

Архитектура АСКУЭ на базе решений компании «Миландр»

Марина МЯКОЧИНА
myakochina.m@milandr.ru

В статье рассказывается о технических решениях ЗАО «ПКК Миландр», лежащих в основе архитектуры автоматизированной системы коммерческого учета потребления энергоресурсов (АСКУЭ), разрабатываемой специалистами компании на базе компонентов собственного производства.

Введение

Автоматизированные системы коммерческого учета потребления энергоресурсов (АСКУЭ) уже достаточно давно применяются на промышленных предприятиях, а сегодня со всевозрастающей интенсивностью — и в коммунально-бытовом секторе. С момента появления первых АСКУЭ архитектура автоматизированных систем коммерческого учета развивалась в соответствии с модернизацией технических средств измерений и передачи данных, а также с изменением представлений о структуре и метрологическом обеспечении измерительных систем [1]. Специфика задачи, стоящей перед разработчиком системы АСКУЭ сегодня, заключается в необходимости учитывать не только техническую эволюцию компонентов системы, но и широкий спектр экономических реформ, связанных с развитием рыночной инфраструктуры российской энергетики, а также с ее интеграцией в мировую энергетическую систему. Таким образом, в основе архитектуры современной АСКУЭ должны лежать технические решения, адекватные как технологическим инновациям, так и вектору развития глобальной энергосистемы в целом, при этом ценность АСКУЭ определяется экономической эффективностью ее внедрения в условиях изменяющихся требований постоянно развивающегося рынка. Другими словами, универсальность текущего использования, возможность быстро и с минимальными затратами адаптироваться к вероятным колебаниям внешних и внутренних условий экономического развития, а также соответствие принципам построения мировой энергосистемы и современным технологиям являются основными причинами выбора той или иной архитектурной платформы АСКУЭ на сегодня.

Описание системы

В 2014 году специалисты компании ЗАО «ПКК Миландр» приступили к созданию системы АСКУЭ на базе компонентов собственной разработки и производства. АСКУЭ создается совместно с ФГБОУ ВПО «ТУСУР» в рамках НИОКТР согласно договору № 02.G25.31.0107 между ЗАО «ПКК Миландр» и Министерством образования и науки Российской Федерации. Проектируемая система представляет собой гетерогенную АСКУЭ для комплексного учета следующих видов энергоресурсов: электрическая энергия, газ, вода, тепловая энергия. Приоритетной задачей системы является коммерческий учет. АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» разрешает дистанционно, быстро и достоверно получать исчерпывающую информацию, основанную на фактическом потреблении ресурсов, для организации точной и своевременной оплаты. Кроме того, архитектура АСКУЭ, сформированная на базе микропроцессорных счетчиков электроэнергии, поддерживающих двусторонний обмен данными и пред-

ставляющих широкие дополнительные функциональные возможности сверх метрологических, позволяет максимально использовать измерительную инфраструктуру системы для мониторинга энергетических потоков и активов, технического состояния энергосистемы, контроля качества электроэнергии, анализа эффективности расходования энергоресурсов, выявления технических потерь, хищений и т. д. Поддержка микропроцессорными счетчиками тарификации любой степени сложности, а также средств удаленного управления тарифами дает возможность стимулирования конечного потребителя к потреблению вне пика, снижает пик потребления, тем самым способствуя задаче энергосбережения и сокращая затраты на модернизацию технических компонентов электрических сетей, необходимую для наращивания избыточной мощности.

Оптимальная гибкость в потреблении энергоресурсов достигается путем полного и своевременного информирования конечного потребителя об отпущенной/потребленной энергии посредством домашнего дисплея. Сведения о фактическом потреблении поступают на домашний дисплей в режиме, приближенном к реальному времени, в простой, понятной не имеющему специальных знаний потребителю форме, например в рублях, тем самым давая возможность понять и контролировать собственное энергопотребление. На дисплей может быть также выведена информация об отпущенной/потребленной энергии за прошедшие день, месяц или год, что помогает абоненту сделать подробный анализ и проконтролировать выставленные счета. Если по каким-либо соображениям (экономическим, эстетическим и т. д.) установка домашнего дисплея нежелательна, информация о фактическом потреблении может передаваться на любое другое устройство, установленное у конечного потребителя по его выбору.

Для учета потребления воды, газа, тепловой энергии в систему могут быть интегрированы счетчики указанных ресурсов любых производителей и интерфейсов. Передача данных измерений от неэлектрических счетчиков в систему обмена данными АСКУЭ осуществляется по радиоканалу через коммуникационный хаб, также предназначенный для передачи информации со счетчиков на любые другие устройства, установленные у конечного потребителя посредством организации домашней сети. Следует отметить, что инфраструктуру домашней сети можно использовать не только для оперативного наблюдения за энергопотреблением, но и для мониторинга безопасности жилища, управления системами освещения, вентиляции и кондиционирования, для создания мультимедийных систем и т. п.

Особенностью архитектуры АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» является обмен информацией, построенный на основе открытых стандартов передачи данных. Открытая архитектура обеспечивает совместимость системы, то есть дает возможность подключать устройства других производителей и интерфейсов. Кроме того, подобная организация АСКУЭ способствует расширению номенклатуры под-

держиваемых данных и наращиванию функциональности системы без замены базовых компонентов. Например, наравне с обработкой информации о потреблении различных видов энергоресурсов систему можно дополнить функцией охранно-пожарной сигнализации и т. п. К тому же открытая архитектура компонентов системы позволяет адаптироваться к будущим технологическим инновациям путем удаленного обновления программного обеспечения с соблюдением новых, постоянно развивающихся отраслевых стандартов. Для обеспечения конфиденциальности персональных данных и защиты от несанкционированного доступа передача данных на любом участке сети осуществляется в зашифрованном виде.

Дополнительную степень свободы АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» предоставляет использование в качестве канала связи имеющих силовых линий 0,4 кВ (Power Line Communication). Технология PLC реализует наиболее доступный и экономичный вариант организации сети: для развертывания системы не требуется производства никаких дополнительных монтажных работ, кроме установки модульных компонентов системы; немедленная установка связи в процессе подключения компонентов снижает временные затраты на запуск системы. Кроме того, использование существующей энергетической инфраструктуры дает возможность расширять систему по принципу plug-and-play (топология канала связи полностью повторяет топологию силовой электросети) и создает защиту от механических повреждений (элек-

трические сети надежно защищены путем соответствующей прокладки в трубах, штробах стен, электротехнических каналах и т. п.). Обмен информацией по силовым электрическим сетям современного открытого стандарта G3-PLC (разработан G3-PLC Alliance специально для Smart Grid) на базе низкочастотной OFDM-модуляции гарантирует высокую надежность и скорость передачи данных, поддерживает возможность организации двунаправленной связи и масштабируемость системы. Спецификация G3-PLC гарантирует лучшую помехоустойчивость среди всех возможных стандартов обмена данными по PLC, что является несомненным преимуществом для использования в высокошумных бытовых электрических сетях. Уникальная на сегодня возможность осуществления качественной связи через высоковольтные и низковольтные трансформаторы, предоставляемая стандартом G3-PLC, уменьшает количество компонентов, требуемых для построения системы, и, как следствие, заметно снижает ее стоимость. Нужно также отметить, что G3-PLC является единственным стандартом обмена данными по PLC, совместимым с интернет-протоколом IPv6, что позволяет создавать энергосистемы с управлением по сети Интернет.

Для повышения надежности передачи данных информационный обмен в АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» выполняется по двум каналам связи — основному (PLC) и резервному (радиоканал). В рабочем режиме связь осуществляется через основной канал, в случае отказа основного канала система автоматиче-

ски переключается на резервный; следующий сеанс связи вновь начинается с попытки установить связь по основному каналу, при неудаче система возвращается к резервному каналу.

Резюмируя вышесказанное, сформулируем основные характеристики проектируемой АСКУЭ:

- надежность;
- адаптивность;
- масштабируемость;
- гибкость;
- экономичность;
- энергоэффективность;
- выгода для всех участников рынка, включая «самых слабых».

И технические решения ЗАО «ПКК Миландр», позволяющие реализовать указанные характеристики:

- счетчики электрической энергии на базе микропроцессоров;
- двухсторонний обмен данными на основе открытых стандартов;
- существующий канал связи PLC;
- применение современного открытого стандарта G3-PLC;
- применение резервного канала связи;
- обеспечение конфиденциальности персональных данных;
- наличие домашнего дисплея.

Следует отметить, что архитектура системы, построенная на базе микропроцессорных счетчиков, обладающих широкой дополнительной функциональностью и поддерживающих возможность двухстороннего обмена данными посредством открытых стандартов согласно Мандату М/441 Европейской комиссии, а также обеспечивающая своевременное информирование конечного потребителя о фактическом потреблении энергоресурсов посредством домашнего дисплея, удовлетворяет требованиям европейского законодательства, предъявляемым к архитектуре систем Smart Metering System (аналог современной АСКУЭ в ЕС).

Архитектура системы

АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» состоит из следующих основных элементов (рис. 1, 2).

Микропроцессорные счетчики электрической энергии

Выполняют следующие основные функции:

- измерение электрической энергии;
- передача данных измерений на УСПД;
- прием и выполнение команд от УСПД.

Коммуникационный хаб

Выполняет следующие основные функции:

- сбор данных измерений со счетчиков воды, газа, тепла;
- передача данных измерений на УСПД;
- прием и выполнение команд от УСПД;
- передача данных измерений со всех счетчиков на устройства конечного потребителя по его выбору.

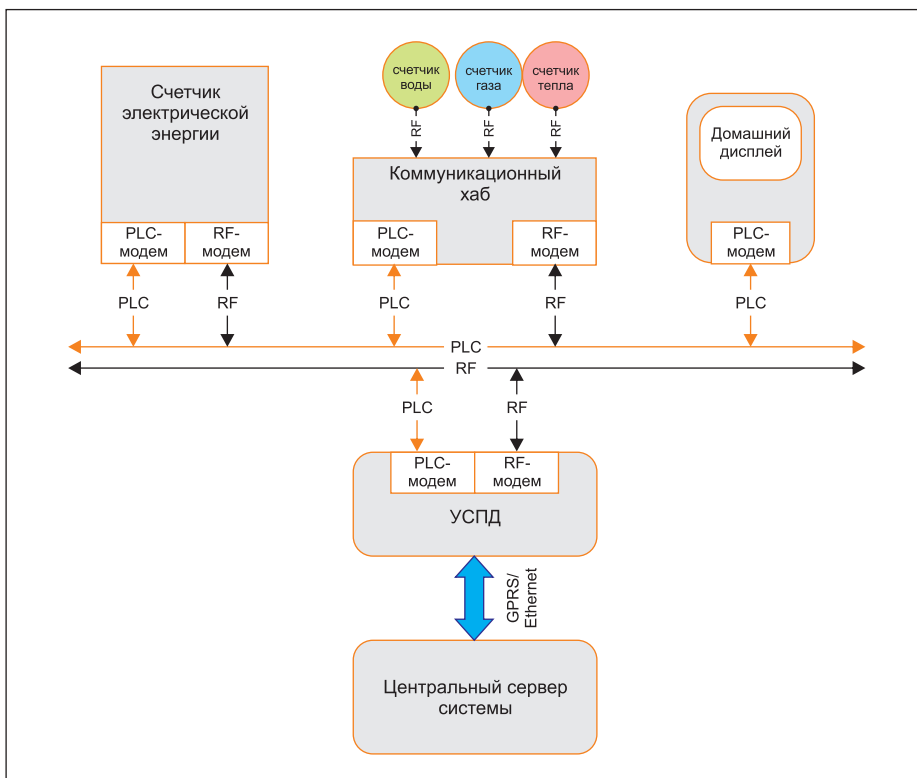


Рис. 1. Структурная схема системы АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр»

Домашний дисплей

Выполняет следующие основные функции:

- передача конечному потребителю информации о фактическом потреблении энерго-ресурсов в простой и понятной форме;
- передача конечному потребителю информации, касающейся изменения тарифов, условий контракта подключения и т. п.

УСПД**(устройство сбора и передачи данных)**

Выполняет следующие основные функции:

- сбор данных измерений со счетчиков электрической энергии и коммуникационных хабов;
- передача данных измерений на центральный сервер системы (диспетчерский пункт энергоснабжающих организаций);
- прием и передача команд от центрального сервера счетчикам и хамам (удаленное отключение, изменение тарифов или условий контракта подключения и т. п.);
- детектирование и передача на центральный сервер системы сигналов ошибки (выход из строя счетчика и/или коммуникационного хаба, некорректные данные измерений, нарушение связи и т. п.).

Центральный сервер системы

Выполняет следующие основные функции:

- сбор и обработка информации для формирования счетов;
- биллинг;
- удаленное управление счетчиками и хабами;
- мониторинг технического состояния системы;
- удаленное конфигурирование и обновление программного обеспечения элементов системы.

Каналы связи

- Между счетчиками электрической энергии и УСПД — PLC (резервный канал связи — радиоканал);
- между коммуникационными хабами и УСПД — PLC (резервный канал связи — радиоканал);
- между коммуникационными хабами и неэлектрическими счетчиками — радиоканал;
- между коммуникационными хабами, счетчиками и домашним дисплеем — PLC;
- между УСПД и центральным сервером системы (энергоснабжающими организациями) — GPRS/Ethernet.

Элементная база системы

Система будет построена на базе следующих компонентов разработки и производства компании ЗАО «ПКК Миландр».

Счетчики электрической энергии

- Многотарифный однофазный счетчик электрической энергии на базе высокопроизводительного 32-разрядного микроконтроллера

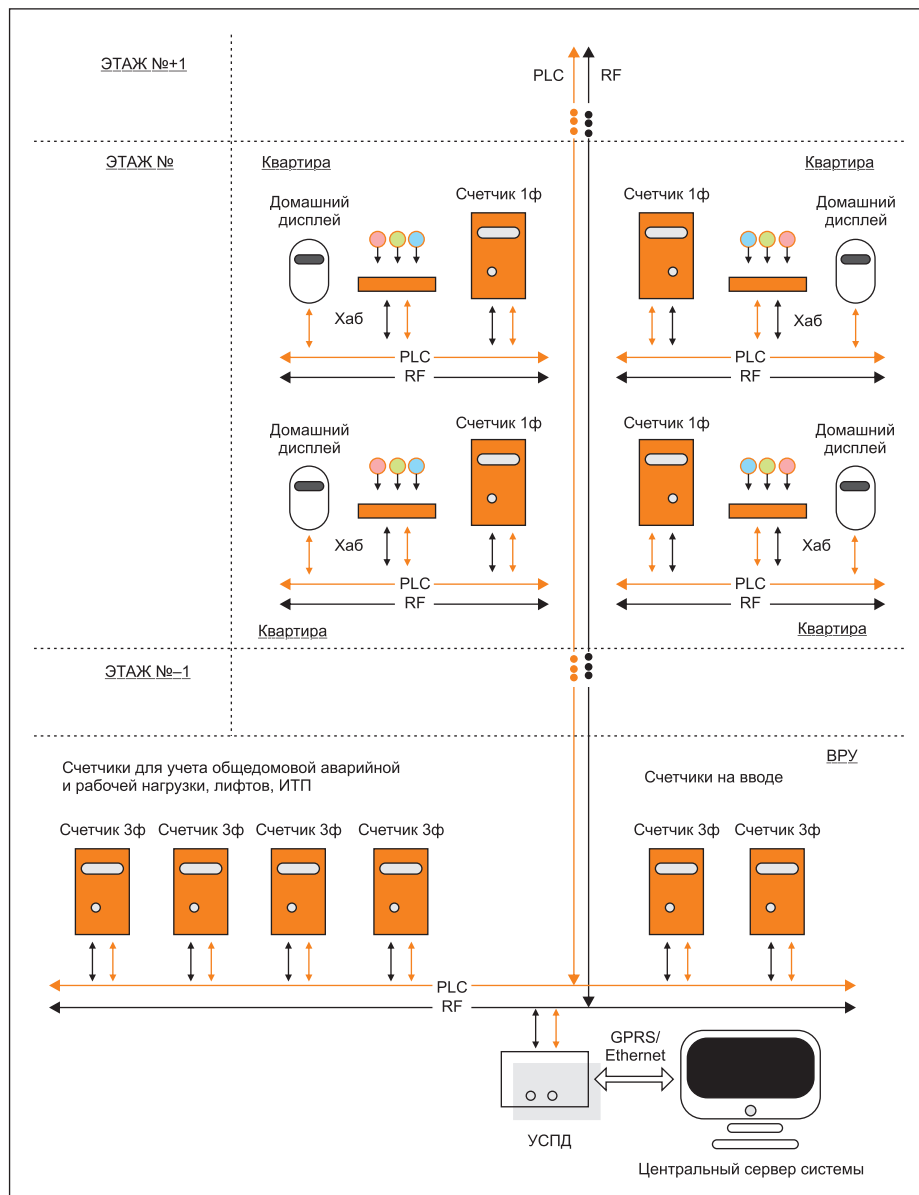


Рис. 2. АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр» многоэтажного жилого дома (категория электроснабжения II по ПУЭ; 4 квартиры на этаже)

(разработка и производство ЗАО «ПКК Миландр»); класс точности 1 по ГОСТ 31819.21 (IEC 62053-21:2003, MOD) при измерении активной энергии; класс точности 2 по ГОСТ 31819.23 (IEC 62053-23:2003, MOD) при измерении реактивной энергии. Счетчик поддерживает возможность удаленного включения и отключения подачи энергии.

- Многотарифный трехфазный счетчик электрической энергии на базе высокопроизводительного 32-разрядного мало-потребляющего RISC-микроконтроллера (разработка и производство ЗАО «ПКК Миландр»); класс точности 1/0,5S по ГОСТ 31819.21 (IEC 62053-21:2003, MOD)/ГОСТ 31819.22 (IEC 62053-22:2003, MOD) при измерении активной энергии; класс точности 1/2 по ГОСТ 31819.23 (IEC 62053-23:2003, MOD) при измерении

реактивной энергии. Счетчик поддерживает возможность удаленного включения и отключения подачи энергии.

Каналы связи

- PLC (G3-PLC);
- радиоканал (802.15.4);
- GPRS/Ethernet.

Другие компоненты системы

- PLC-модем с поддержкой спецификации G3-PLC. Разрабатывается на базе 32-разрядного высокопроизводительного процессора цифровой обработки сигналов (частота ядра — 300 МГц) (разработка и производство ЗАО «ПКК Миландр»);
- RF-модем;
- УСПД;
- коммуникационный хаб;
- домашний дисплей.

Особенности европейского законодательства

Несмотря на то, что необходимость интеграции в мировую энергосистему, переход на путь инновационного и энергоэффективного развития, а также важность создания современных систем АСКУЭ неоднократно подчеркивались на протяжении всего периода реформирования энергетической отрасли, существующие российские нормативные документы до сих пор не отвечают официальным вызовам. Учитывая вышесказанное, с целью применения лучшего европейского опыта при проектировании собственной системы АСКУЭ, специалисты компании ЗАО «ПКК Миландр» сочли целесообразным изучить европейские нормы и стандарты в области проектирования автоматизированных систем коммерческого учета. Следует отметить, что в Европе, как и в России, происходит либерализация энергетической отрасли, что делает европейский опыт особенно полезным. На сегодня точный аналог АСКУЭ в ЕС отсутствует, наиболее близкой к автоматизированной системе коммерческого учета с точки зрения возложенной на нее функции на рынке энергоресурсов является система Smart Metering System (интеллектуальная измерительная система). Smart Metering System — новая развивающаяся технология, которая, по мнению законодательной власти Евросоюза, является «ключевым направлением эволюции внутренних рынков энергии». Распространению Smart Metering System активно содействует Европарламент и Совет путем создания соответствующей законодательной базы. Законодательно закреплено, что к 2020 году как минимум 80% конечных потребителей, считающих Smart Metering System эффективной, должны быть оборудованы подобными системами. На основании проведенной Европарламентом законодательной деятельности Европейская

комиссия юридически закрепила (мандат M/441) за европейскими стандартизационными организациями (CEN, CENELEC, ETSI) обязанность по разработке регламентов для создания коммунальных счетчиков открытой архитектуры, поддерживающих двунаправленную связь посредством стандартизированных интерфейсов и форматов обмена данными, для формирования интеллектуальных измерительных систем. Внедрение интеллектуальных измерительных систем в ЕС регулируют следующие документы Европейского парламента и Совета и Европейской комиссии:

- Директивы Европейского парламента и Совета:
 - Директива 2004/22/ЕС (Директива на измерительные приборы, с дополнениями Директивой 2009/137/ЕС);
 - 3-й энергетический пакет — Директивы 2009/72/ЕС и 2009/73/ЕС (Электрическая и Газовая директивы);
 - Директива 2012/27/ЕС (Энергоэффективная директива).
- Рекомендации Европейской комиссии:
 - Commission Recommendation on preparations for the roll-out of smart metering systems 2012/148/ЕС (Рекомендации Комиссии по подготовке к развертыванию интеллектуальных измерительных систем);
 - Set of common functional requirements of the Smart Meter (Набор общих функциональных требований к интеллектуальным счетчикам).
- Мандаты Европейской комиссии:
 - M/374 на разработку стандартов для коммунальных приборов учета;
 - M/441 на разработку стандартов открытой архитектуры для коммунальных приборов учета;
 - M/490 на разработку стандартов для поддержки развития интеллектуальных энергосистем.

- Стандарты CEN/CENELEC/ETSI, касающиеся интеллектуальных измерительных систем.

Основные требования, предъявляемые указанными нормативными документами к системам Smart Metering System, были учтены при разработке автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов АСКУЭ ЗАО «ПКК Миландр».

Заключение

Обширные экономические и технологические изменения, произошедшие за последнее десятилетие, требуют качественно новых подходов к развитию российской энергетической системы в целом и к проектированию систем АСКУЭ в частности. Учитывая вышесказанное, ЗАО «ПКК Миландр» и ФГБОУ ВПО «ТУСУР» поставили перед собой задачу создать современную высоконадежную АСКУЭ европейского уровня, технические возможности которой позволят реализовать рыночные принципы, заложенные в основе реформы электроэнергетики. Проектируемая АСКУЭ, построенная на базе открытых отраслевых стандартов и обладающая широкими функциональными возможностями, предоставит энергетическим компаниям долгосрочный эффективный инструмент контроля и управления. Представленная система позволит решать не только проблемы энергосбережения и организации коммерческого учета энергопотребления, но и даст возможность с минимальными затратами оптимизировать имеющиеся технологические и бизнес-процессы в соответствии с текущими потребностями. ■

Литература

1. Андреева Л. В. и др. Коммерческий учет электрической энергии на оптовом и розничных рынках / Л. В. Андреева, Л. К. Осика, В. В. Тубинис. — М.: Авок-пресс, 2010.