Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника»

Благовещенск, 2018

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета

Составитель: Проценко П.П.
Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». – Благовещенск: Амурский гос. Ун-т, 2018. - 22 с.

©Амурский государственный университет, 2018
© Кафедра энергетики, 2018
© Проценко П.П., составитель

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1. Краткое изложение лекционного материала 5
2. Методические рекомендации к практическим занятиям 16
3. Методические указания для самостоятельной работы студентов 18
Список литературы 21

ВВЕДЕНИЕ

Сборник учебно-методических материалов предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника», при освоении дисциплины «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии».

Целями освоения дисциплины «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии» являются изучение принципов учета электроэнергии на промышленных предприятиях и его автоматизации, формирование тарифной политики предприятия.

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с принципами коммерческого учета электроэнергии, тарифными системами;
- показать возможности автоматизации технического и коммерческого учета электроэнергии на промышленных предприятиях;
- изучение основ теории и расчета, построения и режимов работы автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) и их элементов;
- изучение принципов построения и алгоритмического описания функционирования систем АСКУЭ;
- изучение основных вопросов технической эксплуатации АСКУЭ.

Дисциплина «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии» предусмотрена учебным планом. Включает в себя два модуля:

1. Организация систем контроля и учета электроэнергии.
2. Проектирование, внедрение и эксплуатация систем контроля и учета электроэнергии.

Сборник учебно-методических материалов состоит из разделов:

1. Краткое изложение лекционного материала
2. Методические рекомендации к практическим занятиям
3. Методические указания для самостоятельной работы студентов

1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Лекционный курс по дисциплине «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии» предназначен для формирования знаний и умений в области организации контроля и учета электрической энергии.

Модуль 1 «Организация систем контроля и учета электроэнергии»

Тема 1. Организация учета электроэнергии

Содержание темы: Цели и задачи учета электроэнергии. Виды учета электроэнергии на промышленном предприятии. Организация коммерческого учета электроэнергии на базе автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС КУЭ).

Краткие теоретические сведения

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ, АСКУЭ) — совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение и обработку данных об энергетических потоках в электросетях.

Обоснование необходимости внедрения АИИС КУЭ:

- введение в работу интегрированной информационной расчетной системы администратора торговой системы, что повлечет за собой значительное увеличение коммерческой информации на верхних уровнях управления отраслью и повышение ее качества;
- работа на оптовом рынке (ОРЭ) или розничном рынке электроэнергии (РРЭ), при этом необходимо обеспечить передачу информации смежным субъектам (сетевым компаниям, региональным диспетчерским управлениям, энергоснабжающим организациям или генерирующим компаниям).
- Внедрение АИИС КУЭ - наиболее эффективный способ снижения коммерческих потерь электроэнергии, поскольку является комплексным решением основных ключевых задач, обеспечивая достоверное и дистанционное получение информации от каждой точки измерения, осуществляя постоянный контроль исправности приборов учета.

Задачи систем контроля и учёта:

- Точное измерение параметров поставки/потребления энергоресурсов с целью обеспечения расчётов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки/потребления и минимизации непроизводственных затрат на энергоресурсы, в частности, за счёт использования более точных измерительных приборов или повышения синхронности сбора первичных данных;

- Диагностика полноты данных с целью обеспечения расчётов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки/потребления за счёт повышения достоверности данных, используемых для финансовых расчётов с поставщиками энергоресурсов и субабонентами предприятия и принятия управленческих решений;

- Комплексный автоматизированный коммерческий и технический учёт энергоресурсов и контроль их параметров по предприятию, его инфра- (котельная и объекты жилкомбыта) и интраструктурам (цеха, подразделения, субабоненты) по действующим тарифным системам с целью минимизации производственных и непроизводственных затрат на энергоресурсы;

- Контроль энергопотребления по всем энергоносителям, точкам и объектам учёта в заданных временных интервалах (5, 30 минут, зоны, смены, сутки, декады, месяцы, кварталы и годы) относительно заданных лимитов, режимных и технологических ограничений мощности, расхода, давления и температуры с целью минимизации затрат на энергоресурсы и обеспечения безопасности энергоснабжения;

- Фиксация отклонений контролируемых параметров энергоресурсов, их оценка в абсолютных и относительных единицах для анализа как энергопотребления, так и производственных процессов с целью минимизации затрат на энергоресурсы и восстановление производственных процессов после их нарушения из-за выхода контролируемых параметров энергоресурсов за допустимые пределы;

- Сигнализация (цветом, звуком) об отклонениях контролируемых величин от допустимого диапазона значений с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счёт принятия оперативных решений;

- Прогнозирование (кратко-, средне- и долгосрочное) значений величин энергоучёта с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счёт планирования энергопотребления;

- Автоматическое управление энергопотреблением на основе заданных критериев и приоритетных схем включения/отключения потребителей - регуляторов с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счёт экономии ручного труда и обеспечения качества управления;

- Поддержание единого системного времени с целью минимизации непроизводственных затрат на энергоресурсы за счёт обеспечения синхронных измерений. Большинство действующих АСКУЭ промышленных предприятий в силу своих структурных и функциональных ограничений решают только часть рассмотренных задач.

Цели контроля и учёта:

- Решение поставленных задач позволяет достичь следующих целей.

- Обеспечение расчётов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки/потребления.

- Минимизация производственных и непроизводственных затрат на энергоресурсы.

Тема 2. Организация оперативного контроля расхода электроэнергии

Содержание темы: Организация оперативного контроля расхода электроэнергии. Принятие организационно-технических решений, обеспечивающих рациональное использование электроэнергии. Методики анализа режимов электропотребления и потерь электроэнергии. Осуществление оперативного контроля над потреблением электроэнергии, над соблюдением пиковых ограничений по электропотреблению.

Краткие теоретические сведения

С целью повышения эксплуатационной надежности, долговечности и эффективности работы энергетического оборудования, для решения задач диспетчерского, производственно-технологического и организационно-экономического управления энергохозяйством предприятия могут оснащаться автоматизированными системами управления энергохозяйством (АСУЭ).

Указанные системы являются подсистемами автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) и должны иметь необходимые средства передачи информации от диспетчерских пунктов питающей энергосистемы в объеме, согласованном с последней.

Комплексы задач АСУЭ в каждом энергохозяйстве должны выбираться исходя из производственной и экономической целесообразности, с учетом рационального использования имеющихся типовых решений и возможностей эксплуатируемых технических средств.

Автоматизированная система управления электрохозяйством (АСУ СЭС) является составной частью АСУЭ и, как правило, имеет в своем составе системы диспетчерского управления электроснабжением и ремонтом электроустановок, распределением и сбытом электроэнергии, а также системы управления производственно-экономическими процессами в электрохозяйстве.

Для контроля и учета энергоресурсов (электроэнергии, тепла, воды) в состав АСУЭ включается специальная подсистема АСКУЭ (автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов). Отдельно следует выделить подсистему тепло- и водоснабжения предприятия в АСУЭ.

Автоматизированная система управления электрохозяйством обеспечивает следующие функции:

· отображение текущего состояния главной схемы электроснабжения в виде мнемосхемы;

· измерение, контроль, отображение и регистрация параметров;

· обработка и вывод информации о состоянии главной схемы и оборудования в текстовой (табличной) и графической форме;

· дистанционное управление переключением выключателей главной схемы с контролем действий дежурного;

· обработка данных установившихся режимов для различных эксплуатационных целей;
· диагностика защит и автоматики с аварийной сигнализацией;
· дистанционное изменение установок цифровых РЗА, управление их вводом в работу;
· регистрация и сигнализация возникновения феррорезонансных режимов в сети;
· проверка достоверности входной информации;
· диагностика и контроль оборудования;
· формирование базы данных, хранение и документирование информации (ведение суточной ведомости, ведомости событий, архивов);
· технический (коммерческий) учет электроэнергии и контроль энергопотребления;
· контроль параметров качества электроэнергии;
· автоматическое противоаварийное управление;
· регистрация (осциллографирование) параметров аварийных и переходных процессов и анализ осциллограмм;
· контроль режима аккумуляторной батареи и изоляции ее цепей;
· диагностика состояния аппаратуры и программного обеспечения АСУ СЭС;
· передача информации о состоянии системы электроснабжения в технологическую АСУ по ее каналу связи на ЦДП и в другие службы предприятия.

Основные цели АСКУЭ:
· применение современных методов учета расхода электроэнергии;
· экономия средств из-за снижения платежей за потребляемую электроэнергию;
· оптимизация режимов распределения электроэнергии и мощности;
· переход на многотарифный учет электроэнергии; - оперативный контроль полной, активной, реактивной мощностей и др.;
· контроль качества электроэнергии. АСКУЭ обеспечивает решение следующих задач:
· сбор данных на объекте для использования при коммерческом учете;
· сбор информации на верхнем уровне управления и формирование на этой основе данных для проведения коммерческих расчетов между субъектами рынка (в том числе и по сложным тарифам);
· формирование баланса потребления по подразделениям и предприятию в целом и по АО-энергозонам;
· оперативный контроль и анализ режимов потребления электроэнергии и мощности основными потребителями;
· контроль достоверности показаний приборов учета электроэнергии и мощности;
· формирование статистической отчетности;
· оптимальное управление нагрузкой потребителей;
· проведение финансово-банковских операций и расчетов между потребителями и продавцами.

Тема 3. Нормативно-правовая основа организации контроля и учета электроэнергии

Содержание темы: Анализ нормативной документации. Метрологическое обеспечение АИИС КУЭ. Техническое обеспечение АИИС КУЭ. Требования к оборудованию и каналам связи, основные параметры, принципы выбора.

Краткие теоретические сведения

Представляет интерес документ, касающийся расстановки измерительных комплексов для расчетов на розничном рынке, который был утвержден приказом Минэнерго России от 27.03.02 № 96. Он называется “Рекомендации по организации согласованного расчетного учета электроэнергии между энергоснабжающей организацией и энергоемкими потребителями”. Письмом от 18.04.02 № 06/3675 – НД Минюст РФ указал, что документ носит технический характер и не нуждается в государственной регистрации.

В нем по сути повторяется сопровождаемый подробностями организационного и технического характера принцип производства измерений для целей коммерческого учета с обеих сторон зоны поставки, изложенный в “Положении” для оптового рынка. Этот принцип четко изложен в п.

2.2.: “Системы устанавливаются на обоих концах сети, связывающей энергоснабжающую организацию и потребителя электроэнергии”. По непонятным причинам “согласованный расчетный учет” провозглашается “эффективным” для энергоемких потребителей с установленной мощностью не менее 50 МВт, питающихся на напряжении 110 кВ и выше.

“Учет” рассматривается в “Рекомендациях” как процесс, происходящий с информацией, полученной от измерительных комплексов средств учета, что видно из п. 2.1., который гласит: “Учет электроэнергии осуществляется на основе получаемой измерительной информации от энергоснабжающей организации и от энергоемкого потребителя”.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

- ни один из нормативных документов по коммерческому учету электроэнергии, разработанных Минэнерго РФ или РАО “ЕЭС России”, (включая ПУЭ) в части регламентации расстановки измерительных комплексов не соответствует требованиям оптового рынка. Все они регулируют отношения в сфере учета на розничном рынке;
- содержание этих документов представляет собой изложение правил измерения электроэнергии для целей составления балансов, отвечающих формам ведомственной (Минэнерго РФ) или корпоративной (РАО “ЕЭС России) отчетности;
- действующее “Положение”, разработанное ЗАО “ЦДР ФОРЭМ”, дает лишь общие декларативные требования к схеме расстановки измерительных комплексов. В нем отсутствует концепция измерений для целей коммерческого учета. Не рассматриваются возможности косвенных измерений. Нет рекомендаций по критериям корреляции схем установки измерительных трансформаторов, использующихся в качестве первичных датчиков для коммерческих измерений электроэнергии, и схем первичных соединений электрических станций и подстанций;
- во всех без исключения документах наблюдается путаница с употреблением слова “учет”. Как было показано ранее, “учет” используется и в качестве синонима слова “измерение”, и как обозначение действия (по глаголу “учесть – учитывать”) или процесса, использующего данные измерений. Стоит упомянуть и о том, что в обиходе “учетом” часто называют сам счетчик.

Остановимся вначале на терминологии слова “учет”, что позволит в дальнейшем адекватно описывать правила построения системы учета и требования к технической системе, связанной с измерениями, на основании которых производятся расчеты за товарную продукцию.

Тема 4. Принципы построения систем учета электроэнергии

Содержание темы: Принципы построения систем учета электроэнергии. Конфигурирование системы. Современные типовые решения. Структура и основные подсистемы АИИС КУЭ. Структура и состав канала сбора и параллельной обработки данных информационных систем электроэнергетической системы.

Краткие теоретические сведения

АИИС КУЭ является многоуровневой информационно-вычислительной системой с централизованным управлением и распределенной функцией выполнения измерений.

Количество уровней и архитектура построения АИИС КУЭ определяются на стадии разработки технического задания и зависят от сложности и количества энергообъектов.

В состав АИИС КУЭ могут входить следующие компоненты:

- измерительный компонент - ИИК точек измерений электроэнергии и обеспечение единого времени субъекта ОРЭ или РРЭ;
- вычислительный компонент - ИВКЭ субъекта ОРЭ или РРЭ;
- связующий компонент – технические средства приёма – передачи данных (каналообразующая аппаратура) и каналы связи;
- комплексный компонент, выполняющий функции связующего и вычислительного компонентов - ИВК субъекта ОРЭ или РРЭ.

Виды автоматизированных систем учёта

Децентрализованная АСКУЭ:

- позволяет в реальном времени решать задачи учета, контроля управления энергопотреблением на уровне отдельных цехов, производств и объектов предприятия;

- позволяет осуществить совмещение коммерческого и технического учета в одной системе.

Централизованная АСКУЭ:

- обеспечивает всю полноту информации на уровне главного энергетика и руководства предприятия,

- ограничивает получение информации, возможности управления энергопотоками на низших уровнях, а также организацию обратных связей в контурах управления

Структура АСКУЭ конкурентного рынка электроэнергии и мощности.

АСКУЭ конкурентного рынка электроэнергии и мощности создается как распределенная многоуровневая иерархическая система:

Уровень Администратора торговой системы и Системного оператора.

Уровень энергосистемы с объединенным диспетчерским управлением (уровень ОДУ).

Уровень Региональных сетевых компании (РДУ).

Уровень энергообъекта.

Уровень потребителей электроэнергии.

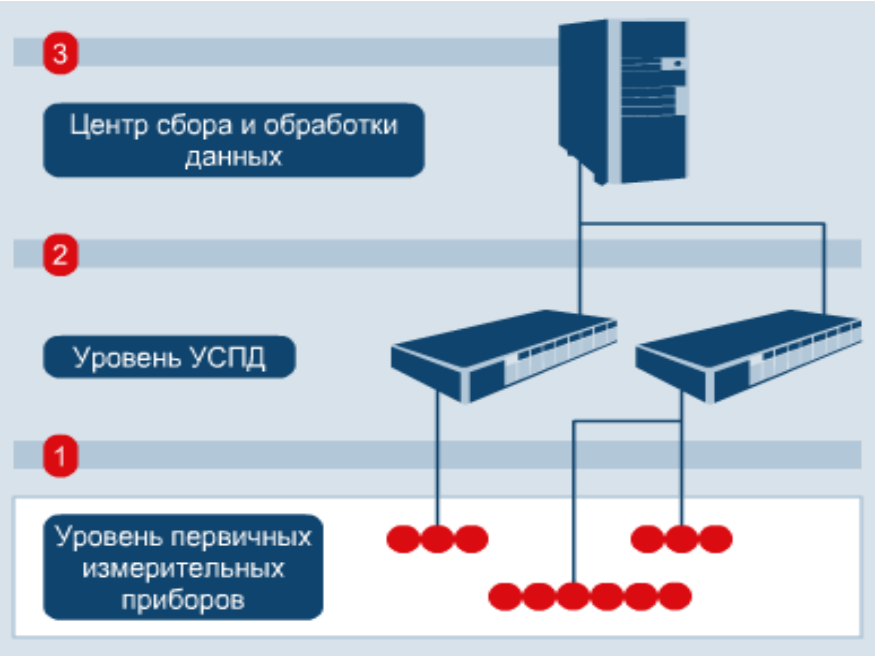
Составные части системы АСКУЭ конкурентного рынка электроэнергии и мощности

1. Электронные (в том числе микропроцессорные) трехфазные счетчики активной и реактивной электроэнергии, имеющие цифровые и/или числоимпульсные интерфейсы;

2. Устройства сбора и передачи данных (УСПД) обеспечивающих прием, обработку, накопление, хранение, отображение и осуществляющие передачу необходимых данных на верхние уровни управления по различным каналам связи;

3. Технические средства обработки информации, включая каналы связи, модемы различного назначения, устройства коммутации сигналов и т.д.

Уровневая иерархия АСКУЭ



Первый уровень (измерительный) - первичные измерительные приборы (ПИП) с телеметрическими или цифровыми выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучёта потребителей (потребление электроэнергии, мощность, давление, температуру, количество энергоносителя, количество теплоты с энергоносителем) по точкам учёта (фидер, труба и т.п.).

Второй уровень (связующий) - устройства сбора и подготовки/передачи данных (УСПД), специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением энергоучёта, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально

распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхний уровень.

Третий уровень (сбора и хранения данных) - персональный компьютер (ПК) или 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 учёта, так и по их группам - по подразделениям и объектам предприятия, документирование и отображение данных учёта в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) оперативным персоналом службы главного энергетика и руководством предприятия.

Уровень измерительно-информационный комплекса точек измерения (ИИК ТИ) обеспечивает автоматическое проведение измерений в точке измерений и включает средства измерения электроэнергии (*измерительный канал*) и средства сбора, обработки, хранения и передачи информации (*информационный канал*):

Измерительный канал системы АИИС содержит измерительные трансформаторы тока (ТТ), трансформаторы напряжения (ТН), их вторичные цепи, счетчики электрической энергии. Измерительный канал АИИС должен обеспечивать автоматическое проведение измерений электрической энергии и мощности в заданных точках.

Информационный канал включает в себя каналы связи для передачи информации на сервер сбора данных энергоснабжающей организации и сервер сбора данных. Информационный канал должен обеспечивать решение задач автоматического сбора, диагностики и автоматизированной обработки информации по учету электроэнергии в точках измерения АИИС КУЭ и обеспечивать доступ к этой информации.

ИИК обеспечивает выполнение следующих функций:

- автоматическое выполнение измерений величин активной и реактивной электроэнергии и других показателей коммерческого учета;
- автоматическое выполнение измерений времени;
- автоматическую регистрацию событий в «Журнале событий», сопровождающих процессы измерения;
- хранение результатов измерений, информации о состоянии средств измерений в специализированной базе данных;
- предоставление доступа к измеренным значениям параметров и «Журналам событий» со стороны ИВКЭ или ИВК;
- конфигурирование и параметрирование технических средств и ПО;
- диагностику работы технических средств;
- автоматизированный учет потерь электроэнергии от точки измерений до точки учета энергии при наличии технической возможности и соответствующей МВИ.

Уровень информационно-вычислительного комплекса электроустановки (ИВКЭ) представляет совокупность функционально объединенных программных, вычислительных и других технических средств для решения следующих задач: задач сбора и обработки информации о состоянии средств и объектов измерений, а также обеспечения интерфейсов доступа к этой информации с других уровней АИИС КУЭ.

В состав ИВКЭ входит следующее оборудование:

- специализированный промконтроллер, обеспечивающий интерфейс доступа к ИИК и ИВК;
- технические средства приёма-передачи данных (каналообразующей аппаратуры)

При организации информационно-измерительных комплексов (ИИК) на присоединениях коммерческого учета ЭЭ устанавливаются многотарифные счетчики, имеющие класс точности 0,2S (0,5S) и обеспечивающие коммерческий учет активной и реактивной электроэнергии в одном или в двух направлениях. Счетчики объединяются в единый комплекс с УСПД КТС «Энергомера» по локальной промышленной шине RS-485.

Информационно-вычислительный комплекс электроустановки (ИВКЭ) в составе УСПД и оборудования связи, обеспечивает информационный обмен между всеми компонентами системы, сбор и хранение данных коммерческого учета и диагностической информации.

Информационно-вычислительный комплекс (ИВК) обеспечивает автоматизированный сбор

и хранение результатов измерений в специализированной базе данных, автоматическую диагностику средств измерений, контроль достоверности результатов измерений. Для передачи информации уровня ИВКЭ используются каналы связи стандарта GSM, а также при помощи модема с использованием телефонной линии общего пользования.

Тема 5. Создание систем учета электроэнергии

Содержание темы: Создание систем учета электроэнергии. Разработка концепции измерительной системы. Предпроектное обследование. Обследование имеющихся измерительных комплексов (средств учета, каналов связи). Разработка технического задания, экспертиза ТЗ. Техническое задание на автоматизированную информационно-измерительную систему и на методику выполнения измерений. Структура ТЗ, основные разделы.

Краткие теоретические сведения

При организации АИИС предприятий с распределенными сетями (предприятия по добыче, транспортировке нефти и газа) регионального уровня с целью приобретения электроэнергии у регионального поставщика и передачи ему функции закупки электроэнергии на федеральном ОРЭ и оптимизации ее перетоков необходимо опираться на приведенную выше законодательную базу и технические условия Регионального поставщика. Для регионального рынка электроэнергии (РРЭ) возможно упростить процедуру создания АИИС, объединив этапы создания АИИС в группы.

Этапы создания АИИС КУЭ:

- Разработка технического задания на АИИС КУЭ.
- Разработка концепции АИИС КУЭ
- Проведение предпроектного обследования и ревизии и измерительных комплексов
- Разработка технического задания на МВИ
- Разработка технорабочего проекта и эксплуатационной документации
- Экспертиза ТЗ на АИИС КУЭ,
- Экспертиза технорабочего проекта и эксплуатационной документации
- в органах Госстандарта
- Разработка проекта МВИ.
- Экспертиза программы и методики испытаний в органах Госстандарта.
- Выполнение строительно-монтажных работ
- Проведение пусконаладочных работ
- Опытная эксплуатация АИИС КУЭ
- Опытно-промышленная эксплуатация АИИС КУЭ
- промышленная эксплуатация АИИС КУЭ в соответствии с программой испытаний регионального поставщика электрической энергии
- Утверждение типа АИИС
- Аттестация МВИ в Госстандарте России
- Метрологическая поверка АИИС

При создании АИИС необходимо:

- устанавливать измерительные комплексы средств коммерческого учета в точках поставки, необходимых для определения учётных показателей, используемых в финансовых расчетах на ОРЭ или РРЭ;

- обеспечить возможность контроля достоверности данных коммерческого учета электроэнергии;

- обеспечить автоматизацию коммерческого учета по обходным выключателям при различных коммутациях.

Модуль 2 «Проектирование, внедрение и эксплуатация систем контроля и учета электроэнергии»

Тема 6. Проектирование и внедрение систем учета

Содержание темы: Особенности проектирования систем учета для нового оптового рынка электроэнергии и мощности (НОРЭМ) и розничного рынка электроэнергии (РРЭ). Разработка технического проекта и рабочей документации. Структура проекта, основные разделы. Внедрение систем учета. Пути реализации спроектированных технических решений. Организация проведения и современные технологии монтажных и пуско-наладочных работ. Программы и методики испытаний. Опытная эксплуатация, ввод в действие.

Краткие теоретические сведения

Процедура организации АИИС Федерального ОРЭ состоит из следующих этапов.

Разработка концепции АИИС (рекомендуется для субъектов имеющих сложную распределенную систему коммерческого учета электроэнергии). Разработка концепции включает в себя выполнение следующих задач: изучение энергообъекта, проведение необходимых научно-исследовательских работ, разработка вариантов построения АИИС.

Предпроектное обследование для получения информации о состоянии объектов, необходимой для разработки технического задания и проектной документации на создание (модернизацию) АИИС.

Ревизия измерительных комплексов в соответствии с Постановлением Правительства № 1619 для проверки соответствия фактического состояния средств учета электрической энергии и передачи информации требованиям действующих нормативных документов, соблюдения сроков периодических поверок и обеспечения защиты от несанкционированного доступа. Результатом данного этапа является выдача предписания о необходимости установки или замены измерительного оборудования и средств связи.

Разработка технического задания (ТЗ) на АИИС. На данном этапе создается основной документ, определяющий требования, предъявляемые к АИИС и порядок ее проектирования (модернизации). Разработка ТЗ выполняется на основании технических требований на создание АИИС НП «АТС» (для ОРЭ). Содержание и требования к выполнению ТЗ описываются в ГОСТ 34.602-89.

Разработка технического задания на методику выполнения измерений (МВИ), которое, определяет требования к выполнению измерений с помощью АИИС. При этом необходимо организовать выполнение следующих измерений: времени, по группе ИИК ТИ, а также проведение косвенных измерений значений величин потерь электроэнергии в точке (группе точек) поставки с помощью вычислительного компонента на основе прямых измерений в точках измерений и вычисление погрешности расчета величины потерь на основе утвержденной методики.

Экспертиза технического задания на АИИС в НП «АТС» (может проводиться на этапе ввода в действие либо установления соответствия техническим требованиям ОРЭ) для проведение процедуры нормоконтроля и установления соответствия ТЗ техническим требованиям ОРЭ. Проведение экспертизы до этапа проектирования позволяет снизить финансовые риски Заказчика, связанные с возможными ошибками (упущениями). Для этого необходимо предоставить в НП «АТС» техническое задание, проведение экспертизы технического задания в соответствии с принятыми в данных организациях процедурами и получить экспертное заключения.

Разработка технорабочего проекта и эксплуатационной документации в соответствии с техническим заданием на создание АИИС. Проектная документация (технорабочий проект) включает в себя Технический проект и Рабочую документацию и должна соответствовать действующим нормативно-техническим документам, в том числе ГОСТ 34.201-89, ГОСТ 34.601-90. Комплекса стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы стадии создания», Приложения № 11.1 к Договору о присоединении к торговой системе оптового рынка «Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электрической энергии (мощности) субъекта ОРЭ. Технические требования» и РД 50-34.698-90. Допускается исключение стадии «Эскизный проект» и объединять стадии «Технический проект» и «Рабочая документация»

в одну стадию «Технорабочий проект».

Экспертиза технорабочего проекта и эксплуатационной документации (может проводится на этапе ввода в действие либо установления соответствия техническим требованиям ОРЭ), которое предусматривает проведение процедуры определения соответствия технорабочего проекта техническому заданию на создание АИИС.

Разработка проекта МВИ в соответствии с техническим заданием на МВИ. На данной стадии создания АИИС создаются проекты методик выполнения измерений, которые выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 8.596-2002. Предусматриваются следующие этапы проведения работ по созданию МВИ: разработка описания типа средств измерений, разработка описания методики поверки, разработка программы и методики испытаний для целей утверждения типа, проведение испытаний и подготовка протоколов испытаний.

Разработка программы и методики испытаний, которыми будет руководствоваться Комиссия по приемке, Комиссия по установлению соответствия требованиям ОРЭ. Подготовке Программы и методик указывается элемент АИИС, на котором проводится каждое конкретное испытание (проверка), а также перечень необходимых документов.

Экспертиза программы и методики испытаний в НП «АТС» для установления факта соответствия предлагаемой программы и методики целям проведения испытаний. Для этого необходимо предоставить программу и методики в НП «АТС», провести экспертизы на предмет наличия в программе всех методик в зависимости от статуса субъекта, документации для проведения испытаний и подготовки отчетности, соответствия проводимого испытания элементу АИИС, на котором оно проводится, и подготовить экспертное заключение на программу и методику испытаний.

Выполнение строительно-монтажных работ по техническим и технологическим решениям, заложенным в технорабочем проекте. На данном этапе выполняются работы по строительству и монтажу конструктивных элементов, сооружению кабельных каналов, монтаж кабельных лотков (в случае необходимости), монтаж технических средств и прокладка необходимых кабельных связей. Также проводится испытание смонтированных технических средств и сдача системы для пусконаладочных испытаний. Работы должны проводиться в строгом соответствии с проектной документации, а все отступления от проектных решений должны согласовываться с организациями, контроль и приемку данной АИИС.

Тема 7. Обслуживание и техническая эксплуатация АСКУЭ

Содержание темы: Состав и периодичность проведения ремонтно-восстановительных работ и работ по технический эксплуатации систем контроля и учета электроэнергии. Требования к эксплуатационному и ремонтному персоналу.

Краткие теоретические сведения

Проведение пусконаладочных работ, в процессе которых производится отладка функционирования системы. Для этого выполняется автономная наладка технических и программных средств создаваемой АИИС, производится установка исходной информации базы данных необходимой информацией. Также осуществляется проверка процедур ее ведения, обмена и передачи данных, комплексная наладка всех элементов системы с отладкой их взаимодействия, проводятся предварительные испытания, в результате которых оформляется акт о приемке АИИС коммерческого учета электроэнергии в опытную эксплуатацию.

Опытная эксплуатация АИИС проводится для проверки функциональности и работоспособности системы и определения фактических значений количественных и качественных характеристик АИИС. При этом фиксируются отказы, сбои, аварийные ситуации, изменения параметров, изменения в документации, а также замечания эксплуатационного персонала с занесением данной информации в журнал опытной эксплуатации. выполняется анализ полученных результатов и, в случае необходимости, доработка технических средств АИИС и программного обеспечения. По окончании работ оформляется акт о завершении опытной эксплуатации.

В соответствии с ГОСТ 8.596 в период опытной эксплуатации должна быть проведена аттестация в Госстандарте России или в аккредитованных Госстандартом России организациях МВИ

на ИИК и сертификация АИИС как единичного экземпляра средства измерения с внесением в Госреестр РФ средств измерений или по типовому проекту. При этом должно быть проведено опломбирование средств измерений, входящих в состав АИИС, с составлением соответствующего акта. Допускается последовательное проведение испытаний и сдача АИИС по частям в опытную и постоянную эксплуатацию в установленной в ТЗ очерёдности ввода АИИС в действие.

Аттестация МВИ в Госстандарте России (или органе, выполняющем его функции), внесение аттестованной МВИ в Федеральный реестр для подтверждения легитимности данных, используемых при финансовых расчетах на ОРЭ или РРЭ с предоставлением документов в соответствии с требованиями Госстандарта, или органа, выполняющего его функции, с целью аттестации МВИ и аттестация МВИ в Госстандарте России, а также внесение МВИ в Федеральный реестр и метрологическая поверка АИИС в региональном органе Госстандарта России.

Утверждение типа АИИС, как единичного средства измерений и внесение его в Государственный реестр средств измерений. На данном этапе производится внесение АИИС как единичного средства измерений в Государственный реестр средств измерений с фиксацией его метрологических характеристик.

Метрологическая поверка АИИС. Приемочные испытания АИИС, в результате которой осуществляется приемка АИИС в постоянную эксплуатацию. Для этого необходимо проведение испытаний на соответствие ТЗ по программе и методике приемочных испытаний и, после анализа результатов испытаний и устранения недостатков, выявленных при испытаниях, оформляется акт о приемке АИИС коммерческого учета электроэнергии в постоянную эксплуатацию. Приёмочные испытания в постоянную эксплуатацию проводятся в рамках работы приёмочной комиссии. Комиссия назначается совместным решением Заказчика, Генподрядчика, НП «АТС», местных органов Госстандарта и Госэнергонадзора (по согласованию). Комиссия определяет соответствие АИИС требованиям технического задания и проектной документации, включая комплектность и качество эксплуатационной документации. По результатам работы комиссии оформляется акт о приёмке АИИС в постоянную эксплуатацию.

Ввод АИИС в постоянную эксплуатацию оформляется приказом единоличного исполнительного органа юридического лица, выступающего в качестве Заказчика, после устранения замечаний выявленных в процессе работы комиссии. Копия приказа должна быть направлена в НП «АТС» или энергоснобжающую организацию (при работе системы на региональном рынке).

Для АИИС уровня ОРЭ необходимо произвести расчет коэффициентов класса качества измерительных каналов АИИС (по предложенным НП «АТС» методике, с последующими присвоением данной организацией коэффициентов класса качества измерительным каналам АИИС.

Несогласие субъекта по решению с присвоенными коэффициентами класса качества ИК АИИС предоставляется возможность рассмотрения данного вопроса в рамках Конфликтной Комиссии, либо Третейского Суда.

Тема 8. Экономическая эффективность внедрения АСКУЭ

Содержание темы: Организация энергоаудита на базе АИИС КУЭ. Качество электроэнергии. Определение экономической эффективности от внедрения автоматизированных информационных систем контроля и учета электроэнергии. Опыт проектирования, внедрения и эксплуатации АИИС КУЭ. Рассмотрение конкретных примеров работающих систем. Обсуждение сложных вопросов.

Краткие теоретические сведения

Внедрение современных систем учёта позволит получить эффект для многих заинтересованных сторон:

- государство получит возможность контролировать структуру энергопотребления и сокращение энергоёмкости;

- генерирующие станции смогут снизить объёмы ввода новых мощностей с учётом сокращения электропотребления потребителей, а также работать с большей экономичностью вследствие сглаживания пиков графиков нагрузки;

- сбытовые компании смогут сократить сроки оборачиваемости задолженности и умень-

шить количество обращений потребителей, получат возможность реализации дополнительных функций биллинга и предложения потребителям дополнительных тарифов и услуг;

- потребители получат возможность улучшения качества электроэнергии и дополнительных услуг, а также управления объёмами энергопотребления, что в свою очередь позволит им эффективно экономить семейный бюджет.

Основной вклад в получаемый эффект для сетевых компаний даёт снижение потерь электроэнергии и соответствующий рост выручки за счёт достоверного формирования объёма оказанной потребителям услуги.

При реализации Программ в запланированном объёме (без учёта работ, не обеспеченных источниками финансирования) в базовых условиях 2010 года эффект снижения потерь электроэнергии составит 4,5 млрд кВт•ч. При полном выполнении Программ с учётом работ, на которые в настоящее время не определён источник финансирования, эффект снижения потерь электроэнергии в целом по ОАО «Холдинг МРСК» в базовых условиях 2010 г. достигнет 10,2 млрд кВт•ч.

Отдельно стоит отметить состояние дел в области учёта электроэнергии в республиках Северного Кавказа. Комплексная программа мер по снижению сверхнормативных потерь электроэнергии на 2010—2012 гг. в распределительных сетях на территории Чеченской Республики, Республики Дагестан и Республики Ингушетия (далее — Комплексная программа) предусматривает комплекс организационных и технических мероприятий по организации, модернизации и автоматизации учёта электроэнергии по всем точкам коммерческого учёта, а также по ключевым питающим центрам, на которых необходим технический учёт электроэнергии. Общее количество точек учёта, охватываемых настоящей программой, составляет 636 тыс. шт., объём финансирования мероприятий Программы оценивается в 5 млрд руб. Реализация Комплексной программы является необходимым условием устойчивого функционирования и развития электроэнергетики в Чеченской Республике, Республике Дагестан и Республике Ингушетия.

Апробация технических решений интеллектуального учёта электрической энергии, проработка организационных моментов и вариантов снятия возможных административных барьеров и технологических ограничений, сдерживающих развитие интеллектуальных систем учёта, разработка типового технико-экономического решения для тиражирования планируется в рамках запущенного пилотного проекта в городе Пермь. Для этого в январе-феврале 2011 г. был проведён конкурс на выполнение проектно-изыскательских, строительно-монтажных и пусконаладочных работ по созданию комплексной системы учёта электроэнергии на основе технологии Smart Metering для нужд ПО «Пермские городские электрические сети» филиала ОАО «МРСК Урала» — «Пермэнерго». В ходе конкурентных переговоров были выбраны пять организаций с передовыми техническими решениями для установки систем учёта электрической энергии на пяти площадках в городе Пермь. Реализация проекта позволит уже в 2012 г. протестировать в реальных условиях пять передовых на сегодняшний день технических решений в области интеллектуального учёта, сформировать нормативную стоимость точки учёта, определить единые технические решения в области организации интеллектуального учёта электрической энергии, подготовить предложения в законодательство РФ для возможности тиражирования полученного опыта на всей территории РФ.

Дополнительно ОАО «Холдинг МРСК» рассматриваются возможности реализации пилотных проектов в других субъектах Российской Федерации. Помимо указанных целей, по результатам пилотных проектов планируется:

- дать фактическую оценку декларируемых производителями возможностей систем учёта;
- определить оптимальные решения по организации интеллектуального учёта и обеспечению информационного обмена;
- сформулировать системные проблемы и определить возможности их урегулирования;
- разработать методы стимулирования энергоэффективного потребления электроэнергии конечными потребителями.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Цель практических – закрепление теоретических знаний, получение навыков проектирования и обслуживания автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии на различных объектах.

К практическим занятиям требуется предварительная подготовка по рассматриваемой теме для чего необходимо прорабатывать лекционный материал и соответствующие разделы рекомендуемых источников информации.

Практическое занятие 1. «Изучение архитектуры типовых схем АСКУЭ»

Задание. Изучить архитектуру схем АСКУЭ:

- для многоквартирного дома;
- для территориально распределенного среднего и крупного предприятия или энергосистемы;
- с проведением опроса счетчиков через оптический порт;
- проведением опроса счетчиков переносным компьютером через преобразователь интерфейсов, мультиплексор или модем;
- с проведением автоматического опроса счетчиков локальным центром сбора и обработки данных.

Практическое занятие 2. «Конструкция и принцип действия электронных счетчиков электроэнергии. Принцип работы регистраторов параметров энергопотребления»

Задание. Изучить конструкцию и принцип действия электронных счетчиков электрической энергии. Провести анализ рынка электронных приборов учета.

Практическое занятие 3. «Изучение системы АСКУЭ на основе электросчетчика коммуникатора «Меркурий 230 - АТР»»

Задание. Рассмотреть архитектуру системы АСКУЭ на основе электросчетчика-коммуникатора Меркурий-230 АРТ, ее конструкцию, структурные составляющие и требования к ним.

Практическое занятие 4. «Расчет погрешности измерительного канала АСКУЭ»

Задание. Расчет погрешности канала измерения силы и напряжения переменного тока. Трансформатор тока: предел основной приведенной погрешности = 0,5 %.

Трансформатор напряжения:

- предел допускаемой относительной погрешности трансформаторов напряжения =0,5%,
- погрешность обусловленная потерями напряжения во вторичных цепях трансформаторов напряжения =0,25%.

Счетчик электрической энергии: предел допускаемой основной приведенной силы переменного тока =1%;

предел допускаемой основной приведенной силы переменного напряжения =1%;

Предел допускаемой относительной погрешности трансформаторов напряжения = 0,5%, погрешность обусловленная потерями напряжения во вторичных цепях трансформаторов напряжения = 0,25%.

Предел допускаемого значения дополнительной погрешности счетчика, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в пределах рабочих температур в режиме измерения среднеквадратичных значений тока 0,6 на каждые 100 С.

Провести расчет границ погрешности канала проведем для нормальных и при отклонении температуры окружающей среды на от нормального значения.

Практическое занятие 5. «Принцип построения SCADA систем для автоматизированного коммерческого и технического учета электроэнергии»

Задание. Рассмотреть определение и общую структуру SCADA, принципы и концепцию данной системы, функциональную структуру и принципы взаимосвязи отдельных элементов. Изучить типы SCADA систем на рынке, их отличительные черты и свойства.

Практическое занятие 6. «Мониторинг электрической сети в SCADA системе ГНИЭС»

Задание. Рассмотреть цели, задачи, достоинства и недостатки, структурную схему организации мониторинга распределительной подстанции.

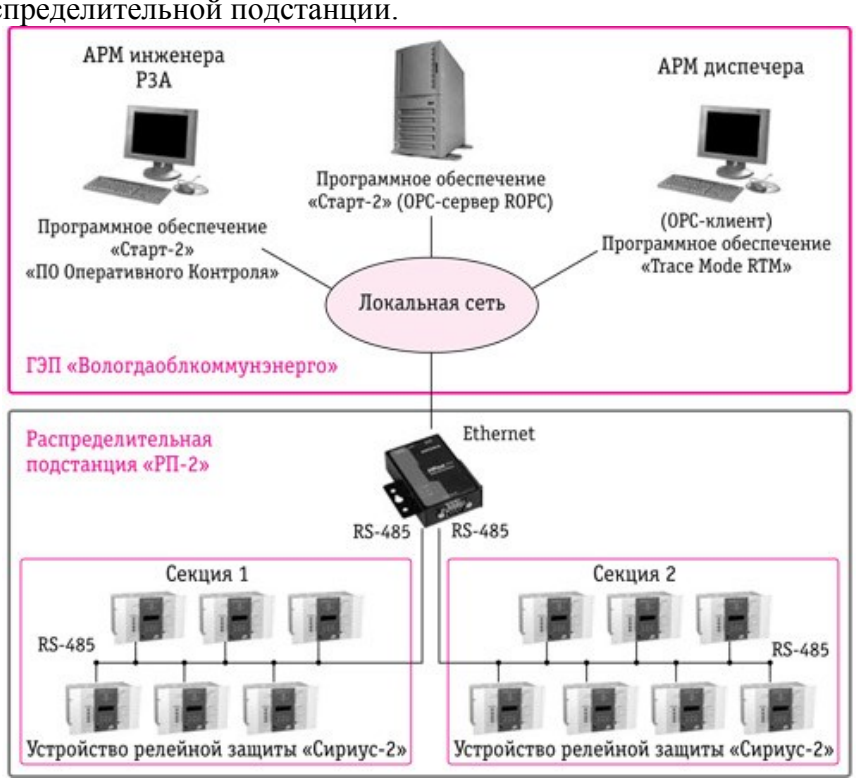


Рисунок - Структурная схема организации мониторинга распределительной подстанции

Структурная схема организации мониторинга РП показана на рисунке. В качестве коммуникационного оборудования был выбран преобразователь Ehternet/2x RS-485 Nport 5232 фирмы Moxa. Использование двух интерфейсных портов RS-485 позволило увеличить частоту опроса устройств РЗА. На подстанции были проложены две линии RS-485, к которым подключены соответственно 6 и 7 терминалов. На компьютере сервера было установлено ПО «Старт-2» ROPC (OPC-server), на компьютере диспетчера – ПО Trace Mode RTM-6-128-B-RU-WIN в качестве клиента OPC.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов - вид деятельности, при котором в условиях систематического уменьшения прямого контакта с преподавателем студентами выполняются учебные задания. К таким заданиям относятся рефераты, доклады и т.д. При этом специфика самостоятельной работы студентов заключается в том, чтобы студенты самостоятельно получали новые знания. Из этого можно сделать следующий вывод. Самостоятельная работа студентов – это практическое занятие (семинар, практикум) с использованием различных методов обучения с использованием индивидуальных или групповых заданий, на котором студенты могут добывать новые знания, или обобщать ранее полученные знания.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в форме выполнения заданий по темам практических занятий, подготовка отчетов по ним, а также в форме рефератов

Темы для рефератов

1. АСКУЭ в бытовом секторе
2. Тарифы и тарифные системы как способ косвенного управления электрическими нагрузками.
3. Метрология электронных электросчетчиков.
4. Анализ рынка микропроцессорных счетчиков электрической энергии.
5. Программное обеспечение по работе со счетчиками.
6. Передача данных при помощи радиомодема.
7. Основные нормативно-правовые документы по организации АСКУЭ.
8. Основные технико-экономические показатели АСКУЭ.
9. Состав автоматизированной системы учета электрической энергии.
10. Организация сбора и передачи информации.

.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В процессе обучения используется следующее материально-техническое обеспечение:

1. комплект мультимедийного оборудования (используется на лекционных и практических занятиях);

2. помещения для проведения лекционных и семинарских занятий, оборудованные учебной мебелью;

3. калькуляторы.

Указания при групповой консультации.

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;

с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение задач, сдача зачета, подготовка к докладу).

Указания студентам по изучению рекомендованной литературы.

Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой).

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется воспользоваться ЭБС через свой личный кабинет или получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Рекомендуемое учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины прописано в рабочей программе дисциплины «Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии».

Указания студентам при подготовке к зачету.

При подготовке к зачету необходимо пользоваться списком контрольных вопросов, имеющихся в рабочей программе дисциплины. Ответы на большую часть вопросов можно найти в конспекте лекций. Для успешной сдачи зачета необходимым условием является выполнение практических работ, поскольку материалы зачетных вопросов содержат схожие с данными работами задания.

Формы (вид) самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в форме:
- выполнения заданий по темам практических занятий;
- проработка лекционного материала;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- подготовка к блиц-опросам;
- подготовка к зачету.

Модуль 1 «Организация систем контроля и учета электроэнергии»

Тема 1. Организация учета электроэнергии.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Сформулируйте основные цели организации учета электрической энергии.
2. Проклассифицируйте виды учета электрической энергии.
3. Как осуществляется технический учет на предприятии?
4. Как осуществляется коммерческий учет электрической энергии?
5. Каковы преимущества автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС КУЭ)?

Тема 2. Организация оперативного контроля расхода электроэнергии.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. В чем заключается суть оперативного контроля расхода электрической энергии?
2. Назовите технические возможности по рациональному использованию электрической энергии.
3. Какие методики используются при анализе режимов электропотребления и потерь электрической энергии?
4. В каком случае вводятся пиковые ограничения электропотребления?
5. Каким образом осуществляется контроль за соблюдением пиковых ограничений?

Тема 3. Нормативно-правовая основа организации контроля и учета электроэнергии.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Назовите основные нормативные акты по организации систем учета электрической энергии.
2. Что понимается под метрологическим обеспечением АИИС КУЭ?

3. Что понимается под техническим обеспечением АИИС КУЭ?
4. Основные требования к каналам связи АИИС КУЭ.
5. Основные требования к оборудованию АИИС КУЭ.

Тема 4. Принципы построения систем учета электроэнергии.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. В чем заключается конфигурирование системы учета электроэнергии?
2. Перечислите основные принципы построения системы учета электроэнергии.
3. Структура АИИС КУЭ.
4. Перечислите основные подсистемы АИИС КУЭ.
5. Поясните структуру и состав канала сбора и параллельной обработки данных.

Тема 5. Создание систем учета электроэнергии.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Перечислите этапы создания систем учета электрической энергии.
2. Что представляет собой измерительный комплекс?
3. Что включает в себя техническое задание на создание системы учета?
4. Что представляет собой методика выполнения измерений?
5. Каковы цели и задачи предпроектного обследования?

Модуль 2 «Проектирование, внедрение и эксплуатация систем контроля и учета электроэнергии»

Тема 6. Проектирование и внедрение систем учета.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. В чем заключается особенность проектирования систем учета для нового оптового рынка электроэнергии и мощности (НОРЭМ)?
2. В чем заключается особенность проектирования систем учета для розничного рынка электроэнергии (РРЭ)?
3. Какие основные разделы включает в себя технический проект?
4. Каковы этапы внедрения системы учета?
5. Что включает в себя программа и методика испытаний?

Тема 7. Обслуживание и техническая эксплуатация АСКУЭ.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Каков состав ремонтно-восстановительных работ и работ по технический эксплуатации систем контроля и учета электроэнергии?
2. Какова периодичность проведения ремонтно-восстановительных работ и работ по технический эксплуатации систем контроля и учета электроэнергии?
3. Какие требования предъявляются к эксплуатационному персоналу?
4. Какие требования предъявляются к ремонтному персоналу?
5. Какова процедура поверки АИИС КУЭ?

Тема 8. Экономическая эффективность внедрения АСКУЭ.

Вопросы «Блиц-опроса»

1. Каким образом осуществляется энергоаудит на базе АИИС КУЭ?
2. Каковы основные проблемы при эксплуатации АИИС КУЭ?
3. Каковы основные показатели экономической эффективности от внедрения АИИС КУЭ?
4. Каков социальный эффект от внедрения АИИС КУЭ?
5. Что включают в себя годовые эксплуатационные затраты при использовании АИИС КУЭ?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов, Ю.М. Поверка и калибровка счетчиков электрической энергии переменного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Белоусов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. — 57 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/44276.html
2. Бикулов, А.М. Методы и средства измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений / А.М. Бикулов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2006. — 132 с. — 5-93088-065-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/44250.html
3. Вострокнутов, Н.Н. Устройство, свойства погрешности и поверка современных счетчиков электрической энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Вострокнутов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2016. — 108 с. — 978-5-93088-174-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64349.html
4. Дьяков, А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. — 336 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72351
5. Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Васильченко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. — 243 с. — 978-5-361-00145-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28351.html
6. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника [Текст] : учеб. пособие: доп. Мин. обр. РФ / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, В. Ю. Барбарович ; под ред. К. К. Кима. - СПб. : Питер, 2008. - 368 с.
7. Овчаренко, Н.И. Автоматика энергосистем [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 476 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72192. — Загл. с экрана.
8. Осика, Л.К. Расчетные методы интеллектуальных измерений Smart Metering в задачах учета и сбережения электроэнергии: практическое пособие [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2013. — 422 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72279. — Загл. с экрана.
9. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ЭНАС, 2009. – 391 с.
10. Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4544. — Загл. с экрана.

Палина Павловна Проценко,
доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО «АмГУ»

Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии
Сборник учебно-методических материалов

Из-тво АмГУ. Формат 60x84/16.