

Унифицированные программно-технические средства автоматизированного учёта электропотребления железнодорожного узла и особенности реализации сетевого проекта

Елена Емельяненко, Сергей Коновалов, Алексей Уваров, Владимир Мирецкий, Алексей Балуткин, Максим Цыбаков

В статье рассмотрены особенности построения автоматизированных систем коммерческого учёта электроэнергии железнодорожных узлов как энергоёмких территориально распределённых объектов. Приведено обоснование выбора унифицированных программно-технических средств, и показаны особенности реализации сетевого проекта.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция создания АСКУЭ ОАО «РЖД», предназначенной для осуществления эффективного автоматизированного технического и коммерческого учёта электроэнергии, потребляемой железными дорогами, а также регистрации параметров электропотребления, формирования отчётных документов и передачи информации в центр сбора данных оптового рынка электроэнергии, предполагает создание линейных (региональных) подсистем, в том числе АСКУЭ железнодорожных узлов (АСКУЭ ЖУ).

Электрические сети железнодорожных узлов входят в состав сетевых районов и обеспечивают электроснабжение предприятий и структурных подразделений всех дорожных хозяйств: железнодорожных станций и сортировочных горок хозяйства движения, локомотивных и вагонных депо, дистанций грузовой и коммерческой работы, дистанций пути, электроснабжения, сигнализации,

связи, дистанций гражданских сооружений, а также сторонних потребителей – субабонентов.

В рассмотрении участвуют железнодорожные узлы с общим годовым потреблением электроэнергии от 10 и более млн. кВт·ч. Созданная для крупных узлов как типовая система, состоящая из унифицированных программно-технических средств, АСКУЭ ЖУ предполагает дальнейшее развитие до уровня

охвата сетевых районов, формирования новых подсистем для железнодорожных узлов с меньшим потреблением и отдельных потребителей.

Основная цель создания АСКУЭ ЖУ в условиях реформирования электроэнергетики и роста цен на энергоносители очевидна. Это минимизация затрат железной дороги на энергообеспечение и поддержка оптимального соотношения указанных затрат с объёмами работ

и услуг, выполняемых предприятиями и структурными подразделениями дороги. Снижение затрат на покупку электроэнергии, совершенствование организации и технологии управления электроснабжением, а также точный и достоверный учёт электроэнергии, передаваемой сторонним потребителям по сетям РЖД, — вот основные составляющие эффективности внедрения АСКУЭ на железнодорожных узлах.

Под АСКУЭ железнодорожного узла понимается система учёта электроэнер-



Рис. 1. Комплектная трансформаторная подстанция — энергообъект АСКУЭ ЖУ

гии, потребляемой на нужды стационарной энергетики предприятиями и структурными подразделениями дороги, а также сторонними потребителями, как правило, расположенными в границах железнодорожной станции и объединёнными по питанию общей разветвлённой электрической сетью 6-10/0,4 кВ. Электроснабжение железнодорожного узла осуществляется по фидерам 6-10 кВ или 35 кВ от тяговых подстанций железных дорог и от питающих подстанций региональных энергосистем. Общая сеть электроснабжения узла включает в себя ряд энергообъектов (трансформаторные подстанции, распределительные пункты, пункты секционирования и т.д.), на которых организуется учёт электроэнергии по вводам и отходящим фидерам, питающим потребителей. На рис. 1 представлена комплектная трансформаторная подстанция – один из видов энергообъектов АСКУЭ ЖУ.

Внедрённые АСКУЭ железнодорожных узлов позволили оценить реальное потребление каждого отдельного железнодорожного предприятия и структурного подразделения, а также сторонних потребителей в границах узла.

Основные функции АСКУЭ ЖУ

К основным функциям АСКУЭ ЖУ относятся следующие:

- периодический сбор, обработка и хранение данных о величине поставленной и потреблённой электроэнергии (активной и реактивной мощности);
- периодический сбор, обработка и хранение данных об объёме электроэнергии, передаваемой по сетям РЖД;
- оперативный контроль потерь в электрических сетях;
- организация обмена данными со смежными информационными системами.

АСКУЭ ЖУ позволяет использовать полученные данные при планировании объёмов и лимитов норм потребления, формировать баланс принятой и распределённой электроэнергии по каждой трансформаторной подстанции и узлу в целом, создавать отчётные документы. Становится возможным переход на денежный расчёт за электроэнергию между структурными подразделениями железной дороги.

В процессе эксплуатации система позволяет без дополнительных затрат на учёт электропотребления осуществлять

реорганизацию структуры предприятий РЖД, например выделять структуры, требующие отдельного учёта, в категорию новых субабонентов.

Особенности объектов автоматизации

Железнодорожные узлы как объекты автоматизации имеют специфические отличия, а именно:

- большое количество железнодорожных узлов по всей России, в разных климатических зонах;
- разная удалённость в рамках одного железнодорожного узла энергообъектов друг от друга и от центра сбора и обработки информации (от нескольких сотен метров до 50 и более километров);
- организация точек учёта электроэнергии в неотапливаемых и необслуживаемых помещениях энергообъектов (трансформаторных подстанций), на которых отсутствуют какие-либо средства связи;
- количество энергообъектов, на которых организуются точки учёта, в границах железнодорожного узла – от 10 до 50;
- количество точек учёта электрической энергии в одном железнодорожном узле – от 100 до 500;
- необходимость типовых технических решений при организации учёта электроэнергии для эксплуатирующихся в электрических сетях железнодорожных узлов более чем 10 тысяч трансформаторных подстанций, имеющих однотипные электрические параметры.

Все эти особенности были учтены при внедрении проекта АСКУЭ ЖУ.

В условиях развития розничных рынков электроэнергии в ближайшее время прогнозируется создание АСКУЭ розничных рынков. Поставка электроэнергии абонентам розничного рынка, расположенным в границах узла, осуществляется через трансформаторные подстанции, которые оснащены оборудованием АСКУЭ ЖУ. При внедрении проекта АСКУЭ розничных рынков и решении задачи минимизации затрат на его реализацию возрастает актуальность созданной инфраструктуры сбора и передачи данных на базе АСКУЭ ЖУ.

Подходы к реализации проекта

Масштабность проекта характеризуется объёмами внедрения – до 10 000 точек учёта электроэнергии в год. При-

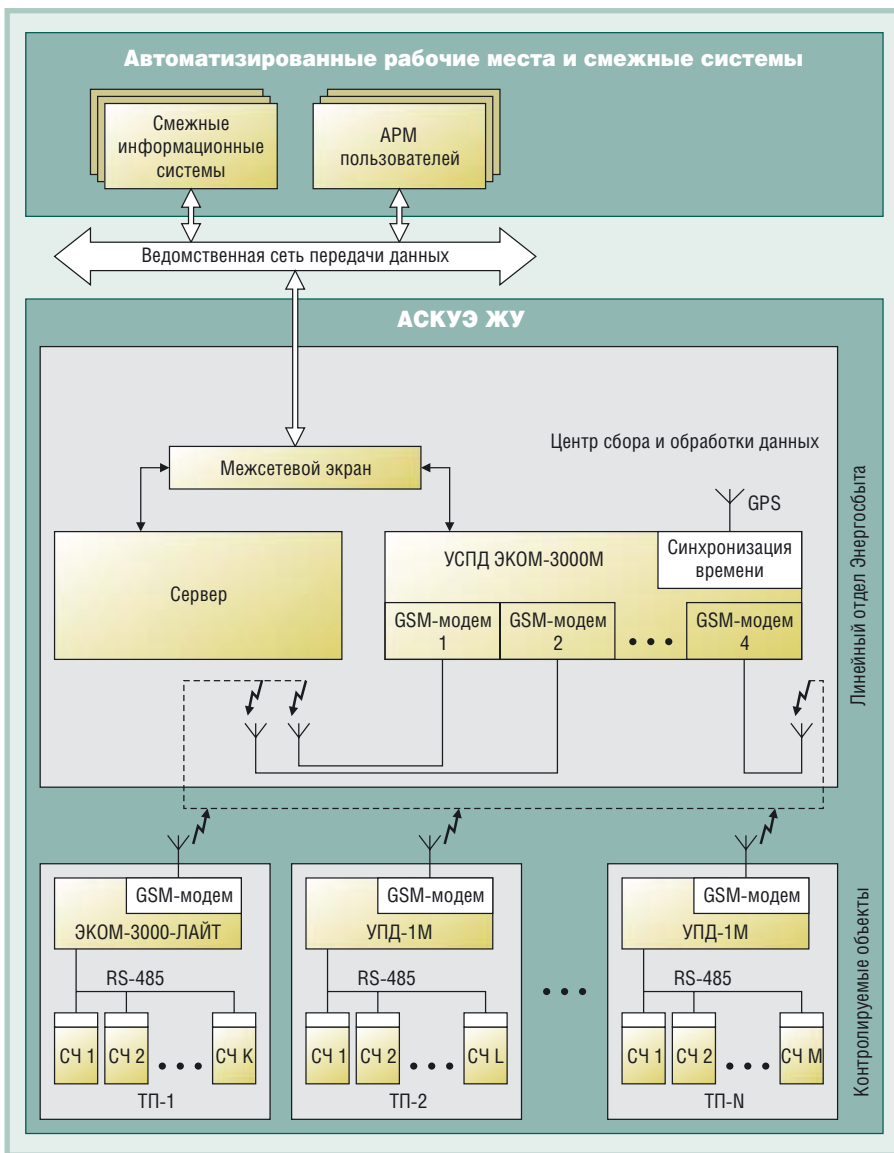
ведённые годовые объёмы внедрения АСКУЭ ЖУ, сжатые сроки выполнения и особенности объектов автоматизации диктуют следующие основные подходы к реализации проекта:

- привлечение ведущих организаций страны в области автоматизированного учёта электроэнергии для разработки концепции создания АСКУЭ ЖУ и выработки основных технических решений;
- разработка типовой проектно-компонентной системы на базе унифицированных программно-технических средств для всех объектов внедрения на сети железных дорог;
- разработка типовой методики выполнения предпроектных обследований объектов внедрения;
- разработка типовых форм технического задания, технорабочего проекта и эксплуатационной документации, использование их при внедрении АСКУЭ ЖУ на конкретных узлах;
- ориентация на оборудование и программное обеспечение крупных отечественных производителей, хорошо зарекомендовавших себя на рынке, способных обеспечить не только требуемые объёмы и качество поставок в сжатые сроки, но также гарантийное и послегарантийное обслуживание;
- подбор региональных фирм-исполнителей и обучение их специалистов;
- разработка методических материалов, обеспечивающих унификацию процесса монтажа оборудования и проведения пусконаладочных работ;
- сертификация системы и утверждение типа средства измерения, разработка методологии и методики поверки измерительных комплексов системы.

Архитектура и состав системы

АСКУЭ ЖУ разработана «Отраслевым центром внедрения новой техники и технологий» (ОЦВ) с привлечением ЗАО «Трансэнерком» и ведущих фирм-разработчиков программных и технических средств. Кроме известных критериев выбора оборудования и производителей, разработчик особое внимание уделял вопросу выполнения конкретных требований унификации оборудования для системы и готовности производителя при необходимости провести определённые доработки серийной продукции.

Структурная схема АСКУЭ ЖУ приведена на рис. 2. Система включает в



Условные обозначения: УСПД — устройство сбора и передачи данных; СЧ — счётчик электрической энергии; ТП — трансформаторная подстанция.

Рис. 2. Структурная схема АСКУЭ ЖУ

себя оборудование, размещённое на контролируемых энергообъектах узла (трансформаторных подстанциях) и в центре сбора и обработки данных, расположенном в линейном отделе Энергосбыта железной дороги.

На энергообъектах устанавливаются:

- измерительно-информационные комплексы точек учёта, включающие в свой состав измерительные трансформаторы тока, трансформаторы напряжения (при необходимости), как правило, Свердловского завода трансформаторов тока и счётчики электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 Нижегородского завода им. М.В. Фрунзе (вариант установки счётчиков электрической энергии на энергообъекте показан на рис. 3);
- информационно-вычислительный комплекс электроустановки, включающий в свой состав объектное ус-

ройство сбора и передачи данных (УСПД) типа УПД-1М (показан на рис. 4, разработчик ЗАО «Трансэнерком») или ЭКОМ-3000-ЛАЙТ (показан на рис. 5, разработчик ООО «Фаствел»).

В центре сбора и обработки данных устанавливаются промышленный контроллер (центральное УСПД) типа ЭКОМ-3000М (показан на рис. 6, разработчик ООО «ПРОСОФТ-Системы»), сервер и АРМ специалистов Энергосбыта (рис. 7). Указанное оборудование подключено к ведомственной сети передачи данных (СПД).

Счётчики электрической энергии подключаются к измерительным трансформаторам тока и напряжения. Информация от счётчиков электроэнергии по интерфейсу RS-485 передаётся в объектное УСПД, в состав которого входит GSM-модем. Данные с



Рис. 3. Вариант установки счётчиков электрической энергии на энергообъекте

объектных УСПД по GSM-каналу передаются на верхний уровень системы в центральное УСПД ЭКОМ-3000М, которое консолидирует информацию со всех точек учёта узла и синхронизирует единое время по всем компонентам системы. Сбор данных с объектных УСПД производится в автоматическом режиме по расписанию. Информация от УСПД ЭКОМ-3000М поступает на сервер с базой данных по электропотреблению узла.

Система функционирует в круглосуточном режиме. Коррекция системного времени в счётчиках электрической энергии, УСПД и сервере осуществляется системой обеспечения единого времени, основой которой является GPS-приёмник точного времени, входящий в состав ЭКОМ-3000М. Система обеспечения единого времени задействована на всех уровнях и выполняет законченную функцию измерения времени, имеет нормированные метрологические характеристики и обеспечивает синхронизацию времени при проведении измерений количества электроэнергии с точностью не хуже $\pm 5,0$ с/сутки.

ОБЪЕКТНЫЕ УСПД

Использование в составе системы УСПД, размещённых на контролируемых энергообъектах, позволяет:

- примерно на порядок сократить GSM-трафик при использовании протокола передачи данных CSD и, соответственно, расходы на GSM-связь по сравнению с непосредственным опросом счётчиков по GSM-каналу в реальном масштабе времени;

- повысить надёжность системы за счёт того, что в объектных УСПД хранятся данные со счётчиков за последние 35 суток;
- определять время выхода из строя счётчика с точностью до нескольких минут.

Несмотря на наличие на рынке большого числа различных УСПД, специально для АСКУЭ ЖУ разработано и серийно выпускается УСПД типа УПД-1М. Основными требованиями к данному устройству были следующие: достаточность функциональных возможностей, минимум избыточности при массовом внедрении на однотипных объектах, поддержка протокола обмена данными с центральным УСПД «ЭКОМ-3000М», высокая надёжность, простота монтажа, настройки и обслуживания, индустриальное исполнение и достаточно низкая цена.

С помощью встроенного программного обеспечения УПД-1М выполняет следующие функции:

- сбор по интерфейсу RS-485 данных от 32 счётчиков электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 или других с совместимым протоколом (энергия от сброса показания счётчика, энергия на начало текущих и предыдущих суток, энергия за предыдущие и текущие сутки, 3- и 30-минутные профили мощности и журналы событий счётчиков и УПД-1М);
- «докачка» поступивших с момента обрыва связи данных, производимая при временном пропадании связи со счётчиком, после её восстановления (если счётчик был установлен ранее УПД-1М, то можно «докачать» данные, накопленные счётчиком);
- хранение в энергонезависимой памяти 30-минутных профилей мощности за 35 суток и 3-минутных профилей мощности за 195 часов;
- хранение в энергонезависимой памяти журналов событий счётчиков и УПД-1М;
- передача данных по GSM-связи в УСПД верхнего уровня «ЭКОМ-3000М» (при этом используется потоковый протокол обмена данными);
- обеспечение стабильной GSM-связи за счёт выполнения таких дополнительных функций, как
 - отправка SMS-сообщений с заданной периодичностью на заданный



Рис. 4. Устройство сбора и передачи данных типа УПД-1М



Рис. 5. Устройство сбора и передачи данных ЭКОМ-3000-ЛАЙТ

номер телефона (некоторые операторы GSM-связи отключают SIM-карту при отсутствии исходящих звонков или SMS-сообщений в течение 3 месяцев),

- перезагрузка УСПД при отсутствии GSM-связи с оператором в течение заданного времени (приводит к инициализации SIM-карты, отключённой, а затем включённой оператором GSM-связи);
- удалённая по GSM-каналу запись в УПД-1М конфигурационных файлов и новых версий программного обеспечения.



Рис. 6. Центральное устройство сбора и передачи данных ЭКОМ-3000М

В конфигураторе УПД-1М реализован ряд функций, сокращающих время конфигурирования счётчиков электрической энергии. Например, предусмотрена автоматическая установка стандартного набора конфигурационных параметров счётчиков с сохранением или заменой сетевых адресов, что обеспечивает более быстрое и качественное конфигурирование счётчиков.

В составе АСКУЭ ЖУ также применяется УСПД типа «ЭКОМ-3000-ЛАЙТ», отличающееся способностью работать с повышенными информационными объёмами и предназначенное для отдельных крупных энергообъектов узла. Устройство выполнено на программной базе центрального УСПД «ЭКОМ-3000М», имеет малые габариты и обладает такими же, как УПД-1М, функциональными возможностями. Его отличительной особенностью является использование промышленного компьютера разработки ООО «Фаствел» с фиксированной структурой технических средств. Устройства связи с объектом представлены портом RS-485 и COM-портом, к которому подключён GSM-модем.

Следует отметить, что оба типа используемых объектных УСПД обеспечивают «прозрачный» канал доступа к электросчётчикам; это позволяет дистанционно конфигурировать счётчики, считывать с них данные и выполнять их диагностику.

Каналы связи

Главной проблемой развития АСКУЭ на сегодня является обеспечение качественной и недорогой системы доставки информации от пунктов измерения к центру сбора и обработки, которая реализовала бы надёжный и безопасный обмен данными. Свой отпечаток на эту проблему накладывает и то, на какие расстояния передаётся информация. Сегодня нет единого подхода к системам передачи данных прежде всего из-за того, что наиболее качественные системы требуют значительных капиталовложений и дороги в эксплуа-



Рис. 7. Стойка с оборудованием центра сбора и обработки данных

тации, а дешёвые или доступные потребителям не обеспечивают требуемого качества передачи данных или безопасности связи.

Опыт внедрения АСКУЭ ЖУ на сети железных дорог показал, что наиболее универсальным и перспективным типом канала связи для использования в АСКУЭ ЖУ является канал сотовой связи. Он лишён проблем, связанных с ограничением расстояния до устройств учёта, не требует разрешений органов Госназдора, не нуждается в дополнительных затратах на монтаж и пускона-

ладку; при этом требует эксплуатационных расходов на оплату услуг по передаче данных. В АСКУЭ ЖУ на аппаратно-программном уровне решена проблема безопасности при взаимодействии двух различных сетей: телекоммуникационной сети GSM и ведомственной СПД.

На большинстве железнодорожных узлов при передаче данных используется протокол CSD, который поддерживается практически всеми операторами GSM и обеспечивает гарантированную скорость 9,6 кбит/с. На ряде узлов начато использование протокола GPRS, однако этот протокол не гарантирует качества сервиса QoS (Quality of Service) и не поддерживается на всех узлах местными операторами сотовой связи. В будущем с целью сокращения расходов на сотовую связь предполагается осуществить переход на протокол GPRS. Сотовые модемы, которыми оснащены УСПД, поддерживают данный протокол.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение (ПО) АСКУЭ ЖУ включает в себя следующие компоненты:

- программа конфигурирования и проверки работоспособности счётчиков электрической энергии ПСЧ-4ТМ.05 («Конфигуратор счётчиков СЭТ»);
- программы конфигурирования УСПД («Конфигуратор УПД-1М» и «Конфигуратор ЭКОМ-3000»);
- программы проверки работоспособности;
- программный комплекс (ПК) «Энергосфера».

ПК «Энергосфера», разработанный ООО «ПРОСОФТ-Системы», широко используется в промышленных авто-

матизированных системах контроля и управления и системах учёта энергоносителей. К достоинствам этого программного комплекса, выбранного в качестве ПО верхнего уровня АСКУЭ ЖУ, следует отнести:

- 1) учёт всех видов энергоносителей в единой аппаратно-программной среде, что позволяет использовать его в системах комплексного учёта топливно-энергетических ресурсов и обеспечивать унификацию ПО;
- 2) возможность интеграции с АСКУЭ других ведущих производителей («Альфа-центр», «Пирамида», «АСКП 2000» и др.);
- 3) работу со всеми типами преобразователей, микропроцессорными счётчиками и расходомерами, в том числе со счётчиками ПСЧ-4ТМ.05, выбранными для АСКУЭ ЖУ в качестве типовых по оптимальному соотношению цены с функциональными возможностями и техническими параметрами;
- 4) возможность интеграции в вычислительную сеть и единое информационное пространство предприятия;
- 5) сочетание функций учёта, контроля и управления, что предоставляет возможность функционального развития систем АСКУЭ ЖУ без замены ПО;
- 6) простоту наращивания и модернизации существующих АСКУЭ;
- 7) возможность создания собственных экранных и отчётных форм (отчётные формы используют формат Excel и могут создаваться в «Генераторе отчётов», пример одной из основных экранных форм приведён на рис. 8);
- 8) возможность создания многоуровневых иерархических систем;
- 9) независимость от типа канала связи.

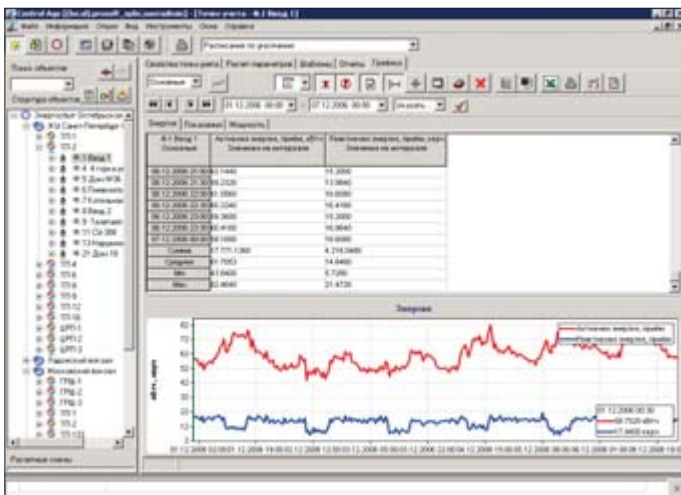


Рис. 8. Одна из основных экранных форм ПК «Энергосфера»

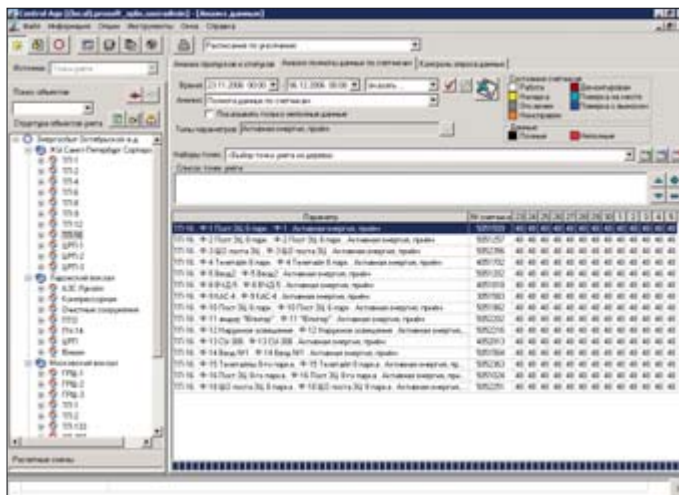


Рис. 9. Экранная форма «Анализ полноты данных»

ПК «Энергосфера» был значительно доработан разработчиком для использования в АСКУЭ ЖУ: разработан инсталлятор программного обеспечения, реализована возможность автоматизированной установки обновлений ПО, созданы унифицированные отчётные формы по электропотреблению для железных дорог, разработаны блок анализа полноты данных (рис. 9) и блок ручного опроса счётчиков, а также реализован ряд других функциональных возможностей. Все выполненные доработки обеспечивают минимальные трудозатраты на инсталляцию, обновление, настройку и сопровождение ПО, повышение эксплуатационной надёжности системы в целом.

ПО АСКУЭ ЖУ осуществляет обмен данными со смежными автоматизированными системами. Для экспорта данных в автоматизированную систему управления и планирования покупки электроэнергии (АСУ ППЭ) в составе ПК «Энергосфера» разработана специальная программа, которая при появлении изменений данных автоматически передаёт их по ведомственной СПД в согласованных форматах на сервер АСУ ППЭ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АСКУЭ ЖУ – это типовая проектно-компонованная система учёта электроэнергии, разработанная для массового внедрения на объектах электроснабжения железнодорожных узлов и сетевых районов.

Комплекс унифицированных технических и программных средств АСКУЭ ЖУ и отдельные составные части системы могут быть использованы для создания АСКУЭ различных предприятий и объектов, удовлетворяющих требованиям оптового и розничных рынков электроэнергии. Система АСКУЭ ЖУ в целом и компоненты её измерительных каналов сертифицированы как средства измерения и внесены в государственный реестр средств измерений. Отработана процедура проверки измерительных каналов системы. В системе могут использоваться десятки типов сертифицированных трансформаторов тока и напряжения, счётчиков электроэнергии, УСПД, устройств связи. При этом не требуется новой сертификации системы.

В составе системы на контролируемых объектах размещается недорогое

объектное УСПД типа УПД-1М на 32 точки учёта, специально разработанное для условий неотапливаемых помещений трансформаторных подстанций. Для объектов с большим количеством точек учёта в состав системы входит УСПД типа «ЭКОМ-3000-ЛАЙТ», специально разработанное для функциональных задач проекта.

Полномасштабное внедрение проекта АСКУЭ ЖУ на сети железных дорог России стало возможным благодаря пониманию единой цели и задач проекта на дорогах. Однотипность и организационная целостность структур Энергосбыта железных дорог, их высокий технический потенциал, с одной стороны, и применение типовых решений для построения системы на базе унифицированных программно-технических средств, с другой стороны, позволили в сжатые сроки осуществить реализацию проекта АСКУЭ ЖУ. ●

**Авторы – сотрудники
ЗАО «ОЦВ» и ЗАО «Трансэнерком»
Телефон: (495) 787-5366
Факс: (495) 787-9855**