

УДК 004.03

Д.Д. Зыков, Д.Р. Уразаев, Н.Ю. Хабибуллина

## Обзор комплексных решений в сфере учета энергоресурсов

Целью данной статьи является анализ современных решений в сфере учета энергоресурсов. В ходе исследования рассматриваются структуры и каналы передачи данных, использованные при разработке систем учета энергоресурсов отечественными производителями. Результатом проведенного обзора является сравнительный анализ основных технических решений, используемых при разработке данных систем.

**Ключевые слова:** энергоресурсы, учет, система учета, структура, интерфейсы связи.

**doi:** 10.21293/1818-0442-2017-20-4-131-133

Проблема повышения эффективности энергообеспечения в сфере российской экономики является одной из наиболее актуальных задач. Реализуемая в нашей стране политика, направленная на повышение энергетической эффективности национальной экономики, предусматривает комплексную модернизацию инфраструктуры электроэнергетики страны. При таком подходе важную роль играют процессы оснащения всех категорий потребителей современными решениями в сфере учета энергоресурсов [1].

В последнее время повышение стоимости энергоресурсов способствует обращению особого внимания на сбор и учет данных по всем видам энергоресурсов. В связи с этим возникает потребность в создании эффективных систем учета энергоресурсов как для объектов жилищно-коммунальных хозяйств, так и для промышленных предприятий. Попытка найти комплексное решение проблемы учета энергоресурсов подразумевает повышение эффективности учета с использованием методов автоматизации, модернизацию и внедрение современных комплексов технических средств и систем учета энергоресурсов.

Развитие данного направления привело к росту числа участников российского рынка автоматизации учета энергопотребления и вместе с ним к увеличению числа технологических решений, применяемых при проектировании автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов. Становится все актуальнее проблема поиска универсального подхода по созданию комплексных систем. Ключевым вопросом при этом является выбор структуры системы, определяющей коммутационную среду и дальнейшее проектирование в целом. В имеющихся в литературе обзорах основное внимание уделяется либо выбору коммутационной среды, либо рассмотрению актуальности применения той или иной структуры системы. В данной статье предпринята попытка провести сравнительный анализ имеющихся решений в данной сфере и поставить задачу поиска универсального подхода.

Основной целью автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭР) является сбор, хранение, передача данных о потреблении энергоресурсов в многоквартирных жилых домах, учреждениях, офисных зданиях и других организациях жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), а

также в населенных пунктах с преобладающим частным сектором [2].

Задачи АСКУЭР:

- сбор и хранение данных;
- передача данных на специализированный сервер;
- формирование отчетов по потреблению энергоресурсов.

Функции АСКУЭР:

- измерение и контроль объемов и параметров потребления энергоресурсов;
- сбор, учет и хранение данных о характеристиках и потреблении энергоресурсов;
- отображение показаний и мониторинг нагрузок на систему в реальном времени;
- измерение и контроль баланса объекта автоматизации и системы в целом;
- контроль работоспособности приборов учета и вычислительной техники.

Применение данных систем позволяет сформировать общее представление об энергопотреблении и на основании этого выработать рекомендации по энергосбережению с дальнейшим контролем и корректированием проводимых мер.

Актуальностью внедрения данных систем для потребителя является уменьшение стоимости используемого энергоресурса, а для энергокомпаний – более равномерное и эффективное распределение как в сфере капиталовложений, так и в наращивании коэффициента полезного действия в сфере энергообеспечения.

Анализ передовых мировых практик, проведенный J'son & Partners Consulting, позволяет сделать вывод о том, что активное развитие современных технологий учета энергоресурсов позволяет вывести на принципиально новый уровень качество сбора и анализа данных об энергопотреблении потребителей; повысить эффективность оперативного управления энергетическими активами; активно вовлекать потребителей энергии в процессы регулирования собственного энергопотребления [3].

На данный момент российский рынок систем АСКУЭР может предложить большое количество типов автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов, комплексов технических средств и устройств сбора данных. Рассмотрим следующих производителей: ЗАО «ЭСКО 3Э» [4], АО «ННПО им. М.В. Фрунзе» [5], ЗАО ИТФ «Системы и технологии» [6], НПО «КАРАТ» [7], АО «МЗТА» [8].

Для большинства систем характерна трехуровневая структура:

1. Нижний уровень. Состоит из первичных измерителей, ведущих непрерывный учет потребляемых энергоресурсов и передачу данных на следующий уровень.

2. Средний уровень. Состоит из устройств сбора и передачи данных (УСПД) или маршрутизаторов, опрашивающих первичные измерители и передающих сгруппированные данные наверх.

3. Верхний уровень. Представляет центральный узел сбора данных, обеспечивающий хранение и обработку данных, поступающих со всех локальных УСПД, а также решение прикладных задач.

К менее распространенным структурным решениям можно отнести двухуровневые и «два с половиной уровня» системы. В первом варианте первичные измерители соединены с сервером напрямую, во втором – УСПД заменяет более простое устройство – коммутатор [9].

Главным недостатком данных решений можно назвать отсутствие промежуточного сбора, хранения и обработки данных, полученных с первичных измерителей. При применении такой структуры показания со всех приборов учета контролируемого объекта поступают непосредственно на сервер системы, что существенно нагружает канал передачи данных, являющийся одним из проблемных элементов системы.

В свою очередь трехуровневая система характеризуется большой гибкостью при построении системы и функциональностью при использовании, а также повышенной надежностью с точки зрения хранения информации.

В рассматриваемых системах отечественных производителей преобладают АСКУЭР с трехуровневыми структурами (табл. 1).

Таблица 1

**Структурные особенности комплексных систем учета энергоресурсов отечественных производителей**

Производители	Структура	Масштабируемость
ЗАО «ЭСКО ЗЭ»	3	–
АО «ННПО им. М.В. Фрунзе»	3	–
ЗАО ИТФ «Системы и технологии»	3	+
НПО «КАРАТ»	2,5	–
АО «МЗТА»	3	–

Выбор структуры и используемых интерфейсов при разработке систем оказывает влияние на масштабируемость внутридомовых архитектур комплексных систем, что позволяет наращивать уже имеющуюся систему, подключая датчики протечки, дыма, без дополнительного увеличения стоимости инфраструктуры.

Как показал анализ российского рынка АСКУЭР, разрабатываемые системы сбора данных имеют различные типы интерфейсов, среди которых: проводные (RS-485, RS-232, CAN Bus), радио (ZigBee, WiFi, радио 433/866 МГц), PLC, мобильная связь, оптоволокно.

Проводные интерфейсы зарекомендовали себя как надежные каналы передачи данных в различных системах удаленного мониторинга и управления. Однако менее часто применяются в современных АСКУЭР, где на первое место выходит упрощенность масштабирования. Применение витой пары как среды передачи данных существенно усложняет процесс масштабирования данных систем и увеличивает стоимость самих систем.

Совершенно противоположные характеристики присущи беспроводным интерфейсам связи в системах АСКУЭР. Они быстро устанавливаются и легко масштабируются, однако качество связи сильно зависит от многих факторов окружающей среды, оказывающих влияние на распространение радиоволн. С целью улучшения надежности применяют mesh-технологии, позволяющую избежать потерь связи при выходе из строя одного или нескольких узлов сети [10].

Для получения надежных каналов обмена данными рекомендуется использовать комбинацию проводных и беспроводных технологий. Из табл. 2 видно, что широкое распространение во внутридомовых системах связи получила комбинация PLC и радиосвязи.

Весомым аргументом в пользу PLC служит отсутствие затрат на прокладку дополнительных коммуникаций и на содержание сети. Из используемых каналов передачи данных такими особенностями обладают только беспроводной интерфейс связи ZigBee и радиоканальные системы, работающие в диапазоне 433–866 МГц. Но в радиоканальных системах, работающих в диапазоне 433–866 МГц, требуется разработка собственных протоколов обмена данными для объединения в самоорганизующуюся сеть различных датчиков, устройств [11, 12].

Таблица 2

**Каналы передачи данных, используемые в комплексных системах отечественных производителей**

Производители	Каналы передачи данных									
	до концентратора							от концентратора		
	PLC	RF	ZigBee	GSM/GPRS	RS-485	RS-232	CAN	Ethernet	GSM/GPRS	Оптоволокно
ЗАО «ЭСКО ЗЭ»	+	+			+	+		+	+	+
АО «ННПО им. М.В. Фрунзе»	+	+		+	+			+	+	
ЗАО ИТФ «Системы и технологии»	+		+		+			+	+	
НПО «КАРАТ»					+	+			+	
АО «МЗТА»					+	+	+	+		

Использование сотовой связи для информационного обмена в рассматриваемой системе сети, в частности, возможное применение типа сети GSM, не требует прокладки коммуникаций, но отличительным свойством является составление дополнительной статьи расходов по оплате трафика и использованию услуг операторов сотовой связи.

Требование дополнительных финансово-временных затрат при расширении парка приборов учета энергоресурсов может поставить под сомнение экономическую целесообразность данного мероприятия.

#### Заключение

Данный обзор показывает отсутствие в настоящий момент единого подхода к проектированию АСКУЭР. Сейчас производители данных систем используют при их построении как двухуровневые, так и трехуровневые структуры.

На отечественном рынке преобладают трехуровневые структуры, имеющие возможность резервного хранения данных и комбинирования типов связи с сервером. Разнообразие структур и каналов связи характеризуется отсутствием единого регламента. Все решения по внедрению систем комплексного учета принимаются в индивидуальном порядке, в зависимости от особенностей объектов автоматизации.

Авторами предлагается разработать единый подход к созданию комплексной системы, основанный на трехуровневой структуре, позволяющий выполнить резервирование как на уровне хранения данных, так и коммуникационной среды, что значительно повысит надежность всей системы.

#### Литература

1. Умные сети. Интеллектуальные сети электроснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Smart\\_Grid\\_\(Умные\\_Сети\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Smart_Grid_(Умные_Сети)), свободный (дата обращения: 30.10.2017).
2. Колокольникова А.И. Применение автоматизированных информационных систем в бытовом секторе / А.И. Колокольникова, Д.В. Карнаухов // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2013. – Т. 1, вып. 5. – С. 121–131.
3. Российский рынок интеллектуальных счетчиков в отраслях распределения ресурсов – электроэнергии, тепла, воды и газа до 2020 года. Обновление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rossiyskiy-rynok-intellektualnyh-schetchikov-v-otraslyah-raspredeleniya-resursov-elektroenergii-tepla-vody-i-gaza-do-2020-goda-20161103010938](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rossiyskiy-rynok-intellektualnyh-schetchikov-v-otraslyah-raspredeleniya-resursov-elektroenergii-tepla-vody-i-gaza-do-2020-goda-20161103010938), свободный (дата обращения: 30.10.2017).
4. Комплексная система АСКУРДЭ «НИИ ИТ-ЭСКО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esco3e.ru/products/17/160/>, свободный (дата обращения: 31.10.2017).
5. Автоматизированная система коммерческого учета энергоресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nzif.ru/askue/aiis-kue-na-baze-kts-mayak.html>, свободный (дата обращения: 31.10.2017).
6. АСКУЭ бытовых потребителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sicon.ru/prod/aiis/bit/>, свободный (дата обращения: 31.10.2017).

7. Диспетчеризация энергоресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.karat-npo.com/solutions/dispatching/>, свободный (дата обращения: 31.10.2017).

8. Автоматизация и диспетчеризация учета энергоресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mzta.ru/resheniya/inzhenernye-sistemy/uchet-i-kontrol-energoresursov>, свободный (дата обращения: 31.10.2017).

9. Ковцова И.О. Обработка и передача учетных данных для классических и цифровых электроподстанций. – М.: Прометей, 2016. – С. 23–36.

10. Вершинин А.С. Аппаратная реализация гетерогенного PLC RF-модема для автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов / А.С. Вершинин, Ю.О. Мякочин // Электронные средства и системы управления. – 2016. – Т. 1, № 3 (37). – С. 56–59.

11. Обзор решений, используемых в коммерческих системах учета энергоресурсов для передачи данных в гетерогенных системах связи / И.Ю. Поляков, А.Н. Клименко, Ю.О. Мякочин и др. // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 181–185.

12. Павлюк М. Автоматизированный учет электроэнергии. Модули связи PLC и ZigBee / М. Павлюк, А. Назаров, Ю. Сахно // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2014. – № 7. – С. 38–47.

#### Зыков Дмитрий Дмитриевич

Канд. техн. наук, доцент,  
директор Центра системного проектирования,  
доцент каф. комплексной информационной безопасности  
электронно-вычислительных систем ТУСУРа  
Тел.: +7 (382-2) 70-15-29, доб. 29-80  
Эл. почта: [dmitry.zykov@tusur.ru](mailto:dmitry.zykov@tusur.ru)

#### Уразаев Дамир Раисович

Инженер-конструктор  
Центра системного проектирования ТУСУРа  
Тел.: +7 (382-2) 70-15-29, доб. 29-81  
Эл. почта: [udr@csp.tusur.ru](mailto:udr@csp.tusur.ru)

#### Хабибуллина Надежда Юрьевна

Канд. техн. наук, доцент, доцент каф. компьютерных  
систем в управлении и проектировании ТУСУРа  
Тел.: +7 (382-2) 41-47-17, доб. 20-94  
Эл. почта: [hnu@kcup.tusur.ru](mailto:hnu@kcup.tusur.ru)

Zykov D.D., Urazayev D.R., Khabibulina N.Yu.

#### Overview of complex solutions for energy resources accounting

Analysis of modern solutions in the accounting field of energy resources is a purpose of this article. Structures and transmission channels used in the development of accounting systems of energy resources by domestic producers are discussed during the research. Comparative analysis of main technical solutions used in the development of these systems is the result of this review.

**Keywords:** energy resources, accounting, accounting system, structure, communication interfaces.