

6. Паспорта городов и районов Амур. обл. 2015 / Офиц. сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Амурской области: Амурстат. – URL: <https://amurstat.gks.ru/statistic> (дата обращения 12.08.2016).

7. Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Амурской области на период с 2010 по 2014 годы: от 30.08.2010 № 471 / Официальный сайт правительства Амурской области. – URL: <http://www.amurobl.ru>. (дата обращения: 02.04.2011).

8. Схема и программа развития электроэнергетики Амурской области на период 2015-2019 годов / СПб., 2015. – 159 с. – URL: <https://www.amurobl.ru/pages/ekonomika/ekonomika-promyshlennoe-proizvodstvo/toplivno-energeticheskiy-kompleks/skhema-i-programma-razvitiya-elektroenergetiki-amurskoj-oblasti/skhema-i-programma-razvitiya-elektroenergetiki-amurskoj-oblasti-na-period-2015-2019-godov/> (дата обращения: 17.10.2018).

9. Козлов, А.Н. Картографическая оценка современного состояния топливно-энергетического комплекса Амурской области / А.Н. Козлов, Т.А. Мирошниченко, Е.Ю. Сидоров // Вестник АмГУ. Серия «Естественные и экономические науки». – 2020. – № 91. – С. 42-51.

УДК 621.31

Савина Наталья Викторовна

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: nataly-savina@mail.ru

Savina Natalia Viktorovna

Amur State University,

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: nataly-savina@mail.ru

Гамолин Владимир Александрович

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: atito.blg@gmail.ru

Gamolin Vladimir Alexandrovich

Amur State University,

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: atito.blg@gmail.ru

Мясоедова Лариса Анатольевна

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: lo.myasoedova@gmail.com

Myasoedova Larisa Anatolievna

Amur State University,

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: lo.myasoedova@gmail.com

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ
СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**INTELLECTUALIZATION OF ELECTRICITY METERING AS A TOOL
TO REDUCE ELECTRIC POWER LOSSES**

Аннотация. Учитывая постоянно возрастающую стоимость электрической энергии, минимизация потерь электроэнергии представляет собой одну из основных задач для электросе-

тевых комплексов. В работе рассматриваются особенности интеллектуализации учета электроэнергии и эффект от внедрения систем интеллектуального учета в части снижения потерь электроэнергии.

Abstract. Given the ever-increasing cost of electrical energy, minimizing of power losses is one of the main tasks for the electric grid systems. In this paper, we consider the features of intellectualization of electricity metering and the effect of the introduction of smart metering systems in terms of reduction of power losses.

Ключевые слова: потери электроэнергии, интеллектуальные системы учета, приборы учета, снижение потерь электроэнергии, интеллектуальная электроэнергетическая система.

Key words: power losses, smart metering, electricity meters, reduction of power losses, smart grid.

DOI: 10.22250/jasu.93.11

Учет выработанной и израсходованной электроэнергии является важной частью хозяйственной деятельности любого предприятия или промышленного центра и отражает эффективность использования электроэнергии в электрических сетях.

Один из важных критериев эффективности топливно-энергетического комплекса (ТЭК) – отношение количества выработанной электроэнергии к потребленной, а также уровень потерь электроэнергии в сетях при ее передаче потребителям. В настоящее время наблюдается рост абсолютных и относительных потерь электроэнергии в энергоснабжающих организациях, что в свою очередь приводит к значительным финансовым убыткам. Основой сетевого бизнеса, как и любого бизнеса, является увеличение прибыли сетевой компании. Увеличивать прибыль по территориям, где превалирующую долю потребителей составляет население, можно лишь сокращая потери электроэнергии в электрических сетях. Эта проблема не только не утратила актуальности, но и стала одной из важных задач обеспечения финансовой стабильности сетевых распределительных компаний [8].

Решение данной задачи возможно лишь путем управления уровнем потерь электроэнергии, базирующегося на точной информации по отпущенной и потребленной электроэнергии. От того, насколько точным будет учет электроэнергии, зависит эффективность принимаемых управляющих воздействий не только по снижению величины потерь электроэнергии, но и энергоэффективности и надежности функционирования электрических сетей.

Одним из наиболее эффективных мероприятий в таком случае является модернизация системы учета электроэнергии на принципиально иной основе, которая напрямую влияет на качество измерения отпущенной электроэнергии и снижение составляющей сверхнормативных потерь.

Текущее состояние учета электроэнергии в Российской Федерации, несмотря на высокую оснащенность потребителей соответствующими приборами (более 97%), не позволяет достоверно определять объемы взаимных обязательств между участниками рынков электроэнергии. В настоящее время в России насчитывается порядка 80 млн. точек учета потребления электроэнергии. При этом в эксплуатации находится более 300 видов приборов учета различных поколений и производителей, однако на данный момент лишь около 10% из них [6] отвечают современным требованиям к интеллектуальному учету электроэнергии.

В связи с образованием новых границ точек поставки электроэнергии наблюдается рост сверхнормативных потерь, обусловленных плохой организацией учета электроэнергии в их границах, морально устаревшим парком средств учета электроэнергии, не соответствующим задачам современной эксплуатации. Около 50% коммерческих потерь – результат несовершенства и погрешностей систем учета электроэнергии. Даже при отсутствии хищений наблюдаются значительные небалансы электроэнергии по всем структурам электроэнергетического рынка.

В современных условиях изменились требования к учету электроэнергии: количество точек учета в сети должно обеспечивать ее наблюдаемость; необходимы одновременность и такая точность учета, которая обеспечивает достоверность определения отпущенной и потребленной электроэнергии, должна быть эффективность принимаемых решений по управлению уровнем потерь, возможность определения и обеспечения электроэнергетических балансов активной и реактивной мощности по результатам измерения; должна существовать прямая и обратная связь с технологическим процессом производства, транспорта и потребления электроэнергии.

Правильная организация учета электроэнергии важна потому, что ее производство, передача, распределение и потребление практически совпадают во времени и допущенная ошибка в учете электроэнергии не поддается исправлению методом повторного учета. Именно поэтому все установки, вырабатывающие, передающие, распределяющие и потребляющие электроэнергию, оборудуются соответствующими приборами учета. В связи с чем возрастает значимость совершенствования существующей системы учета электроэнергии во всех объектах электроэнергетики.

Очевидно, что цели и задачи учета базируются на балансах активной и реактивной энергии, причем не только по структурным подразделениям, но и по подстанциям, секциям и системам шин. Системный анализ небалансов электроэнергии в условиях эксплуатации позволил выявить основные проблемы учета, решение которых требует принципиально иного по сравнению с нынешним подхода к его организации. К ним относятся: низкая степень автоматизации учета электроэнергии, что приводит к неодновременности учета, ошибкам при снятии показаний приборов; значительный моральный и физический износ элементов измерительного комплекса; несоответствие точек установки приборов коммерческого учета точкам поставки электроэнергии; несоответствие условий эксплуатации приборов учета нормативным требованиям; только фиксация отпущенной и (или) потребленной электроэнергии, тогда как для эксплуатации требуется более широкий спектр информации, получаемой с помощью учета электроэнергии.

До недавнего времени наиболее распространенными были индукционные счетчики электрической энергии. Однако в них имеется ряд недостатков, основными из которых являются невысокая точность и механические рабочие элементы конструкции, изнашивающиеся в процессе работы, и со временем точность измерений ухудшается. Кроме того, эти счетчики недоучитывают или переучитывают электроэнергию.

В настоящее время индукционные счетчики электрической энергии заменяются электронными, с более высокой точностью измерений и без механических рабочих элементов. В большинстве случаев в них используются жидкокристаллические индикаторы. Кроме того, электронные счетчики не позволяют использовать неучтенную энергию. Имеются модификации многотарифных счетчиков, которые стимулируют потребление электроэнергии в ночное время, тем самым улучшая график электрической нагрузки в электроэнергетической системе. Современные счетчики строятся на базе микропроцессоров с цифровыми выходами и возможностью работы с компьютером.

Автоматизация учета электроэнергии осуществляется с помощью автоматизированных систем контроля и учета электропотребления (АСКУЭ), направленных на обеспечение контроля работы всего энергетического оборудования, а также на комплексный и одновременно технический учет электроэнергии. Данная система разработана для промышленных предприятий, электростанций и снабжающих электроэнергией организаций. В основе данной системы лежит связь счетчика-коммуникатора с другими подключенными к нему счетчиками, а также непосредственно с центральным управляющим сервером, который принимает всю информацию, идущую от счетчиков. Достоинство системы – то, что счетчик-коммуникатор заменил собой многие устройства, используемые до этого.

Следующим этапом в развитии автоматизации учета электроэнергии стало создание автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС

КУЭ), предназначенной для автоматизации учета и контроля потоков электроэнергии и мощности. Суть ее действия заключается в том, что информация о почасовом потреблении поступает от счетчиков на устройства сбора и передачи данных, там обрабатывается, хранится и в дальнейшем передается в центры сбора и обработки информации, где обеспечиваются составление отчетов за потребленную или отпущенную электроэнергию (мощность), анализ и построение прогнозов по потреблению (генерации), анализ стоимостных показателей и, наконец, расчеты за электрическую энергию [3].

Стратегический путь совершенствования системы учета электроэнергии – подключение к АИИС КУЭ интеллектуальных функций управления электропотреблением, повышение надежности сети за счет создания активного потребителя и интеграции систем интеллектуального учета (Smart metering).

Система интеллектуального учета электроэнергии является базовым компонентом концепции интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС). Интеллектуальная электроэнергетическая система – это автоматизированная система, самостоятельно отслеживающая и распределяющая потоки электроэнергии для достижения максимальной эффективности ее использования [4]. Современный учет электроэнергии не удовлетворяет требованиям ИЭС ААС.

При внедрении технологий ИЭС ААС происходит объединение сетей, потребителей и производителей электроэнергии в единую структуру, которая в режиме онлайн позволяет автоматически управлять всеми рабочими процессами и контролировать их. Интеллектуальная сеть обязывает не только применять новые цифровые технологии, многотарифные счетчики в учете электроэнергии, но и обеспечивать прозрачность процессов производства, передачи, распределения и потребления энергии. При этом обязательна двусторонняя связь с потребителем. Этим условиям отвечает система интеллектуального учета электроэнергии (Smart metering).

Интеллектуальный учет – современные, основанные на актуальных научно-технических достижениях комплексы аппаратных и программных средств, обеспечивающие на качественно новом уровне надежность измерения энергетических ресурсов, контроль и управление их поставкой, транспортировкой и потреблением, автоматизированную обработку информации о потреблении ресурсов. Интеллектуальный учет электроэнергии предусматривает в том числе установку интеллектуальных приборов учета на стороне потребителя. Таким образом, обеспечиваются регулярный опрос, сбор, обработка данных, предоставление информации о потреблении энергоресурсов, а также возможность автоматического и удаленного управления.

При создании систем Smart metering целесообразно формирование нескольких уровней:

верхний уровень, в основе которого лежит MDM (Meter Data Management) система, обеспечивающая комплексное управление инфраструктурой, включая дистанционный сбор, хранение, обработку данных результатов измерений, управление нагрузкой потребителя, мониторинг состояния элементов системы и др.;

средний уровень – коммуникационная среда, обеспечивающая безопасный и защищенный обмен данными между верхним и нижним уровнями системы;

нижний уровень – установленные на стороне потребителя интеллектуальные приборы учета.

Отличительной особенностью систем интеллектуального учета является не только повышение точности учета, но и расширение функций учета, позволяющее повысить эффективность снижения потерь: обеспечение достоверного измерения потребляемых энергоресурсов; автоматизированная и оперативная обработка, передача и представление об объеме потребления; контроль режима потребления; возможность сведения баланса по группам счетчиков и сопоставления данных с целью выявить факты несанкционированного потребления; получение информации о фактических потерях электроэнергии; возможность удаленно ограничивать или отключать энергопотребление; оценка эффективности мероприятий, направленных на энергосбережение; управление потоками мощности [10].

Применение таких систем позволит в значительной степени снизить потери электроэнергии, не связанные с технологическим процессом ее передачи, снизить операционные затраты территориальных сетевых организаций, гарантирующих поставщиков, обеспечить адресное воздействие на неплательщиков за поставленную электроэнергию, а также повысить наблюдаемость электросетевого комплекса. Метрологические потери будут обусловлены только классами точности измерительных комплексов интеллектуального учета, все остальные их составляющие будут ничтожно малы. Прогнозные расчеты показывают, что их величина сократится не менее чем вдвое.

Кроме того, интеллектуальный учет электроэнергии позволит упорядочить систему учета для определения коммерческих показателей в отношении определения обязательств и требований оплаты услуг по транспорту электроэнергии, гармонизировать собственные интересы и интересы смежных субъектов оптового и розничного рынков энергии и мощности в рамках существующей системы взаимодействий и возможной системы взаимодействий при переходе на платформу ИЭС ААС [7]. Все эти факторы повысят управляемость уровнем потерь электроэнергии и обеспечат их снижение до оптимальной величины.

Можно выделить наиболее значимые эффекты от перехода на интеллектуальный учет электроэнергии. Это снижение потерь электроэнергии, снижение стоимости потребленной электроэнергии за счет использования различных тарифов; снижение затрат на развитие интеллектуальной сети благодаря использованию инфраструктуры интеллектуального учета, поскольку его функциональные характеристики не только решают задачи учета, но и поддерживают ряд технологий интеллектуальной сети – таких как управление спросом в реальном времени, автоматизация распределения электроэнергии, сокращение времени отключений потребителя путем гибкой реконфигурации электрической сети.

Создание системы интеллектуального учета предусматривает вовлечение в нее всех субъектов рынка электроэнергии. Отсюда можно выделить факторы, напрямую или косвенно влияющие на величину потерь для различных участников рынка. У генерирующих компаний при переходе на интеллектуальный учет ожидается сглаживание пиков энергопотребления и потенциальное снижение объема ввода генерирующих мощностей; у сетевых – снижение технологических и коммерческих потерь, обеспечение энергобалансов с высокой точностью, противодействие искаженным показаниям и попыткам неучтенного потребления, контроль и защита от хищений. Кроме того, интеллектуальный учет станет платформой для перевода электрических сетей в активно-адаптивные. У энергосбытовых компаний будет обеспечен автоматизированный сбор данных, удаленное ограничение мощности в случае задолженности, удаленное отключение абонентов, планирование закупок на оптовом рынке, стимулирование электронных расчетов, снижение агентской комиссии за оплату, повышение платежной дисциплины. Для управляющих компаний, ЖКХ будет обеспечен удаленный автоматизированный доступ к данным о потреблении электроэнергии, инструментарий для проведения расчетов и обеспечения высокой точности финансово-экономического планирования. Потребители получают возможность контролировать качество электроэнергии, личный интернет-кабинет, экономию электроэнергии, снижение оплаты за ее потребление за счет дифференцированных тарифов, возможность самостоятельно оценивать и регулировать энергопотребление.

Таким образом, все выделенные и проанализированные факторы позволяют сделать вывод, что интеллектуальный учет является весьма эффективным инструментом для снижения потерь электроэнергии для всех участников всех уровней функционирования электроэнергетической системы.

1. Большев, В.Е., Виноградов, А.В. Обзор зарубежных источников по инфраструктуре интеллектуальных счетчиков // Вестник ЮУрГУ. Серия: «Энергетика». – 2018. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnyh-istochnikov-po-infrastrukture-intellektualnyh-schyotchikov>.

2. Волкова, И.О. Интеллектуальная энергетика в России: оценка существующего потенциала развития // ЭКО. – 2016. – № 12 (510). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-energetika-v-rossii-otsenka-suschestvuyuschego-potentsiala-razvitiya>.

3. Зиганшин, А.Г., Михеев, Г.М. Цифровизация системы учета электроэнергии // Вестник ЧГУ. – 2020. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-sistemy-uchyota-elektroenergii>.

4. Логинов, А.Е., Логинов, Е.Л. Переход к интеллектуальной электроэнергетической системе с активно-адаптивной сетью: глобализационное конструирование новых управленческих полей в единой энергетической системе России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2012. – № 33. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-k-intellektualnoy-elektroenergeticheskoy-sisteme-s-aktivno-adaptivnoy-setyu-globalizatsionnoe-konstruirovaniye-novyh>.

5. Мусаев, Т.А., Камалиев, Р.Н., Федоров, О.В., Капанский, А.А. Использование интеллектуальных приборов учета электрической энергии в целях повышения эффективности процесса тарифообразования // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2020. – № 2 (81). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-intellektualnyh-pribov-ucheta-elektricheskoy-energii-v-tselyah-povysheniya-effektivnosti-protssesa>

6. Ремизова, Т.С., Кошелев, Д.Б. Возможности создания и перспективы развития интеллектуальной системы учета электроэнергии в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – № 2 (359). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-sozdaniya-i-perspektivy-razvitiya-intellektualnoy-sistemy-ucheta-elektroenergii-v-rossii>.

7. Савина, Н.В., Вивдыч, А.С. Организация интеллектуального учета электроэнергии при функционировании розничных рынков электроэнергии // Вестник Амурского гос. ун-та. Серия: «Естественные и экономические науки». – 2018. – № 81. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-intellektualnogo-ucheta-elektroenergii-pri-funktsionirovanii-rozничных-rynkov-elektroenergii>.

8. Савина, Н.В., Мясоедов, Ю.В. Системные исследования потерь электроэнергии при функционировании распределительных электрических сетей // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 1 (60). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnye-issledovaniya-poter-elektroenergii-pri-funktsionirovanii-raspredelitelnyh-elektricheskikh-setey>.

9. Федеральный закон от 27.12.2018 № 522-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации».

10. Ховалова, Т.В., Жолнерчик, С.С. Эффекты внедрения интеллектуальных электроэнергетических сетей // СРРМ. – 2018. – № 2 (107). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effekty-vnedreniya-intellektualnyh-elektroenergeticheskikh-setey>

УДК 621.31

Савина Наталья Викторовна

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: nataly-savina@mail.ru

Savina Natalia Viktorovna

Amur State University,

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: nataly-savina@mail.ru

Лисогурский Иван Александрович

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: ivan_2404@mail.ru

Lisogursky Ivan Alexandrovich

Amur State University,

Blagoveshchensk, Russia

e-mail: ivan_2404@mail.ru

Лисогурская Лидия Николаевна

Амурский государственный университет,

г. Благовещенск, Россия

e-mail: kalinichenko-lid@mail.ru