

Определение и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях на основе применения современных измерительных и управляющих систем

Воротницкий В.Э. главный научный сотрудник ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»
д.т.н., профессор

Севостьянов А.В. технический директор инженерного центра «Энтелс»

**21-23 мая 2013 г. форум «Точные измерения - основа качества и
безопасности»**

Проблемы учета электроэнергии носят комплексный системный характер и требуют взаимоувязанных решений по их техническому, метрологическому, организационному, нормативно-правовому и финансовому обеспечению

Основные проблемы учета электроэнергии

- **Значительный моральный и физический износ счетчиков электроэнергии, измерительных трансформаторов**
- **Отсутствие в ряде случаев приборов коммерческого учета в точках поставки электроэнергии**
- **Несоответствие условий эксплуатации приборов учета нормативным требованиям**
- **Недостаточный метрологический контроль и надзор точности измерений**
- **Преимущественно ручной сбор и регистрация показаний приборов учета**

Основные проблемы учета электроэнергии

- Недостаточное взаимодействие электросетевых, энергосбытовых компаний и управляющих компаний (ТСЖ) в части установки приборов учета, снятия их показаний и ответственности за потери электроэнергии между точками поставки и измерения электроэнергии
- Недостаточная мотивация персонала электрических сетей и энергосбытовых компаний по выявлению безучетного и бездоговорного потребления электроэнергии
- Недостаточная квалификация персонала (контролеров и инспекторов), их обеспеченность современными приборами по выявлению безучетного и бездоговорного потребления электроэнергии
- Отсутствие доступа к приборам учета в связи с их расположением на территории потребителя

Основные проблемы учета электроэнергии

- **Высокая стоимость создания и содержания точки учета в АСКУЭ БП, приведенная к объему электропотребления бытового потребителя**
- **Неурегулированность вопросов финансирования совершенствования системы учета электроэнергии в процессе принятия тарифных решений**
- **Отставание нормативно-правовой базы**
- **Отсутствие экономических стимулов использования интеллектуальных приборов учета расширенное тарифное меню, альтернативные сбытовые компании...**

Проблемы метрологического обеспечения учета электроэнергии

- **Отсутствуют утвержденные методики оценки влияния параметров качества электроэнергии на точность учета**
- **Отсутствуют утвержденные методики расчета случайной и систематической погрешности измерений фактических потерь электроэнергии и расчета технических потерь электроэнергии в электрической сети в целом и с разбивкой по уровням напряжения**
- **Не решен вопрос допустимых коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях.**

Следствия проблем с учетом электроэнергии

- **Применение расчетных методик и отсутствие объективной оплаты за фактическое потребление**
- **Нерациональное использование электроэнергии, значительный объем ее бездоговорного и безучетного потребления**
- **Высокий уровень потерь в электрических сетях**

По состоянию на 2009 г. абсолютные потери электроэнергии в электрических сетях России составили около 130 млрд.кВт.ч., а относительные - около 13 % от отпуска электроэнергии в сеть, что в 2,5-3 раза выше, чем в электрических сетях промышленно развитых стран

В муниципальных электрических сетях фактические относительные потери электроэнергии составляют в среднем около 15 %, в отдельных сетях они достигают 25-30 %, а в некоторых фидерах и участках сети – 50-70 % при расчетных нормативных технологических потерях, не превышающих, как правило, 8-10 %

Следствия проблем с учетом электроэнергии

- **Значительные финансовые убытки электросетевых организаций**

Выпадающие доходы (финансовые убытки) отдельных муниципальных электрических сетей от сверхнормативных потерь электроэнергии составляют сотни миллионов рублей в год

.

- **Невозможность применения социальных норм определяемых фактическим потреблением защищаемых групп**
- **Невозможность отмены перекрестного субсидирования**
- **Использование расчетных величин в процессе принятия тарифных решений.**
- **Рост тарифов на электроэнергию для ее конечных покупателей во всех группах потребителей**

Пути решения проблем учета электроэнергии

- Повышение качества энергетических обследований и выполнения энергосервисных контрактов с разработкой, реализацией и сопровождением программ совершенствования учета электроэнергии, его модернизации установки дополнительных приборов учета
- Совершенствование эксплуатации и сервисного обслуживания системы учета и в первую очередь его метрологического обеспечения
- Совершенствование нормативной базы, в том числе по взаимодействию электросетевых, энергосбытовых, компаний, ТСЖ в части установки приборов учета, снятие их показаний и ответственности за потери. Электроэнергии
- Создание механизма финансирования программ по совершенствованию систем учета электроэнергии и возврата полученной экономии инвестору
- Повышение квалификации персонала

Пути решения проблем учета электроэнергии

Стратегический путь совершенствования системы учета электроэнергии – автоматизация учета с последующим подключением к АИИС КУЭ интеллектуальных функций управления электропотреблением, повышения надежности сети за счет создания активного потребителя и интеграция систем учета с элементами Smart Grid

Зарубежный эффект использования интеллектуальной сети

Показатели	Эффект	Страны
Снижение потерь электроэнергии за счет автоматизации и точности учета электроэнергии	5-7%	Шотландия, Уэльс, Лондон
Снижение времени восстановления электроснабжения	В 4-5 раз	Великобритания, Франция (EDF, ERDF, GRDF)
Снижение длительности перерывов электроснабжения потребителей	33%	
Снижение сроков ликвидации аварий за счет раннего предупреждения	10-2%	
Повышение точности определения места возникновения аварии	Более 50%	
Снижение количества выездов персонала для проведения ремонтов/контроля работы оборудования	До 20%	
Снижение операционных затрат за счет удаленного мониторинга показателей основного оборудования	25%	США (AEP, Xcel)
Сокращение затрат на обслуживание клиентов	40%	Дания, Англия
Сокращение времени на формирование отчетности, сбор информации в стандартных форматах, сокращение времени закрытия месяца	50%	США
Снижение хищений электроэнергии за счет отслеживания несанкционированного подключения к сети	10-15%	Индия, Сингапур
Снижение количества неверно выставленных счетов за электроэнергию	50-70%	

Мероприятия и задачи внедрения технологий интеллектуальных сетей

1. Создание SCADA- системы управляющей оборудованием телемеханики РП, РТП, ТП, реклоузеры, пункты учета и секционирования, электроснабжение на питающих вводах потребителей.
2. Создание интеллектуальной системы учета и контроля параметров качества электроэнергии.
3. Организация сети связи с решением задач безопасности, контроля и распределения доступа, маршрутизации и переключения на аварийные каналы связи.
4. Система управления сетями
 - Создание системы диспетчерского управления (DMS)
 - Создание системы управления восстановлением электроснабжения (OMS)
 - Создание геоинформационной системы и системы управления ОВБ
 - Интеграция управления ОВБ с задачами контроля и фиксации работы персонала (видеорегистрация, видеофиксация)
 - Создание информационной базы данных и видеозапись объектов видеорегистрации состояния объектов электрических сетей видеозапись/теповизионная запись.
5. Создание модели сети (CIM), включая базы данных абонентов, паспортные характеристики оборудования, характеристики настройки оборудования на объектах с автоматической генерацией схем работы оборудования.
6. Создание системы сервисного обслуживания потребителей и сторонних организаций.
7. Разработка мультиагентов в рамках работы систем автоматики управления распределительными сетями.
8. Технологические решения: «умный город», «умный дом», «активный потребитель».

Система управления сетями

Автоматизация распределительной сети

Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ)

Оперативный контроль и отображение состояния текущих режимов, схемы и оборудования основной электрической сети

Управление оперативными переключениями в электрических сетях

Контроль процессов эксплуатации и ремонта электрических сетей

Анализ режимов электрических сетей

Подготовка и контроль знаний оперативного персонала

Коллективное отображение информации

Автоматическое управление и регулирование

Контроль предельных параметров

Мониторинг отдельных параметров и режимов работы электрооборудования объектов

Телеуправление коммутационными аппаратами электрической сети

Формирование сигнализации (в том числе обобщенной), о различных технологических событиях

Ведение архивов измеряемых и рассчитываемых значений с регулируемой длительностью хранения и интервалом записи

Ведение топологической схемы сети, однолинейных схем объектов, характеристик оборудования

Объектовые системы телемеханики

Прием и передача сигналов телеуправления

Синхронизация времени комплексов телемеханики

Сбор, обработка, контроль, регистрация и передача текущей дискретной информации о режимных параметрах электрической сети

Сбор (измерение), первичная обработка, контроль, регистрация и передача текущей аналоговой информации о режимных параметрах электрической сети

Интеграция с интеллектуальными системами технического и коммерческого учета электроэнергии

Сбор данных с интеллектуальных приборов учета

Фиксация отсутствия| восстановления электропитания потребителей

Управление мощностью потребителей через реле счетчиков

Оперативное управление восстановительными работами

Система управления ОВБ

Постановка задачи ремонтным бригадам (формирование программ работ)

Обратная связь с ремонтной бригадой (контроль выполнения работ)

Интеграция с ГИС системой

Видеофиксация Ремонтных работ

Геоинформационная система (ГИС)

Мониторинг положения ремонтных бригад

Прокладка оптимальных маршрутов до места работ

Интеграция с системой оперативного управления бригадами

Топологическая привязка объектов электрохозяйства

Управление восстановлением электроснабжения

Информационная система управления восстановлением электроснабжением (OMS)

Прием данных от операторов call-центра

Ведение истории аварийных отключений

Контроль включенных и отключенных потребителей

Ведение базы данных потребителей с адресной привязкой

Предоставление диспетчеру данных о локализации места аварии на основе данных мониторинга состояния сети, звонков абонентов, данных учета электроэнергии

Формирование сообщений для информирования абонентов (обратная связь диспетчера с оператором call-центра)

Выявление фактов и причин отключения оборудования

Формирование предложений и подготовку мероприятий по восстановлению электроснабжения

Ведение журнала диспетчера, формирование отчетов

Формирование общей сводки по состоянию сети

WEB-сервис

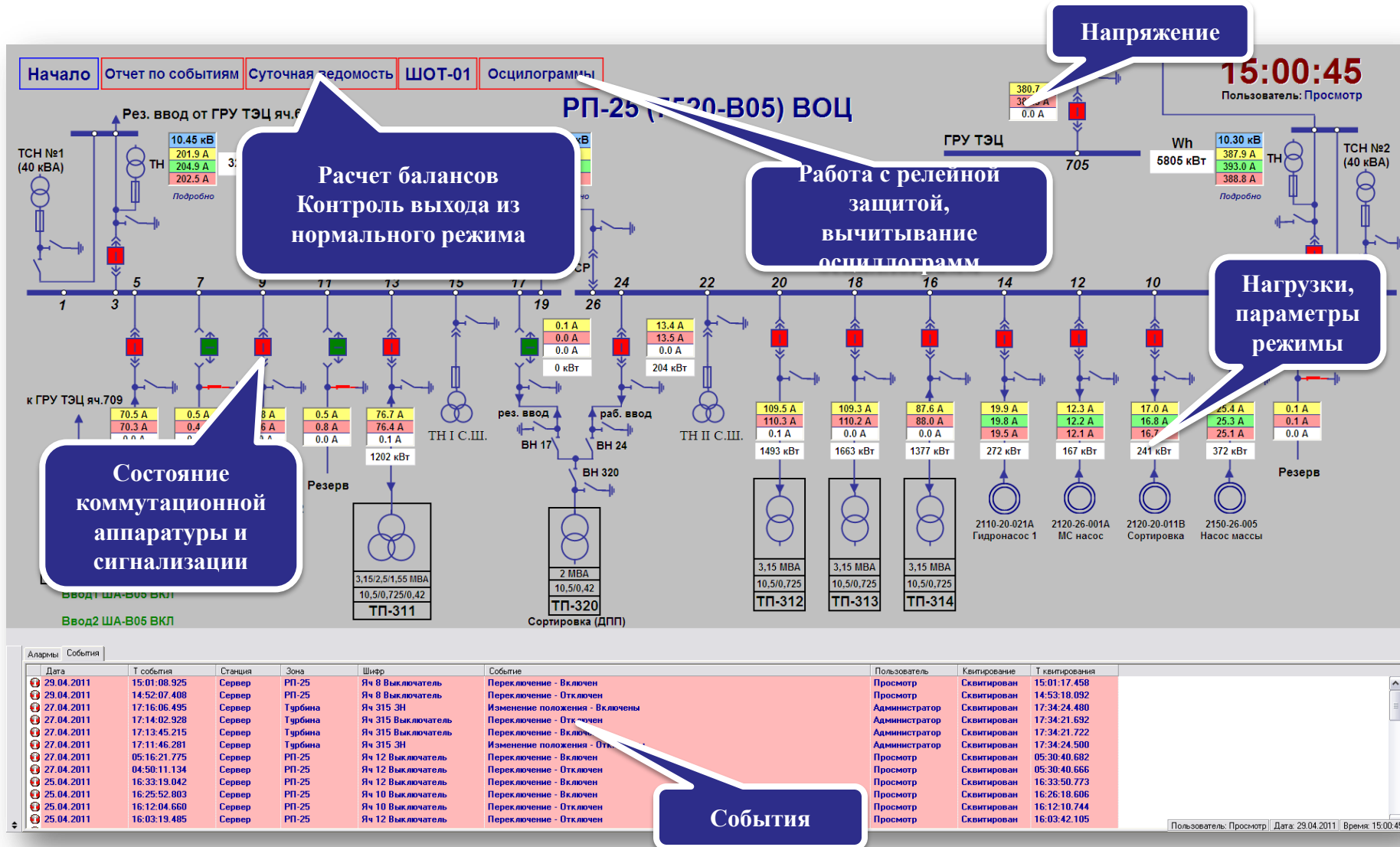
Доступ к мультиагентам Как дополнительный сервис

Кабинет абонента с возможностью аналитики

Регистрация заявок от абонентов в системе OMS

Предоставление абонентам информации о неисправностях в сети и времени их устранения

Управление распределительными сетями: РТП 20/10/0,4 кВ



Интеграция с расчетом потерь РТП-3

На базе программного комплекса РТП3 осуществляется расчет потерь на почасовых интервалах. Расчет позволяет автоматически выявлять потери и оперативно их устранять.

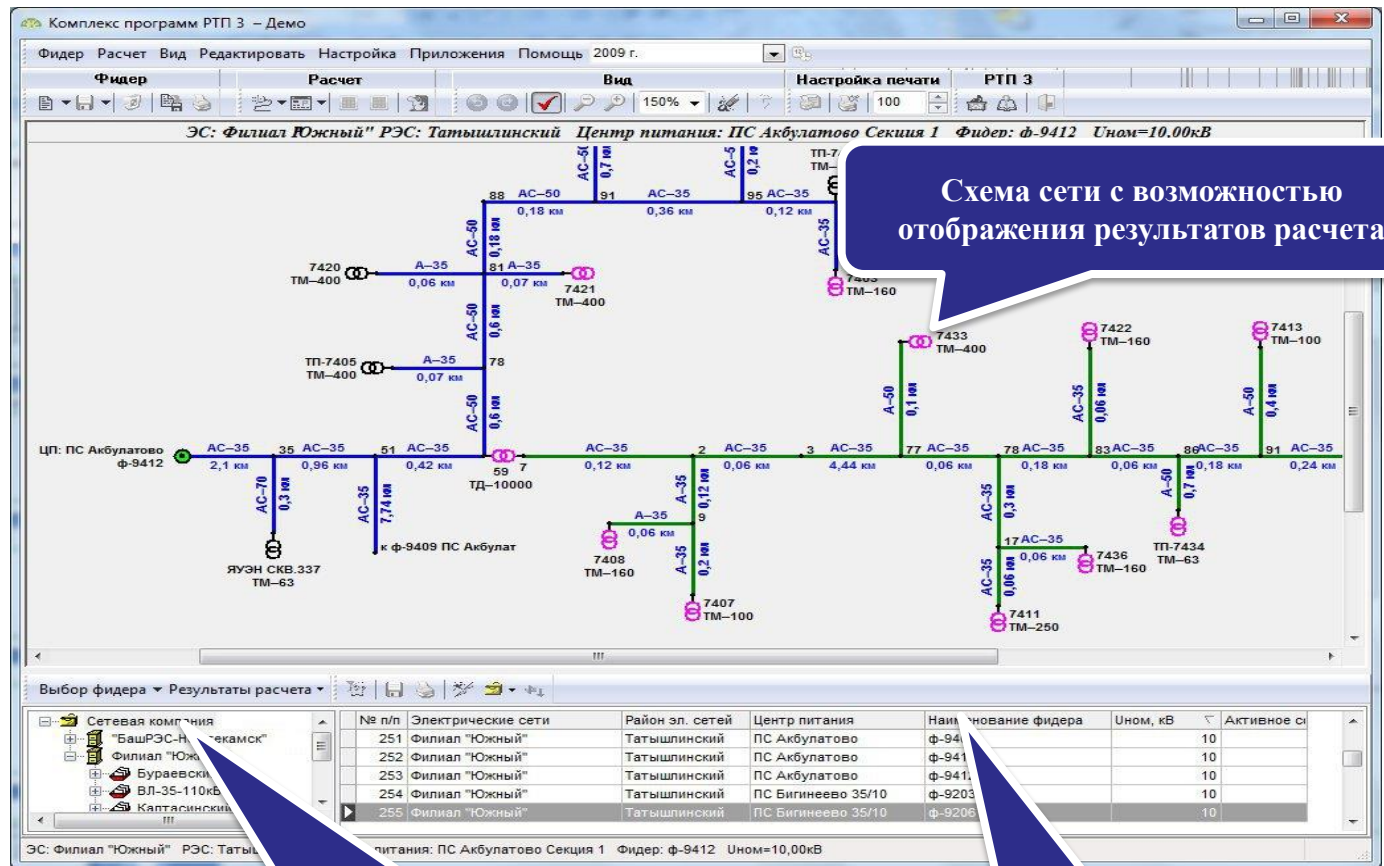
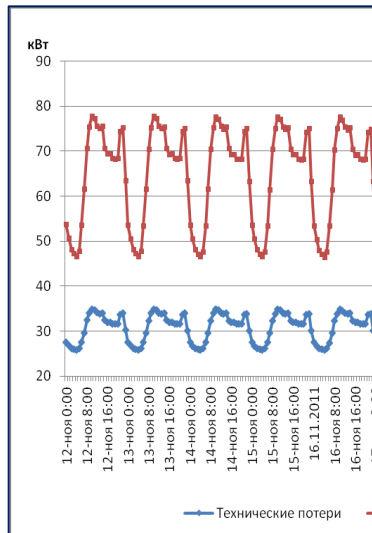
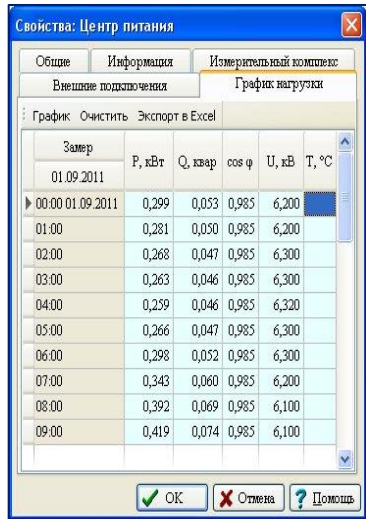


Схема сети с возможностью отображения результатов расчета

Иерархия электрической сети

Перечень фидеров

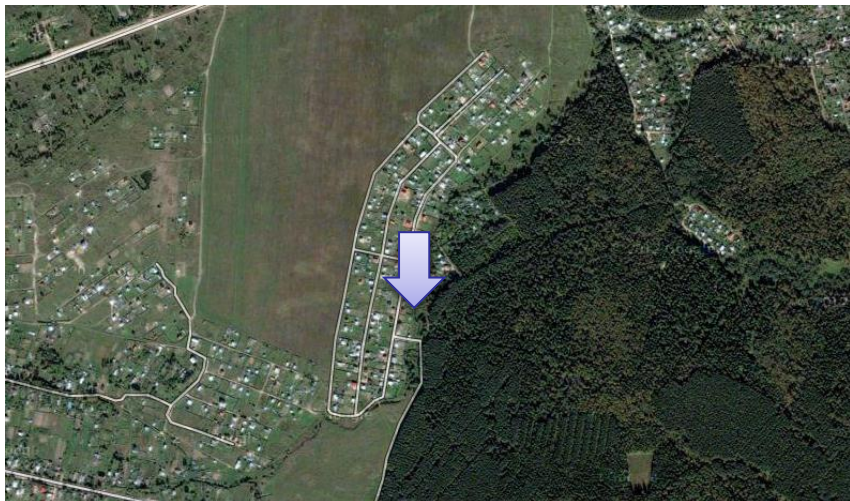
Система Восстановления Электроснабжения (OMS)

Система управления восстановлением электроснабжения предназначена для оперативного информирования диспетчерского персонала об авариях, нарушениях в электроснабжении потребителей, отклонении качества ЭЭ, обеспечении контроля за процессами восстановления электроснабжения и должна решать следующие задачи:



- обеспечить оперативное информирование диспетчерского персонала об авариях, нарушениях и отклонениях электроснабжения потребителей
- сократить сроки ликвидации технологических нарушений и аварий
- снизить среднее время восстановления электроснабжения потребителей
- обеспечить информационную поддержку на всех уровнях компании при проведении аварийно-восстановительных, ремонтных и эксплуатационных работ
- обеспечить предоставление информации по количеству и категориям отключенных потребителей, контролировать восстановление электроснабжения

Контроль работы аварийных бригад с привязкой к GIS с диспетчерским ведением видеорегистрации/видеофиксации



Интеграция с геоинформационными системами
Интеграция с диспетчерскими системами

Ведение информационной базы данных
о работах, состоянии оборудования.

Видеофиксация начала, проведения и окончания
работ, передачей информации в диспетчерскую
РЭС . С возможностью интеграции с программами
кадрового учета, охраны труда и системами
планирования.



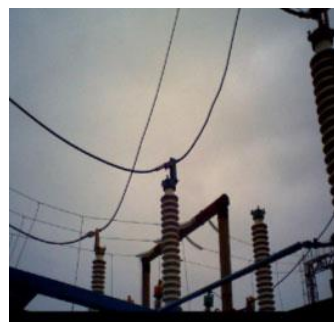
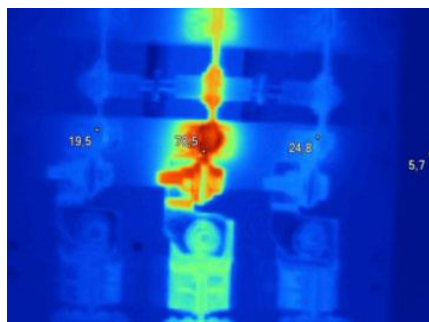
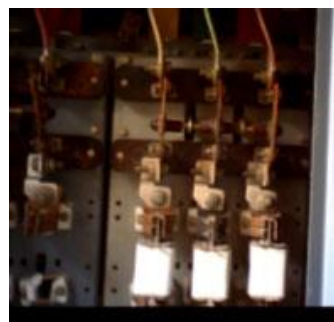
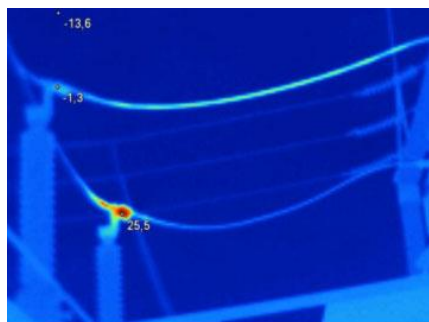
Видеорегистрация/видеофиксация состояния электрических сетей

Анализ состояния электрических сетей

Экспресс контроль и видеофиксация без ограничений связанных с безопасностью работы персонала.

Минимальные габариты аппаратов позволяют проводить экспресс анализ и видеорегистрацию оборудования без риска попадания под напряжение персонала.

Видеорегистрация в сочетании с тепловизионной съемкой позволяют оперативно и с минимальными затратам сделать анализ фактического состояния электрических подстанций, линий электропередач, хозяйственных построек.



Управление восстановительными работами

Система оперативного управления восстановительными работами предназначена для обеспечения взаимодействия диспетчерского персонала и оперативно-выездных бригад при проведении аварийно-восстановительных и плановых работ.

Система обеспечивает решение следующих задач:

- повышение эффективности взаимодействия диспетчерского персонала и оперативно-выездных бригад
- сокращение сроков ликвидации технологических нарушений и аварий
- снижение среднего времени восстановления электроснабжения потребителей
- обеспечения информационной поддержки при проведении ремонтных и эксплуатационных работ



Создание модели сети (CIM)

Модель сети (CIM) содержит описание объектов электросетевого хозяйства и потребителей, в том числе:

- Топологическую модель электрических соединений сети
- Паспортные характеристики силового оборудования
- Паспортные характеристики оборудования автоматизации и учета
- Описание телеизмерений/телесигналов, получаемых с подстанции
- Адресную базу потребителей с указанием договорных характеристик (мощность)

Общая информационная модель используется как основной источник данных для систем:

- АСДУ (DMS)
- Систем учета электроэнергии (AMI)
- Система управления восстановлением электроснабжения (OMS)
- Система оперативного управления восстановительными работами
- Система активного потребителя с аналитическим модулем энергосбережения и энергетического менеджмента

Общая информационная модель должна создаваться в соответствии с требованиями международного стандарта IEC 61970/61968 и должна обеспечивать возможность описания объектов электросетевого хозяйства в стандартном представлении, независимо от используемых продуктов и форматов.

Формирование данных CIM модели должно осуществляться на уровне объектов и осуществляться автоматически в процессе наладки и обслуживания объектов. 22

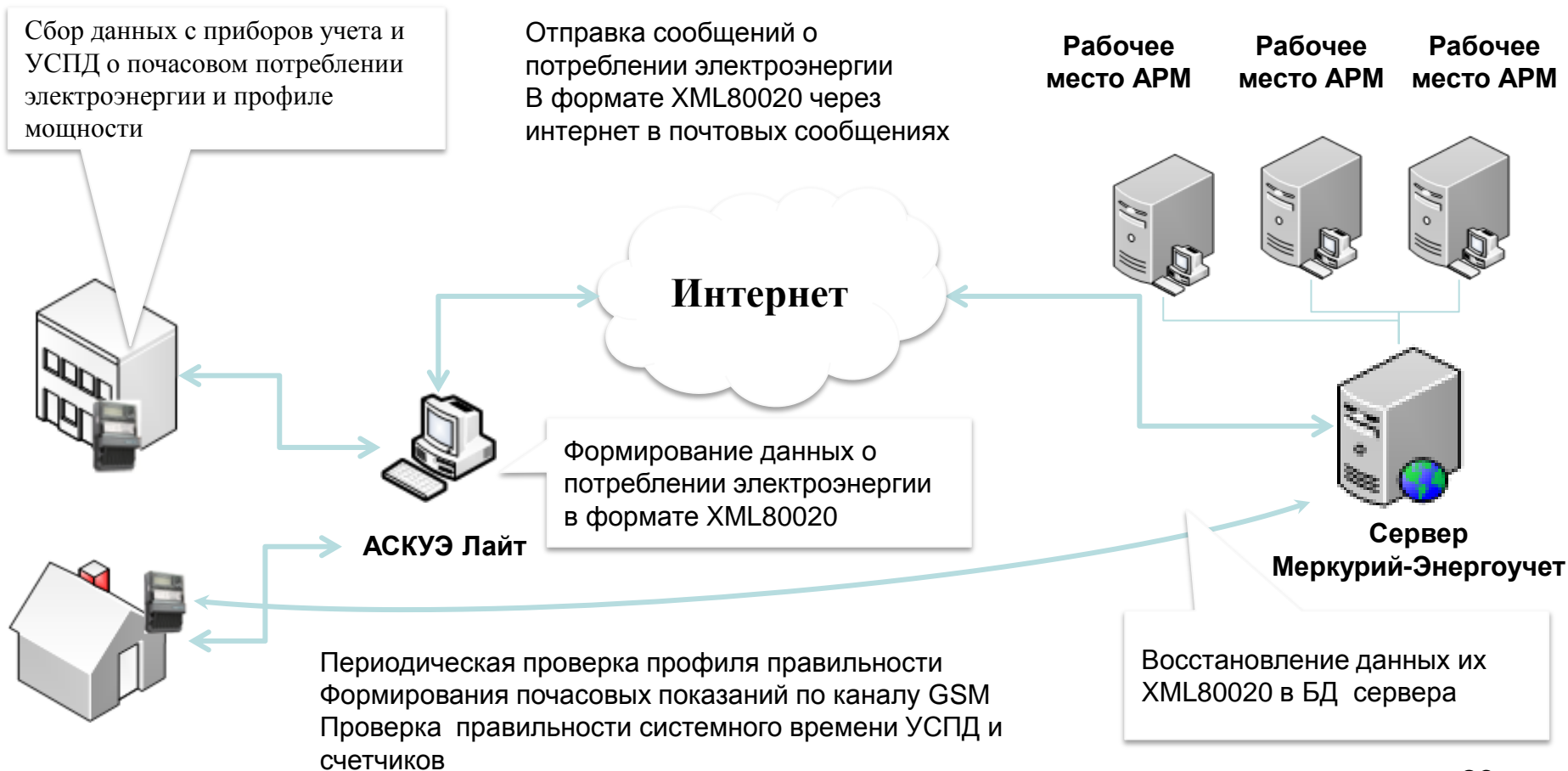
Организация сбора данных о почасовом потреблении электроэнергии

Возможности

Сбор данных об энергопотреблении с формированием почасовых данных об энергопотреблении.

Передача данных об энергопотреблении в сбытовую компанию.

Расширение функций АСКУЭ Лайт, до SCADA системы с возможностью онлайн мониторинга и комплексной автоматизации объектов.



АСКУЭ для потребителей свыше 670кВа в соответствии с постановлением правительства 442

Сбор данных с сохранением
профиля

АСКУЭ потребителя

БД АСКУЭ СБЫТ

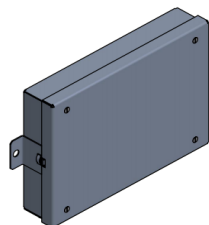
Приборы учета с
профилем мощности



УСПД
Меркурий-250



Контроллер
ЭНТЕК 323
в мет. корпусе
для настенного
монтажа
(все включено)



Счетчик со
встроенным
контроллером



- 1) Сбор данных о потреблении, профиль 30 мин. мощности
- 2) Накопление в базе данных.
- 3) Передача данных о почасовом потреблении в формате XML 80020 в энергосбытовую компанию по электронной почте.

Дополнительные возможности

- 4) Организация диспетчерского рабочего места с возможностью мониторинга в режиме онлайн энергопотребления
- 5) Возможность дополнительных функций (мультиагенты).

- 1) Сбор данных о почасовом потреблении в формате XML 80020 через электронную почту. Формирование на основании данных почасовой энергии

- 2) Накопление в базе данных SQL сервера информации о почасовом потреблении электроэнергии.

- 3) Возможность дистанционного сбора данных с приборов учета.

- 4) Контроль правильности почасового полезного отпуска.

- 5) Сравнение принятых данных с фактическими показаниями приборов учета.

- 6) Ведение базы данных по потребителям.

Программа

по развитию коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета до 2020 года

утверждена приказом Минэнерго России от 10.05. 2011

**№175 «Об утверждении Программы по развитию коммерческого учета
электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета на период до
2020 года.**

План реализации программы

№	Мероприятие	Сроки
1	Подготовительный этап	2011-2012
1.1	Разработка методических рекомендаций и систем коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета	До II кв. 2011 г.
1.2	Формирование федеральной концепции и целевой модели интеллектуального учета электроэнергии	До III кв. 2011 г.
1.3	Разработка и утверждение на уровне Постановления Правительства РФ «Правил коммерческого учета электроэнергии на розничном рынке»	До I кв. 2012 г.

План реализации программы

№	Мероприятие	Сроки
1.4	Утверждение ведомственного акта, устанавливающего единичные технические требования к системам учета электрической энергии на основе технологий интеллектуального учета	До I кв. 2012 г.
1.5	Разработка методических указаний по расчетному нормативной стоимости точки интеллектуального учета электрической энергии с учетом эффекта и установленных критериев	До III кв. 2012 г.
1.6	Реализация пилотных проектов в соответствии с рекомендованными требованиями к системам коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета	До I кв. 2013 г.
1.7	Стимулирование предложения на рынке приборов и систем учета	До I кв. 2013 г.
1.8	Формирование пакета необходимых изменений нормативно-законодательной базы	До I кв. 2013 г.

План реализации программы

№	Мероприятие	Сроки
2	Этап 2. переходный период	2013-2015 гг.
2.1	Внесение изменений в концепцию и требования к системам коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета	До III кв. 2013 г.
2.2	Внесение изменений в законодательство в части обязательных требований к системам коммерческого учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета	2012-2013 гг.
2.3	Проведение информационной компании для бытовых потребителей	2012-2014гг.
2.4	Определение территориальной приоритетности и поэтапности реализации Программы в Российской Федерации с учетом эффекта от установки интеллектуальной системы учета	2012-2013 гг.
3	Этап 3. Этап тиражирования	2013-2020гг.
3.1	Масштабное тиражирование в субъектах РФ согласно целевой модели	2014-2020гг.

**Основой реализации программ,
пилотных проектов и их
тиражирования должны стать
стандарты, методики и нормативная
документация, обязательные для
всех участников!**

Основные риски реализации программ

- Риск отсутствия необходимых для реализации плана источников финансирования;
- Риск невозможности выстроить адекватное взаимодействие с органами местной власти и населением при внедрении и эксплуатации систем;
- Риск отсутствия взаимосвязи и обмена информации в системах учета между электросетевыми, сбытовыми организациями, органами местной власти и населением;
- Риск критического несоответствия федерального и местного законодательства концепции интеллектуального учета;
- Риск недостаточно проработанных технологических, нормативных и технических требований к оборудованию, каналам связи, безопасности передачи информации, объему данных, индикаторам состояния, эффективности работы и эффективности эксплуатации систем.

Основные пути окупаемости и повышения эффективности эксплуатации

Выполнение энергетических обследований и энергосервисных контрактов – основа разработки и реализации программ энергосбережения, повышения энергетической эффективности, в том числе программ совершенствования учета электроэнергии

Спасибо за внимание!

Воротницкий В.Э. – vve46@yandex.ru, тел./факс (499) 613-08-27

Севостьянов А.В. – as@yandex.ru, тел./факс (495) 643-11-79