можно выделить следующие, наиболее точно отражающие ее функциональные возможности:

<sup>1</sup> Баранова Ксения Сергеевна, магистрант кафедры электроснабжения и электротехники,  
e-mail: [kcenya007@ya.ru](mailto:kcenya007@ya.ru)

Baranova Ksenia, an undergraduate student of Electrical Supply and Electrical Engineering Department,  
e-mail: [kcenya007@ya.ru](mailto:kcenya007@ya.ru)

<sup>2</sup> Горбань Анна Викторовна, кандидат химических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и технического черчения

Gorban Anna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of Descriptive Geometry and Technical Drafting Department

- сеть, доставляющая электроэнергию от производителей к потребителям, используя двусторонние цифровые коммуникации, и контролирующая устройства у потребителя для сохранения энергии, сокращения стоимости ее потребления и повышения надежности и прозрачности (Wikipedia);
- самобалансирующая, самонаблюдаемая сеть, работающая со всеми видами генерации (газ, уголь, солнце, ветер) и доставляющая конечным потребителям все виды энергии (тепло, свет, горячая вода) при минимальном участии человека (Siemens);
- интеллектуальная сеть, расширяющая при помощи цифровых технологий распределительную и транспортную сеть для оптимизации текущих операций и открытия новых рынков для альтернативной энергетики (IEEE\*).

Концепция «Smart Grid» чрезвычайно популярна во многих странах мира и рассчитана не только на собственно сетевые компании, но и на потребителя, генерацию и сбытовые компании. При этом интеллектуальный учет (smart metering) представляет собой необходимое условие реализации задачи повышения эффективности ЭЭС России и первый шаг на пути к построению интеллектуальной энергосистемы.[3]

В России сегодня существует реальная проблема, заключающаяся в том, что жилые и коммерческие здания тратят большой объем электроэнергии впустую, а организации, занимающиеся эксплуатацией таких зданий, не знают, сколько электричества потребляется в каждый момент времени. Это происходит потому, что существующие сети не оснащены системой обратной связи и цифровыми контроллерами, которые смогли бы помочь с распределением энергии и ее экономией.

В законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г.[4] четко оговорены необходимость и сроки установки приборов учёта используемых энергоресурсов, а также ответственность собственников жилья и управляющих компаний за выполнение этого требования.

На смену морально устаревшим приборам учета в мире приходит «интеллектуальная» система учета энергоресурсов Smart Metering (умные измерения – *англ.*). Если раньше автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) в бытовом секторе, использующие PLC-технологии или другие виды связи, ограничивались только дистанционным снятием показаний счетчиков и блоков управления не имели, то современные системы могут не только получать, накапливать, но и обрабатывать информацию.

Счетчики приобрели принципиально новые параметры и, по сути, стали микрокомпьютерами с процессором и энергонезависимой памятью. Появилась возможность контролировать не только потребление электроэнергии, но и ее качество – токи напряжения, сдвиги фаз, реактивные составляющие. Приборы учета стали предупреждать о внешнем воздействии на них. Они фиксируют факты вскрытия кожуха, крышки клеммной коробки, влияния сильного магнитного поля и других воздействий как на счетчик, его информационные входы и выходы, так и на саму электрическую сеть.

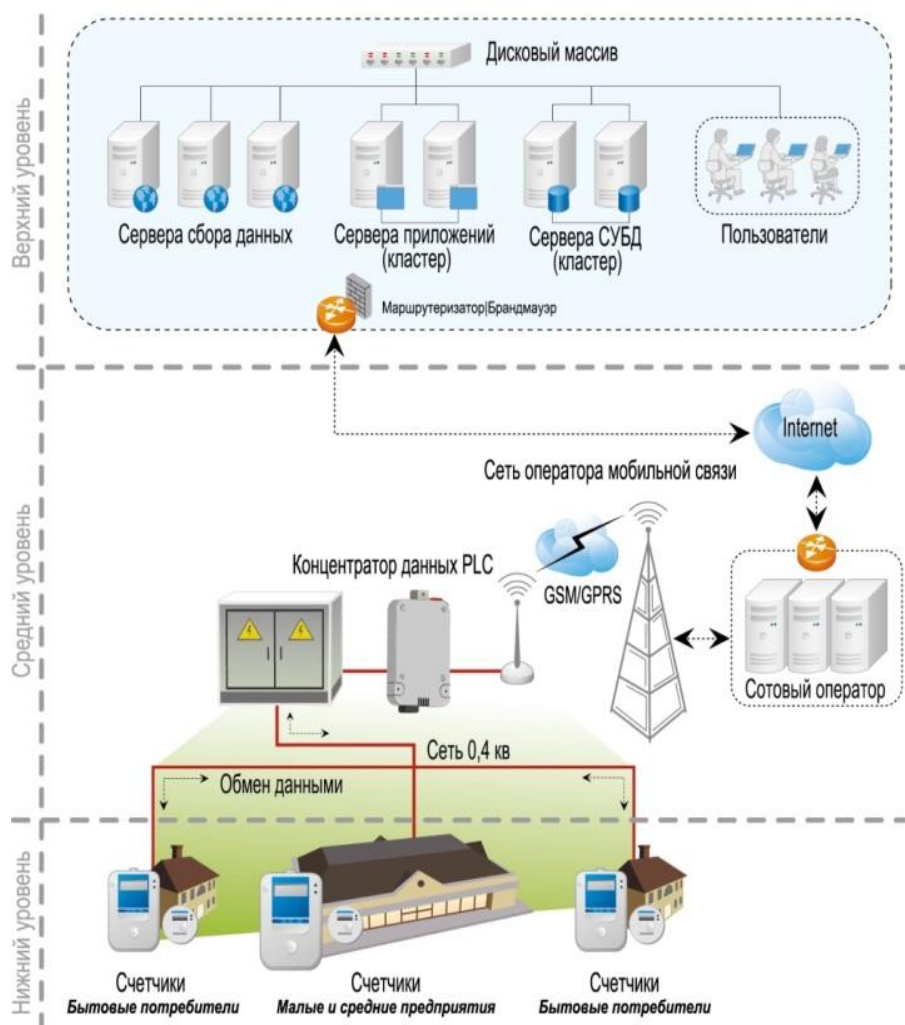
Современные «умные» приборы учета сообщают о сбоях в работе, проводят самодиагностику. Еще одна очень полезная функция – возможность дистанционно ограничить или полностью отключить абонента от электроэнергии. Заложенные в эти приборы функции, в зависимости от потребностей в энергии и возможности ее своевременно оплачивать, позволяют выбирать даже вид тарифа, что в конечном итоге ведет к минимизации расходов на оплату энергоресурсов.

Технологии Smart Metering позволяют оценить эффективность внедрения энергосберегающих технологий, сделать прозрачными расчеты за использованные энергоресурсы, оперативно получать данные о текущем расходе электроэнергии и его режимах, контролировать исправность счетчиков, осуществлять сведение баланса по группам счетчиков (что помогает выявлять безучетное потребление и факты воздействия на счетчики). Внедрение технологии Smart Metering – ключевой элемент создания интеллектуальных электроэнергетических систем с активно-адаптивной сетью (Smart Grid), благодаря которым надежность и эффективность энергоснабжения выводится на новый уровень [1].

Одним из главных отличий таких счетчиков от предыдущих поколений приборов является то, что они работают в системе. Такая система, как правило, имеет три уровня.

Верхний уровень. Smart Metering, в основе которого лежит MDM (Meter Data Management) система, который обеспечивает комплексное управление инфраструктурой, включая дистанционный сбор, хранение, обработку данных результатов измерений, управление нагрузкой потребителя, мониторинг состояния элементов системы и многое другое.

Средний уровень – это промежуточные устройства, так называемые концентраторы данных, задача которых сбор, накопление данных от счетчиков и передача информации на более высокую ступень автоматизированной системы. Они характеризуются количеством счетчиков, которое они могут обслужить, наличием интерфейсов для связи со счетчиками и с верхним уровнем системы, в качестве которого обычно используется канал сотовой связи в режиме передачи цифровой информации (GPRS).



**Рис. 1: Уровни организации интеллектуальных систем учета Smart Metering [2]**

Нижний уровень – это непосредственно измерительные приборы – смарт-счетчики, установленные в квартирах (жилых домах) либо на лестничных площадках многоквартирных домов, а также в электрощитах этих домов и трансформаторных подстанциях [2].

Сегодня создание систем АСКУЭ на основе технологии Smart Metering получило широкое распространение среди электросетевых, энергосбытовых компаний, инфраструктурных предприятий различных отраслей, жилищных и управляющих организаций. Реализация Smart Metering позволит:

- снизить технические и коммерческие потери энергоресурсов за счет их оперативного выявления и локализации
- прозрачно и своевременно производить расчеты за потребленные энергоресурсы на основе фактических данных об объемах потребления, упростить процесс сведения баланса
- сократить операционные издержки
- оперативно выявлять неучтенное потребление и факты нелегального воздействия на счетчики
- удаленно считывать данные о текущем потреблении энергоресурсов, параметрах работы и исправности оборудования в режиме реального времени
- удаленно изменять параметры отдельных счетчиков или групп счетчиков
- оперативно выявлять и реагировать на неисправности и технологические нарушения
- повысить надежность электроснабжения
- повысить эффективность и качество планирования работы энергосетей за счет формирования профилей энергопотребления и их прогнозирования для различных сегментов сети.

В этой статье хотелось бы рассмотреть опыт создания коммерческой системы учета электроэнергии, построенного «Инженерным центром «Энергоаудитконтроль», который одним из первых в России стал специализироваться на внедрении технологии Smart Metering. За двенадцать лет работы в данной отрасли инженерным центром было создано свыше 350 тысяч «умных» точек учета.

Внедрение технологий Smart Metering в России началось в 2006 г. В настоящее время, по данным ОАО «Холдинг МРСК», только 1% приборов учета в России может обеспечить автоматизиро-

ванную передачу данных. На государственном уровне поставлена задача по переходу электроэнергетики страны на интеллектуальные сети Smart Grid. Основными стимулами развития данного направления являются: – Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергоэффективности до 2020 г.» — катализатор процесса повышения энергоэффективности. «Программа развития систем коммерческого учета электроэнергии», предполагающая оснащение 48 млн потребителей по всей России интеллектуальными приборами для учета расходов электроэнергии (проект принципиально одобрен Президиумом Правительства РФ 17 марта 2011 г.).

В России и за рубежом в настоящее время существует немало программных продуктов, предназначенных для работы в составе автоматизированных информационно-измерительных системам коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ). Однако практика бизнеса порой требует новых разработок, необходимость которых вызвана потребностями крупных проектов.

Так, при реализации крупнейшего в России проекта по внедрению системы Smart Metering для нужд ОАО «РЖД» (240 тыс. «умных» приборов учета в 79 субъектах РФ) специалисты компании-подрядчика «Инженерный центр «ЭНЕРГОАУДИТКОНТРОЛЬ», проанализировав все возможные варианты использования готового программного обеспечения (как российского, так и зарубежного), пришли к выводу о целесообразности разработки собственного программного продукта.

В ходе работ были установлены однофазные и многофазные счетчики KNUM 1023/1021/2023 и концентраторы данных DC 1000/SL. Кроме того, была внедрена и подтвердила свою высокую производительность собственная разработка компании «Энергоаудитконтроль» – программное обеспечение Resource Data Manager (RDM).

Уникальный по своей специфике и сложности проект АСКУЭ РРЭ ОАО «РЖД» предусматривал создание системы в соответствии с требованиями Заказчика по всей территории распределенных сетей РЖД от Калининграда до Хабаровска. В рамках проекта был создан центр сбора и обработки данных (ЦСОД) уровня РЖД, в котором аккумулируется информация, собираемая со всех приборов учета, установленных на объектах Заказчика.

В ходе анализа существующих на рынке решений выяснилось, что данный проект требует от программного обеспечения более широкой функциональности, высокой производительности одновременно с адаптацией под российские условия и требования, нежели могли предложить уже существующие программные продукты.

Эти причины стали основой для разработки уникально программного обеспечения, которое позволило создавать масштабные системы учета в соответствии со всеми российскими условиями и требованиями – речь идет о программном обеспечении RDM (Resource Data Management), разработанном Инженерным центром «ЭНЕРГОАУДИТКОНТРОЛЬ». RDM можно по праву назвать уникальной разработкой российских специалистов – это первая в России и одна из немногих в мире программ, разработанная для эксплуатации в составе автоматизированных систем с несколькими миллионами точек учета.

Программный комплекс RDM изначально разрабатывался именно для систем учета розничных рынков электроэнергии.

В процессе реализации проекта АСКУЭ РРЭ ОАО «РЖД», программный комплекс верхнего уровня RDM был оптимизирован для хранения и обработки больших объемов информации и получил оптимальную, легко масштабируемую и удобную в эксплуатации структуру. По учету электроэнергии ПО используется для построения АСКУЭ в соответствии с требованиями розничного рынка электроэнергии. Существуют варианты конфигурации ПО для различных групп заказчиков (сетевые, сбытовые компании, ЖКХ, администрации) с учетом функциональных потребностей. Предусмотрена возможность коммерческого и технического учета не только электроэнергии, но и других ресурсов (газ, тепло, вода) как промышленных, так и бытовых потребителей.

Данный набор функций соответствует самым передовым мировым разработкам в сфере программного обеспечения систем Smart Metering.

ПО поддерживает оборудование различных производителей, этот перечень постоянно расширяется – в RDM изначально заложены возможности адаптации под различные системы и приборы учета [2].

Благодаря данной системе, пользователь (поставщик электроэнергии) имеет возможность осуществлять сбор профилей по точкам учета или группам таких точек с заданным интервалом времени по любым измеряемым прибором учета величинам (нагрузка, частота, напряжение, фазные углы, токи и др.). Пользователь просматривает диагностические данные для анализа различных параметров, в том числе, и параметров качества электроэнергии. В системе отображается регистрация событий приборов учета, в том числе, прямо или косвенно свидетельствующих о фактах несанкционированного доступа и возможных хищениях. Специально для реализации проектов АСКУЭ РРЭ в RDM предусмотрены возможности отправки массовых команд на любое количество приборов учета и мониторинга их выполнения в режиме реального времени.

В системе RDM предусмотрен мониторинг внештатных событий, их анализ и обработка. Все события могут быть классифицированы по важности в соответствии с правилами и требованиями самого пользователя. Система осуществляет мониторинг срочных событий и предупреждений, дает

возможность их обработки оператором системы. При работе с событиями системы предусмотрена возможность быстрого анализа причин внештатных ситуаций, в том числе, ситуаций прямо или косвенно свидетельствующих о несанкционированном доступе. Оперативность в таких случаях является ключевым критерием для предотвращения нежелательных последствий.

Немаловажным являются функциональные особенности RDM по обеспечению безопасности. В системе предусмотрена возможность настройки администратором соответствующих ограничений доступа для различных групп пользователей. Автоматизация всех процессов позволяет минимизировать влияние «человеческого» фактора.

За последнее время специалистами «Инженерного центра «Энергоаудиоконтроль» была проведена доработка функциональных возможностей ПО в рамках развития системы. Например, появилась возможность управления договорами и контрагентами, расчета агрегированных данных по потреблению электроэнергии, разработаны web-версия диспетчера и web-кабинет абонента, что позволит пользователям работать в системе, используя обычный web-браузер. В 2012 г. запланировано дальнейшее развитие программного комплекса RDM для внедрения в проектах АСКУЭ как розничного, так и оптового рынков электроэнергии, а также адаптация системы для зарубежных стран, в том числе ЕС. Перед разработчиком программного комплекса открываются возможности развертывания ПО RDM за рубежом и получения международного опыта работы в странах, где идет или готовится внедрение масштабных интеллектуальных систем учета энергоресурсов [2].

В заключение стоит отметить, что RDM – лишь один из успешных примеров российских инновационных разработок. Развитие российской экономики невозможно без подобных интеллектуальных прорывов, вобравших в себя не только передовой опыт российских и зарубежных технологий, но и адаптированных под существующие и перспективные российские условия и требования законодательства, к которым, как правило, не приспособлены зарубежные аналоги.

Что касается непосредственно сферы энергетики и, в частности, Smart Metering, то потенциал российских разработчиков позволяет в полном объеме осуществить внедрение интеллектуальных систем учета энергоресурсов в соответствии со всеми требованиями мировых стандартов.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Проводимая в России политика в области развития интеллектуальных энергосистем с активно-адаптивной сетью должна предусматривать внедрение интеллектуальных приборов учета бытовых потребителей.
- Переход на интеллектуальные приборы учета приведет к созданию системы контроля состояния сети и лучшей прогнозируемости потребления.
- В случае отказа от внедрения Smart Metering Россия технологически может отстать от мирового сообщества и увеличить свои риски в экономическом аспекте (в силу активного развития концепции Smart Grid, которая базируется на Smart Metering, в развитых странах).
- Технологии Smart Metering доступны и могут быть применены повсеместно, имеют ряд неоспоримых преимуществ перед традиционными, не имеющими интеллектуальной составляющей, приборами учета.
- Системы Smart Metering являются базовым звеном в решении задач повышения энергоэффективности и энергосбережения.

#### **Библиографический список:**

1. Стефановская О.М., Чемезов А.В. Информационная безопасность в электроэнергетике. основные факторы развития и функционирования // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни: материалы III межвузовской студенческой науч.-практ. конф. с междунар. участием. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2017. С. 360–363.
2. Суслов К.В., Конюхов В.Ю., Субанова Н.В. Экономика и электроэнергетика две вершины развития России: материалы II межвузовской студенческой науч.-практ. конф. с междунар. участием «Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни» Иркутск: ИРНИТУ, 2017. С. 76–81.
3. Портал и журнал о новых решениях в учёте энергоресурсов (Электронный ресурс). Режим доступа: [www.smartmetering.ru](http://www.smartmetering.ru)
4. Журнал Control Engineering Россия (Электронный ресурс). Режим доступа: [www.controlengrussia.com](http://www.controlengrussia.com)
5. Журнал «Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика» (АВОК) (Электронный ресурс). Режим доступа: [www.abok.ru](http://www.abok.ru)
6. Справочная правовая система Консультант Плюс (Электронный ресурс). Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)