

УДК 621.311.1

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЭТАПЕ ЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Мелюхина М.И., Широков А.А.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь,
e-mail: melyuhina.mariya@gmail.com*

Решение задач повышения энергоэффективности невозможно без учета расходования и потерь электроэнергии на всех стадиях ее передачи и потребления. Несмотря на разработанные государственные программы и очевидную актуальность этой задачи процесс снижения потерь откровенно буксует. В статье рассмотрены проблемы использования объективной информации, получаемой с помощью автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии. Основное внимание уделено процессам обработки информации на уровне диспетчеризации. Проведен анализ функций обработки информации, реализованных российскими автоматизированными системами коммерческого учета. Предложены методики обработки информации с целью оптимизации ее расходования и, соответственно, экономической привлекательности внедрения современных технологий для потребителей в сфере ЖКХ. Даны рекомендации по использованию полученной информации энергосбытовыми компаниями и конечными потребителями. Предложенные подходы могут быть распространены на решение задач эффективного использования других видов энергоресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергопотребление, автоматизированные информационные системы, диспетчерский пульт, анализ данных, АСКУЭ

ELECTRICAL ENERGY SAVING AT THE STAGE OF CONSUMPTION

Melyuhina M.I., Shirokov A.A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: melyuhina.mariya@gmail.com

Solving problems of energy efficiency is impossible without account expenditure and energy losses at all stages of its transmission and consumption. Despite the state programs and the apparent urgency of this problem, the loss reduction process has stalled frankly. The article deals with the problem of the use of objective information obtained through automated systems of commercial electricity metering. The focus is on the processing of information on the dispatch level. Analysis of data processing functions implemented by Russian automated commercial accounting systems is made. Is proposed information processing techniques in order to optimize expenditures and, accordingly, increase the economic attractiveness of the introduction of modern technologies for consumers in the housing sector. Recommendations for the use of the obtained information for the energy supply companies and consumers is formulated. The proposed approach can be extended to meet the challenges of effective use of other types of energy.

Keywords: efficient energy, energy consumption, automated information system, supervisory panel

Повышение энергоэффективности в сфере производства и потребления энергоносителей является одной из самых серьезных задач, стоящих перед страной. По сравнению с индустриально развитыми странами энергоэффективность нашего производства в разы ниже, что сказывается на себестоимости выпускаемой продукции.

Решение задач повышения энергоэффективности должно производиться на всех этапах: от производства энергоресурсов до их потребления. На государственном уровне основное внимание уделяется экономии топлива при выработке энергоресурсов. При условии, что коэффициент полезного действия энергогенерирующего оборудования по разным источникам составляет от 25 до 40%, капитальные вложения на модернизацию оборудования должны дать существенный эффект. В то же время необходимо повышать энергоэффективность и в процессе передачи и потребления электроэнергии.

С каждым годом потребление электроэнергии в стране растет. Так, с 2005 по 2013 гг. потребление увеличилось

на 114119,9 млн кВт.час, с 940702,7 до 1054822,6 млн кВт.час. Потери в электросетях при этом ежегодно составляют более 100000 млн кВт.час или почти 10% от всей произведенной электроэнергии. В рублях сумма составляет более 100 млрд руб. ежегодно [6].

Все эти данные говорят о срочной необходимости внедрения в сферу энергопотребления новых энергосберегающих технологий. При этом, если на промышленных предприятиях используют автоматизированные системы технического и коммерческого учета, то в сфере бытового энергопотребления ни на уровне управляющих компаний, ни на уровне потребителей экономией энергоресурсов практически совсем не занимаются.

Создается впечатление, что единственной заинтересованной стороной в области энергосбережения является верхний уровень государственной власти.

Причинами фактического бойкотирования данных работ со стороны потребителей являются:

– необходимость капитальных вложений на установку специализированного оборудования по сбору и передаче информации об энергопотреблении в квартирах, многоэтажных домах и дальнейшей передачи этой информации на диспетчерские пункты;

– дополнительные расходы и сложность технического обслуживания оборудования;

– отсутствие детальной информации, позволяющей организовать рациональное потребление энергоресурсов и, соответственно, получить экономический эффект.

Вот и получается, что расходы необходимо нести сейчас, а экономический эффект будет неизвестно когда.

Основными стимулами внедрения новых технологий на сегодняшний день являются:

– Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергоэффективности до 2020 года» [3];

– Программа по развитию коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета на период до 2020 года [5].

Вопросами учета электроэнергии на стадии передачи и потребления занимаются достаточно давно. Разработаны и внедрены (в основном на промышленных предприятиях) системы коммерческого учета электропотребления (АСКУЭ). Структура АСКУЭ является практически одинаковой у многих компаний. Пример такой структурной схемы представлен на рисунке.

Структурно систему можно представить состоящей из трех уровней. Первый уровень – это электронные приборы учета (электросчетчики с цифровым выходом). Второй уровень – это подсистема предварительного сбора и передачи данных. Третий уровень представляет собой диспетчерский

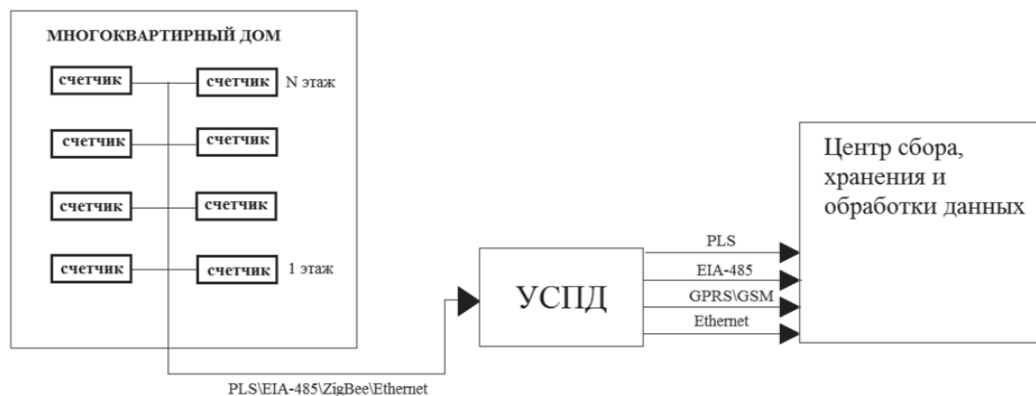
пункт (центр сбора, хранения и обработки данных) [7].

В принципе, уже на втором уровне возможно подключение компьютеров с установленным программным обеспечением, что позволит производить учет потребленной электроэнергии для данного куста с принятием соответствующих решений (например, контроль энергопотребления в многоквартирном доме или коттеджном поселке). Однако отсутствие подготовленного персонала на этом уровне, как правило, не позволяет выполнять подобные работы.

Если оценить состояние внедрения АСКУЭ в сферу ЖКХ, можно сделать следующие выводы.

Плановая замена индукционных счетчиков на электронные с цифровым выходом в квартирах позволяет полностью решить проблемы по снятию и передаче показаний в автоматическом режиме.

Сложнее дело обстоит с передачей показаний на уровень сбора и передачи данных. Специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением энергоучета (УСПД) осуществляют круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных счетчиков, накопление, обработку и передачу этих данных на верхние уровни. Контроллеры сбора данных и соответствующие средства передачи смонтированы в основном в новых домах, имеющих информационную инфраструктуру (системы «умный дом», «интеллектуальное здание» и подобные). В старых домах подобных систем, как правило, нет. Правда, при желании и наличии средств организовать такую инфраструктуру несложно.



Структурная схема АСКУЭ

Если проанализировать подходы к разработке подобных систем в развитых странах, то мы практически не найдем отличий в их и наших системах (на западе они имеют обозначение «AMR systems» (Automatic Meter Reading – система автоматического считывания показаний счетчиков)). На первом уровне устанавливаются электронные счетчики, основными требованиями к которым являются надежность и дешевизна. В настоящее время такие системы созданы, производятся серийно и широко внедряются во многих странах. Мировыми лидерами в этой области надо назвать Германию, Израиль, Италию, Канаду, США и некоторые другие. Следует отметить, что мы существенно отстаем от перечисленных развитых стран.

Наиболее популярным средством передачи информации на первом уровне является технология связи PLC (Power Line Communication – связь по низковольтной сети). Основное достоинство данной технологии состоит в использовании электросети, а значит, нет необходимости в дополнительных монтажных работах. Технические решения, используемые в АСКУЭ на базе PLC-технологии, позволяют:

- сохранить у большинства потребителей дешевые однотарифные электронные счетчики или даже счетчики индукционной системы, оборудовав их электронными приставками формирования цифрового кода с передачей данных от них по силовой сети в групповые устройства сбора данных;

- внедрять у каждого потребителя любые тарифные системы, изменяя только программное обеспечение в устройстве сбора данных, без выполнения дополнительных монтажных работ и замены счетчиков;

- списывать показания счетчиков по многоквартирному дому за несколько секунд дистанционно – не входя в помещения, где они установлены. При этом сами контролеры лишаются возможности изменять показания счетчиков;

- считывать показания счетчиков с необходимой частотой, получая при этом графики потребления электрической энергии за любой период;

- выполнять синхронизацию получения информации, что необходимо для решения целого ряда аналитических задач;

- выявлять хищения электроэнергии, сигнализировать об этом и даже дистанционно отключать неплательщиков.

Системы с передачей информации по силовой сети универсальны и многофункциональны и могут интегрировать в себя другие подсистемы: учета различных видов энергетических ресурсов (тепла, газа,

горячей и холодной воды); управления инженерными системами в доме; системами охранно-пожарной сигнализации. Это только повышает их эффективность и снижает сроки окупаемости.

Весьма перспективным направлением организации передачи данных в местах с высокой концентрацией первичных приборов (счетчиков) является использование технологии ZigBee. Эта технология беспроводной передачи привлекательна тем, что за счет автоматической маршрутизации в рамках сети имеет возможность увеличивать территорию охвата при подключении новых приборов.

Достаточно популярным средством передачи считанных показаний счетчиков как у нас, так и за рубежом является радиосвязь. При этом в последнее время все большее распространение находит использование сотовой связи. Ограничением на ее использование является наличие «мертвых зон» покрытия, хотя это характерно только для сельской местности с небольшим количеством потребителей электроэнергии. Наверное, понятно, что и разворачивать АСКУЭ в таких местах будут в последнюю очередь.

Передача данных от УСПД (второй уровень) на диспетчерский пульт производится с использованием разнообразных технологий, как уже перечисленных, так и технологий компьютерных (проводных и беспроводных) сетей.

Наиболее слабо проработанными вопросами в системе является поддержка аналитических задач, решаемых системой на уровне диспетчерского пункта. А ведь это высший уровень системы, который производит сбор информации с узлов второго уровня, дополнительную их структуризацию, архивирование данных, формирование документов для взаиморасчетов на рынке электроэнергии и решение целого ряда других задач.

Если проанализировать стандартный функционал типовых АСКУЭ, разрабатываемых и применяемых в нашей стране, то это, как правило, решение следующих задач:

1. Автоматический сбор текущих значений передачи и потребления энергоресурсов в различных точках и регистрация их с привязкой ко времени. Частота съема значений зависит от характера решаемых задач.

2. Контроль превышений установленных норм потребления электроэнергии и сигнализация об их превышении.

3. Текущие расчеты суммарного потребления энергоресурсов по отдельным

потребителям и системе в целом, расчеты балансов получаемой и отпускаемой энергии.

4. Подготовка и вывод отчетов о расходовании энергоресурсов за заданный интервал времени: за сутки, неделю, месяц и т.п.

5. Подбор и визуализация сравнительных данных для анализа изменения ситуации после проведения мероприятий по энергосбережению [8].

Некоторые системы дополнительно решают задачи контроля работоспособности оборудования, безопасности и некоторые другие, что является, конечно, важным, но непосредственно проблемы повышения энергоэффективности не выполняют.

С нашей точки зрения, потребителями информации АСКУЭ могут быть, с одной стороны, персонал энергосбытовых компаний, сетевые компании и, с другой стороны, работники управляющих компаний, ТСЖ и конечные потребители.

Для работников энергосбытовых и сетевых организаций наиболее важными функциями являются учёт потерь энергии в трансформаторах и линиях электропередачи. Также анализ данных, предоставляемых АСКУЭ, полезен для определения перегруженных участков электросети и принятия решения об увеличении их пропускной способности. Система может быть использована энергосбытом не только для автоматизации выставления потребителям счетов за пользование электроэнергией, но и для предотвращения возможных конфликтов. Так как АСКУЭ может предоставлять одни и те же учётные данные энергосбыту и потребителю одновременно, разногласия можно устранить до их перехода в конфликт [2].

Для специалистов управляющих компаний и ТСЖ необходимой информацией являются:

- данные коммерческого учёта потребления (отпуска) электроэнергии по каждой точке (группе) учёта на заданных коммерческих интервалах;

- параметры электроэнергии (токов, напряжений, $\cos \varphi$, частоты) на заданном интервале опроса;

- вывод расчётных параметров на терминал и/или на устройство печати по требованию оператора;

- информация о неисправности оборудования;

- график нагрузок в течение суток с возможностью применения организационных мер по выравниванию данного графика;

- данные о технических и коммерческих потерях электроэнергии;

- данные точек несанкционированного отбора электроэнергии;

- тариф потребителя;

- архив данных;

- статистические данные [1, 4].

Перечень этой информации не является исчерпывающим. Как и в других информационных системах, по мере появления новых задач и методик рационального энергопотребления потребуются и дополнительная информация, и новые средства ее обработки. В частности, целесообразно увязать данные процессы с учетом и эффективным использованием тепла и воды.

Развитие процессов рационального энергопотребления целесообразно с использованием методологии MES-систем (аналогом является русская аббревиатура АСОУП) – система сбора, передачи, обработки и отображения информации о производственных процессах в реальном времени, направленная на обеспечение автоматизации производства).

Развитие системы АСКУЭ с позиции аналитики позволит научить пользоваться информацией заинтересованных лиц, что приведет к решению главной задачи – эффективному и рациональному энергопотреблению.

Список литературы

1. Автоматизированные системы учета электроэнергии (АИИС ТУЭ/АИИС КУЭ) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.krug2000.ru/> (дата обращения: 01.02.2016).

2. Внедрение системы АИИС КУЭ [Электронный ресурс]. URL: http://centrenergosbyt.ru/srv_aais.shtml (дата обращения: 01.02.2016).

3. Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» (утв. постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 321) / Министерство энергетики РФ, 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/95/86/83/321.pdf> (дата обращения: 01.02.2016).

4. «Народное АСКУЭ» – востребованная система для сферы ЖКХ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energomera.ru/> (дата обращения: 01.02.2016).

5. Программа по развитию коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета на период до 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 01.02.2016).

6. Снижение уровня потерь электрической энергии в сетях [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBinet.cgi?pl=9420007> (дата обращения: 01.02.2016).

7. Широков А.А., Кычкин А.В., Ключкин А.А. Автоматизация энергоучета жилищно-коммунального хозяйства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – Пермь, 2014. – № 12. – С. 78–86.

8. Энергосбережение и энергоучет в электрических сетях [Электронный ресурс]. URL: <http://www.industrialauto.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=4html> (дата обращения: 01.02.2016).

References

1. Avtomatizirovannye sistemy ucheta jelektrojenergii (AIIS TUJe/AIIS KUJe) [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.krug2000.ru/> (data obrashhenija: 01.02.2016).
2. Vnedrenie sistemy AIIS KUJe [Jelektronnyj resurs]. URL: http://centrenergosbyt.ru/srv_aiis.shtml (data obrashhenija: 01.02.2016).
3. Gosudarstvennaja programma Rossijskoj Federacii «Jenergojeffektivnost i razvitie jenergetiki» (utv. postanovleniem Pravitelstva RF ot 15 aprelja 2014 g. no. 321) / Ministerstvo jenergetiki RF, 2014 [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/95/86/83/321.pdf> (data obrashhenija: 01.02.2016).
4. «Narodnoe ASKUJe» vobrebovannaja sistema dlja sfery ZhKH [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.energomera.ru/> (data obrashhenija: 01.02.2016).
5. Programma po razvitiju kommercheskogo ucheta jelektrojenergii na osnove tehnologij intellektualnogo ucheta na period do 2020 goda [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://pravo.gov.ru> (data obrashhenija: 01.02.2016).
6. Snizhenie urovnja poter jelektricheskoi jenerгии v setjah [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBinet.cgi?pl=9420007> (data obrashhenija: 01.02.2016).
7. Shirokov A.A., Kychkin A.V., Kljukin A.A. Avtomatizacija jenergoucheta zhilishhno-kommunalnogo hozjajstva // Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija. Perm, 2014. no. 12. pp. 78–86.
8. Jenergosberezhenie i jenergouchet v jelektricheskikh setjah [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.industrialauto.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=4html> (data obrashhenija: 01.02.2016).