

УДК 621.3

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОМ СЕКТОРЕ

*Т.Н. Астахова, С.В. Кривоногов*

Даны основные положения применения АИИС КУЭ в сфере коммунально-бытового сектора. Предложена оригинальная система учета коммерческого потребления электроэнергии.

*Ключевые слова:* АИИС КУЭ; автоматизация; учет электроэнергии; информационная система; эффективность передачи электроэнергии.

THE THEORETICAL RATIONALE FOR THE USE OF THE AUTOMATED  
CONTROL SYSTEMS OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE DOMESTIC SECTOR

*T.N. Astahova, S.V. Krivonogov*

This article gives the basic provisions of the application of AMR in the domestic sector, proposed its own system to record electricity consumption in the domestic sector.

*Keywords:* AMR; automation; electricity; accounting; information systems; efficiency of power transmission.

Отечественный рынок по производству электротехнических приборов предлагает множество различного рода автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). Современные АИИС КУЭ должны соответствовать требованиям Положения об организации коммерческого учета электроэнергии и мощности на оптовом рынке и обеспечить выполнение следующих функций [1, с. 54]:

- автоматизацию сбора, обработки и хранения информации о потреблении электроэнергии, исключающую возможность ошибок, связанных с человеческим фактором;
- контроль графика нагрузок в течение суток с возможностью применения организационных мер по выравниванию данного графика;
- расчет технических и коммерческих потерь электроэнергии;
- быстрое и достоверное определение точек несанкционированного отбора электроэнергии;
- автоматизацию энергосбытовой деятельности из центров обработки информации;
- возможность выхода на оптовый рынок электроэнергии.

Основными функциями АИИС в коммунально-бытовом секторе являются:

- замена необходимости систематического снятия потребителями показаний с отсчетных устройств счетчиков современной технологией дистанционного автоматизированного сбора показаний на базе электронных счетчиков;
- оперативное выявление потерь и безучетного потребления электроэнергии для принятия мер по их предотвращению и экономии электроэнергии в ЖКХ;
- непрерывный технологический контроль работы всех средств учета, обеспечение достоверности данных учета.

Повышение эффективности передачи и снижение затрат является одной из основных целей любой компании, имеющей на своем балансе электросетевое оборудование и оказывающей услуги по передаче электрической энергии. Согласно [1, с. 56], энергетическая эффективность – это характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю. Однако в отношении электросетевой компании эффективность деятельности работы оценивается и другими факторами [2, с. 11–12].

Основные критерии оценки эффективности передачи электроэнергии:

1. Надежность электроснабжения потребителей:

а) средняя длительность перерывов электроснабжения;

б) среднее время восстановления в случае отказа;

в) частота отключений.

2. Экономичность передачи электрической энергии (энергетическая эффективность):

а) уровень относительных потерь электроэнергии (отношение абсолютных потерь к отпуску в сеть).

Основные математические условия оценки эффективности передачи электроэнергии описываются с помощью уравнений:

$$T_{\text{пер}}(i) \rightarrow \min \quad (1)$$

$$T_{\text{восст}}(i) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$V_{\text{откл}}(i) \rightarrow 0, \quad (3)$$

$$\Delta W_{\%}(i) \rightarrow \Delta W_{\text{н.}\%}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{пер}}(i)$  – функция продолжительности перерывов электроснабжения за период  $i$ ,  $i \in [i_{\text{н}}; i_{\text{к}}]$ ;  $i_{\text{н}}$  – начало рассматриваемого периода,  $i_{\text{к}}$  – конец рассматриваемого периода;  $T_{\text{восст}}(i)$  – функция продолжительности восстановления электроснабжения в случае отказа за период  $i$ ;  $V_{\text{откл}}(i)$  – функция частоты отключений за рассматриваемый период  $i$ ;  $\Delta W_{\%}(i)$  – функция величины потерь (в %) электроэнергии за рассматриваемый период;  $\Delta W_{\%}$  – величина нормативных потерь электроэнергии в рассматриваемом электросетевом комплексе [2, с. 11–12].

Одним из системных элементов активно-адаптивной сети является автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ). АИИС КУЭ – это комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение и обработку информации об энергетических потоках в электросетях. Задача системы состоит в точном измерении количества потребленной или переданной энергии с учетом заданных параметров и тарифов, а также в автоматическом приведении технологических данных в удобную для анализа форму. Экономический эффект от внедрения системы АИИС КУЭ заключается в постоянном точном измерении параметров поставки (потребления) энергоресурсов; контроле энергопотребления в заданных временных интервалах; сигнализации о выходе контролируемых величин из допустимого диапазона значений [2, с. 11–12].

Внедрение АИИС КУЭ в коммунально-бытовом секторе позволяет:

- осуществлять контроль значений напряжения и мощности в точках поставки электрической энергии конечным потребителям;

- производить удаленный съем показаний приборов учета, что увеличивает точность, исключает такую составляющую коммерческих потерь электроэнергии, как неодновременность снятия показаний, снижает затраты сетевой компании на организацию визуального снятия показаний;
- свести к минимуму случаи возникновения разногласий с энергосбытовой организацией, поскольку верность предоставления данных по полезному отпуску электроэнергии посредством АИИС КУЭ не вызывает сомнений;
- исключить случаи непопадания контролера сетевой организации к потребителю вследствие нежелания или отсутствия последнего;
- контролировать величины потребления (передачи) электроэнергии и ее характеристики;
- представлять данные в графической форме, проводить анализ электропотребления и обнаруживать очаги потерь.

Системы управления АИИС КУЭ в виде программного обеспечения в настоящее время не учитывают все потребности потребителей. При применении данных систем в коммунально-бытовом секторе постоянно возникают вопросы о дополнительных функциях – таких как расчёт общих показателей по затратам электроэнергии, законодательной базы знаний, основных показателей энергосберегающих мероприятий [3, с. 23–29].

Для разработки программного обеспечения выбраны следующие задачи, позволяющие корректно выстроить алгоритм работы программы:

1. Унифицировать и автоматизировать процесс сбора, накопления и анализа показателей потребления электроэнергии объектами коммунально-бытового хозяйства.
2. Организовать информационно-методическую поддержку ДУКов и ТСЖ в планировании, реализации мероприятий и программ повышения эффективности потребления электроэнергии.
3. Выявить очаги бездоговорного и нерационального потребления электроэнергии.

В результате работы программы коммунально-бытовые потребители будут получать:

- 1) квитанции для оплаты электроэнергии собственниками жилых помещений;
- 2) расчет и последующее распределение ОДН между собственниками жилых помещений;
- 3) расчет фактических небалансов электроэнергии;
- 4) расчет эффекта от внедрения энергосберегающих мероприятий;
- 5) выявление очагов бездоговорного и безучетного потребления.

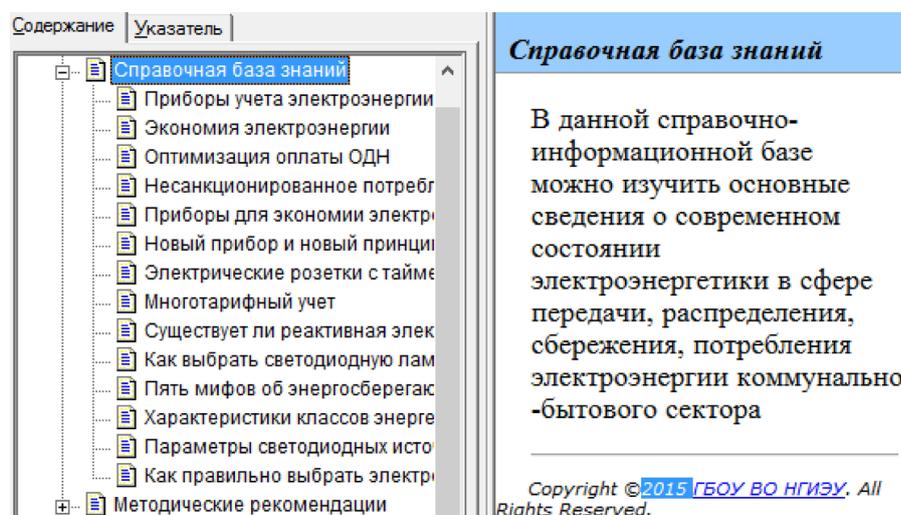


Рисунок 1 – Справочная база знаний

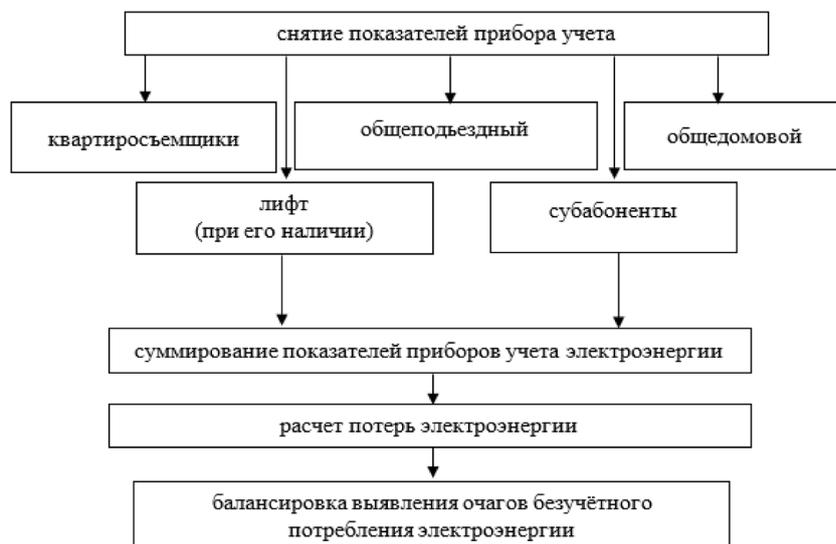


Рисунок 2 – Алгоритм работы программного обеспечения

Для информационно-нормативного обеспечения программы разработаны различные методические указания, в том числе:

1. Методика мониторинга потребления электроэнергии в коммунально-бытовом секторе.
2. Методика анализа эффективности потребления электроэнергии на ОДН.
3. Методика анализа балансов электроэнергии и выявления очагов безучетного и бездоговорного потребления электроэнергии.
4. Справочно-нормативная база энергосбережения (Законы РФ, ГОСТы, СНиПы, нормативно-правовые акты по энергоаудиту и энергосбереже-

нию федеральных органов власти).

5. Справочная база знаний (удельные расходы энергоносителей зданиями и сооружениями, характеристики приборов учета расхода энергоносителей, характеристики современного энергосберегающего оборудования в системах теплоснабжения, электроснабжения и водоснабжения, примеры реализации энергосберегающих мероприятий и т. п.) представлены на рисунке 1.

Дополнительным функционалом предлагаемой программы является инструкция, включающая в себя мероприятия по предотвращению двойной оплаты потерь электроэнергии для потребителей

Главное окно

Показания общедомовых счетчиков Показания квартирных счетчиков Показания счетчиков субабонентов Показания подъездных счетчиков Показания лифтовых счетчиков Показания счетчиков для подсобных помещений

Фамилия:  Квартира:  Очистить  Фильтровать

Фамилия	Номер лицевого счета	Расчетный период	Адрес	Номер квартиры	Количество зарегистрированных лиц	Значение повышающего коэффициента "Д"	Размер социальной нормы потребления электрической энергии (мощности)	Всего	Одноставочный тариф. В пределах социальной нормы потребления электрической энергии (мощности)	Одноставочный тариф. Сверх социальной нормы потребления электрической энергии (мощности)	Дневная предельная норма потребления электрической энергии (мощности)
1	2	3/2016	Ленина, 3	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3/2016	Ленина, 3	3	4	5	6	7	8	9	0

Рисунок 3 – Главное окно программы

Добавление данных

Улица:  Дом:  Месяц:

Номер счетчика	Предыдущее показание	Текущее показание	Разность показаний	Тариф, руб/кВт*ч	Сумма, руб
87899741258	2022	2158	136	4,65	632,4

Рисунок 4 – Обработка данных потребителей электроэнергии для общедомовых нужд

ЖКХ, имеющих на своем балансе участки питающей сети. Реализация предлагаемых мероприятий в области разграничения ответственности за электрические сети будет способствовать повышению надежности и снижению времени перерывов электроснабжения коммунально-бытовых потребителей.

В приложении представлена база данных потребителей электроэнергии каждого дома, которая будет заполняться либо вручную по каждому жилому дому, либо данные будут получаться уже с существующей базы данных ЖКХ или ТСЖ. Программа через определенный промежуток времени будет автоматически обрабатывать показания узлов учета электроэнергии на уровне квартирного, подъездного, общедомового счетчика, полученных с АИИС КУЭ.

В системе предусмотрено автоматическое выставление счета потребителям электроэнергии с учётом ОДН, что не представляют другие аналогичные программы. В программе заложен алгоритм, позволяющий учитывать потери электроэнергии при её передаче, что позволит избежать лишних оплат электроэнергии. При помощи балансировки потреблённой электроэнергии по разным узлам учета можно выявлять очаги безучётного потребления электроэнергии. В программе учтены все услуги по оплате, распределению и потреблению электрической энергии, что является большим конкурентным преимуществом [4, с. 33–36]. Также представлен отдельный расчет электроэнергии на общедомовые нужды по субабонентам, жильцам, освещению лестничных клеток, лифтов, подвалов, и лифтов. При использовании данной программы

ТСЖ в любое время сможет предоставить жильцу данные о потреблении электроэнергии за интересующий его период.

На рисунке 2 представлен алгоритм работы программы, который показывает, как будет проводиться сравнение полученных показателей электроэнергии, и баланс потребленной электроэнергии.

В главном окне разрабатываемого комплекса представлены ОДН, группы потребителей электроэнергии и нормативно – правовая база. На рисунке 3 показано главное окно программы.

Разрабатываемая система эффективности потребления электроэнергии объектами ЖКХ, будет способствовать снижению расходов на оплату электроэнергии.

Преимущества предлагаемого программного обеспечения:

1. Совмещает технические функции с возможностью ведения финансовой отчетности по расчетам электроэнергии.
2. Не требуется установка новой автоматизированной системы учета электроэнергии.
3. Возможность адаптации комплекса в соответствии с поставленной задачей.

При наличии системы автоматизированного учета приложение может производить точный анализ полученных данных и рассчитывать показатели эффективности использования электроэнергии. Дополнительно в нем реализован ряд других функций как по уточнению балансов электроэнергии внутри помещений, так и по анализу полученной информации.

Рисунок 5 – Редактирование показаний

На рисунке 4 представлен пример обработки показаний по общедомовым счетчикам. При получении текущего показания автоматически высчитывается разница показаний и умножается на заранее введенный тариф на оплату электроэнергии; на основании этого расчета получается сумма к оплате за электроэнергию.

После обработки данных и расчёта суммы к оплате, можно провести редактирование показаний, это сделано для случая, если ТСЖ или ДУК неверно отправит показания прибора учета, расчёт также проводится автоматически, как это представлено на рисунке 5.

Таким образом, использование подобных приборов в комплексе с системами учета электроэнергии является не только эффективным средством решения задач непосредственно автоматизации, но и способом реализации энергосберегающих технологий. Применение АИИС КУЭ позволяет значительно снизить коммерческие потери электроэнергии посредством выявления точек учета с небалансами, а также оптимизировать неэффективные режимы нагрузки за счет перехода на одноставочный многотарифный учет электроэнергии.

Разработанный программный комплекс позволит контролировать потребление электроэнергии

потребителями с полным отчётом о потребленной электроэнергии, а также отслеживать хищения электроэнергии с помощью проведения балансировки между узлами учёта.

#### Литература

1. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. М.: НЦ ЭНАС, 2003. 280 с.
2. Лыкин А.В. Мониторинг потерь и потоков энергии в электрических сетях по данным АИИС КУЭ / А.В. Лыкин, М.Л. Тутундаев, А.Г. Фишов // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2010. № 11–12. С. 140–148.
3. Паздерин А.В. Повышение достоверности показаний счетчиков электроэнергии расчетным способом / А.В. Паздерин // Электричество. 1997. № 12. С. 23–29.
4. Вуколов В.Ю. Повышение эффективности передачи электроэнергии в распределительных сетях. Часть 1. / В.Ю. Вуколов, А.Л. Куликов, Б.В. Папков. М.: НТФ «Энергопрогресс». Библиотечка электротехника. 2013. № 11. 72 с.