

УДК 681.03

П.Ф. Буданов, В.С. Лучков, Д.Н. Шалыгин, Т.В. Есина, Е.И. Вольпов

Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ И УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Проведено обоснование требований по выполнению функций приборами учета электроэнергии для измерений напряжения, тока, частоты сети, активной, реактивной и полной мощности по каждой фазе, а также усредненного значения мощности за получасовые периоды и времени измерения. Предложено рассмотрение структуры автоматизированных систем контроля и учёта электроэнергии как по составу входящих в них технических средств, так и по уровням информационных потоков от первичных источников измерения до центра сбора и обработки получаемой информации. Предложено создание модуля (программной части автоматизированной системы учёта и контроля электроэнергии), для реализации функций экспорта данных расчета в другие программные продукты для последующей обработки, а также разработан алгоритм, позволяющий реализовать пользовательский интерфейс для расчета стоимости электроэнергии для различных объектов промышленности и бюджетных организаций.

Ключевые слова: автоматизация учёта электроэнергии, приборы учёта электроэнергии, объект электропотребления, расчет потерь электроэнергии, модуль программного обеспечения.

Введение

Постановка задачи и анализ литературы.

Построение и внедрение систем автоматизированного управления энергопотреблением объектов промышленности становится одним из направлений политики государства в области энергосбережения. Весь объем добываемых, производимых, перерабатываемых, транспортируемых, хранимых и потребляемых энергетических ресурсов подлежит обязательному учету [1, 2].

Особенностью является комплексное решение задач по автоматизации учёта электроэнергии на объектах промышленности и бюджетной сферы. Приборный учет электроэнергии развивался в Украине на основе массового применения однофазных и трехфазных однотарифных индукционных электросчетчиков и методов локального визуального съема их показаний с ручной обработкой результатов учета [3].

С появлением двухставочных тарифов, введенных с целью регулирования графиков потребителей в часы пика энергосистемы экономическими стимулами, стали возникать первые автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). В силу своей примитивной конструкции индукционные электросчетчики не позволяли регистрировать максимумы мощностей нагрузки потребителей. Поэтому основным направлением развития АСКУЭ на протяжении последних лет стал метод оснащения индукционных счетчиков датчиками импульсов с дистанционным съемом и автоматической обработкой импульсных приращений энергии счетчиков-датчиков на вторичных средствах учета –

сумматорах или других специализированных вычислительных системах [4, 5].

В этом направлении были разработаны и освоены в серийном производстве десятки типов различных систем, а производство средств АСКУЭ с числоимпульсным сбором данных учета стало самостоятельной отраслью техники [2, 3, 5].

В начале 70-х годов прошлого столетия в Европе появились первые электронные электросчетчики, которые, в отличие от индукционных, имели «встроенный интеллект» для реализации более сложных функций, чем простой накопительный учет электроэнергии. Почти одновременно с этим событием в США появились первые микропроцессоры. Но потребовалось еще более двадцати лет для того, чтобы микропроцессорная технология, объединившись с методами измерения электроэнергии, привела к появлению многофункциональных программируемых электронных электросчетчиков массового применения [4].

Такие счетчики появились в Украине в начале 90-х годов прошлого столетия как продукты западных технологий, но довольно скоро началась их разработка и производство на таких украинских промышленных предприятиях как: АО "ИНЭТ" (Киев, Украина) – АСКУЭ СИНЭТ, УСПД СИНЭТ-1; "Триос" (Днепропетровск, Украина) - система сбора коммерческих данных с многофункциональных счетчиков электроэнергии ATdata® счетчики: SL7000, LZQM, EMS, Альфа, ЕвроАльфа, СТКЗ(Энергия), Каскад, ФПН, Indigo+, ZFD, ZMD; "Хартэп", (Харьков, Украина) АСКУЭ, ОИК, АСДУ, АСУ ТП, а также оборудование: для АСКУЭ – УСПД комму-

никационный модуль (КМ), - для ОИК, АСДУ - контролируемый пункт (КП "Корунд-М"), каналный адаптер (КА-96); НПП "ЭНЕРГИЯ+" (Киев, Украина) АСКУЭ ИТЕК, К544, ЦТ5000, ЦП5000, УСПД ИТЕК-х1х. счетчики: серии 7E.6 (Siemens), Альфа (ABB), Landis&Gyr, E440, E870, УП-1, УП-2, УП-3, СХ5000; счётчики - ПКФ "Телекарт" (Одесса, Украина) многотарифные серии "Энергия" - СТКЗ; НПП "Рекон" (Украина, Донецк) РЕКОН 07БЦ – аварийный регистратор.

В зарубежных странах системы АСКУЭ применяются повсеместно: как в рамках промышленных предприятий – крупных потребителей, так и коммерческого частного сектора. Данные системы называются AMR system – automatic meter reading system [2, 4]. Они ориентированы не только на учет электроэнергии, но и других энергоресурсов.

В Украине и СНГ системы АСКУЭ также применяются, но не так широко. Это обусловлено размерами территории Украины и относительно высокой стоимостью оборудования по сравнению с обычными индукционными счетчиками. Но прогресс не стоит на месте и работы по внедрению этих систем ведутся повсеместно.

В Украине системы АСКУЭ успешно работают на многих промышленных объектах и в организациях бюджетной сферы. В первую очередь АСКУЭ выгодны предприятиям – поставщикам электроэнергии, т.к. повышается достоверность поступающих данных, появляется возможность в реальном режиме времени отслеживать аварии в сети, локализовать и ликвидировать факты хищения электроэнергии и т.д. – все функции АСКУЭ будут рассмотрены позже. Также стоит отметить положительный экономический эффект для крупных потребителей – дифференцированные по времени суток и по сезонам года тарифы позволяют снизить затраты на электроэнергию.

Поэтому актуальной является проблема дальнейшего совершенствования автоматизации контроля и учёта электроэнергии в реальном режиме времени для объектов промышленности и бюджетных организаций.

Целью данной статьи является построение модуля (программной части системы АСКУЭ), обеспечивающего взаимодействие объектов электропотребления для решения задач по обработке данных полученных от первичных измерительных приборов с целью нахождения стоимости потребленной электроэнергии по действующим тарифам.

Основной материал

Современные приборы учета способны производить и передавать результаты по следующим видам измерений: активная мощность по каждой фазе и сумма; реактивная мощность по каждой фазе и

сумма; полная мощность по каждой фазе и сумма; напряжение по каждой фазе; ток по каждой фазе; коэффициент мощности по каждой фазе и сумма; частота сети; усредненное значение мощности за получасовые периоды; время измерения.

На основании обзора научно-технической литературы [1 – 5], проведённого авторами, современные АСКУЭ способны выполнять следующие функции (приведены основные):

- сбора, перевода в именованные величины и привязки к астрономическому времени информации о расходе энергии (здесь и далее активной и реактивной) и мощности в контролируемых точках (каналах) учета от электросчетчиков различных производителей по числоимпульсным интерфейсам;

- вычисления балансов (небалансов) электроэнергии в заданные периоды времени и сравнения их с допустимыми значениями;

- расчет потерь электроэнергии: технических и коммерческих;

- диагностика полноты данных с целью обеспечения расчетов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки/потребления за счет повышения достоверности данных, используемых для финансовых расчетов с поставщиками энергоресурсов и субабонентами;

- комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет энергоресурсов и контроль их параметров по действующим тарифным системам;

- формирование отчетов, ведомостей, счетов на оплату электроэнергии;

- фиксация отклонений контролируемых параметров энергоресурсов, их оценка в абсолютных и относительных единицах;

- поддержание единого системного времени с целью минимизации непроизводительных затрат на энергоресурсы за счет обеспечения синхронных измерений.

Перейдем к рассмотрению типового состава автоматизированной системы АСКУЭ (рис. 1).

Для выполнения вышеперечисленных функций, авторами предлагается рассматривать структуры АСКУЭ не только по составу входящих в них технических средств, но и по уровням информационных потоков от первичных источников измерения до центра сбора и обработки получаемой информации. Таким образом, в структуре АСКУЭ в общем случае можно выделить четыре уровня (рис. 1).

Первый уровень – измерительные приборы (ИП) с телеметрическими или цифровыми выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучета потребителей (потребление электроэнергии, мощность) по точкам учета (ячейка на подстанции, счетчик электроэнергии).

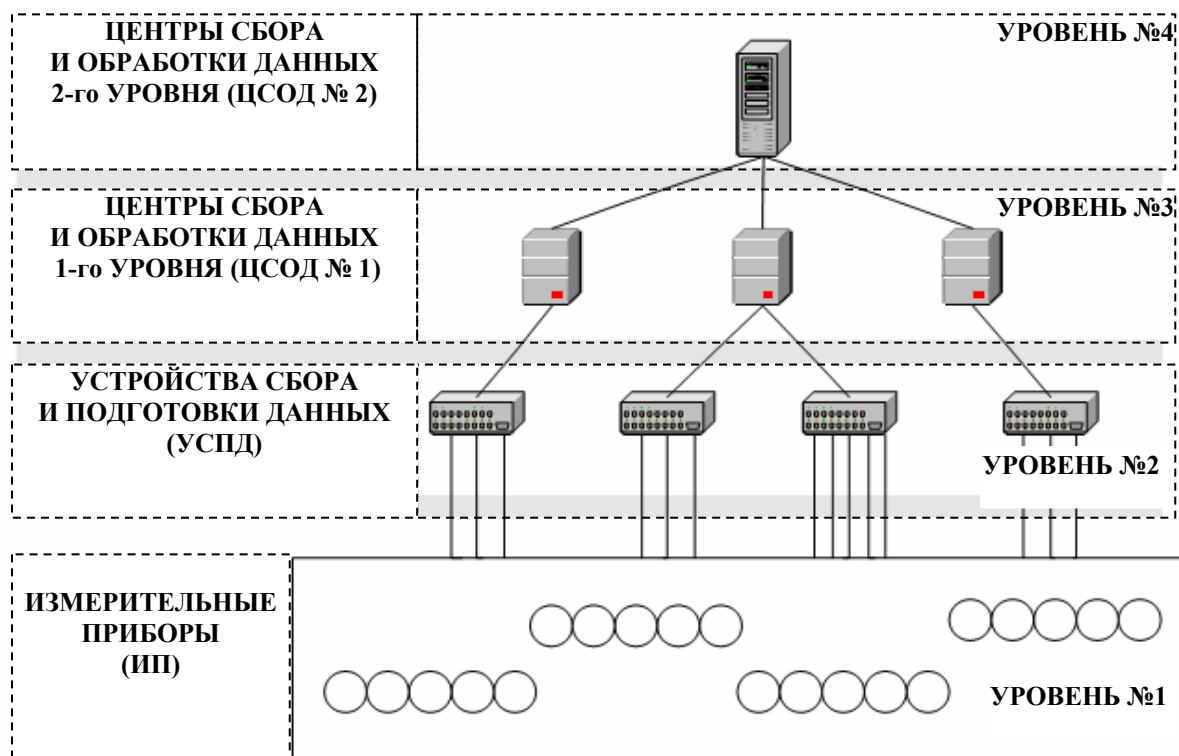


Рис. 1. Структурная схема АСКУЭ

Второй уровень – устройства сбора и подготовки данных (УСПД), специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением энергоучета, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных ИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхние уровни.

Третий уровень – сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АСКУЭ, осуществляющий сбор информации с УСПД (или группы УСПД), итоговую обработку этой информации, как по точкам учета, так и по их группам – по подразделениям и объектам промышленного предприятия, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений.

Четвертый уровень – сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АСКУЭ, осуществляющий сбор информации с группы серверов центров сбора и обработки данных третьего уровня, дополнительное агрегирование и структурирование информации по группам объектов учета, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений персоналом службы главного энергетика и руководством территориально распределенных средних и крупных предприятий или энергосистем, ведение договоров на поставку энергоресурсов и формирование платежных документов для расчетов за энергоресурсы.

Все уровни АСКУЭ связаны между собой каналами связи. Для связи уровней ИП и УСПД или центров сбора данных, как правило, используется прямое соединение по различным интерфейсам (типа RS-485, ИРПС, GSM и т.п.).

Устройства сбора и подготовки данных с центрами сбора данных 3-го уровня, центры сбора данных 3-го и 4-го уровней могут быть соединены по выделенным, коммутируемым каналам связи или по локальной сети [1]. Данные могут передаваться по радио, выделенной линии, собираться персоналом с помощью персональных компьютерах или переносных УСПД, оборудованных в автомобилях.

Как показал обзор научно-технической литературы [2], даже те структуры систем АСКУЭ, которые реализуют основной набор функциональных требований, предъявляемых заказчиками к автоматизированным системам АСКУЭ, имеют существенные **недостатки**:

- отсутствует модель самой электрической сети (существует лишь иерархия объектов);
- оторванность систем от технологической системы сети;
- нет единого подхода к учету потерь, которые могут возникать вследствие аварий, хищения, некачественной транспортировки, а также качества электроэнергии из-за несоответствующего напряжения, высокочастотных помех;
- отсутствие единого стандарта по типам измеряемых величин, не установлено по какому протоколу должны передаваться данные, следовательно, многие системы ориентированы только на конкретные типы счетчиков.

Данные недостатки, возможно, устранить путем реализации системы контроля и учёта электроэнергии на базе существующих информационных систем для управления электрическими сетями.

Авторами была выбрана система IndorPower [4], в которой уже была реализована система сбора и передачи информации от измерительных приборов на сервер по протоколу Micro SCADA – IndorTelemetry [4].

Для создания модуля (программной части системы АСКУЭ), авторами были определены функции, которые должны выполняться:

- обработка данных полученных от измерительных приборов с целью нахождения стоимости потребленной электроэнергии по действующим тарифам;

- определение и локализация коммерческих потерь (хищения электроэнергии) в электрических сетях.

Задачи, связанные с формированием счетов оплат, историй оплаты задолженностей абонентов и т.п. решено возложить на специализированные программы бухгалтерского учета (например, 1С:Энергосбыт) путем экспорта данных.

Функции АСКУЭ по поддержанию единого времени в системе между измерительными приборами, УСПД и серверами сбора данных, синхронизация полученных данных и т.п. – возложены на третий уровень АСКУЭ: уровень сбора и обработки данных (рис. 1).

Авторами были выделены требования к функциям модуля (программной части системы АСКУЭ).

Программа должна поддерживать различные

модели потребителей:

- потребители бытового сектора, имеющие один прибор учета;

- потребители частного бытового сектора, имеющие либо один прибор учета на нескольких потребителей, либо не имеющих приборов учета;

- потребители промышленного сектора или иные крупные потребители, имеющие несколько приборов учета.

Проведение исследования оптового и розничного рынков электроэнергии, показали основные группы тарифов: одноставочные и дифференцированные по зонам суток.

В результате анализа программ, повсеместно используемых на предприятиях для документооборота, авторами предъявлено следующее требование к формату представления данных – в модуле должна быть реализована функция экспорта данных расчета в другие программные продукты для последующей обработки: Microsoft Excel; 1С: Энергосбыт.

Для решения поставленных задач авторами была проанализирована работа энергосистемы и рассмотрены возможные варианты потребителей: потребитель имеет свой прибор учёта; несколько потребителей имеют один прибор учёта; потребитель имеет более одного прибора учёта; потребители не имеют своих приборов учёта и т.д.

В результате проведенного анализа предметной области и SADT-моделирования были получены IDEF0 диаграммы, которые помогают разобраться в процессах, протекающих в электрической сети. Схема процессов проходящих в энергосистеме показана на рис. 2.



Рис. 2. Схема процессов проходящих в энергосистеме

На основании анализа функционирования электрической сети и требованиях, предъявляемых к модулю, был декомпозирован блок «Расчет в модуле «Взаимодействие с объектами электропотребления», показанный на рис. 3.

В ходе работы авторами был разработан и предложен алгоритм вычисления стоимости электроэнергии с учетом тарификации. Входные данные:

дата начала расчета и окончания расчета; список потребителей со всеми присущими им свойств; список тарифов, приборов учёта, измерений. На выходе должны получить стоимость электроэнергии. Разработанный алгоритм работы представлен на рис. 4.

В ходе работы авторами был разработан и предложен алгоритм вычисления стоимости электроэнергии с учетом тарификации.

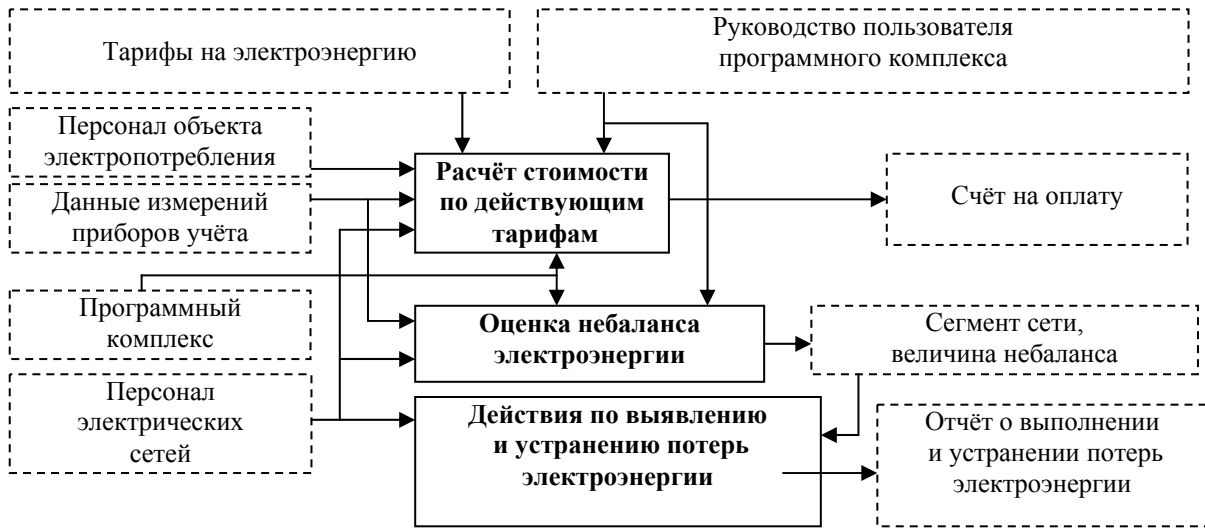


Рис. 3. Расчёт в модуле “Взаимодействие с объектами электропотребления”

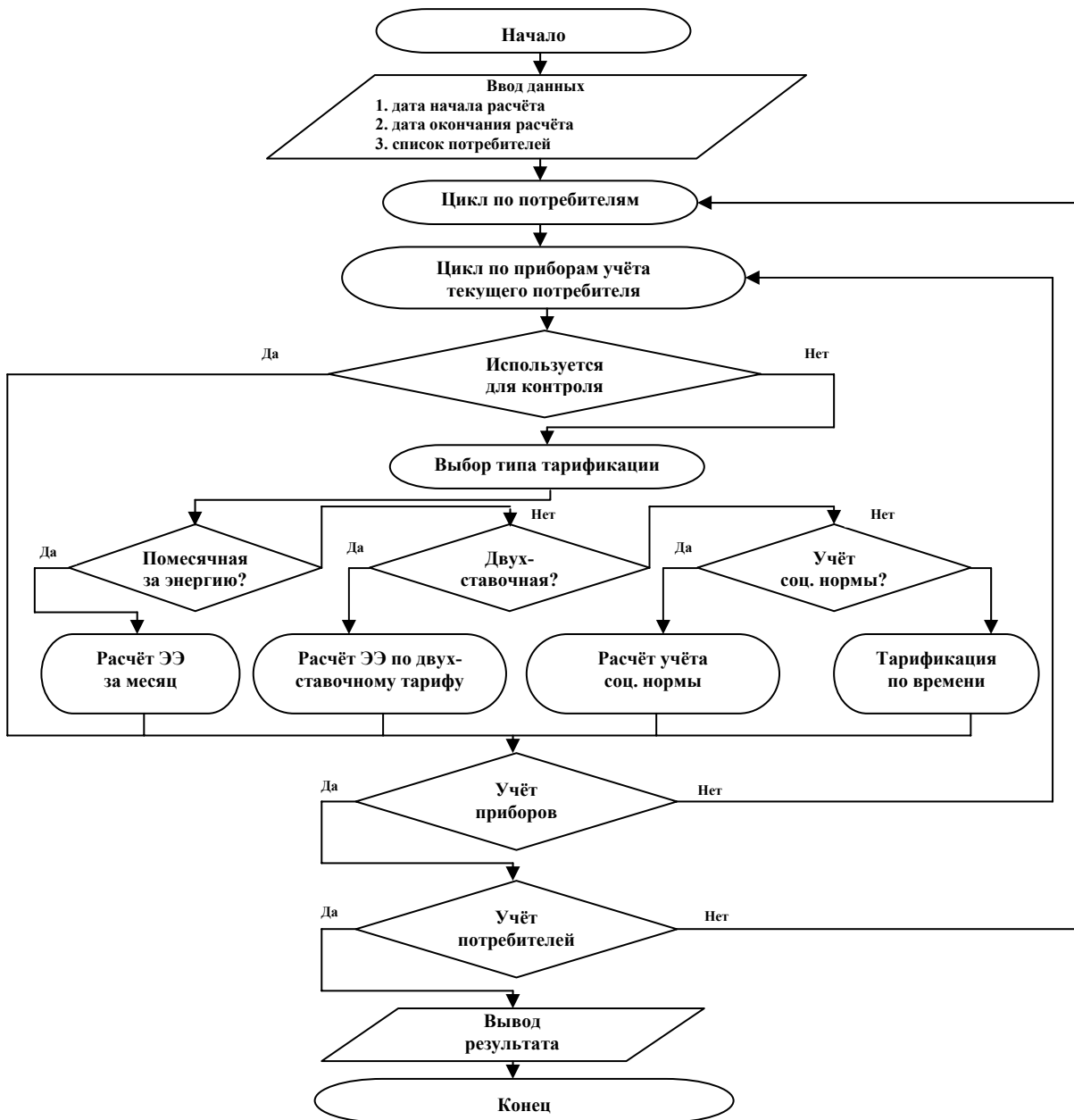


Рис. 4. Алгоритм “Расчёт за потребление электроэнергии”

В ходе работы авторами был разработан и предложен алгоритм вычисления стоимости электроэнергии с учетом тарификации. Входные данные: дата начала расчета и окончания расчета; список потребителей со всеми присущими им свойств; список тарифов, приборов учёта, измерений. На выходе должны получить стоимость электроэнергии. Разработанный алгоритм работы представлен на рис. 4.

По сравнению с известными алгоритмами, предлагаемый алгоритм имеет ряд совершенствований: расширена функциональность, связанная с вариантами тарификации – добавлены возможности расчета по двухставочным тарифам; счет исходя из соц. нормы – вынесены в отдельные функции.

Также существенному изменению подвергся способ выборки данных из архива показаний приборов. В предлагаемом алгоритме данные выбираются посредством запроса, который формируется динамически в зависимости от условия применения тарифа, и производит группировку данных в соответствии с временными промежутками, определяемыми типом тарификации и содержанием условия применения. Это усовершенствование позволяет сократить время работы алгоритма в разы (для тестовых данных скорость увеличилась в 2,5 раза) при обработке реальных массивов данных время работы играет большую роль, т.к. данные от приборов учета могут поступать с интервалом в несколько минут.

Выводы

В работе, авторами, были достигнуты следующие результаты:

– рассмотрена структурная схема автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии,

как по составу входящих в неё технических средств, так и по уровням информационных потоков от первичных источников измерения до центра сбора и обработки информации;

– проанализированы процессы, протекающие в электрической сети;

– обоснованы требования к функциям модуля «Взаимодействие с объектом электропотребления» (программной части автоматизированной системы);

– разработан алгоритм для расчёта за потребление электроэнергии.

Список литературы

1. АСКУЭ современного предприятия. – [Электронный ресурс]. – Электронный журнал энергосервисной компании «ЭСКО». – 2002. – № 6. – С. 6-12.

2. Буряк В.А. Добровольский С.В. АСКУЭ «КАПС-МИУС» – десятилетний опыт внедрения: АСКУЭ «КАПС-МИУС» – 10 лет внедрения / В.А. Буряк. – 2004. – 119 с.

3. Гуртовцев А.Л. Правила приборного учета электроэнергии / А.Л. Гуртовцев // Новости Электротехники. – 2004. – Т. 30, № 6. – С. 15-16.

4. Кривых И.В. Информационная система сетей электроснабжения IndorInfo/Power: справочное руководство / И.В. Кривых, Д.С. Сарычев, С.Г. Слюсаренко. – Томск: «ИндорСофт», 2007. – 286 с.

5. Муртазалиева Ф.Х. Графическая система представления данных коммерческого учета / Ф.Х. Муртазалиева, М.Б. Халидов // Новости Электротехники. – 2005. – № 1. – С. 12.

Поступила в редколлегию 2.04.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Ф. Артюх, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

РОЗРОБКА МОДУЛЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ І ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

П.Ф. Буданов, В.С. Лучков, Д.М. Шалигін, Т.В. Єсіна, Є.І. Вольпов

Проведено обґрунтування вимог по виконанню функцій приладами обліку електроенергії для вимірювань напруги, струму, частоти мережі, активної, реактивної і повної потужності по кожній фазі, а також усередненого значення потужності за півгодинні періоди і часу вимірювання. Запропоновано розгляд структури автоматизованих систем контролю і обліку електроенергії як по складу вхідних в них технічних засобів, так і по рівнях інформаційних потоків від первинних джерел вимірювання до центру збору і обробки отримуваної інформації. Запропоновано створення модуля (програмної частини автоматизованої системи обліку і контролю електроенергії), для реалізації функцій експорту даних розрахунку в інші програмні продукти для подальшої обробки, а також розроблений алгоритм, що дозволяє реалізувати призначений для користувача інтерфейс для розрахунку вартості електроенергії для різних об'єктів промисловості і бюджетних організацій.

Ключові слова: автоматизація обліку електроенергії, прилади обліку електроенергії, об'єкт електроспоживання, розрахунок втрат електроенергії, модуль програмного забезпечення.

DEVELOPMENT OF MODULE OF SOFTWARE IN THE AUTOMATED CHECKING AND ACCOUNT OF ELECTRIC POWER SYSTEMS FOR DECISION OF TASKS OF ENERGY CONSERVATION

P.F. Budanov, V.S. Luchkov, D.N. Shalygin, T.V. Esina, E.I. Vol'pov

The ground of requirements is conducted on implementation of functions the devices of account of electric power for measurements of tension, current, frequency of network, active, reactive and complete power on every phase, and also усередненого value of power for half-hourly periods and measuring time. Consideration of structure of the automated checking and account of electric power systems is offered both on composition of incoming in them hardwares and on the levels of informative streams on the primary sources of measuring to the center of collection and treatment of the got information. Creation of the module (to programmatic part of the automated system of account and control of electric power) is offered, for realization of functions of export of information of calculation in other products of softwares for subsequent treatment, and also an algorithm, allowing to realize an user interface for the calculation of electricity charges for the different objects of industry and budgetary organizations, is developed.

Keywords: automation of account of electric power, devices of account of electric power, object of electro-consumption, calculation of losses of electric power, module of software.