

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт энергетики и природопользования

Филин Ю.И.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОАУДИТ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



Брянская область 2023

УДК 620.9:338.28 (076)

ББК 31.19

Ф 53

Филин, Ю. И. Энергосбережение и энергоаудит: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Ю. И. Филин. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. – 54 с.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые краткие теоретические сведения и практические задания. Пособие предназначено для использования при проведении практических работ со студентами направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рецензент: к.т.н. доцент кафедры электроэнергетики и электротехнологии Безик В.А.

*Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 4 от 27.01.2023 года.*

© Брянский ГАУ, 2023

© Филин Ю.И., 2023

## Содержание

Введение	4
Практическая работа №1. Нормативно-правовая база в области энергоресурсосбережения	5
Практическая работа №2. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии: преимущества и недостатки	14
Практическая работа №3. Анализ потребления топливно-энергетических ресурсов	16
Практическая работа №4. Расчет эффективности проведения энергосберегающего мероприятия	21
Практическая работа №5. Домашняя энергетика	28
Практическая работа № 6. Основные нормативно-правовые документы по учету электроэнергии	33
Практическая работа №7. Организация автоматизированной системы контроля и управления энергоресурсами	37
Практическая работа № 8. Изучение программного обеспечения счетчиков электрической энергии	43
Практическая работа №9. Исследование передачи данных при помощи радиомодема	48

## Введение

В данной работе рассмотрены: нормативно-правовая база в области энергосбережения и энергоаудита; возобновляемые и невозобновляемые источники энергии: преимущества и недостатки; анализ потребления топливно-энергетических ресурсов; расчет эффективности проведения энергосберегающего мероприятия; домашняя энергетика; основные нормативно-правовые документы по учету электроэнергии; организация автоматизированной системы контроля и управления энергоресурсами; изучение программного обеспечения счетчиков электрической энергии; исследование передачи данных при помощи радиомодема.

Пособие содержит 9 практических работ и предназначено как для проведения учебного процесса, так и для самостоятельной подготовки студентов очного и заочного форм обучения.

На основе выполненных работ у студентов повышается уровень знаний об основах энергосбережения и энергоаудита и осознание необходимости рационального и комплексного использования природно-ресурсного потенциала с сохранением благоприятного состояния природной среды.

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: проектный		
ПКС-10 Способен организовать работу по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования предприятий, организаций и учреждений	ПКС-10.1. Владеет методами организации работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования	<b>Знать:</b> Основные энергосберегающие мероприятия и энергосберегающее оборудование; состав, способы проведения и анализ результатов энергетических обследований предприятий. <b>Уметь:</b> оценивать энергетическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; составлять и анализировать энергетические балансы аппаратов, установок, зданий и сооружений, предприятий и коммунальных потребителей. <b>Владеть:</b> <u>методами управления энергоэффективностью производственных объектов, установок генерации, передачи и потребления энергии.</u>

# Практическая работа 1

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ

*Цель работы:* изучить нормативно-правовое обеспечение в области энергоресурсосбережения.

### Теоретические сведения

История решения проблем ресурсосбережения российским государством корнями уходит в планово-административную экономику. В те годы известны были такие инструменты как государственное нормирование и фондирование. Они, как известно, не дали никаких положительных результатов в направлении повышения эффективности производства. Отечественная экономика оставалась самой ресурсоемкой (низкая производительность труда, низкая фондоотдача, высокая материалоемкость, в том числе энергоемкость и металлоемкость продукции). Переход к рыночной экономике для России был непростым. Начавшаяся приватизация, разрушение старых институтов регулирования на десятилетия отодвинули проблему ресурсосбережения - необходимо было «выживать» в новых условиях хозяйствования. В современных условиях взгляд на ресурсосбережение принципиально изменился, что нашло отражение в государственной экономической политике. Объявленная ориентация на модернизацию экономики объективно требует разработки новых инструментов государственного регулирования ресурсосбережения, которые должны «вписаться» в единый механизм модернизации экономики [1].

Проблема ресурсосбережения - это комплексная проблема, включающая в себя различные аспекты: внешнеэкономический, инновационно-инвестиционный, экологический, социальный и др. Следовательно, направления государственного регулирования ресурсосбережения должны охватывать все эти аспекты во взаимосвязи. Для того, чтобы определить приоритетные направления государственной политики в области ресурсосбережения необходимо дать оценку тех мер, которые уже приняты - оценить их положительные и отрицательные последствия [1].

Высокий уровень ресурсоемкости (особенно энергоемкости и отходоёмкости) отечественного промышленного производства приводит к ряду негативных последствий, к которым, прежде всего, относятся [1]:

- рост себестоимости продукции и снижение конкурентоспособности продукции, как на внешнем, так и на внутреннем рынках;
- наращивание масштабов замещения отечественных товаров импортными, ведущее к свертыванию в нашей стране многих видов производства;

- сохранение и даже рост потребности экономики в дополнительных сырьевых и энергетических ресурсах как результат низкой эффективности их использования;
- деформация отраслевой структуры промышленности в направлении свертывания наукоемких видов производства и увеличение доли добывающих отраслей;
- ухудшение экономической обстановки в результате роста загрязнения окружающей среды;
- повышение уровня инфляции, связанное с ростом цен, прежде всего, на энергоносители и другие сырьевые ресурсы.

Следовательно, переменные проблемы в области ресурсосбережения приводят к значительному экономическому ущербу, как на макроэкономическом уровне, так и на уровне отдельных предприятий. Это означает, что меры по ресурсосбережению должны формироваться одновременно в сфере государственного регулирования на каждом предприятии. Приоритетным направлением является сфера государственного регулирования ресурсосбережения, так как правовое поле этого процесса, стимулы, ответственность, контроль формирует именно государство [1].

Государственное регулирование включает ряд направлений [1]:

- создание системы административно-правового регулирования;
- формирование системы экономического стимулирования ресурсосбережения;
- формирование системы нормирования;
- формирование системы экологического контроля и аудита.

Административно-правовое регулирование направлено на реализацию функций различных институтов и создание правового поля, обеспечивающего ресурсосбережение.

В последние годы принято ряд нормативных документов в этой сфере: указ Президента РФ от 04.06.2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», Федеральная целевая программа энергосбережения и энергоэффективности на период до 2020 года, «Водная стратегия РФ на период до 2020 года», в которой принято решение «О повышении эффективности и обеспечении комплексного использования водных ресурсов в РФ», ФЗ № 28-ФЗ «Об энергосбережении» (по состоянию на 10.01.2009 г.), ФЗ от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 11.11.2009 г. (с посл. изм. от 13.07.2015 № 233-ФЗ) и целый ряд нормативных документов, которые прямо или косвенно влияют на ресурсосбережение.

Из перечисленных нормативных документов видно, что государство выделило и серьезно пытается решить проблему энергосбережения.

Федеральный закон «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 03.04.96 г. регулирует отношения, возникающие в процессе деятельности в области энергосбережения, в целях создания экономических и организационных условий для эффективного использования энергетических ресурсов.

Энергосберегающая политика государства в соответствии с Федеральным законом № 28-ФЗ основана на следующих принципах [2]:

- приоритет эффективного использования энергетических ресурсов;
- осуществление государственного надзора за эффективным использованием энергетических ресурсов;
- обязательность учета юридическими лицами производимых или расходовемых ими энергетических ресурсов;
- включение в государственные стандарты показателей энергоэффективности;
- сертификация топливоэнергопотребляющего, топливоэнергосберегающего оборудования, материалов, конструкций, транспортных средств, а также энергетических ресурсов;
- сочетание интересов потребителей, поставщиков и производителей энергетических ресурсов;
- заинтересованность производителей, поставщиков и потребителей в эффективном использовании энергетических ресурсов.

Федеральный Закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» № 41-ФЗ от 14.04.95 г. определил [3]:

- сущность государственного регулирования тарифов (государственное установление тарифов на электрическую и тепловую энергию для всех поставщиков, независимо от их организационно-правовых форм);
- цели государственного регулирования тарифов, в том числе защиту потребителей, согласование интересов поставщиков и их потребителей энергии, стимулирование энергосбережения, обеспечение права выхода на оптовый рынок всем производителям электрической энергии, усиление конкурентных начал в электроэнергетике;
- принципы государственного регулирования тарифов, в том числе экономическую обоснованность затрат и прибыли поставщиков энергии, открытость экономической информации в области производства и транспорта энергии, создание условий для привлечения отечественных и иностранных инвестиций;
- полномочия Правительства России и органов исполнительной власти

субъектов федерации в области регулирования тарифов (за федеральными органами закрепляется нормативно-методическая база деятельности органов, регулирующих тарифы, регулирование тарифов на оптовом рынке, а за региональными органами - регулирование тарифов на розничном рынке, т.е. непосредственно для потребителей).

В настоящее время отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности регулирует Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Целью Федерального закона № 261-ФЗ является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности [4].

Действие Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» распространяется на деятельность, связанную с использованием энергетических ресурсов.

Положения Федерального закона № 261-ФЗ, установленные в отношении энергетических ресурсов, применяются и в отношении воды, подаваемой, передаваемой, потребляемой с использованием систем централизованного водоснабжения.

Положения Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», установленные в отношении организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, применяются к осуществляемым этими организациями регулируемым видам деятельности.

Федеральный закон № 261-ФЗ применяется к отношениям в области обороны страны и безопасности государства, оборонного производства, ядерной энергетики, производства расщепляющихся материалов с учетом положений законодательства Российской Федерации в области обороны, законодательства Российской Федерации в области использования атомной энергии [4].

В Федеральном законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» используются следующие основные понятия [4]:

1) энергетический ресурс - носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии);

2) вторичный энергетический ресурс - энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в ре-

зультате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;

3) энергосбережение - реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);

4) энергетическая эффективность - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

5) класс энергетической эффективности - характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

б) бытовое энергопотребляющее устройство - продукция, функциональное назначение которой предполагает использование энергетических ресурсов, потребляемая мощность которой не превышает для электрической энергии двадцать один киловатт, для тепловой энергии сто киловатт и использование которой может предназначаться для личных, семейных, домашних и подобных нужд;

7) энергетическое обследование - сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте;

8) энергосервисный договор (контракт) - договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком;

9) организации с участием государства или муниципального образования - юридические лица, в уставных капиталах которых доля (вклад) Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципального образования составляет более чем пятьдесят процентов и (или) в отношении которых Российская Федерация, субъект Российской Федерации, муниципальное образование имеют право прямо или косвенно распоряжаться более чем пятьюдесятью процентами общего количества голосов, приходящихся на голосующие акции (доли), составляющие уставные капиталы таких юридических лиц, государственные или муниципальные унитарные предприятия, государственные

или муниципальные учреждения, государственные компании, государственные корпорации, а также юридические лица, имущество которых либо более чем пятьдесят процентов акций или долей в уставном капитале которых принадлежат государственным корпорациям;

10) регулируемые виды деятельности - виды деятельности, осуществляемые субъектами естественных монополий, организациями коммунального комплекса, организациями, осуществляющими горячее водоснабжение, холодное водоснабжение и (или) водоотведение, в отношении которых в соответствии с законодательством РФ осуществляется регулирование цен (тарифов);

11) лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома - лицо, на которое в соответствии с жилищным законодательством возложены обязанности по управлению многоквартирным домом;

12) застройщик - лицо, признаваемое застройщиком в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.

С целью обеспечения повышения конкурентоспособности, финансовой устойчивости, энергетической и экологической безопасности российской экономики, а также роста уровня и качества жизни населения за счет реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности на основе модернизации, технологического развития и перехода к рациональному и экологически ответственному использованию энергетических ресурсов разработана Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» (с изменениями на 18 августа 2011 г.). Программа утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р и включает в себя девять подпрограмм по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в основных видах деятельности, среди которых промышленность, сельское хозяйство, транспорт, жилищный фонд и др.

Цель государственной программы - снижение за счет реализации ее мероприятий энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации на 13,5 %, что в совокупности с другими факторами позволит обеспечить решение задачи по снижению энергоемкости ВВП на 40 % в 2007-2020 гг., формирование в России энергоэффективного общества [5].

Задачи программы [5]:

- существенное снижение доли энергетических издержек, снижение нагрузки по оплате услуг энергоснабжения на бюджетную систему и обеспечение повышения конкурентоспособности и финансовой устойчивости российской экономики, обеспечение населения качественными энергетическими услугами по доступным ценам;

- снижение выбросов парниковых газов, а также снижение вредных выбросов и укрепление на этой основе здоровья населения;
- формирование целостной и эффективной системы управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности на основе комплексного развития инфраструктуры, обучения и повышения квалификации руководителей и специалистов, занятых в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, пропаганды и внедрения системы энергетического менеджмента;
- совершенствование нормативной правовой базы для активизации государственно-частного партнерства и привлечения частных инвестиций для реализации проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- реализация механизмов, стимулирующих энергосбережение и повышение энергетической эффективности, обеспечивающих активизацию деятельности как населения, так и бизнеса по реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- повышение объемов внедрения разработок российских научных организаций и высших учебных заведений, а также продукции российских производителей при реализации проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- сохранение и расширение потенциала экспорта энергетических ресурсов и доходной части федерального бюджета за счет сокращения неэффективного потребления энергии на внутреннем рынке;
- формирование механизмов стимулирования деятельности энергосервисных компаний;
- подготовка кадров в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Основаниями для разработки программы и ее последующего принятия послужили характеристика текущего состояния сферы энергосбережения, ее неразвитость и отставание, неэффективный уровень использования энергии в РФ.

В частности, в программе подчеркивается, что более 90 % мощностей действующих электростанций, 83 % жилых зданий, 70 % котельных, 70 % технологического оборудования электрических сетей и 66 % тепловых сетей было построено еще до 1990 г. Около четверти используемых в настоящее время бытовых холодильников было приобретено более 20 лет назад. Все это серьезно сдерживает процесс энергосбережения и энергоэффективности [5].

Низкая энергетическая эффективность порождает низкую конкурентоспособность российской промышленности. При приближении внутренних цен на энергетические ресурсы к мировым российская промышленность может вы-

жить в конкурентной борьбе только при условии значительного повышения энергетической эффективности производства.

В программе отмечается, что длительное сохранение разрыва в уровнях энергетической эффективности с передовыми странами недопустимо.

Сохранение высокой энергоемкости российской экономики приведет к снижению энергетической безопасности России и сдерживанию экономического роста. Выход России на Закон РФ «О стандартизации» № 5154-1 от 10 июня 1996 г.

В области энергосбережения и ресурсосбережения в наше время принято и разработано множество постановлений, распоряжений, государственных стандартов и рекомендаций, ниже приведены некоторые государственные стандарты, регулирующие деятельность в области энергоресурсосбережения, которым следует уделить внимание:

1. ГОСТ 30166-95. Ресурсосбережение. Основные положения.
2. ГОСТ Р 52104-2003 Ресурсосбережение. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 52106-2003 Ресурсосбережение. Общие положения.
4. ГОСТ Р 52107-2003 Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей.
5. ГОСТ 30167-95. Ресурсосбережение. Порядок установления показателей ресурсосбережения в документации на продукцию.
6. ГОСТ Р 51379-99 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы.
7. ГОСТ Р 51380-99 Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования.
8. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
9. ГОСТ Р 51388-99 Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения. Общие требования.
10. ГОСТ Р 51541-99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
11. ГОСТ Р 51750-2001 Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах.
12. ГОСТ 27322-87. Энергобаланс промышленного предприятия. Общие положения.
13. ГОСТ Р 51749-2001 Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного назначения. Виды. Типы. Группы. Показатели энергетической эффективности.

14. ГОСТ Р 52108-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения.

15. Р 50.1.025-2000 Энергосбережение. Методы оценки точности и воспроизводимости результатов испытаний по оценке показателей энергетической эффективности.

16. Р 50.1.026-2000 Энергосбережение. Методы подтверждения показателей энергетической эффективности. Общие требования.

### **Практическая часть**

1. Написать, что регулирует Федеральный закон «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 03.04.96 г. и перечислить принципы, на которых основана энергосберегающая политика государства.

2. Ответить, что определил Федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» № 41-ФЗ от 14.04.95 г.

3. Написать цель Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

4. Перечислить основные понятия, которые используются в Федеральном законе № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

5. Написать цель и задачи Государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».

### **Библиографические ссылки**

1. Баяндурян Г. В. Инструменты регулирования ресурсосбережения : позитивные и негативные аспекты [Электронный ресурс]. - URL : [journal.kfrgteu.ru>files/1/2011\\_3\\_3.pdf](http://journal.kfrgteu.ru/files/1/2011_3_3.pdf) (дата обращения - 20.08.2015).

2. Об энергосбережении : федер. закон № 28-ФЗ от 03.04.96 г. - Доступ из норм.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации : федер. закон № 41-ФЗ от 14.04.95 г. - Доступ из норм.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон № 261-ФЗ от 23.11.09 г. (ред. от 13.07.15 г.). - Доступ из норм.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года : государственная программа РФ (с изменениями на 18 августа 2011 г.). - Доступ из норм.-правовой системы «КонсультантПлюс».

## Практическая работа 2

### ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ И НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

*Цель работы:* изучить преимущества и недостатки различных источников энергии.

#### Теоретические сведения

Носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии), называется энергетический ресурс [1].

Энергетические ресурсы делятся на первичные и вторичные [1].

Первичные энергетические ресурсы (ПЭР) - это совокупность всех видов топлива и энергии, напрямую получаемых из природных ресурсов и используемых в хозяйственной и иной деятельности [2].

Вторичный энергетический ресурс (ВЭР) - энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса [1].

К вторичным энергетическим ресурсам относят обычно энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических агрегатах (переделах), который не используется в самом агрегате, но может быть использован частично или полностью для энергоснабжения других агрегатов и процессов.

По способам использования первичные энергетические ресурсы подразделяют на топливные и не топливные. По признаку сохранения запасов - на возобновляемые и невозобновляемые [2].

К невозобновляемым энергоресурсам относят большинство видов природного органического топлива, а также ядерное топливо. В настоящее время более 90 % тепловой и электрической энергии производится при использовании невозобновляемых энергетических ресурсов.

К возобновляемым энергетическим ресурсам относятся энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, существующих в природе градиентов температур, а также энергия, которую можно получить при переработке органических продуктов и отходов (биомассы).

К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) обычно относят [3]:

1) ВИЭ солнечного происхождения: собственно энергия солнечной ради-

ации; гидравлическая энергия рек; энергия ветра; энергия биомассы; энергия океана (разность температур воды, волны, разность соленостей морской и пресной воды).

2) К несолнечным ВИЭ относятся: геотермальная энергия; энергия приливов.

Кроме того, к ВИЭ относят различные отходы и источники низкопотенциального тепла в сочетании с тепловыми насосами.

Преимущества возобновляемых энергетических ресурсов [4]:

- по своей природе они неистощимы;
- технический потенциал ВЭР во много раз превышает потенциал всех запасов топлива на планете и может обеспечить долгосрочную перспективу их использования;
- экологически чистые: не выделяют углекислый газ, от них мало отходов, тем более опасных;
- ВЭР могут использоваться конструкциями здания в целях его энергообеспечения;
- отсутствие потребности в воде (солнечные, ветровые электростанции).

Недостатки возобновляемых энергетических ресурсов [4]:

- они очень рассеяны и цикличны;
- местонахождение этих ресурсов, как правило, удалено от центров энергетического спроса;
- освоение некоторых источников энергии приводит к ряду проблем (АЭС - радиационные утечки в экстремальных условиях, ГЭС - затопление значительных территорий, ветроэнергетические установки приводят к возникновению побочных инфразвуковых колебаний и т. п.).

### Практическая часть

1. Заполнить табл. 2.1 и сравнить возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.

Таблица 2.1

<b>Возобновляемые источники энергии</b>		
Источник энергии	Положительные стороны	Отрицательные стороны
<b>Невозобновляемые источники энергии</b>		
Источник энергии	Положительные стороны	Отрицательные стороны

2. Дать обоснованный ответ на вопрос: «Какой источник наиболее целесообразно использовать в вашей местности?».

### Библиографические ссылки

1. Кирвель И. И. Энергосбережение : конспект лекций для студентов всех специальностей БГУИР всех форм обучения. - Минск, 2007. - 116 с.
2. Об утверждении официальной статистической методологии составления топливно-энергетического баланса Российской Федерации : приказ Росстата от 04.04.2014 № 229. - Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».
3. Алхасов А. Б. Возобновляемая энергетика. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 256 с.
4. Возобновляемая энергетика - основа устойчивого развития [Электронный ресурс]. - URL : <http://www.energsovet.ru/stat328.html> (дата обращения: 20.12.2015).
5. Черенцова, А. А. Энергоресурсосбережение: практикум / А. А. Черенцова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с.

### Практическая работа 3 АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

*Цель работы:* научиться определять потребности предприятия в топливно-энергетических ресурсах, переведенные в единицы условного топлива и нефтяного эквивалента.

#### Теоретические сведения

Топливо-энергетические ресурсы разных видов имеют различные качественные характеристики: теплоту сгорания, сернистость, зольность, влажность и др. [1]. Важнейшей характеристикой является теплота сгорания. Этот показатель характеризует энергетическую ценность топлива, и он существенно колеблется по видам топлива. Иногда этот показатель называют энергосодержанием топлива или теплотворной способностью. Различные виды органического топлива, используемые для энергообеспечения потребителей, при сжигании единицы объема или массы выделяют различное количество теплоты [2].

Количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м<sup>3</sup> газообразного топлива, называют *теплотой сгорания топлива* или *теплотворной способностью топлива*.

Удельная теплота сгорания для различных видов топлива представлена ниже [2]:

- сырая нефть - 43 000 кДж/кг (10260 ккал/кг);
- природный газ - 35 000-37 000 кДж/м<sup>3</sup> (8 350-8 830 ккал/м<sup>3</sup>);

- каменный уголь - 25 000-28 000 кДж/кг (5 970-6680 ккал/кг);
- бурый уголь - 12 000-15 000 кДж/кг (2860-3560 ккал/кг);
- сланцы - 10 000-12 000 кДж/кг (2390-2860 ккал/кг);
- торф - 6000-10 000 кДж/кг (1430-2400 ккал/кг);
- мазут - 38 000-40 000 кДж/кг;
- бензин - 45 000 кДж/кг;
- газовый конденсат - 35 000 кДж/кг.

Для сопоставления энергетической ценности различных видов топлива и их суммарного учета введено понятие *условного топлива*. Введение понятия условного топлива позволяет, например, сопоставить энергетические затраты двух различных регионов страны, не уточняя какое количество тех или иных конкретных видов топлива сжигается в этих регионах. Этот способ применим и для перевода тепловой и электрической энергии в условное топливо. Экономии энергии также удобно представлять в тоннах условного топлива (т у.т.) [3, 4].

В качестве единицы условного топлива принимается топливо, которое имеет низшую теплоту сгорания, равную 7 000 ккал/кг (29,33 МДж/кг). Зная теплотворную способность любого вида топлива, можно определить его эквивалент в условном топливе [2, 4]:

$$V_{\text{у.т.}i} = V_{\text{н}i} \frac{Q_{\text{н}i}^p}{Q_{\text{у.т.}}^p}, \quad (3.1)$$

где  $V_{\text{н}i}$  - расход  $i$ -го вида топлива в натуральных единицах;  $Q_{\text{н}i}^p$  - теплотворная способность (ккал/кг)  $i$ -го вида топлива в натуральных единицах;  $Q_{\text{у.т.}}^p$  - теплотворная способность (ккал/кг)  $i$ -го вида топлива в эквиваленте условного топлива.

Зная теплотворную способность любого вида топлива, можно определить его эквивалент в условном топливе (1 т у.т. эквивалентна) [4]:

- 1,2-1,8 т каменного угля;
- 1,8-3,2 т бурого угля;
- 0,7-0,75 т мазута;
- 0,8-0,9 м<sup>3</sup> природного газа.

При перерасчете топлива и энергии в тонны условного топлива следует руководствоваться коэффициентами перерасчета по угольному эквиваленту (табл. 3.1), взятыми согласно постановлению Госкомстата от 23 июня 1999 г. № 46 [5].

При использовании понятия условного топлива не учитывают затраты энергии на добычу топлива, его транспортировку потребителю, его подготовку или переработку [2].

Учесть эти затраты при анализе энергопотребления позволяет введение

другой единицы - одной *тонны первичного условного топлива*. Путем перевода всех составляющих энергопотребления предприятия в первичное условное топливо, можно определить фактические затраты топлива для обеспечения работы предприятия [2, 4].

Коэффициенты пересчета потребленного котельно-печного топлива в первичное составляют для 1 т органического топлива: мазута - 1,107; газа - 1,167; энергетического угля - 1,065 т у.т. [6].

Другой универсальной мерой потребления топлива и энергии, является *нефтяной эквивалент*. Это понятие чаще встречается в зарубежной литературе. Различные марки нефти имеют различный химический состав, а, следовательно, и различную теплотворную способность, что во многом определяет их цену на мировых рынках энергоносителей. Под *нефтяным эквивалентом* понимается топливо, которое имеет теплоту сгорания, равную  $Q_{гo} = 41\ 900$  кДж/кг (10 000 ккал/кг). Перевод из натурального топлива в *нефтяной эквивалент* осуществляется по формуле [2, 4]

Таблица 3.1

**Коэффициенты перерасчета в условное топливо по угольному эквиваленту [5]**

Вид ТЭР	Единица измерения	Коэффициент перерасчета
Уголь каменный	т	0,768*
Уголь бурый	т	0,467*
Сланцы горючие	т	0,300
Торф топливный	т	0,340
Дрова для отопления	м <sup>3</sup> (плотн.)	0,266
Нефть, включая газовый конденсат	т	1,430
Газ горючий природный (естественный)	тыс. м3	1,154
Кокс металлургический	т	0,990
Брикеты угольные	т	0,605
Брикеты и п/брикетты торфяные	т	0,600
Мазут топочный	т	1,370
Мазут флотский	т	1,430
Топливо печное бытовое	т	1,450
Керосин для технических целей	т	1,470
Керосин осветительный	т	1,470
Газ горючий искусственный коксовый	тыс. м3	0,570
Газ нефтеперерабатывающих предприятий, сухой	тыс. м3	1,500

Вид ТЭР	Единица измерения	Коэффициент перерасчета
Газ сжиженный	тыс. м <sup>3</sup>	1,570
Топливо дизельное	т	1,450
Топливо моторное	т	1,430
Бензин автомобильный	т	1,490
Бензин авиационный	т	1,490
Нефтебитум	т	1,350
Газ горючий искусственный доменный	тыс. м <sup>3</sup>	0,430
Электрическая энергия	тыс. кВт-ч	0,3445
Тепловая энергия	Гкал	0,1486
Гидроэнергия	тыс. кВт-ч	0,3445
Атомная энергия	тыс. кВт-ч	0,3445

Примечание - коэффициенты перерасчета угля имеют тенденцию ежегодно изменяться в связи со структурными изменениями добычи угля по маркам

$$V_{н.э.} = V_{нi} \frac{Q_{нi}^p}{Q_{н.э.}^p}, \quad (3.2)$$

где  $V_{нi}$  - расход  $i$ -го вида топлива в натуральных единицах;  $Q_{нi}^p$  - теплотворная способность (ккал/кг)  $i$ -го вида топлива в натуральных единицах;  $Q_{н.э.}^p$  - теплотворная способность (ккал/кг)  $i$ -го вида топлива в нефтяном эквиваленте.

Таким образом, 1 кг условного топлива =  $7000/10000 = 0,7$  кг н.э.

Приведение всех видов топлива к условному или к нефтяному эквиваленту дает возможность сопоставлять технико-экономические показатели работы топливопотребляющих установок, использующих различные виды топлива. Кроме того, это дает возможность сопоставлять запасы и добычу различных видов топлива с учетом их энергетической ценности [2].

В мировой практике для измерения объема добычи нефти за какой-то период времени (сутки, месяц, год) широко используется такое понятие как баррель. Баррель равен 195,7 кг у.т. или 137 кг н.э.

В практике США и Великобритании иногда применяется британская тепловая единица БТЕ (BTU), равная 0,036 г у.т., или 0,025 г н.э., или 1055 Дж, или 252 кал.

### Практическая часть

1. Произвести перерасчет заданного топлива в единицы условного топлива и нефтяного эквивалента с помощью формул (3.1)-(3.2). Исходные данные задачи показаны в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Исходные данные для задания			
Вариант	Топливо	Потребление	Теплота сгорания
1	Бурый уголь	3 тыс. т	12 500 кДж/кг
2	Природный газ	20 тыс. м <sup>3</sup>	35 000 кДж/кг
3	Торф	6 тыс. т	1 430 ккал/кг
4	Каменный уголь	4 тыс. т	27 МДж/кг
5	Бурый уголь	7 тыс. т	3 100 ккал/кг
6	Дизельное топливо	9 тыс. т	10 200 ккал/кг
7	Древесный уголь	3 тыс. т	29,6 МДж/кг
8	Горючий сланец	5 тыс. т	12 000 кДж/кг
9	Дрова	8 тыс. т	12 300 кДж/кг
10	Антрацит	5 тыс. т	8 100 ккал/кг
11	Бурый уголь	3 тыс. т	15 000 кДж/кг
12	Природный газ	4 тыс. м <sup>3</sup>	37 000 кДж/кг
13	Торф	7 тыс. т	2 400 ккал/кг
14	Каменный уголь	3,5 тыс. т	26 МДж/кг
15	Бурый уголь	8 тыс. т	2 860 ккал/кг в
16	Дизельное топливо	8 тыс. т	42 700 кДж/кг
17	Древесный уголь	3,5 тыс. т	7 050 ккал/кг
18	Горючий сланец	4 тыс. т	10 000 кДж/кг
19	Дрова	10 тыс. т	12 300 кДж/кг
20	Антрацит	6 тыс. т	8 350 ккал/кг

### Пример решения

Произвести перерасчет 4 т природного газа в единицы условного топлива и нефтяного эквивалента, теплота сгорания которого 8500 ккал/м<sup>3</sup>.

#### Решение

Эквивалент природного газа в условном топливе определяется по формуле (3.1):

$$B_{yi} = 4000 \frac{8500}{7000} = 4.86 \text{ тыс. т у.т.}$$

Перевод условного топлива в топливо в нефтяном эквиваленте можно осуществить по формуле (3.2):

$$B_{нэ} = 4,86 \text{ тыс. т у. т.} \cdot 10\,000/7\,000 = 6,94 \text{ тыс. т н. э}$$

### Библиографические ссылки

1. Белосельский Б. С., Соляков В. К. Энергетическое топливо. - М.: Энергия. 1980. - 168 с.

2. Гулбрандсен Т. Х., Падалко Л. П., Червинский В. Л. Энергоэффективность и энергетический менеджмент : учеб.-метод. пособие. - Минск : БГАТУ, 2010. - 240 с.

3. Об утверждении официальной статистической методологии составления топливно-энергетического баланса Российской Федерации : приказ Росстата от 04.04.2014 № 229. - Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : электронный курс / коллектив кафедры «Теплообменные процессы и установки» под рук. проф. О. Л. Данилова. - М. : МЭИ., 2010. - 188 с.

5. Об утверждении «Методологических положений по расчету топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой» : постановление Госкомстата от 23.03.1999 г. № 46. - Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Черенцова, А. А. Энергоресурсосбережение: практикум / А. А. Черенцова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с.

#### **Практическая работа 4**

### **РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕРОПРИЯТИЯ**

*Цель работы:* научиться оценивать целесообразность проведения энергосберегающего мероприятия.

#### **Теоретические сведения**

В осветительных установках ежегодно расходуется в среднем около 13-14 % производимой электроэнергии, поэтому более эффективное ее расходование - это масштабная и значимая задача. При этом экономия электрической энергии в светотехнических установках не должна достигаться за счет отключения части осветительных приборов или отказа от искусственного освещения при недостаточной освещенности; необходимо безукоризненно соблюдать требования норм освещенности.

Экономия электрической энергии и затрат может быть получена за счет:

- совершенствования систем освещения;
- использования эффективных источников света;
- правильного выбора и рационального размещения светильников;
- применения новых осветительных приборов и устройств;
- организации эффективного управления освещением и его автоматизации;
- рационального построения осветительных сетей;

- введения планомерной и качественной эксплуатации осветительных установок.

Согласно законодательству РФ с 1 января 2011 г. на территории РФ к обороту не допускаются лампы накаливания (ЛН) мощностью более 100 Вт, в 2013 г. введен запрет на ЛН более 75 Вт и в 2014 году на лампы накаливания 25 Вт.

Российские супермаркеты предлагают энергосберегающие лампы зарубежного производства, например, Siemens, Osram, BLV, Philips Lighting, General Electric, Camelion, Comtech Duralamp, Ecola, EMS, Wolta. Однако лидеров только три - Osram, Philips, General Electric. Среди российских марок наиболее известными являются «Старт», Калашниковский электроламповый завод, «Космос», «Лисма», «Аладин». Диапазон цен на данную продукцию широкий. Стоимость варьируется в зависимости от фирмы-производителя, технических характеристик, дизайна, ценовой политики магазина. Для среднего потребителя цена обычной бытовой КЛЛ мощностью 20 Вт и цоколем E27 составляет сейчас порядка 100-200 рублей.

В связи с улучшенной светоотдачей люминесцентных ламп достижение нормативной освещенности при их применении на рабочих местах осуществляется меньшим количеством ламп по сравнению с лампами накаливания. Срок эксплуатации энергосберегающих ламп в 8 раз превышает срок эксплуатации ламп накаливания. Преимущества и недостатки энергосберегающих ламп показаны на рис. 4.1 [1].



Рис. 4.1. Преимущества и недостатки энергосберегающих ламп [1]

Использование ламп накаливания для освещения помещений приводит к значительному перерасходу электрической энергии, поскольку люминесцентные или светодиодные лампы, генерирующие аналогичный по мощности световой поток, потребляют в 4-9 раз меньше электроэнергии [2].

Срок службы люминесцентных ламп в 2-3 раза больше, чем у ламп накаливания. Поскольку устанавливаются компактные люминесцентные лампы в те же цоколи, что и лампы накаливания, переоборудование системы освещения - процесс нетрудоемкий [2].

Освещение в туалетных комнатах, гардеробе и подсобных помещениях управляется обычными механическими выключателями. Человеческий фактор (забывчивость персонала) - причина постоянной работы осветительных приборов в этих помещениях в течение рабочего дня, несмотря на потребность в освещении в течение кратковременного периода времени.

Для экономии электроэнергии предлагается оснастить осветительные приборы устройствами на базе датчиков присутствия. Это усовершенствование позволит включать освещение только в случае присутствия человека в помещении. В настоящее время на рынке электротехнических устройств существует ряд недорогих изделий, позволяющих автоматизировать управление освещением. Устройство предназначено для монтажа на стене или потолке для использования совместно с ранее установленными светильниками. Встроенное реле позволит постепенно снижать электрическую нагрузку на люминесцентные лампы, что позволит увеличить срок их службы [2].

*Методика расчета эффективности мероприятия*

*«Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы» [2]*

*Шаг 1.* Расчетное потребление электроэнергии на освещение помещений с временным пребыванием людей составляет, кВт • ч:

$$W_{л.н} = N \cdot P_{л.н} \cdot \tau \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (4.1)$$

где  $N$  - количество ламп накаливания в местах с временным пребыванием людей, шт.;  $P_{л.н}$  - мощность лампы накаливания, Вт;  $\tau$  - время работы системы освещения, ч;  $z$  - число рабочих дней в году.

Установка датчиков движения и присутствия позволит сократить число часов работы системы освещения до 1-2 часов. Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы позволит снизить использование электроэнергии на работу осветительных установок.

*Шаг 2.* Расход электроэнергии на освещение мест с временным пребыванием людей после внедрения системы автоматического регулирования и замены ламп составит, кВт • ч:

$$W_{к.л.л} = N \cdot P_{к.л.л} \cdot \tau_a \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (4.2)$$

где  $P_{к.л.л}$  - мощность компактной люминесцентной лампы, Вт;  $\tau_a$  - время работы системы освещения после установки датчиков движения и присутствия, ч.

*Шаг 3.* Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, кВт • ч:

$$\Delta W = W_{\text{ЛН}} - W_{\text{КЛЛ}}, \quad (4.3)$$

где  $W_{\text{ЛН}}$  - годовой расход электроэнергии при использовании ламп накаливания, кВт • ч;  $W_{\text{КЛЛ}}$  - годовой расход электроэнергии после внедрения системы автоматического регулирования и замены ламп, кВт • ч.

*Шаг 4.* Годовая экономия в денежном выражении составит, тыс. руб.:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta W \cdot T_{\text{э.э}} \cdot 10^{-3}, \quad (4.4)$$

где  $T_{\text{э.э}}$  - тариф на электрическую энергию руб./кВт • ч.

*Шаг 5.* Объем инвестиций в мероприятия, исходя из совокупных затрат на покупку и установку датчиков движения и присутствия, а также компактных люминесцентных ламп, определяется, тыс. руб.:

$$\text{Inv} = N_{\text{КЛЛ}} \cdot C_{\text{КЛЛ}} + (1 + k)N_{\text{а}} \cdot C_{\text{а}}, \quad (4.5)$$

где  $N_{\text{КЛЛ}}$  - требуемое количество ламп, шт.;  $C_{\text{КЛЛ}}$  - стоимость одной компактной люминесцентной лампы, руб.;  $k$  - доля затрат на монтаж датчиков движения в стоимости оборудования, руб.;  $N_{\text{а}}$  - требуемое количество регуляторов системы освещения (количество помещений), шт.;  $C_{\text{а}}$  - стоимость одного регулятора системы освещения, руб.

### Практическая часть

1. Провести расчет эффективности мероприятий «Замена ламп накаливания (ЛН) на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)» и «Автоматизация освещения в местах общего пользования». Варианты заданий показаны в табл. 4.1.

*Таблица 4.1*

#### Варианты задания

Вариант	Мощность ЛН, Вт	Кол-во ламп, шт.	Время работы лампы, ч/день	Мощность КЛЛ, Вт	Срок службы КЛЛ, ч	Число рабочих дней в году	Тариф на электрическую энергию, р./кВтч	Стоимость КЛЛ, р.
1	40	26	6	8	5000	336	3,47	75
2	60	10	8	11	8000	247	2,43	85
3	75	16	10	14	30000	330	5,39	210
4	100	22	12	18	15000	336	3,68	185
5	120	18	6	23	15000	365	3,47	111
6	70	24	8	16	15000	247	2,43	185
7	75	30	10	14	30000	330	5,39	210
8	100	14	12	18	15000	247	3,68	185
9	60	28	6	11	8000	365	3,47	85

Продолжение таблицы 4.1

10	120	20	8	23	15000	247	3,1	111
11	40	20	8	8	5000	365	3,47	75
12	60	14	9	11	8000	365	2,43	85
13	75	14	8	14	30000	365	5,39	210
14	100	10	9	18	15000	365	3,68	185
15	120	16	12	23	15000	247	3,47	111
16	70	22	9	16	15000	247	2,43	185
17	75	20	8	14	30000	247	5,39	210
18	100	18	10	18	15000	365	3,68	185
19	60	24	9	11	8000	247	3,47	85
20	120	18	12	23	15000	365	3,1	111

*Примечание* - срок службы ламп накаливания составляет 1000 ч.

2. Определить расход электроэнергии на освещение помещений с временным пребыванием людей до замены ламп и установки датчиков движения, кВт ч.

3. Рассчитать расход электроэнергии, кВт, после замены ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы. При внедрении системы автоматического управления освещением в помещениях с временным пребыванием людей время использования светильников, согласно опытным данным, уменьшится до 2,5 часа.

4. Определить экономию электроэнергии при замене ЛН на КЛЛ и автоматизации освещения в местах общего пользования, кВт ч.

5. Оценить годовую экономию в денежном выражении, тыс. руб.

6. Рассчитать расходы на замену ЛН и КЛЛ.

7. Определить объем инвестиций в мероприятия, исходя из совокупных затрат на покупку и установку датчиков движения и присутствия, а также компактных люминесцентных ламп, тыс. руб.

8. Определить срок окупаемости мероприятия.

### Пример решения

В помещении временного пребывания людей установлено 20 ламп накаливания единичной мощностью 70 Вт. Система освещения в помещениях работает в течение всего рабочего дня, который составляет 9 часов. Тариф на электрическую энергию  $T = 5,39$  руб./кВт ч. Число рабочих дней учреждения в году – 247 дней.

### Решение

Расход электроэнергии на освещение помещений с временным пребыванием людей до замены ламп и установки датчиков движения, кВт · ч:

$$W_{\text{ЛН}} = N \cdot P_{\text{ЛН}} \cdot \tau \cdot z \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 70 \cdot 9 \cdot 247 \cdot 10^{-3} = 3112,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

При внедрении системы автоматического управления освещением в помещениях с временным пребыванием людей время использования светильников, согласно опытным данным, уменьшится до 2,5 часа. Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы позволит получить расход электроэнергии, кВт · ч:

$$W_{\text{КЛЛ}} = N \cdot P_{\text{КЛЛ}} \cdot \tau_a \cdot z \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 16 \cdot 2,5 \cdot 247 \cdot 10^{-3} = 197,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Экономия электроэнергии при внедрении мероприятий будет равна, кВт · ч:

$$\Delta W = 3112,2 - 197,6 = 2914,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Годовая экономия в денежном выражении составит, тыс. руб.:

$$\Delta \text{Э}_{\text{ЛЛ}} = 2914,6 \cdot 5,39 \cdot 10^{-3} = 15,71 \text{ тыс. руб.}$$

При реализации мероприятий «Автоматизация освещения в местах общего пользования» и «Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы» достигается экономия в размере 15710 руб.

Количество замен ЛН (среднее) – 2 раза  $((247 \cdot 9)/1000 = 2,223)$ .

Расходы на замену ламп накаливания в течение года:  $20 \cdot 16 \cdot 2 = 640$  руб.

Общие затраты при использовании ламп накаливания с учетом стоимости лампы и замен ее составят:

$$3112,2 \cdot 5,39 + 640 = 17414,758 \text{ руб.}$$

Расходы на замену люминесцентных ламп в течение года 0 руб., т. к.  $(247 \cdot 9)/5000 = 0,4446$ . Срок службы компактных люминесцентных ламп составит 2 года.

Общие затраты при использовании КЛЛ с учетом стоимости лампы составят:

$$197,6 \cdot 5,39 + 185 = 1250,064 \text{ руб.}$$

Объем инвестиций в данные мероприятия, исходя из совокупных затрат на покупку и установку датчиков движения и присутствия, а также компактных люминесцентных ламп, составит, тыс. руб.:

$$I_{\text{пв}} = N_{\text{КЛЛ}} \cdot C_{\text{КЛЛ}} + (1 + k)N_a \cdot C_a, \quad (4.6)$$

где  $N_{\text{КЛЛ}}$  – требуемое количество ламп, шт.;  $C_{\text{КЛЛ}}$  – стоимость одной компактной люминесцентной лампы, руб.;  $k$  – доля затрат на монтаж датчиков движения в стоимости оборудования, руб.;  $N_a$  – требуемое количество регуляторов системы освещения (количество помещений), шт.;  $C_a$  – стоимость одного регулятора системы освещения, руб.

При условии, что стоимость монтажных работ составит 50 % от стоимости оборудования, инвестиции в проект, руб.:

$$I_{\text{пв}} = N_{\text{КЛЛ}} \cdot C_{\text{КЛЛ}} + (1 + k)N_a \cdot C_a = 20 \cdot 185 + (1 + 0,5) 8 \cdot 650 = 11\,500 \text{ руб.}$$

Таким образом, используя формулу (4.6), находим срок окупаемости мероприятия:

$$\text{СО} = I_{\text{пв}}/\Delta \text{Э} = 11500/15710 = 0,73 \text{ года}.$$

Срок окупаемости рекомендуется округлять до целых чисел, т. е. в данном случае срок окупаемости составляет 1 год.

Срок службы датчиков движения – 5 лет.

### **Библиографические ссылки**

1. Энергосбережение в многоквартирном доме. - Пермь, 2010. - 72 с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / В. В. Бухмиров [и др.]. - Томск : ИД ТГУ, 2014. - 96 с.
3. Черенцова, А. А. Энергоресурсосбережение: практикум / А. А. Черенцова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 79 с.

## **Практическая работа 5 ДОМАШНЯЯ ЭНЕРГЕТИКА**

*Цель работы:* изучить вопросы экономии электрической и тепловой энергии в быту.

### **Теоретические сведения**

Результатами проверок, проведенных работниками энергонадзора, установлено, что по халатности и нерадивости потребителей перерасход используемой на бытовые нужды электроэнергии составляет примерно 1520 % [1].

Наиболее ощутимо экономить электрическую энергию в быту можно следующим образом [1].

Конфорки электроплит имеют несколько нагревательных элементов (диапазонов включения). При включении электроплиты вначале необходимо включать все нагревательные элементы (всю мощность конфорки), а затем, после разогрева, когда вода вскипит, уменьшить мощность, так как лишнее тепло не ускорит приготовление пищи и температура воды больше чем на 100 градусов не повысится. Экономия достигается, если в разогретой духовке готовить несколько блюд. Посуда для приготовления или подогрева пищи должна быть из алюминия или эмалированная с ровным толстым дном и закрываться крышкой.

Продукты, для тепловой обработки которых требуется длительное время, лучше готовить в скороварках. Количество воды для приготовления пищи должно быть минимальным, чтобы после вскипания не сливать ее в канализацию. Включенную духовку не надо открывать без надобности, это снижает температуру внутри камеры.

Отключать электроплиту целесообразно до закипания чайника: за счет тепловой инерции чайник все равно закипит, а это сэкономит до 20 % энергии.

Пользование электрочайником предпочтительнее (КПД 90 %), чем кон-

форками плиты (КПД 50-60 %). «Рекордсмен» по эффективности - обычный кипятильник - КПД до 92 %.

Использование остывающих электроконфорок для подогрева воды перед ее кипячением в чайнике позволяет сберечь 10-30 % электроэнергии.

Кроме того, вода отстоится и из нее уйдут элементы, используемые для обеззараживания (хлор), что важно для здоровья.

Замочив крупу на ночь водой, можно сварить из нее кашу в 2-4 раза быстрее в зависимости от температуры воды.

При пользовании холодильником расходуется 30-40 % потребляемой в доме электроэнергии. Поскольку холодильник включен в электросеть круглосуточно, то, несмотря на небольшую мощность, он потребляет электроэнергии не меньше, чем электрическая плита. Население пользуется электрическими холодильниками двух видов: компрессорными (с электродвигателем и компрессором) и абсорбционными (с нагревателем). Компрессорные холодильники в 3-4 раза экономнее абсорбционных. В последнее время промышленность выпускает электрохолодильники глубокого замораживания. В сравнении с компрессорными они потребляют электроэнергии в 2 раза больше.

Место установки холодильника и температура окружающей среды имеют большое значение для нормального режима его работы и экономного расхода электроэнергии. Холодильник нельзя устанавливать вблизи плиты и батарей отопления, на солнечной стороне комнаты. Вокруг холодильника должно быть воздушное пространство для циркуляции воздуха. В холодильник помещается пища, охлажденная до комнатной температуры и в закрытой посуде. Продукты в холодильнике размещают таким образом, чтобы к ним имелся доступ холодного воздуха. Терморегулятор нужно установить с расчетом, чтобы в охлаждающей камере поддерживалась температура, необходимая для сохранения продуктов, а не слишком низкая. При образовании льда на стенках холодильной камеры толщиной 5-10 мм холодильник необходимо размораживать. Охлаждение камеры ниже температуры, необходимой для сохранения продуктов, так же как и повышение температуры окружающего холодильник воздуха, приводит к перерасходу электроэнергии.

Регулярное размораживание дает 3-5 % экономии. Нельзя устанавливать холодильник в нишу, это перекрывает вентиляцию нижних соседей и ухудшает условия охлаждения змеевика конденсатора, который охлаждается комнатным воздухом, а в закрытом пространстве он охлаждается гораздо хуже, потребление энергии увеличивается на 20 % (частое включение).

При правильном использовании телевизоров, радиоприемников, магнитофонов, швейной и стиральной машин, пылесосов, утюгов и других бытовых приборов можно получить существенную экономию электроэнергии.

Нельзя допускать холостой работы бытовых приборов, необходимо отключить их, если перестали пользоваться ими. Многие бытовые электроприборы оснащены автоматическими регуляторами температуры или реле времени.

Это позволяет поддерживать автоматически заданную температуру или включить прибор через заданное время работы. Так, например, при пользовании электрическим утюгом с регулятором температуры расход электроэнергии сокращается на 10-15 %.

При электрическом освещении в первую очередь необходимо обратить внимание на правильный выбор мощности электрических ламп. Электролампы большой мощности не только излишне перерасходуют электроэнергию, но и вредят зрению.

При включении в электрическую сеть лампочка одинаково ярко светит во все стороны и не обеспечивает нужного освещения, а нам при работе нужен свет, сосредоточенный на определенной поверхности или детали. Для этого электрическую лампочку помещают в светильник.

От правильно выбранного светильника в значительной степени зависит освещенность комнаты или рабочего места, а также экономичность осветительных приборов.

Рациональное освещение комнаты достигается с помощью полуотраженного или прямого освещения. Необходимо учесть, что прямое освещение экономичнее полуотраженного, так как в первом случае светильник имеет отражатель, расположенный снизу лампы.

Экономии электроэнергии способствует применение местного освещения: настольные лампы при работах за столом. Рабочий стол должен быть установлен у окна, это позволит сократить время горения электроламп при достаточном дневном свете. Потолки и стены, а также обои светлых тонов позволяют снизить мощность ламп в полтора раза.

Наиболее распространенными и основными источниками света в наших квартирах продолжают оставаться лампы накаливания. Причиной этому служит простота конструкции, компактность, удобство в эксплуатации, дешевизна, большой выбор их по мощности. Вместе с тем лампы накаливания имеют ряд недостатков. У них низкий коэффициент полезного действия (1,8-2,2 %); при повышении напряжения в сети на 2 % срок службы сокращается на 15 %, частые включения, отключения и сотрясения также влияют на срок службы, который составляет 1000 ч.

Более экономичными источниками света являются люминесцентные лампы. Они обладают благоприятным светом излучения. Люминесцентное освещение создает благоприятные условия для отдыха, снижает утомляемость, способствует увеличению производительности труда.

Люминесцентные лампы подразделяют по цветности излучения:

- 1) лампы белого света (ЛБ);
- 2) лампы дневного света (ЛД);
- 3) лампы дневного света с исправленной цветностью (ЛДЦ);
- 4) лампы холодно-белого света (ЛХБ);
- 5) лампы тепло-белого света (ЛТБ), которые имеют явно выраженный розовый оттенок.

Наиболее экономичными и универсальными являются лампы белого света (ЛБ). Они обеспечивают значительно лучшую цветопередачу, чем лампы накаливания, и по цветности воспроизводят приблизительно солнечный свет, отраженный облаками. Применение ламп ЛБ целесообразно в детских комнатах для подготовки школьных заданий и при чертежных работах.

К важнейшим характеристикам люминесцентных ламп следует отнести то, что световой поток их больше, чем ламп накаливания. Световая отдача люминесцентных ламп составляет в среднем 42-62 лм/Вт, в то время как у ламп накаливания - только 10-20 лм/Вт. Срок службы люминесцентных ламп составляет 5000 ч.

Своевременная и систематическая чистка светильников, ламп и люстр позволяет сэкономить до 30 % электроэнергии, расходуемой на освещение.

Экономии электроэнергии также способствует установка в комнатах двойных выключателей. Это позволяет при необходимости включать люстры полностью или частично.

Настольная лампа с лампочкой 30 Вт позволяет достичь лучшей освещенности на столе, чем люстра с 3-5 лампочками мощностью 180300 Вт.

Двойной выигрыш - зрение и энергия. С точки зрения энергосбережения хорош прибор плавного включения света. Лампы КЛЛ (компактные люминесцентные лампы) потребляют электроэнергии в 6-7 раз меньше в сравнении с лампами накаливания при одинаковой освещенности. Но они дороже существующих, хотя государству выгодно снизить цену на них.

Единственный в своем роде Брестский электроламповый завод выпускает компактные люминесцентные лампы, которые потребляют электроэнергии в шесть раз меньше, а непрерывно горят в восемь раз дольше (8000 часов) обычных.

Светильники предназначены для локального и общего освещения помещений самого разнообразного профиля - жилья, офисов, цехов, магазинов.

Использование в светильниках компактных люминесцентных и галогенных ламп создает данным электроприборам энергосберегающие свойства. Так, за счет применения галогенных ламп мощностью 20 Вт, характеризующихся интенсивным световым потоком, возможно снижение потребления электроэнергии в 2-2,5 раза.

В домах при освещении лестничных площадок и коридоров устанавливаются реле времени или автоматические выключатели с выдержкой времени.

От контроля за исправной работой этих устройств со стороны домоуправлений и жильцов в значительной степени будет зависеть экономный расход электроэнергии в местах общего пользования.

Сберечь тепло в квартире, а вместе с ним и сэкономить теплоэнергию - дело несложное и больших затрат не требует. Подсчитано, что утепление окон и дверей сохраняет до 40 % тепла в квартире. Тщательное утепление квартиры создает уют, снижает расходы на ее отопление в три раза, в результате экономится топливо.

Экономия тепловой энергии получается при рациональном использовании горячей воды, так как ее потери в быту составляют 23 %. Для того чтобы вымыть лицо, руки, почистить зубы, достаточно небольшой струи или нескольких стаканов воды вместо множества литров. Большой вклад в экономию тепловой энергии вносят домоуправления, которые своевременно, до наступления холодов, проводят ремонт дверей в подъездах и остекление окон, ведут разъяснительную работу с жильцами.

Одно из самых перспективных и быстроокупаемых направлений энергосбережения - оборудование зданий и сооружений приборами индивидуального и группового учета и контроля расхода энергоресурсов.

Однако следует отметить, что пока большинство населения относится к этому нововведению с опаской: жильцам предлагается приобретать необходимое оборудование за свой счет. А в общественном сознании прочно укоренилась мысль, что после установки счетчиков платить за коммунальные услуги придется больше, чем сейчас.

В настоящее время мы оплачиваем потребленные энергоресурсы исходя из усредненного показателя, равного примерно 35 % от реального расхода на душу населения по стране.

При расчете за основу взят завышенный расход энергоресурсов. Жильцы квартир, в которых были установлены счетчики, заплатили за воду и тепло меньше, чем обычно. Это означает, что сегодня абсолютное большинство населения переплачивает за энергоресурсы как минимум в 34 раза.

По оценкам специалистов, массовая установка счетчиков позволит обеспечить экономию тепла в 1,5 раза, холодной воды - в 2 раза, горячей - в 2,5 раза. В масштабе государства это огромные деньги.

### **Практическая часть**

1. Нормы освещения составляют 25-30 Вт/м<sup>2</sup> общей площади. Сколько электроэнергии можно сэкономить за месяц, устроив местное освещение рабо-

чего стола при условии ежедневной работы лампочки в течение 5 часов? Площадь комнаты 16 м<sup>2</sup>.

2. Насколько энергетически выгоднее кипятить две чашки чая, чем полный чайник, который затем остывает?

3. Насколько снижается эффективность электроконфорки, если площадь соприкосновения ее с посудой составляет лишь 30 % полной площади?

4. В двигателе внутреннего сгорания на каждые 4 л бензина образуется примерно 2 л окислов азота. Сколько окислов азота выбрасывается в атмосферу города, если ежегодно каждый автомобиль пробегает 40 тыс. км при среднем расходе 15 л на 100 км? В городе зарегистрировано 10 тыс. автомобилей.

### **Библиографические ссылки**

1. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : метод. указания по практ. занятиям / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Электрон. дан. (3 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

## **Практическая работа № 6 ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО УЧЕТУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

*Цель работы:* изучить основную нормативно-правовую документацию учета электроэнергии. Изучить структуру и уровни АСКУЭ.

### **Теоретические сведения**

#### ***Уровни АСКУЭ***

Здесь и далее следует понимать аббревиатуру АСКУЭ как «автоматизированные системы контроля и управления энергоресурсами». Таким образом, АСКУЭ - это комплекс технических и программных средств, предназначенных для организации автоматического учета электроэнергии и автоматизированного управления процессом энергопотребления.

Использование учета электрической энергии позволяет получить открытую и оперативную картину о расходах электроэнергии и мощности, что является основой для внедрения энергосберегающих технологий. Кроме того АСКУЭ обеспечивает переход на качественно новые формы оплаты за электроэнергию.

В структуре АСКУЭ в общем случае можно выделить четыре уровня:

- первый уровень - первичные измерительные приборы (ПИП) (как пра-

вило, счетчики) с телеметрическими или цифровыми выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучета потребителей (потребление электроэнергии, мощность и др.) по точкам учета;

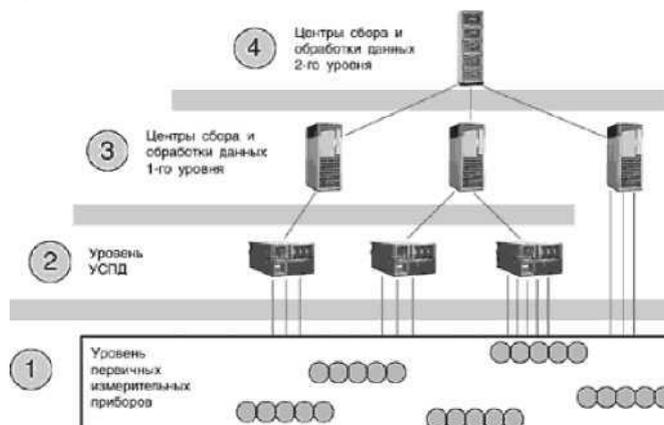


Рис. 6.1. Уровни АСКУЭ 6

- второй уровень - устройства сбора и подготовки данных (УСПД), специализированные измерительные системы или многофункциональные программируемые преобразователи со встроенным программным обеспечением энергоучета, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхние уровни;
- третий уровень - 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 учета, так и по их группам - по подразделениям и объектам предприятия, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) оперативным персоналом службы главного энергетика и руководством предприятия;
- четвертый уровень - сервер центра сбора и обработки данных со специализированным программным обеспечением АСКУЭ, осуществляющий сбор информации с ПК и/или группы серверов центров сбора и обработки, данных третьего уровня, дополнительное агрегирование и структурирование информации по группам объектов учета, документирование и отображение данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений персоналом службы главного энергетика и руководством территориально распределенных средних и крупных предприятий или энергосистем, ведение договоров на поставку энергоресурсов и формирование платежных документов для расчетов за энергоресурсы.

Все уровни АСКУЭ связаны между собой каналами связи. Для связи уровней ПИП и УСПД или центров сбора данных, как правило, используется

прямое соединение по стандартным интерфейсам (типа RS-485, ИРПС и т.п.). УСПД с центрами сбора данных 3-го уровня, центры сбора данных 3-го и 4-го уровней могут быть соединены по выделенным, коммутируемым каналам связи или по локальной сети.

### ***Основные цели энергоучета***

1. Обеспечение расчетов за энергоресурсы в соответствии с реальным объемом их поставки/потребления.

2. Минимизация производственных и непроизводственных затрат на энергоресурсы.

Благодаря различным способам достижения цели минимизация затрат на энергоресурсы может быть реализована как без уменьшения объема потребления энергоресурсов, так и за счет уменьшения объема потребления энергоресурсов.

Эти цели достигаются благодаря решению следующих задач учета энергоресурсов и контроля их параметров.

### ***Задачи систем контроля и учета***

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

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

- Комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет энергоресурсов и контроль их параметров по предприятию, его инфраструктурам по действующим тарифным системам с целью минимизации производственных и непроизводственных затрат на энергоресурсы.

- Контроль энергопотребления по всем энергоносителям, точкам и объектам учета 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 нару-

шения из-за выхода контролируемых параметров энергоресурсов за допустимые пределы.

- Сигнализация об отклонениях контролируемых величин от допустимого диапазона значений с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счет принятия оперативных решений.

- Прогнозирование (кратко-, средне- и долгосрочное) значений величин энергоучета с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счет планирования энергопотребления.

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

- Поддержание единого системного времени с целью минимизации производственных затрат на энергоресурсы за счет обеспечения синхронных измерений.

### **Практическая часть**

1. Расшифровать аббревиатуру АСКУЭ.
2. Определить цели и задачи АСКУЭ.
3. Дать краткую характеристику уровням АСКУЭ.
4. Перечислить основные нормативно-правовые документы, определяющие направления и принципы в организации учета электроэнергии.

### **Библиографические ссылки**

1. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А. И. Колесников, М. Н. Федоров,
2. Комплект технической документации по АСКУЭ концерна «Энергомера», 2008.
3. Концепция приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь. - « Энергетика и ТЭК». - № 1, 2006.
4. Кравцов, А. В. Метрология и электрические измерения / А. В. Кравцов. -М.: Колос, 1999. -215 с.
5. Резванов, О. Г. Автоматизированная система коммерческого и технического учета электрической энергии на базе многотарифных электронных счетчиков. - «Энергия и менеджмент». - № 3, 2002.

## Практическая работа № 7

# ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ

*Цель работы:* изучить варианты организации и построения АСКУЭ на примере систем учета электроэнергии. Изучить составляющие энергопотребления предприятия.

### Теоретические сведения

#### Организация АСКУЭ

*с проведением опроса счетчиков через оптический порт*



Рис. 7.1. Организация опроса счетчиков через оптический порт

Это наиболее простой вариант организации АСКУЭ. Счетчики не объединены между собой. Между счетчиками и центром сбора данных нет связи. Все счетчики опрашиваются последовательно при обходе счетчиков оператором. Опрос производится через оптический порт с помощью программы, размещенной на переносном компьютере, которая формирует файл результатов опроса. На компьютере центра сбора данных необходимы программные модули, формирующие файл-задание на опрос и загружающие информацию в основную базу данных (БД). Синхронизация времени счетчиков происходит в процессе опроса со временем переносного компьютера. Синхронизация времени переносного компьютера со временем центра сбора данных производится в момент приема файлов заданий на опрос счетчиков. Данная схема построения автоматизированной системы является наиболее дешевой. Для максимальной экономии средств на создание АСКУЭ в этом варианте роль центра сбора данных можно возложить на переносной компьютер. Недостатками данного способа организации АСКУЭ является большая трудоемкость сбора данных со счетчиков и невозможность использования в системе дешевых индукционных или электронных счетчиков с импульсным выходом. Поэтому данную схему можно рекомендовать для организации системы коммерческого учета: используется небольшое количество дорогих коммерческих счетчиков, которые, как правило, уже содержат модуль запоминания информации и интерфейс обмена с ЭВМ.

Организация АСКУЭ с проведением опроса счетчиков через оптический порт позволяет решать следующие задачи:

- точное измерение параметров поставки/потребления;
- коммерческий и технический учет энергоресурсов по предприятию, его инфраструктурным элементам (котельная и объекты жилкомбыта, цеха, подразделения, субабоненты).

### ***Организация АСКУЭ***

#### ***с проведением опроса счетчиков переносным компьютером через преобразователь интерфейсов, мультиплексор или модем***

Счетчики, объединенные общей шиной RS-485, или по интерфейсу "токовая петля" на мультиплексор (например, типа МПР-16), или устройством сбора и подготовки данных (УСПД) могут располагаться в различных распределительных устройствах и опрашиваться один или несколько раз в месяц с помощью программы, размещенной на переносном компьютере, которая формирует файл результатов опроса (рис. 2.2).

Между счетчиками и центром сбора данных нет постоянной связи. УСПД играет роль коммуникационного сервера. На компьютере центра сбора данных необходимы программные модули, формирующие файл-задание на опрос и загружающие информацию в основную БД. Синхронизация времени счетчиков происходит в процессе опроса со временем переносного компьютера. Синхронизация времени переносного компьютера со временем центра сбора данных производится в момент приема файлов заданий на опрос счетчиков. Выделенный компьютер для центра сбора данных в этом варианте также может отсутствовать, его роль может выполнять переносной компьютер.

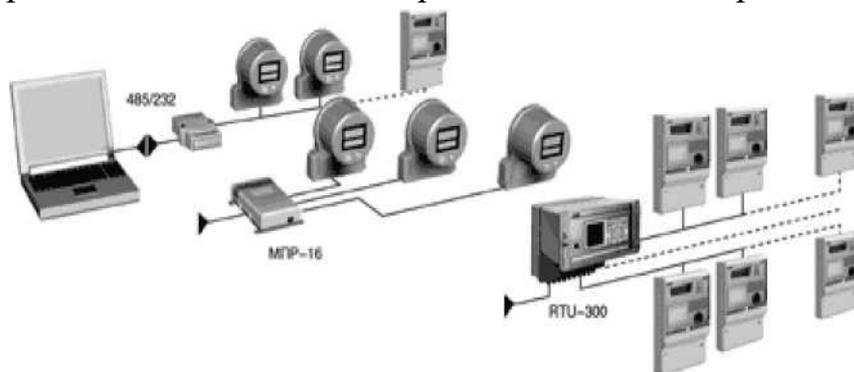


Рис. 7.2. Организация опроса счетчиков персональным компьютером через преобразователь интерфейсов, мультиплексор или модем

Организация АСКУЭ с проведением опроса счетчиков переносным компьютером через преобразователь интерфейсов, мультиплексор или модем позволяет решать следующие задачи:

- точное измерение параметров поставки/потребления;

- коммерческий и технический учет энергоресурсов по предприятию, его инфраструктурным элементам (котельная и объекты жилкомбыта, цеха, подразделения, субабоненты);
- контроль энергопотребления по точкам и объектам учета в заданных временных интервалах (30 минут, зоны, смены, сутки, декады, месяцы, кварталы и годы) относительно заданных лимитов и технологических ограничений мощности;
- обработку данных и формирование отчетов по учету электроэнергии;
- диагностику полноты данных;
- описание электрических соединений объектов и их характеристик;
- диагностику счетчиков;
- поддержание единого системного времени.

### ***Организация АСКУЭ***

#### ***с проведением автоматического опроса счетчиков локальным центром сбора и обработки данных***

Счетчики постоянно связаны с центром сбора данных прямыми каналами связи и опрашиваются в соответствии с заданным расписанием опроса (рис. 2.3). Первичная информация со счетчиков записывается в БД. Синхронизация времени счетчиков происходит в процессе опроса со временем компьютера центра сбора данных. В качестве компьютера центра сбора данных используется локальная ПЭВМ. На ней же происходит обработка данных и ведение БД. В зависимости от количества пользователей, количества счетчиков и интервалов их профиля, квалификации пользователей, сложности математической обработки и т. д. локальная БД может функционировать либо под MS Access, либо под СУБД ORACLE8.X. Сбор данных в БД происходит периодически с заданными интервалами.

Организация АСКУЭ с проведением автоматического опроса счетчиков локальным центром сбора и обработки данных позволяет решать следующие задачи:

- точное измерение параметров поставки/потребления;

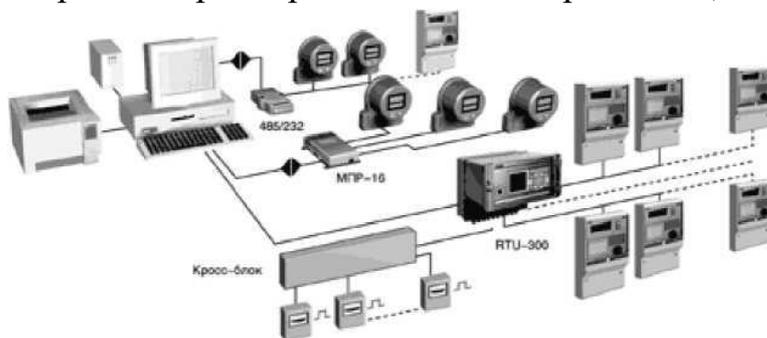


Рис. 7.3. Организация автоматического опроса счетчиков локальным центром сбора и обработки данных

- комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет энергоресурсов по предприятию и инфраструктурным элементам;
- контроль энергопотребления и параметров качества электроэнергии (ПКЭ) по точкам и объектам учета в заданных временных интервалах (5 минут, 30 минут, зоны, смены, сутки, декады, месяцы, кварталы и годы) относительно заданных лимитов и технологических ограничений мощности;
- обработка данных и формирование отчетов по учету электроэнергии и контролю показателей качества электроэнергии (ПКЭ);
- фиксация отклонений контролируемых параметров энергоресурсов, их оценка в абсолютных и относительных единицах для анализа, как энергопотребления, так и производственных процессов;
- сигнализация об отклонениях контролируемых величин от допустимого диапазона значений;
- диагностику полноты данных;
- описание электрических соединений объектов и их характеристик;
- параметризацию коммуникаций и характеристик опроса;
- диагностику системы;
- поддержание единого системного времени.

***Организация многоуровневой АСКУЭ  
для территориально распределенного среднего и крупного  
предприятия или энергосистемы***

Основная часть счетчиков постоянно связана с центрами сбора данных первого уровня прямыми каналами связи и опрашивается в соответствии с заданным расписанием опроса, как в третьем способе организации АСКУЭ. Между некоторыми счетчиками и центром сбора данных первого уровня может не быть постоянной связи, они могут опрашиваться с помощью переносного компьютера, как во втором способе организации АСКУЭ. Первичная информация со счетчиков записывается в БД центров сбора данных первого уровня, на них же происходит обработка данных. В центрах сбора данных второго уровня осуществляется дополнительное агрегирование и структурирование информации, запись ее в БД центров сбора данных второго уровня.

Основная конфигурация программного комплекса позволяет организовать параллельный сбор данных по 4, 8, 16, 32 каналам связи. При 16, 32 каналах необходимо использовать отдельную ЭВМ в качестве коммуникационного сервера. Каналы связи могут быть выделенными, коммутируемыми, а также может использоваться прямое соединение.

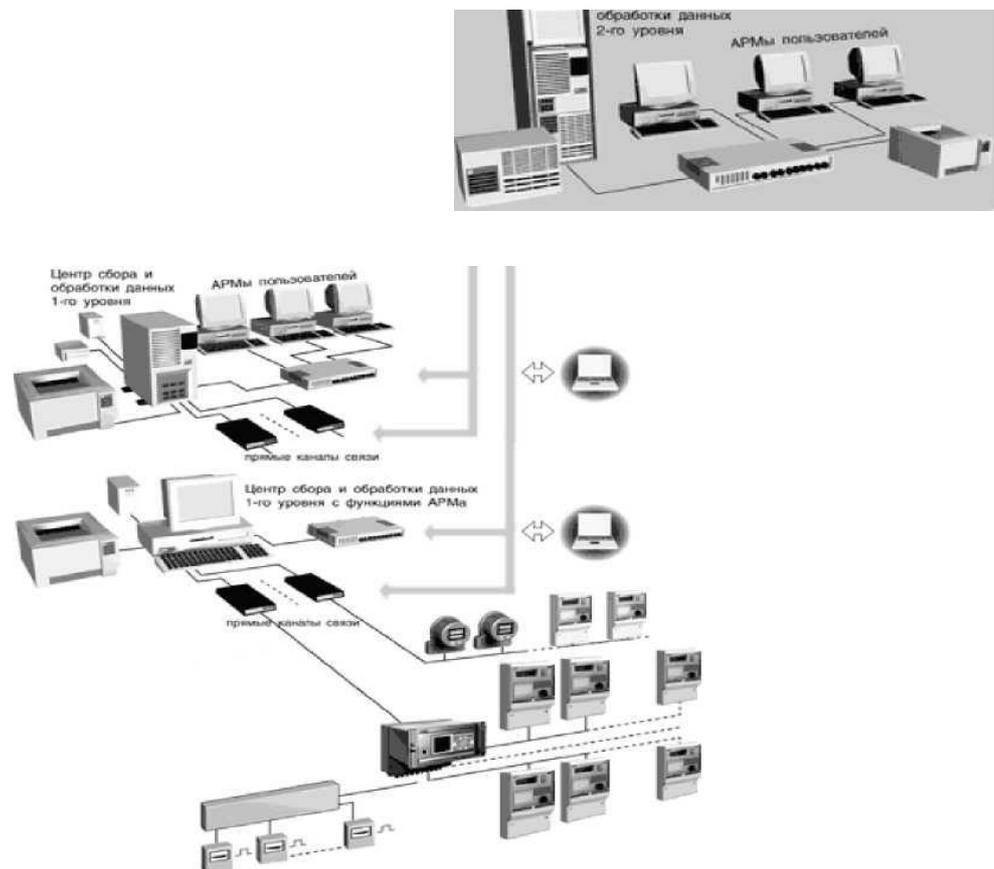


Рис. 7.4. Организация многоуровневой АСКУЭ для территориально распределенного среднего и крупного предприятия или энергосистемы

Параметры каждого канала настраиваются индивидуально, в зависимости от типа линии и ее характеристик. В системе может параллельно работать несколько коммуникационных серверов. При этом описание всех параметров системы сбора данных, описание всех электрических и расчетных схем объектов, а также все первичные и расчетные данные хранятся только на сервере БД и приложений центра сбора данных.

Организация многоуровневой АСКУЭ для территориально распределенного среднего и крупного предприятия или энергосистемы позволяет решать следующие задачи:

- точное измерение параметров поставки/потребления;
- комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет энергоресурсов по предприятию, его инфраструктурным элементам;
- ведение договоров и формирование платежных документов для расчетов за электроэнергию;
- контроль энергопотребления и ПКЭ по точкам и объектам учета в заданных временных интервалах (5 минут, 30 минут, зоны, смены, сутки, декады, месяцы, кварталы и годы) относительно заданных лимитов и технологических ограничений мощности;

- сопровождение нормативно-справочной информации;
- обработку данных и формирование отчетов по учету электроэнергии и контролю ПКЭ;
- фиксацию отклонений контролируемых параметров энергоресурсов, их оценка в абсолютных и относительных единицах для анализа, как энергопотребления, так и производственных процессов;
- сигнализацию (цветом, звуком) об отклонениях контролируемых величин от допустимого диапазона значений;
- диагностику полноты данных;
- описание электрических соединений объектов и их характеристик;
- параметризацию коммуникаций и характеристик опроса;
- диагностику системы;
- поддержание единого системного времени.

### ***Экономическая эффективность АСКУЭ предприятий***

Смысл создания и использования АСКУЭ заключается в постоянной экономии энергоресурсов и финансов предприятия при минимальных начальных денежных затратах. Величина экономического эффекта от использования АСКУЭ достигает по предприятиям в среднем 15-30 % от годового потребления энергоресурсов, а срок окупаемости затрат на создание АСКУЭ, как правило, составляет менее года.

Уровень энергопотребления предприятия складывается из двух составляющих: базовой и организационно-технической. Базовая составляющая определяется энергоемкостью установленного технологического оборудования. Организационно-техническая составляющая (ОТС) определяется режимами эксплуатации оборудования, которые задаются персоналом предприятия, исходя из производственных и личных интересов и потребностей.

Изменение первой (базовой) составляющей энергопотребления требует замены устаревшего энергоемкого оборудования и техпроцесса более современными и менее энергоемкими, перечень которых приведен на рисунке 7.5.

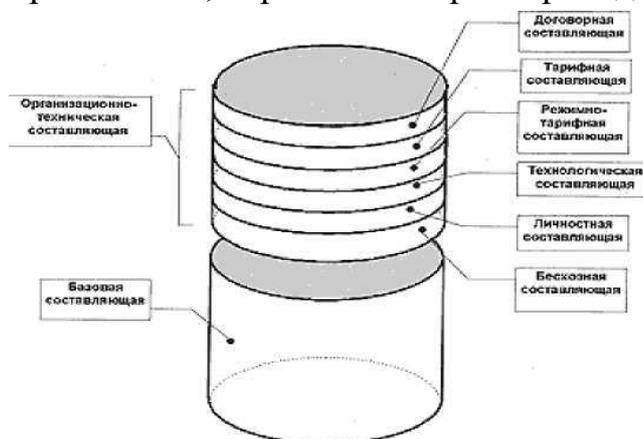


Рис. 7.5. Составляющие электропотребления предприятия

## **Практическая часть**

1. Определить основные способы организации АСКУЭ, раскрыть принцип построения и решаемые задачи.
2. Дать характеристику двум составляющим уровня энергопотребления предприятия.
3. Раскрыть составляющие ОТС.
4. Обозначить способы минимизации составляющих уровня энергопотребления.

## **Библиографические ссылки**

1. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А. И. Колесников, М. Н. Федоров,
2. Комплект технической документации по АСКУЭ концерна «Энергомера», 2008.
3. Концепция приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь. - «Энергетика и ТЭК». - № 1, 2006.
4. Кравцов, А. В. Метрология и электрические измерения / А. В. Кравцов. -М.: Колос, 1999. -215 с.
5. Резванов, О. Г. Автоматизированная система коммерческого и технического учета электрической энергии на базе многотарифных электронных счетчиков. - «Энергия и менеджмент». - № 3, 2002.

## **Практическая работа 8**

### **ИЗУЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

*Цель работы:* получить практические навыки по работе с технологическим программным обеспечением «Admin Tools» версии 3.0Б.

## **Теоретические сведения**

### ***Общие требования к программным средствам АСКУЭ***

1. Программные средства АСКУЭ субъекта оптового рынка должны обеспечивать:
  - безотказную работу в течение всего срока службы устройства, а при обновлении версий - полную совместимость и сохранение всех ранее установленных и хранимых параметров;
  - автозагрузку операционной системы или программы управления устройства, автосохранение всех установленных параметров и подлежащих хранению данных при любых сбоях в работе устройства;

- автоматическое самотестирование по всем параметрам;
- вычисление всех необходимых показателей энергопотребления, возможность изменения в процессе работы состава и количества учитываемых параметров, а также механизмов их вычислений;
- ведение «журнала событий», фиксирующего все входы в программное обеспечение, его изменения, а также все нарушения нормального функционирования устройства (сбои питания, потеря информации от электросчетчика, пропадания канала связи и т. и.).

2. Программные средства АСКУЭ должны иметь механизмы как аппаратной (пломбирование каналов ввода программных средств, установка электронных ключей блокировки доступа), так и программной защиты (система паролей) от несанкционированного доступа.

3. Форматы и протоколы передачи данных УСПД должны быть построены на основе «открытых» промышленных стандартов, т. е. должны позволять использовать их в составе АСКУЭ различных разработчиков, иметь возможность транспортировать данные в различные СУБД, электронные таблицы и другие типы программных приложений для дальнейшей обработки и хранения информации.

4. В нормальном режиме работы обмен информацией с системой верхнего уровня АСКУЭ производится по сигналам запроса этой системы, при этом должны передаваться любые запрашиваемые и хранимые в УСПД параметры. При нарушениях в работе или фиксации несанкционированного вмешательства программное обеспечение должно обеспечить автоматический перевод УСПД в режим передачи информации на верхний уровень сбора информации.

5. После запуска УСПД в работу процессы передачи информации на верхний уровень, взаимодействия с внешними устройствами, отображения информации, подключения новых каналов учета и передачи информации не должны влиять на процесс сбора, накопления и хранения информации в УСПД.

#### ***Программное обеспечение АСКУЭ концерна «Энергомера»***

AdminTools - единое технологическое программное обеспечение для устройств производства ОАО «Концерн Энергомера».

Поддержка: ЦЭ6823, ЦЭ6823М, ЦЭ6827, ЦЭ6827М, УСПД164-01М, СЕ824, ЦЭ6850М, ЦЭ6850, СЕ102, СЕ201, СЕ300, СЕ301, СЕ302, СЕ303, СЕ304, СЕ306.

#### ***Описание***

Технологическое программное обеспечение AdminTools предназначено для конфигурирования, наладки и контроля счетчиков электроэнергии.

Обеспечивает настройку необходимых параметров подключенных устройств и просмотр информации с каналов измерения за различные периоды. Обеспечивает одновременную работу с группой подключенных устройств:

COM-порт;  
локальная сеть Ethernet;  
адаптер RS232-RS485;  
оптическая головка;  
радиомодем;  
инфракрасный порт IrDa;  
PLC -модем.

Функциональные возможности программы:

разграничение прав по типу пользователей;  
одновременная работа с группой однотипных устройств;  
поиск подключенных устройств в сети;  
считывание/запись даты и времени подключенных устройств;  
получение информации о подключенных устройствах;  
выполнение команд на подключенных устройствах;  
изменение параметров конфигурации подключенных устройств (считать/записать в зависимости от типа пользователя);  
считывание текущего состояния подключенных устройств;  
считывание данных измерений хранящихся в подключенных устройствах;  
считывание журнала событий подключенных устройств.

SeTools - программа обслуживания многофункциональных счетчиков электроэнергии.

Поддержка: ЦЭ6850М-Ш31, ЦЭ6850М-Ш30, ЦЭ6850.

### ***Описание***

"Программа обслуживания многофункциональных счетчиков электроэнергии" (далее - Программа) предназначена для чтения и программирования счетчиков электроэнергии. К дополнительным возможностям Программы относится возможность графического отображения профиля нагрузки электросчетчиков, а также работа с дополнительными устройствами сбора информации (УСП6800).

Функциональные возможности Программы:

чтение данных с подключенного электросчетчика;  
чтение выборочных параметров электросчетчика (при поддержке электросчетчиком такой возможности);  
отображение считанных данных в виде отформатированного отчета;  
сохранение отчета в файл с последующей загрузкой, распечатка отчета, экспорт отчета в программы Microsoft Office;  
программирование электросчетчика;  
чтение и отображение в графическом и табличном видах профиля нагрузки;  
использование широковещательных команд;

получение служебной информации о подключенном электросчетчике;  
работа с устройством считывания и программирования электросчетчиков  
УСП6800;

работа с электросчетчиками с использованием модемного соединения  
(аналогового или GSM);

защита Программы паролями с разными уровнями доступа;

возможность беспарольного выборочного чтения;

поддержка англоязычного интерфейса программы;

модульное построение программы позволяет легко добавлять поддержку  
новых электросчетчиков и новых протоколов обмена.

MT Tools Professional - программа управления электросчетчиками.

Поддержка: CE824, ЦЭ6822, ЦЭ6827М, ЦЭ6827М1, CE102.

### *Описание*

Программа предназначена для работы с электросчетчиками через персональный компьютер. Обеспечивает настройку необходимых параметров электросчетчика и просмотр информации о потребляемой энергии и мощности за различные периоды. Удобный пользовательский интерфейс.

Программа рассчитана на работу со счетчиками через интерфейсы: адаптер RS232-RS485;

оптическая головка;

модем;

GSM-модем;

радиомодем;

инфракрасный порт;

PLC -модем.

Функциональные возможности программы:

разграничение прав по типу пользователей;

получение описания на подключенный счетчик;

изменение адреса счетчика;

настройка конфигурации (считать/записать в зависимости от типа пользователя);

считывание/запись даты и времени;

построение графиков получасовых мощностей;

считывание текущих показаний энергии;

считывание показаний энергии за выбранный месяц;

получение информации о ресурсе батареи;

считывание/запись тарифной программы;

чтение журналов.

ЭНЕРГОМЕРА CE602 - программа обмена данными.

## **Описание**

Программа предназначена для обмена данными с прибором ЭНЕРГОМЕРА СЕ602, для хранения полученных данных в формате баз данных MS Access, а также для подготовки и печати отчетов.

Программа обеспечивает:

получение от прибора и отображение на экране монитора в удобной для оператора форме результатов проверки погрешности счетчиков и контроля профиля нагрузки;

накопление полученных данных в архив для их хранения и последующего анализа;

подготовку и передачу в прибор списков с идентификационными параметрами, предназначенных для проверки счетчиков;

сохранение результатов измерений и параметров счетчиков во внешние таблицы форматов \*.mdb, \*.db, \*.dbf, \*.xls;

загрузку параметров счетчиков из внешних таблиц форматов \*.mdb, \*.db, \*.dbf, \*.xls;

сохранение таблиц в файлы следующих форматов \*.txt, \*.csv, \*.htm, \*.rtf, \*.xls;

создание и редактирование шаблонов для отчетов с помощью встроенной программы генератора отчетов;

создание протоколов и отчетов для печати;

обмен данными с прибором через стандартный последовательный интерфейс RS232 со скоростями от 300 до 115200 кбит/с.

## **Практическая часть**

1. Ознакомиться с основными разделами и закладками программы.

## **Библиографические ссылки**

1. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях / А. И. Колесников, М. Н. Федоров,
2. Комплект технической документации по АСКУЭ концерна «Энергомера», 2008.
3. Концепция приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь. - « Энергетика и ТЭК». - № 1, 2006.
4. Кравцов, А. В. Метрология и электрические измерения / А. В. Кравцов. -М.: Колос, 1999. -215 с.
5. Резванов, О. Г. Автоматизированная система коммерческого и технического учета электрической энергии на базе многотарифных электронных счетчиков. - «Энергия и менеджмент». - № 3, 2002.

## **Практическая работа 9**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ РАДИОМОДЕМА**

*Цель работы:* Получить практические навыки по работе с радиомодемом CE831.

#### **Теоретические сведения**

Радиомодем предназначен для построения каналов связи в системах, осуществляющих передачу цифровой информации посредством радиосвязи, может использоваться в автоматизированных системах контроля и учета энергоресурсов, телемеханике, других информационных системах. Радиомодем использует для приема/передачи радиоканал с центральной несущей частотой 433,92 МГц, соответствует техническим характеристикам, требуемым решением Государственной комиссии по радиочастотам от 03.12.2004 №04-03-04-001 (протокол №04-03), имеет сертификат соответствия № РОСС RU.МJI05.Н00024 и не требует разрешительных документов при применении для построения каналов связи.

#### ***Аппаратная часть***

Радиомодем представляет собой программно-управляемое устройство на основе микропроцессора, которое при передаче преобразует сигналы одного из двух имеющихся последовательных интерфейсов в радиочастотные сигналы, поступающие на высокочастотный разъем, а при приеме преобразует радиочастотные сигналы, поступающие от внешнего антенно-фидерного устройства в сигналы последовательного интерфейса.

Радиомодем CE831H2 имеет два последовательных интерфейса: USB и RS232, которые имеют следующий порядок работы. Если к интерфейсу USB не подключено какое-либо внешнее устройство (хост), информация принимается и передается по интерфейсу RS232 в соответствии с выбранным режимом работы (командный, прозрачный, пакетный). При подключении к интерфейсу USB внешнего устройства (хоста) вся информация принимается и передается по интерфейсу USB. После отключения внешнего устройства от интерфейса USB весь поток информации вновь автоматически переключается на интерфейс RS232. Такой порядок переключения интерфейсов позволяет проводить профилактические работы с радиомодемом (тестирование радиосети, конфигурирование и т. д.), не оказывая влияния на работу системы сбора информации на объекте по интерфейсу RS232.

Радиомодем имеет настраиваемые параметры последовательного интерфейса: скорость обмена, количество информационных и стоповых бит в байте, контроль четности. По умолчанию (при выпуске с завода-изготовителя) после-

довательный интерфейс имеет следующие параметры: скорость - 2400 бит/с, длина байта - 8 бит, 1 стоп бит, контроль четности выключен.

### ***Режимы работы***

После подачи питания радиомодем находится в прозрачном или пакетном режиме - в зависимости от параметров конфигурации, сохраненных в его энергонезависимой памяти. Режим работы по умолчанию, а также при выпуске с завода - прозрачный.

Командный режим радиомодема предназначен для конфигурирования радиомодема (установки параметров), а также для просмотра информации о радиомодеме (заводской номер, версия программного обеспечения, напряжение питания и т. д.). Переключение радиомодема в командный режим может быть выполнено из прозрачного и/или пакетного режима. Переключение радиомодема в командный режим производится путем передачи модему по последовательному интерфейсу трех подряд символов “+” (шестнадцатеричный код 0x2B), при этом должен быть выдержан защитный интервал 1 с до и после передачи указанных символов, и, кроме того, интервал между символами “+” не должен превышать 1 с.

Конфигурирование радиомодема и просмотр информации производятся при помощи AT-команд.

Для вывода радиомодема из командного режима необходимо подать команду ATO либо выключить, затем снова включить радиомодем. При выходе из командного режима модем переходит в режим, в котором он находился до перехода в командный режим.

Прозрачный режим является основным рабочим режимом радиомодема. При выпуске с завода-изготовителя этот режим установлен в качестве режима по умолчанию. Радиомодем переходит в прозрачный режим при включении питания и при выходе из командного режима, если установлен параметр  $AT+1TM=1$ . Радиомодем постоянно прослушивает эфир и при приеме корректного информационного пакета из радиоэфира начинает его обработку. Если в принятом пакете адрес получателя совпадает с адресом радиомодема, то данные, содержащиеся в полученном пакете, передаются по активному в данный момент последовательному интерфейсу. Если в принятом пакете адрес радиомодема указан в качестве адреса ретранслятора на текущем уровне ретрансляции, то принятый пакет снова передается в эфир (ретранслируется). В случае ретрансляции, а также, если пакет не предназначен данному радиомодему, в последовательный интерфейс никакой информации не передается. Одновременно с прослушиванием эфира радиомодем принимает данные по активному последовательному интерфейсу. Полученные по последовательному интерфейсу данные радиомодем разбивает на пакеты длиной до 188 байт, добавляет

служебную информацию (в т. ч. адреса источника, ретрансляторов и получателя пакета) и передает пакет данных в эфир. Если по последовательному интерфейсу получено меньше 188 байт, то через таймаут, установленный командой  $AT+TIO=$  (50 мс по умолчанию), после получения последнего байта все полученные ранее байты будут переданы в эфир.

Пакетный режим является специальным режимом работы радиомодема. Радиомодем переходит в пакетный режим при включении питания и при выходе из командного режима, если установлен параметр  $AT+TMM=0$ . Радиомодем постоянно прослушивает эфир и при приеме корректного информационного пакета из радиоэфира начинает его обработку. Если в принятом пакете адрес получателя совпадает с адресом радиомодема, то пакет данных в неизменном виде передается по активному в данный момент последовательному интерфейсу. Если в принятом пакете адрес радиомодема указан в качестве адреса ретранслятора на текущем уровне ретрансляции, то принятый пакет снова передается в эфир (ретранслируется). В случае ретрансляции, а также, если пакет не предназначен данному радиомодему, в последовательный интерфейс никакой информации не передается. Одновременно с прослушиванием эфира радиомодем принимает пакеты данных по активному последовательному интерфейсу. Пакеты должны быть сформированы в соответствии с протоколом обмена данными в радиоэфире (протокол может 62 быть получен у производителя радиомодема по специальному запросу). Полученные по последовательному интерфейсу информационные пакеты радиомодем без дополнительной обработки передает в эфир. Пакетный режим работы применяется, в основном, при сборе данных с конечных устройств с использованием ретрансляции.

При работе в командном режиме радиомодем не принимает из радиоэфира и не передает данные в радиоэфир. В прозрачном и пакетном режимах поток данных в обоих направлениях имеет двойную буферизацию. Это означает, что радиомодем может принимать из эфира информационный пакет во время того, как ранее принятые данные передаются по последовательному интерфейсу. Аналогично во время передачи в эфир сформированного ранее пакета данных радиомодем может получать по последовательному интерфейсу и обрабатывать следующую порцию данных. Буферизация данных увеличивает пропускную способность канала радиосвязи.

### ***Адресация устройств в радиосети и ретрансляция данных***

Радиомодемы позволяют строить сети сбора и передачи данных по радиоканалу. Для этого каждое устройство, предназначенное для приема-передачи данных в радиоэфире, должно иметь свой сетевой адрес.

Сетевой адрес присваивается радиомодему в командном режиме при помощи команды  $AT+NA=address$ , где  $address$  - сетевой адрес. Допустимые зна-

чения сетевого адреса: от 1 до 65534. Сетевой адрес, равный 65535, является ширококвещательным и не может быть присвоен какому-либо устройству. Сетевой адрес, равный 0, недопустим. При подготовке пакета для передачи по радиоэффиру радиомодем подставляет свой сетевой адрес в качестве адреса источника пакета.

При подготовке пакета для передачи по радиоэффиру радиомодем формирует маршрут прохождения пакета (включая адрес назначения) одним из трех способов:

при работе в пакетном режиме - весь маршрут копируется без изменений из пакета, полученного по последовательному интерфейсу;

при работе в прозрачном режиме - если параметр AT+DNA=0 : пакет будет отослан по маршруту, обратному тому, по которому пришел последний правильно принятый пакет из эфира. Например, если последний принятый из радиоэфира пакет пришел от устройства с сетевым адресом "123" через ретрансляторы "34" и "45", то радиомодем отошлет следующий пакет данных устройству с сетевым адресом "123" через ретрансляторы "45" и "34";

при работе в прозрачном режиме - если параметр AT+DNA=address, где address - число от 1 до 65535: все пакеты будут отсылаются устройству с сетевым адресом равным address без промежуточных ретрансляторов.

Для обмена данными между радиомодемом и устройством, расположенном на большом расстоянии от радиомодема, возможно применение ретрансляции. Протокол работы в радиоэффире позволяет применять до семи промежуточных ретрансляторов.

### ***Подготовка изделия к использованию***

Подключение радиомодема CE831H2 к персональному или карманному компьютеру по интерфейсу USB.

Для подключения радиомодема исполнения CE831H2 к персональному или карманному компьютеру по интерфейсу USB необходимо следующее:

наличие в компьютере (КПК) хост-порта USB;

установка на компьютер (КПК) драйвера виртуального COM- порта (VCP driver) для FT232RL. Установочные файлы можно загрузить в сети Internet по адресу [www.ftdichip.com/FTDrivers.htm](http://www.ftdichip.com/FTDrivers.htm) либо получить у поставщика радиомодема по отдельному заказу.

### ***Конфигурирование радиомодема***

Для конфигурирования радиомодема можно использовать любую терминальную программу, например, HyperTerminal из состава ОС Windows. Для работ по конфигурированию радиомодема программу HyperTerminal необходимо настроить следующим образом. На закладке "Подключение" в поле "Подключаться через" выбрать последовательный порт, к которому подключен радиомодем, затем нажать кнопку "Настроить". В открывшемся окне установить:

скорость (по умолчанию - 2400 бит/с);  
количество бит данных (по умолчанию 8) и четность (по умолчанию нет);  
количество стоповых бит (по умолчанию - 1);  
управление потоком - "НЕТ".

Закрывать окно настроек порта.

Если интерфейс радиомодема имеет настройки, отличные от заводских, последовательный порт компьютера должен быть настроен соответственно.

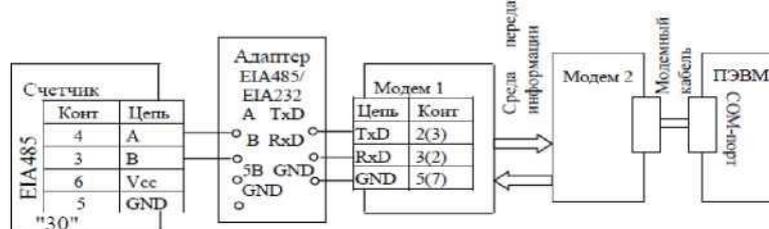
Для перевода радиомодема в командный режим с целью его конфигурирования необходимо послать в порт три символа "+" таким образом, чтобы временной интервал между двумя последовательными символами не превышал 1 с. Дождаться получения от радио модема подтверждения перехода в командный режим: "OK". Если подтверждение от радиомодема не получено, выждать не менее 3 с и повторить операцию. Если подтверждение снова не получено, проверить правильность настройки последовательного порта компьютера (особенно, номер порта и его скорость), а также исправность порта. Если скорость интерфейса радиомодема неизвестна, произвести поиск на всех возможных скоростях интерфейса радиомодема.

После получения подтверждения о переходе в командный режим можно приступить к конфигурированию радиомодема. Конфигурирование производится AT-командами. Все вновь вводимые параметры начинают действовать сразу после получения подтверждения от радиомодема "OK". Все вновь установленные параметры будут действовать до выключения радиомодема. Для того чтобы установленные параметры действовали и после выключения/включения радиомодема, необходимо сохранить их в энергонезависимой памяти при помощи команды "AT&W". После конфигурирования необходимо перевести радиомодем в режим передачи данных: командой "ATO" или выключив и снова включив его.

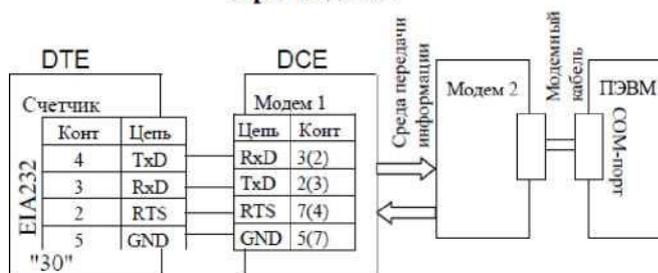
### ***Просмотр информации о радиомодеме***

Для просмотра информации о радиомодеме (заводской номер, тип устройства, версия встроенного ПО, тип интерфейса, по которому происходит текущий обмен, напряжение встроенного источника питания (батарейки) для CE831H2) необходимо в командном режиме подать команду "ATE".

**Схема подключения счетчика ЦЭ6850М EIA485 к  
СОМ-порту ПЭВМ через модемы.**



**Схема подключения счетчика ЦЭ6850М EIA232 к СОМ-порту ПЭВМ  
через модемы.**



**Библиографические ссылки**

1. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях. М., 2010. 124 с.
2. Комплект технической документации по АСКУЭ концерна «Энергомера», 2008.
3. Концепция приборного учета электрической энергии в Республике Беларусь // Энергетика и ТЭК. 2006. № 1.
4. Кравцов А.В. Метрология и электрические измерения. М.: Колос, 1999. 215 с.
5. Резванов О.Г. Автоматизированная система коммерческого и технического учета электрической энергии на базе многотарифных электронных счетчиков // Энергия и менеджмент. 2002. № 3.

Учебное издание

Филин Юрий Игоревич

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОАУДИТ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 25.01. 2023. Формат 60x84 1/16.  
Бумага печатная. Усл. п.л. 3,13. Тираж 25. Изд. №7461.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365. Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, Брянский ГАУ