

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой энергетики
_____ Ю.В. Мясоедов
« ___ » _____ 2012 г.

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальностей

140101.65 – «Тепловые электрические станции»

140106.65 – «Энергообеспечение предприятий»

Составитель: М.В. Гриценко, В.В. Соловьев

Благовещенск
2012 г.

Содержание

Аннотация	2
Рабочая программа	3
1. Краткий конспект лекций	26
2. Практические занятия	76
3. Самостоятельная работа студентов	82
4. Материалы по контролю качества образования	84

АННОТАЦИЯ

В рамках направления 650800 «Теплоэнергетика» на кафедре Энергетики реализуется подготовка дипломированного специалиста по специальностям 140101.65 «Тепловые электрические станции», 140106.65 «Энергообеспечение предприятий».

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

140101.65 – «Тепловые электрические станции»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является ознакомление с нормативно-законодательными актами, отраслевыми постановлениями и положениями в области энергосбережения; изучение правил проведения энергетических обследований предприятий и организаций; ознакомление с приборным обеспечением энергоаудита.

Основой для изучения дисциплины являются следующие: Физика, Математика, Экономика, а также др. дисциплины.

Задачей изучения дисциплины является:

подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области энергосбережения в промышленности и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО:

Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» входит в цикл общепрофессиональных дисциплин ОПД.Ф.7

Выписка из стандарта:

актуальность энергосбережения в России и мире: государственная политика в области повышения эффективности использования энергии; энергосбережение и экология; нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения; основы энергоаудита объектов теплоэнергетики; особенности энергоаудита промышленных предприятий; экспресс-аудит; углубленные энергетические обследования; энергетический паспорт; энергобалансы предприятий; интенсивное энергосбережение; критерии энергетической оптимизации; энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии; энергосбережение в промышленных котельных; рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей; особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях; энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках; энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

Теоретические основы теплотехники. Термодинамика: первый и второй законы термодинамики, круговые процессы, термический КПД, газовые циклы, циклы паросиловых и холодильных установок, тепловой и эксергетический балансы, влажный воздух.

Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: теплопроводность, конвективный теплообмен, лучистый теплообмен, теплопередача и

способы ее интенсификации, типы теплообменных аппаратов, тепловой и гидравлический расчет теплообменников.

Гидрогазодинамика: основные физические свойства жидкостей и газов, режимы течения, виды сопротивлений при течении жидкости, истечение жидкости из отверстия и насадки, принцип действия и устройство насосов.

Электротехника и электроника: электрические машины постоянного тока, основы электропривода и электроснабжения.

Управление, сертификация и инноватика: системы теплотехнического контроля; измерение температуры, давления, разности давлений, уровня, расходов; автоматизированные системы контроля и управления сбором данных.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачей изучения дисциплины является подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области энергосбережения в промышленности и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

1) Знать: - основы государственной политики в области энергосбережения;

- организацию управления энергосбережения на федеральном и региональном уровнях;

- нормативно-правовую базу энергосбережения;

- методы и критерии оценки эффективности использования энергии;

- основы энергоаудита объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий;

- типовые формы энергетического паспорта;

- типовые (стандартные) технические решения, широко применяемые в целях энергосбережения в промышленности, топливно-энергетическом комплексе, жилищно-коммунальном хозяйстве, на транспорте и в быту.

2) Уметь: - пользоваться методическими нормативными материалами, технической и технологической документацией, современными техническими средствами и информационными технологиями;

- составлять и рассчитывать топливный, энергетический и материальный балансы предприятия, технологической установки; энергоемкость продукции;

- определять энергетические потери, потенциал энергосбережения, самостоятельно принимать технические решения и разрабатывать проекты, способствующие энергосбережению;

- оценивать затраты и экономический эффект от внедрения рекомендаций по повышению энергетической эффективности предприятия, установки, процесса.

3) Владеть:

- сбора, обобщения и систематизации информации об энергетическом хозяйстве, используемых энергоносителях, показателях производства продукции и других сведений, характеризующих обследуемое предприятие;
- работы с приборами учета и контроля тепловой энергии.

Знания, полученные в курсе, используются в научно-исследовательской работе студентов и при выполнении дипломных проектов и работ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ»

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы			Формы текущего контроля
		Лекции	Практически- тия (час.)	СРС (ч)	
Семестр 8					
1	Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении» Тема 1. Актуальность энергосбережения в России и мире. Тема 2. . Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в России. Тема 3. Нормативная база энергосбережения. Тема 4. Особенности и закономерности энергосбережения.		5		Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ. Контрольная работа по модулю 1
2	Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита» Тема 5. Методы и критерии оценки эффективности энергосбережения. Тема 6. Основы проведения энергоаудита. Тема 7. Приборное обеспечение энергоаудита.		15		Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ. Контрольная работа по модулям 1 и 2.

3	<p>Раздел 3 «Энергосбережение в различных отраслях»</p> <p>Тема 8. . Энергосбережение в системе образования.</p> <p>Тема 9. Энергетические обследования объектов теплоэнергетики.</p> <p>Тема 10. Энергосбережение при производстве и распределении электрической энергии.</p> <p>Тема 11. Энергосберегающие мероприятия в промышленности.</p> <p>Тема 12. Энергосберегающие мероприятия на объектах жилищно-коммунального хозяйства.</p>	2	10	2	<p>Посещение лекций.</p> <p>Отчеты по выполнению практических работ.</p> <p>Контрольная работа по модулю 3.</p>
---	---	---	----	---	---

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 ЛЕКЦИИ

Семестр 8

Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении»

Тема 1. Актуальность энергосбережения в России и мире.

Структура мирового энергопотребления. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Энергетический баланс России. Потенциал сбережения тепловой и электрической энергии в отдельных отраслях хозяйственной деятельности в России. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом. Энергопроизводство и энергопотребление развитых стран. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.

Энергосбережение и экология. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения новых технологий при производстве энергии. Опыт энергосбережения западных стран.

Тема 2. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в России.

Государственная энергетическая политика России. Федеральный закон «Об энергосбережении», его основные положения. Основные направления научно-технического прогресса в энергосбережении на федеральном уровне. Федеральный уровень управления энергосбережением. Государственные ор-

ганы координации работ в области энергосбережения. Основные задачи и функции органов Госэнергонадзора по организации работ в сфере энергосбережения.

Управление энергосбережением в регионе. Типовые структуры региональных органов управления энергосбережением. Региональные программы энергосбережения: структура, задачи, методы их решения. Закон об энергосбережении Амурской области.

Тема 3. Нормативная база энергосбережения.

Нормативно-правовая и нормативно-методическая база энергосбережения;

Нормативная база национального уровня в России на современном этапе: источники и виды документов, устойчивость структуры и другие особенности документооборота. Состав и границы компетенции нормативных документов Госэнергонадзора. Роль и значение региональных нормативных документов. Их связь с общенациональным уровнем, основные направления регионального нормирования. Задачи региональных информационных центров. Роль новых информационных технологий в решении задач энергосбережения.

Тема 4. Особенности и закономерности энергосбережения.

Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.

Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита»

Тема 5. Методы и критерии оценки эффективности энергосбережения.

Балансовые соотношения для анализа энергопотребления. Виды балансов. Тепловые и материальные балансы. Энергетический баланс. Энергобалансы промышленных предприятий. Составление и анализ топливно-энергетического баланса. Оценка эффективности использования энергии на региональном, отраслевом уровнях, в теплотехнических установках. Интенсивное энергосбережение.

Натуральные теплотехнические, экономические критерии эффективности использования энергии. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий.

Методы и критерии экономической оценки энергосберегающих проектов.

Тема 6. Основы проведения энергоаудита.

Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-аудиту и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций, экспресс-аудит.

Методика экспресс-аудита. Основные цели и задачи. Методика сбора информации о потреблении энергоресурсов и основном энергопотребляющем оборудовании.

Анализ энергетических показателей энергоиспользования организаций и его отдельных подразделений, углубленные энергетические обследования. Методика углубленного обследования энергохозяйства организаций. Основные цели и задачи углубленного обследования. Организация учета котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха.

Энергетический паспорт промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства. Содержание расчетно-пояснительной записки и форм паспорта. Энергоаудиторские организации.

Тема 7. Приборное обеспечение энергоаудита.

Типовые объекты, задачи и специфика диагностических измерений в организациях. Методы и средства измерений. Выбор средств измерений для оценки параметров тепловых и электрических систем, расхода жидкостей, скорости потоков воздуха, температуры, освещенности и др. Характеристики и принципы работы приборов учета тепловой энергии и горячего водоснабжения.

Раздел 3 «Энергосбережение в различных отраслях»

Тема 8. . Энергосбережение в системе образования.

Оплата энергоносителей и кредиторская задолженность. Информационно-аналитическая система «Учет и контроль потребления ТЭР». Энергоэффективность образовательных учреждений.

Тема 9. Энергетические обследования объектов теплоэнергетики.

Особенности энергетических обследований котельных и ТЭС. Оптимизация энергетического баланса. Энергосбережение в промышленных котельных; Методика разработки баланса котельно-печного топлива на основе расчетных и расчетно-опытных методов. Анализ расходной части баланса. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей.

Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.

Тема 10. Энергосбережение при производстве и распределении электрической энергии.

Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения. Качество электрической энергии. Методика разработки баланса электрической энергии. Анализ рас-

ходной части баланса. Энергосберегающие мероприятия при использовании электрической энергии.

Тема 11. Энергосберегающие мероприятия в промышленности.

Эффективность использования энергии в отраслях ТЭК, энергоемких отраслях промышленности, в том числе в металлургии, промышленности строительных материалов, в химии и нефтехимии, в целлюлозной, бумажной и лесной промышленности, и типовые энергосберегающие мероприятия. Основные направления утилизации вторичных энергетических ресурсов и применяемые для этого устройства. Применение теплообменников-утилизаторов.

Энергосберегающие программы и проекты в промышленности. Техно-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов.

Тема 12. Энергосберегающие мероприятия на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

Эффективность использования и типовые энергосберегающие мероприятия энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве. Отличие энергосберегающих мероприятий и проектов в промышленности и коммунальном хозяйстве. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания. Техно-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов в коммунальном хозяйстве.

5.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Целью проведения практических занятий

1. Нормативно-правовая база энергосбережения в России и за рубежом.
2. Виды энергетических балансов. Составление энергетического баланса объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий. Топливо-энергетический баланс региона.
3. Разработка энергетического паспорта промышленного предприятия
4. Современные средства учета тепловой энергии и горячего водоснабжения отечественного и зарубежного производства.
5. Приборное обеспечение энергоаудита. Методы и средства измерения температуры, влажности, расхода жидкостей, освещенности и т.д.
6. Разработка энергетического паспорта бюджетной организации и объектов ЖКХ.
7. Структура потребления энергетических ресурсов комплексом зданий
8. АмГУ. Организация учета тепловой и электрической энергии, воды.
9. Методика и особенности проведения энергетического обследования ТЭС и котельных.

10. Энергосберегающие технические решения в электроприводах различного назначения. Основные направления энергосбережения в осветительных установках.
11. Определение выхода вторичных энергетических ресурсов и экономии топлива.
12. Расчет водопотребления здания, микрорайона, города. Подбор водометров и водосчетчиков холодного водоснабжения.
13. Составление энергетического паспорта здания

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
<i>Семестр 9</i>			
1	Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной по модулю.	20
2	Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной работе по модулям 1 и 2.	25
3	Раздел 3 «Энергосбережение в различных отраслях»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной работе по модулю 3.	20

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Наилучшей гарантией глубокого и прочного усвоения дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» является заинтересованность студентов в приобретении знаний. Поэтому для поддержания интереса студентов к процессам и технологиям получения и обработки материалов необходимо использовать различные образовательные технологии и задействовать все атрибуты процесса научного познания.

При преподавании дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» используется технология Разделного обучения.

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция». Где перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля.

При проведении практических занятий можно использовать либо «Мозговой штурм», либо «Метод Дельфи», которые будут направлены на вовлечение всех студентов в решении конкретных задач.

При выполнении работ используются следующий прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: задание студентам для подготовки к выполнению лабораторной работы имитирующей реальное событие; обсуждение с преподавателем цели работы и хода выполнения ее выполнения; обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения лабораторной работы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1 Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в конце семестра по всем пройденным модулям семестра. В контрольной работе содержится четыре задачи. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

8.2 Экзаменационные вопросы

1. Основные направления энергетической политики России.
2. Актуальность энергосбережения. Экономические и экологические аспекты. Проблемные ситуации, сдерживающие энергосбережение.
3. Нормативно-правовая база энергосбережения. Федеральный закон «Об энергосбережении». Закон Амурской области.
4. Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий.
5. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.
6. Управление энергосбережением в регионе. Направления энергосберегающей деятельности. Взаимосвязь задач энергосбережения.
7. Виды балансов. Составление и анализ топливно-энергетического баланса.
8. Определение полезных конечных расходов энергии. Оценка потенциала энергосбережения.
9. Виды потенциала энергосбережения. Группы энергосберегающих мероприятий.
10. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий.

11. Энергетические обследования предприятий. Виды, цели и задачи.
12. Энергетические обследования предприятий. Методика и организация проведения.
13. Энергетический паспорт и энергетический баланс предприятия.
14. Методы и средства измерения расхода и тепла.
15. Энергоаудиторские организации. Требования, предъявляемые к энергоаудиторским организациям. Приборное обеспечение энергоаудита.
16. Особенности энергетического обследования котельных и ТЭС. Этапы проведения энергообследований.
17. Основные причины нерационального расхода энергоресурсов в системах теплоснабжения, пути снижения.
18. Типовые объекты энергоаудита и основные энергосберегающие рекомендации.
19. Энергосбережение в строительстве и жилищно-коммунальном комплексе. Потребление энергии на объектах ЖКХ.
20. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание.
21. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания.
22. Способы прокладки тепловых сетей. Современные материалы для тепловой изоляции.
23. Энергосбережение в системах электрического освещения. Структура стоимостных показателей осветительной установки (ОУ), составляющие эффективности ОУ. Основные направления энергосбережения в осветительных установках.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ»

а) основная литература:

1. **Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях** [Текст] : учеб. / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев ; ред. А. В. Клименко. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2011. - 424 с.
2. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции [Текст] : учеб. / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин, 2010. - 464 с.

б) дополнительная литература:

1. Энергоаудит. Сборник методических и научно-практических материалов /Под. ред. К.Г. Кожевникова, А.Г. Викулко. – М.: Некоммерческое партнерство «Энергосбережение», 1999.
2. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции [Текст] : Учебник для вузов: Доп. Мин. обр. РФ / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин, 2000. - 408 с.
3. Энергосберегающие системы теплоснабжения зданий на основе современных технологий и материалов. – СПб, 2003.

4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : Справ. / под общ. ред. А. В. Клименко, под общ. ред. В. М. Зорина, 2004. - 631 с.

5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. / ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин, 2007. - 632 с.

6. Андрижевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент. Учебное пособие. – Минск: Высшей школы, 2005.

Другие нормативно-технические материалы, своды правил, правила учета или пользования, отраслевые документы.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru/	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.
2	www.gostedu.ru	ГоСТЫ, СНиПЫ, СанПиНы и др. Образовательный ресурс.

Периодические издания (профессиональные журналы)

1. «Электричество»
2. «Электрические станции»
3. «Энергетик»
4. «Промышленная энергетика»
5. «Электротехника»
6. «Электрика»
7. «Энергохозяйство за рубежом»
8. «Energy Policy»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

140106.65 – «Энергообеспечение предприятий»

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является ознакомление с нормативно-законодательными актами, отраслевыми постановлениями и положениями в области энергосбережения; изучение правил проведения энергетических обследований предприятий и организаций; ознакомление с приборным обеспечением энергоаудита.

Основой для изучения дисциплины являются следующие: Электротехника, Физика Математика, Экономика, а также др. дисциплины.

Задачей изучения дисциплины является:

подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области энергосбережения в промышленности и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

—

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО:

Дисциплина «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях»

входит в цикл общепрофессиональных дисциплин ОПД.Ф.07

Выписка из стандарта:

актуальность энергосбережения в России и мире: государственная политика в области повышения эффективности использования энергии; энергосбережение и экология; нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения; основы энергоаудита объектов теплоэнергетики; особенности энергоаудита промышленных предприятий; экспресс-аудит; углубленные энергетические обследования; энергетический паспорт; энергобалансы предприятий;

интенсивное энергосбережение; критерии энергетической оптимизации; энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии; энергосбережение в промышленных котельных; рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей; особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях; энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках;

энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

Теоретические основы теплотехники. Термодинамика: первый и второй законы термодинамики, круговые процессы, термический КПД, газовые циклы, циклы паросиловых и холодильных установок, тепловой и эксергетический балансы, влажный воздух.

Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: теплопроводность, конвективный теплообмен, лучистый теплообмен, теплопередача и способы ее интенсификации, типы теплообменных аппаратов, тепловой и гидравлический расчет теплообменников.

Гидрогазодинамика: основные физические свойства жидкостей и газов, режимы течения, виды сопротивлений при течении жидкости, истечение жидкости из отверстия и насадки, принцип действия и устройство насосов.

Электротехника и электроника: электрические машины постоянного тока, основы электропривода и электроснабжения.

Управление, сертификация и инноватика: системы теплотехнического контроля; измерение температуры, давления, разности давлений, уровня, расходов; автоматизированные системы контроля и управления сбором данных.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачей изучения дисциплины является подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи в области энергосбережения в промышленности и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

1) Знать: - основы государственной политики в области энергосбережения;

- организацию управления энергосбережения на федеральном и региональном уровнях;

- нормативно-правовую базу энергосбережения;

- методы и критерии оценки эффективности использования энергии;

- основы энергоаудита объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий;

- типовые формы энергетического паспорта;

- типовые (стандартные) технические решения, широко применяемые в целях энергосбережения в промышленности, топливно-энергетическом комплексе, жилищно-коммунальном хозяйстве, на транспорте и в быту.

2) Уметь: - пользоваться методическими нормативными материалами, технической и технологической документацией, современными техническими средствами и информационными технологиями;

- составлять и рассчитывать топливный, энергетический и материальный балансы предприятия, технологической установки; энергоемкость продукции;

- определять энергетические потери, потенциал энергосбережения, самостоятельно принимать технические решения и разрабатывать проекты, способствующие энергосбережению;

- оценивать затраты и экономический эффект от внедрения рекомендаций по повышению энергетической эффективности предприятия, установки, процесса.

3) Владеть:

- сбора, обобщения и систематизации информации об энергетическом хозяйстве, используемых энергоносителях, показателях производства продукции и других сведений, характеризующих обследуемое предприятие;
- работы с приборами учета и контроля тепловой энергии.

Знания, полученные в курсе, используются в научно-исследовательской работе студентов и при выполнении дипломных проектов и работ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ»

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы			Формы текущего контроля
		Лекции	Практические (час.)	СРС	
Семестр 8					
1	Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении» Тема 1. Актуальность энергосбережения в России и мире. Тема 2. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в России. Тема 3. Нормативная база энергосбережения. Тема 4. Особенности и закономерности энергосбережения.	10	5		Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ. Контрольная работа по модулю 1
2	Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита» Тема 5. Методы и критерии оценки эффективности энергосбережения. Тема 6. Основы проведения энергоаудита. Тема 7. Приборное обеспечение энергоаудита.	13	15		Посещение лекций. Отчеты по выполнению практических работ. Контрольная работа по модулям 1 и 2.
3	Раздел 3 «Энергосбере-	22	10		Посещение лек-

<p>жение в различных отраслях» Тема 8. . Энергосбережение в системе образования. Тема 9. Энергетические обследования объектов теплоэнергетики. Тема 10. Энергосбережение при производстве и распределении электрической энергии. Тема 11. Энергосберегающие мероприятия в промышленности. Тема 12. Энергосберегающие мероприятия на объектах жилищно-коммунального хозяйства.</p>				<p>ций. Отчеты по выполнению практических работ. Контрольная работа по модулю 3.</p>
--	--	--	--	--

5 . СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 ЛЕКЦИИ

Семестр 8

Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении»

Тема 1. Актуальность энергосбережения в России и мире.

Структура мирового энергопотребления. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Энергетический баланс России. Потенциал сбережения тепловой и электрической энергии в отдельных отраслях хозяйственной деятельности в России. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом. Энергопроизводство и энергопотребление развитых стран. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.

Энергосбережение и экология. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения новых технологий при производстве энергии. Опыт энергосбережения западных стран.

Тема 2. . Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в России.

Государственная энергетическая политика России. Федеральный закон «Об энергосбережении», его основные положения. Основные направления научно-технического прогресса в энергосбережении на федеральном уровне. Федеральный уровень управления энергосбережением. Государственные органы координации работ в области энергосбережения. Основные задачи и

функции органов Госэнергонадзора по организации работ в сфере энергосбережения.

Управление энергосбережением в регионе. Типовые структуры региональных органов управления энергосбережением. Региональные программы энергосбережения: структура, задачи, методы их решения. Закон об энергосбережении Амурской области.

Тема 3. Нормативная база энергосбережения.

Нормативно-правовая и нормативно-методическая база энергосбережения;

Нормативная база национального уровня в России на современном этапе: источники и виды документов, устойчивость структуры и другие особенности документооборота. Состав и границы компетенции нормативных документов Госэнергонадзора. Роль и значение региональных нормативных документов. Их связь с общенациональным уровнем, основные направления регионального нормирования. Задачи региональных информационных центров. Роль новых информационных технологий в решении задач энергосбережения.

Тема 4. Особенности и закономерности энергосбережения.

Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.

Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита»

Тема 5. Методы и критерии оценки эффективности энергосбережения.

Балансовые соотношения для анализа энергопотребления. Виды балансов. Тепловые и материальные балансы. Энергетический баланс. Энергобалансы промышленных предприятий. Составление и анализ топливно-энергетического баланса. Оценка эффективности использования энергии на региональном, отраслевом уровнях, в теплотехнических установках. Интенсивное энергосбережение.

Натуральные теплотехнические, экономические критерии эффективности использования энергии. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий. Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики

Методы и критерии экономической оценки энергосберегающих проектов.

Тема 6. Основы проведения энергоаудита.

Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-аудиту и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций, экспресс-аудит. Особенности энергоаудита промышленных предприятий

Методика экспресс-аудита. Основные цели и задачи. Методика сбора информации о потреблении энергоресурсов и основном энергопотребляющем оборудовании.

Анализ энергетических показателей энергоиспользования организаций и его отдельных подразделений, углубленные энергетические обследования. Методика углубленного обследования энергохозяйства организаций. Основные цели и задачи углубленного обследования. Организация учета котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха.

Энергетический паспорт промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства. Содержание расчетно-пояснительной записки и форм паспорта. Энергоаудиторские организации.

Тема 7. Приборное обеспечение энергоаудита.

Типовые объекты, задачи и специфика диагностических измерений в организациях. Методы и средства измерений. Выбор средств измерений для оценки параметров тепловых и электрических систем, расхода жидкостей, скорости потоков воздуха, температуры, освещенности и др. Характеристики и принципы работы приборов учета тепловой энергии и горячего водоснабжения.

Раздел 3 «Энергосбережение в различных отраслях»

Тема 8. . Энергосбережение в системе образования.

Оплата энергоносителей и кредиторская задолженность. Информационно-аналитическая система «Учет и контроль потребления ТЭР». Энергоэффективность образовательных учреждений.

Тема 9. Энергетические обследования объектов теплоэнергетики.

Особенности энергетических обследований котельных и ТЭС. Оптимизация энергетического баланса. Энергосбережение в промышленных котельных; Методика разработки баланса котельно-печного топлива на основе расчетных и расчетно-опытных методов. Анализ расходной части баланса. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей.

Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.

Тема 10. Энергосбережение при производстве и распределении электрической энергии.

Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения. Качество электрической энергии. Методика разработки баланса электрической энергии. Анализ рас-

ходной части баланса. Энергосберегающие мероприятия при использовании электрической энергии.

Тема 11. Энергосберегающие мероприятия в промышленности.

Эффективность использования энергии в отраслях ТЭК, энергоемких отраслях промышленности, в том числе в металлургии, промышленности строительных материалов, в химии и нефтехимии, в целлюлозной, бумажной и лесной промышленности, и типовые энергосберегающие мероприятия. Основные направления утилизации вторичных энергетических ресурсов и применяемые для этого устройства. Применение теплообменников-утилизаторов.

Энергосберегающие программы и проекты в промышленности. Техно-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов.

Тема 12. Энергосберегающие мероприятия на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

Эффективность использования и типовые энергосберегающие мероприятия энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве. Отличие энергосберегающих мероприятий и проектов в промышленности и коммунальном хозяйстве. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания. Техно-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов в коммунальном хозяйстве.

5.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Целью проведения практических занятий

1. Нормативно-правовая база энергосбережения в России и за рубежом.
2. Виды энергетических балансов. Составление энергетического баланса объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий. Топливо-энергетический баланс региона.
3. Разработка энергетического паспорта промышленного предприятия
4. Современные средства учета тепловой энергии и горячего водоснабжения отечественного и зарубежного производства.
5. Приборное обеспечение энергоаудита. Методы и средства измерения температуры, влажности, расхода жидкостей, освещенности и т.д.
6. Разработка энергетического паспорта бюджетной организации и объектов ЖКХ.
7. Структура потребления энергетических ресурсов комплексом зданий
8. АмГУ. Организация учета тепловой и электрической энергии, воды.

9. Методика и особенности проведения энергетического обследования ТЭС и котельных.
10. Энергосберегающие технические решения в электроприводах различного назначения. Основные направления энергосбережения в осветительных установках.
11. Определение выхода вторичных энергетических ресурсов и экономии топлива.
12. Расчет водопотребления здания, микрорайона, города. Подбор водомеров и водосчетчиков холодного водоснабжения.
13. Составление энергетического паспорта здания

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
<i>Семестр 9</i>			
1	Раздел 1 «Законодательство и нормативная база в энергосбережении»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной по модулю.	20
2	Раздел 2 «Проведение энергоаудита. Методы и обеспечение энергоаудита»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной работе по модулям 1 и 2.	25
3	Раздел 3 «Энергосбережение в различных отраслях»	Подготовка отчетов по выполнению лабораторных работ. Подготовка к контролируемому тесту по модулю. Подготовка к контрольной работе по модулю 3.	20

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Наилучшей гарантией глубокого и прочного усвоения дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» является заинтересованность студентов в приобретении знаний. Поэтому для поддержания интереса студентов к процессам и технологиям получения и обработки материалов необходимо использовать различные образовательные технологии и задействовать все атрибуты процесса научного познания.

При преподавании дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» используется технология Раздельного обучения.

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция». Где перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля.

При проведении практических занятий можно использовать либо «Мозговой штурм», либо «Метод Дельфи», которые будут направлены на вовлечение всех студентов в решении конкретных задач.

При выполнении работ используются следующий прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: задание студентам для подготовки к выполнению лабораторной работы имитирующей реальное событие; обсуждение с преподавателем цели работы и хода выполнения ее выполнения; обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения лабораторной работы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1 Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в конце семестра по всем пройденным модулям семестра. В контрольной работе содержится четыре задачи. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

8.3 Экзаменационные вопросы

4. Основные направления энергетической политики России.
5. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии
6. Актуальность энергосбережения. Энергосбережение и экология . Экономические и экологические аспекты. Проблемные ситуации, сдерживающие энергосбережение.
7. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Федеральный закон «Об энергосбережении». Закон Амурской области.
5. Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий.
6. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.
7. Управление энергосбережением в регионе. Направления энергосберегающей деятельности. Взаимосвязь задач энергосбережения.
8. Виды балансов. Составление и анализ топливно-энергетического баланса.

9. Определение полезных конечных расходов энергии. Оценка потенциала энергосбережения.
10. Интенсивное энергосбережение. Виды потенциала энергосбережения. Группы энергосберегающих мероприятий.
11. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий. Критерии энергетической оптимизации
12. Энергетические обследования предприятий. Виды, цели и задачи.
13. Энергетические обследования предприятий. Методика и организация проведения.
14. Энергетический паспорт и энергетический баланс предприятия.
15. Основы энергоаудита объектов теплоэнергетики
16. Особенности энергоаудита промышленных предприятий
17. Экспресс-аудит
18. Методы и средства измерения расхода и тепла.
19. Энергоаудиторские организации. Требования, предъявляемые к энергоаудиторским организациям. Приборное обеспечение энергоаудита.
20. Энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии.
21. Энергосбережение в промышленных котельных; рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей.
22. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.
23. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.
24. Этапы проведения энергообследований.
25. Основные причины нерационального расхода энергоресурсов в системах теплоснабжения, пути снижения.
26. Типовые объекты энергоаудита и основные энергосберегающие рекомендации.
27. Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства.
28. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание.
29. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания.
30. Способы прокладки тепловых сетей. Современные материалы для тепловой изоляции.
31. Энергосбережение в системах электрического освещения. Структура стоимостных показателей осветительной установки (ОУ), составляющие эффективности ОУ.
32. Основные направления энергосбережения в осветительных установках.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯХ»

а) основная литература:

1. **Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях** [Текст] : учеб. / О. Л. Данилов, А. Б. Горяев, И. В. Яковлев ; ред. А. В. Клименко. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2011. - 424 с.
2. Стерман Л.С. **Тепловые и атомные электрические станции** [Текст] : учеб. / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин, 2010. - 464 с.
3. Андрижевский А.А. **Энергосбережение и энергетический менеджмент. Учебное пособие.** – Минск: Высшей школы, 2005.

б) дополнительная литература:

1. Энергоаудит. Сборник методических и научно-практических материалов /Под. ред. К.Г. Кожевникова, А.Г. Викулко. – М.: Некоммерческое партнерство «Энергосбережение», 1999.
2. Стерман Л.С. **Тепловые и атомные электрические станции** [Текст] : Учебник для вузов: Доп. Мин. обр. РФ / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин, 2000. - 408 с.
3. Энергосберегающие системы теплоснабжения зданий на основе современных технологий и материалов. – СПб, 2003.
4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : Справ. / под общ. ред. А. В. Клименко, под общ. ред. В. М. Зорина, 2004. - 631 с.
5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. / ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин, 2007. - 632 с.

Другие нормативно-технические материалы, своды правил, правила учета или пользования, отраслевые документы.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru/	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.
2	www.gostedu.ru	ГОСТЫ, СНиПЫ, СанПиНы и др. Образовательный ресурс.

Периодические издания (профессиональные журналы)

9. «Электричество»
10. «Электрические станции»
11. «Энергетик
12. «Промышленная энергетика»
13. «Электротехника»
14. «Электрика»
15. «Энергохозяйство за рубежом»
16. «Energy Policy»

1. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Теоретические сведения, необходимые для изучения дисциплины изложены в [1-6]. Ниже приведен краткий конспект лекций.

Тема 1

Актуальность энергосбережения в России и мире.

Структура мирового энергопотребления. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Энергетический баланс России. Потенциал сбережения тепловой и электрической энергии в отдельных отраслях хозяйственной деятельности в России. Стоимость основных видов энергетических ресурсов в России и за рубежом. Энергопроизводство и энергопотребление развитых стран. Динамика роста цен на энергоносители, тепловую и электрическую энергию.

Энергосбережение и экология. Влияние добычи, подготовки, транспортировки и сжигания органического топлива на состояние окружающей среды. Необходимость применения новых технологий при производстве энергии. Опыт энергосбережения западных стран.

Сегодня существует отчетливое понимание того, что прогресс цивилизации связан с освоением все новых объемов, видов и качества энергоресурсов. В течение прошедшего столетия энергопотребление увеличилось более чем в 5 раз. Это означает, что и далее будут расти расходы общества, связанные с добычей, переработкой и потреблением энергоресурсов. Будут расти и негативные воздействия энергетики на окружающую среду – загрязнение земной поверхности, вод и воздушного бассейна. Поэтому будут нарастать и затраты по ограничению этого воздействия.

Оценки международных экспертов показывают, что до 40 % ВВП (валового национального продукта) страны связаны в той или иной мере с добычей, переработкой и потреблением энергоресурсов. Видимо, и в будущем эти расходы будут увеличиваться, в том числе для обеспечения повышающихся экологических требований.

Исчерпание невозобновляемых природных энергетических ресурсов, загрязнение окружающей среды, а в перспективе – изменение климата, другие глобальные явления, вызываемые производством и переработкой энергетических ресурсов, – такая перспектива вызывает обоснованную озабоченность государственных и общественных организаций.

Тенденции, складывающиеся в мире в последние 2-3 десятилетия, показывают совершенно определенное снижение темпов прироста потребления энергоресурсов. Так за период с 1963 по 1973 г. прирост мирового энергопотребления составил 2,6 млрд тонн условного топлива, а за последующее десятилетие - всего 1,7 млрд. Особенно сильно снизились темпы в промыш-

ленно развитых странах. Средний ежегодный прирост потребления в мире составил 1 %, в США – 0,4 %, в странах Западной Европы и Японии – 0,25 %. Переломным в мировом изменении темпов прироста энергопотребления стал 1970 год, когда произошло резкое повышение цен на нефть и многие страны приступили к реализации энергосберегающих программ. При этом обнаруживаются две взаимно-противоречивые тенденции. С одной стороны, техника и технологии, машины и устройства на большинстве предприятий разрабатывались, проектировались и создавались в эпоху «дешевой» энергии. Их энергоэкономические показатели соответствуют приоритетам той эпохи. В новых условиях действующие регламенты и технологии воспринимаются как устаревшие и несоответствующие новой парадигме. Причина этого несоответствия лежит в иных условиях технико-экономического выбора, в ином соотношении составляющих затрат – зарплаты, энергии, сырья, материалов, амортизации, налогов и т.п. Поэтому структурная перестройка энергопотребления во всем мире идет медленно. С другой стороны, цивилизация всегда стремилась экономно распоряжаться энергоресурсами. Энергетическая теория, многие прикладные науки (термодинамика, теплопередача, гидроаэродинамика, электротехника и многие другие) по сути, изучают способы и осуществляют поиск все более экономичных решений в энергетике, технике и технологиях.

Таким образом, энергосберегающий характер экономического переустройства является объективно обусловленным свойством современного этапа развития мирового хозяйства. Снижение энергоемкости внутреннего валового продукта наблюдается в большинстве развитых стран мира во второй половине XX века. Но до 70-х годов энергосбережение было естественным эффектом научно-технического прогресса, изменения структуры производительных сил. В 70-90-х годах энергосбережение приобрело целевой характер в большинстве стран мира, ощутивших удары нефтяного кризиса.

Вместе с тем даже в промышленно развитых странах, где рыночная экономика чутко реагирует на любые изменения общеэкономической конъюнктуры, повышение энергетической эффективности потребовало больших затрат времени и средств. Потребовались многократные потрясения, прежде чем энергоемкость внутреннего валового продукта промышленно развитых стран начала снижаться.

В нашей стране нефтяной кризис наступил на полтора десятилетия позднее, когда остальной мир уже преодолел его последствия. Энергоемкость ВВП СССР / России по первичным энергоресурсам оказалась кратно выше, чем в основных западноевропейских странах и Японии. Государственная система регулирования экономики СССР оказалась неспособной к преодолению кризисных явлений в энергетике, а переходный период усилил их кризисом неплатежей. В результате в России не только не преодолены предпосылки кризиса в энергетике, но и продолжают попытки его не замечать.

Сохранение заниженных цен на энергию, как один из основных элементов государственной политики, привело к недоинвестированию энергетики вообще и особенно в звеньях, следующих за добывающими в энергетической

цепочке. Поэтому проблемы комплекса не разрешались по мере их проявления, а накапливались и усугублялись. Даже поддержание достигнутого уровня генерирующего потенциала энергетики при сохранении избыточного спроса на конечную энергию (из-за низкой эффективности потребления) требовало все больших и больших усилий и ресурсов. Вне сферы государственного воздействия оставался единственный эффективный путь решения энергетических проблем – путь повышения энергетической эффективности общественного производства, сокращения потерь энергии, путь энергосбережения. Решение проблем обеспечения потребностей страны в энергии должно прийти главным образом со стороны спроса на энергию. Сегодня российское энергопотребление является избыточным более чем на треть. Оно не сопровождается соответствующим производством продукта. При годовом производстве 1362 млн т.у.т. (1997 г.) «избыточной» является энергия в объеме 408 млн т.у.т. При средней цене условного топлива 250 руб./т.у.т. это соответствует 100 млрд руб. в год. Эти средства можно сэкономить.

Изобилие дешевых энергоресурсов за многие десятилетия породило негативную тенденцию энергорасточительности. Энергетическая составляющая себестоимости многих видов промышленной и сельскохозяйственной продукции снизилась до 1-3 %, что в значительной степени исключило стимулы к экономии энергоресурсов. В проекты целого ряда новых крупных заводов закладывалась старая технология, основанная на перерасходе энергетических ресурсов. Большинство новых видов отечественной продукции имеет энергетические показатели значительно хуже зарубежных аналогов. Многие в этом положении сохраняются и сегодня. Это затрудняет проведение реального энергосбережения, но увеличивает его потенциал.

Важной причиной неблагоприятного положения в области энергоэффективности нашей экономики следует считать незаинтересованность на всех уровнях управления, на производстве, на рабочих местах и коммунальной сфере в экономном расходовании топливно-энергетических ресурсов. Незаинтересованность в экономии энергоресурсов потребителями естественна в энергосистемах и других энергоснабжающих организациях, поскольку это приводит к снижению объема реализации, а значит доходов и прибылей.

В свою очередь, потребители энергетических ресурсов не проявляют энтузиазма в их экономии, поскольку это, прежде всего, требует средств, усилий, знаний и умений. Кроме этого, энергетическая расточительность производственных процессов вызвана значительной долей устаревшего оборудования, малоэффективными технологическими установками, высокой постоянной составляющей энергопотребления, связанной с общезаводскими расходами.

В настоящее время повсеместно крайне низка оснащенность энергопотребителей и энергетических сетей средствами учета, контроля, регулирования и автоматизации. Если электроэнергия еще является наиболее «измеряемым» энергоресурсом, то тепло и другие энергоресурсы средствами измерения оснащены совершенно недостаточно.

Не менее важной причиной низкого уровня энергосберегающей деятельности в нашей стране является почти полное отсутствие экономических и иных стимулов. Разработка и выпуск энергосберегающей продукции и продукции, имеющей улучшенные показатели энергопотребления, не поощряются. Именно эти свойства продукции могли бы стать решающими на рынке.

Из общей картины низкой энергетической эффективности выделяется ряд регионов Российской Федерации, реализовавшие серьезные энергосберегающие проекты. Так, Липецкая и Белгородская области завершили газификацию населенных пунктов, хотя собственных источников газа на их территории нет. Регионы обладают значительными возможностями энергосбережения, особенно в части нормативно-правового обеспечения.

В настоящее время экономика испытывает недостаток в квалифицированном управленческом и инженерном персонале в сфере энергосбережения. Средний возраст ИТР на предприятиях приближается к пенсионному. Не следует надеяться на то, что такой персонал удастся переучить, научить новому энергосберегающему поведению. Необходимо осуществлять обучение, подготовку и переподготовку кадров, повышение их квалификации, ориентируясь на новые силы и новые интенсивные учебные программы.

Таким образом, *актуальность* поиска новых подходов в разработке и осуществлении реального энергосбережения обусловлена следующим:

- динамика оптовых цен на первичные энергоресурсы, мировые тенденции и опыт промышленно-развитых стран свидетельствуют о необходимости и возможности существенного снижения энергетических потребностей общества;

- анализ энергопотребления в России показывает значительный резерв (потенциал) энергосбережения в промышленности, коммунально-бытовом хозяйстве и на транспорте, но отраслевой принцип управления энергосбережением в настоящее время себя исчерпал в связи с акционированием предприятий;

- относительная экономическая и правовая самостоятельность региона, его территориальная целостность позволяют предполагать возможность построения эффективной региональной системы энергосбережения;

- федеральные, отраслевые и региональные элементы управления (в т.ч. энергосбережением) имеют разные задачи. Связи, взаимодействия и способы разрешения противоречий между ними требуют совершенствования. Интересы и права региональных органов управления могут быть согласованы для решения региональных задач;

- наиболее эффективный путь реализации энергосберегающей политики – повышение цены энергии – может быть введен в действие только после принятия мер по социальной защите малообеспеченных слоев населения.

В свою очередь, необходимость разработки научных основ региональной организационно-политической и производственно-экономической деятельности в области энергосбережения подтверждается:

- формирующимися рыночными экономическими отношениями в естественно монополизированном топливно-энергетическом комплексе, которые

на региональном уровне управления вступают в острые противоречия со сложившимися социально-экономическими условиями;

- несовершенством существующего распределения полномочий и ответственности между федеральными и региональными органами управления, между федеральной и региональной энергетическими компаниями;

- значительным потенциалом (ресурсом) энергосбережения, реализация которого в регионе может быть достигнута путем последовательной и целенаправленной деятельности, основанной на единстве территории и компактной системе управления.

Тема 2

Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Управление энергосбережением в России.

Государственная энергетическая политика России. Федеральный закон «Об энергосбережении», его основные положения. Основные направления научно-технического прогресса в энергосбережении на федеральном уровне. Федеральный уровень управления энергосбережением. Государственные органы координации работ в области энергосбережения. Основные задачи и функции органов Госэнергонадзора по организации работ в сфере энергосбережения.

Управление энергосбережением в регионе. Типовые структуры региональных органов управления энергосбережением. Региональные программы энергосбережения: структура, задачи, методы их решения. Закон об энергосбережении Амурской области.

Россия располагает крупными запасами энергетических ресурсов. В нашей стране имеются все предпосылки для развития национального топливно-энергетического комплекса, базирующегося в течение обозримой перспективы на собственных энергетических ресурсах. Однако нельзя не отметить, что и нам приходится сталкиваться в данной области с новыми проблемами. Они связаны с возрастанием затрат на добычу топлива, необходимостью разработки новых, относительно более труднодоступных месторождений.

Произошедшие в России изменения экономических отношений потребовали изменения подхода к энергопроизводству и энергопотреблению. Век безрассудного, безоглядного владения дарами недр Земли ушел в прошлое. Сегодня энергосбережение является главным направлением энергетической политики России в новых экономических условиях.

Энергосберегающая политика предполагает широкое использование энергосберегающего оборудования, материалов и малоэнергоёмких технологий, вовлечение в хозяйственный оборот альтернативных, экологически чистых источников энергии, а также местных видов топлива.

Энергетические проблемы тесно связаны с экономическими, социальными, научно-техническими и экологическими проблемами. Это означает, что достичь в скором времени ощутимых результатов можно, лишь

обеспечив подготовку инженерно-технических кадров, способных оказать заметное влияние на эффективность энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях, в ЖКХ, сельском хозяйстве, на транспорте и т.д.

Федеральный закон «Об энергосбережении» провозглашает основные принципы энергосберегающей политики государства, рыночно-ориентированные механизмы ее осуществления: экономические и финансовые механизмы энергосбережения, стандартизацию и сертификацию оборудования, требования к энергетическим обследованиям и к учету потребляемых энергоресурсов, а также льготы, связанные с осуществлением энергосберегающих мероприятий. К сожалению, закон «Об энергосбережении» носит в основном декларативный характер.

Территориальное управление энергосбережением обладает определенными потенциальными возможностями, однако в настоящее время еще не имеет устойчивой структуры, не наделено достаточными правами и не располагает необходимыми средствами. Недооценка возможностей территориального управления привела к усилению противоречий между производителями, с одной стороны, и потребителями, предприятиями-перепродавцами энергии и администрацией регионов и муниципальных образований с другой.

Вместе с тем, регион обладает необходимыми и достаточными политическими, экономическими и производственными возможностями для осуществления эффективного энергосбережения.

Регионы Российской Федерации представляют собой неоднородную совокупность территорий, резко отличающихся по обеспеченности собственными энергоресурсами. Если Россия в целом обеспечена энергоресурсами в достаточной мере и экспортирует их в больших объемах, то многие регионы испытывают дефицит. По признаку обеспеченности регионы России можно классифицировать по следующим группам:

- 1) регионы, обеспеченные собственными энергоресурсами;
- 2) дефицитные регионы;
- 3) регионы, обеспеченные разведанными запасами энергоресурсов, но извлечение которых невыгодно экономически;
- 4) регионы, обеспеченные энергоресурсами, но для поддержания добычи и производства требуются крупные инвестиции;
- 5) регионы, обеспеченные энергоресурсами, но их использование наносит серьезный вред окружающей среде или безопасности населения.

Энергосбережение по своим конкретным результатам эквивалентно извлечению энергоресурсов и отказу от значительной части добываемых ресурсов. Но переход к интенсивному энергосбережению потребует длительного времени и значительных условий организационного, правового, производственного и научно-технического характера и финансовых вложений. В определении оптимальных темпов, направления и характера энергосбережения с учетом возможностей экономики и структуры управления заключается задача проектирования системы энергосбережения.

На региональном уровне формируемые цели и задачи должны содержать серьезную социальную составляющую. Непосредственная реакция населения на те или иные управляющие решения чаще всего направлена на местные органы власти. Именно в регионе эта реакция ощущается острее. Поэтому региональный уровень управления должен быть наиболее социализирован. Применительно к энергосбережению это означает, что прежде чем включать в действие сильный, но непопулярный энергосберегающий стимул – повышение цены энергии, необходимо не только провести широкую разъяснительную кампанию, но и создать возможность наименее обеспеченным слоям населения платить по этой повышенной цене. Ведь сегодня до 40% населения некоторых регионов вообще не оплачивает потребляемую тепловую и электрическую энергию. Управление энергосбережением в регионе целесообразно осуществлять на основе программно-целевого подхода.

Тема 3

Нормативная база энергосбережения.

Нормативно-правовая и нормативно-методическая база энергосбережения; Нормативная база национального уровня в России на современном этапе: источники и виды документов, устойчивость структуры и другие особенности документооборота. Состав и границы компетенции нормативных документов Госэнергонадзора. Роль и значение региональных нормативных документов. Их связь с общенациональным уровнем, основные направления регионального нормирования. Задачи региональных информационных центров. Роль новых информационных технологий в решении задач энергосбережения.

Одной из существенных причин неэффективной деятельности по энергосбережению в стране является несовершенство правового и нормативного регулирования этой сферы. Все другие государства, уже прошедшие и вступающие на путь интенсивного энергосбережения, создавали и совершенствовали законодательно-нормативные основы, обеспечивающие реализацию государственной политики энергосбережения и эффективного использования топлива и энергоресурсов.

При проведении энергосберегающей политики необходимо создать такие условия, которые бы определяли интерес к энергосбережению всех участников процесса – органов власти, энергоснабжающих организаций, потребителей, финансовых структур и т.д.

Для этого требуется нормативно-законодательная основа деятельности, которая имеет следующий иерархический вид:

Конституция Российской Федерации;

Гражданский Кодекс Российской Федерации и Кодекс РСФСР об административных правонарушениях;

Федеральные законы, принимаемые Государственной Думой РФ;

Указы Президента РФ;

Постановления и решения Правительства РФ;
Региональные законы и Постановления (решения) администрации регионов;

Постановления и решения муниципальных образований;

Приказы и распоряжения руководителей предприятий и организаций всех форм собственности.

Конституция Российской Федерации, принятая 12 декабря 1993 года, разделила полномочия между федеральными и иными органами власти. К местному самоуправлению относится ведение, использование и распоряжение муниципальной собственностью, право устанавливать местные налоги и сборы.

В соответствии со ст. 73 и 76 вне пределов ведения Российской Федерации и полномочий Российской Федерации по предметам совместного ведения Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, субъекты Российской Федерации обладают всей полнотой государственной власти, включая правовое регулирование, принятие законов и иных нормативных актов. Важно, чтобы все эти акты не противоречили федеральным законам. Это обстоятельство отдаёт вопросы регулирования в области электроэнергетики на уровне АО-энерго и ниже в ведение субъектов Федерации.

Гражданский Кодекс Российской Федерации (п. 6 Энергоснабжение, ст. 539-548) рассматривает правила заключения договора энергоснабжения, в том числе с населением, правила изменения и расторжения такого договора; методы учета качества поданной потребителю энергии; необходимость поддержания стандартов качества электрической энергии; обязанности покупателя по содержанию эксплуатации сетей, приборов и оборудования; ответственность по договору энергоснабжения. Впервые в Гражданском Кодексе РФ косвенно отражена реальная экономическая ответственность энергоснабжающей организации за ущерб, нанесенный потребителю в результате перебоев в энергоснабжении.

Кодекс РСФСР об административных правонарушениях (ст.90) устанавливает ответственность руководителей предприятий, учреждений, организаций за расточительное расходование электрической и тепловой энергии.

В настоящее время на федеральном уровне приняты два закона:

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

Федеральный закон «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 03.04. 96 г.

Федеральный закон «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» определил:

- 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 т.ч. защита потребителей, согласование интересов поставщиков и 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 Законе в качестве его целей провозглашены:

- создание механизма соблюдения интересов производителей и потребителей электрической и тепловой энергии;

- создание экономических стимулов, обеспечивающих использование энергосберегающих технологий в производственных процессах.

Вместе с тем, В Законе ничего не сказано о дифференцированных тарифах, которые являются мощным рычагом энергосбережения, упущен учет в тарифах принципов и результатов использования тарифной политики для энергосбережения.

Кроме того в Законе о регулировании тарифов прописана нормативно-методическая основа деятельности органов государственного регулирования; вопросы формирования ФЭК и РЭК; правовой статус ФЭК, как самостоятельного юридического лица; полномочия ФЭК и РЭК; порядок разрешения разногласий и споров, возникающих при государственном регулировании тарифов и др.

Федеральный закон «Об энергосбережении» провозглашает основные принципы энергосберегающей политики государства, рыночно-ориентированные механизмы ее осуществления: экономические и финансовые механизмы энергосбережения, стандартизацию и сертификацию оборудования, требования к энергетическим обследованиям и к учету потребляемых энергоресурсов, а также льготы, связанные с осуществлением энергосберегающих мероприятий. К сожалению, закон «Об энергосбережении» носит в основном декларативный характер. Он не имеет прямого действия.

В Указе Президента РФ «О необходимых мерах по государственному регулированию естественных монополий в Российской Федерации» № 220 от 28.02.95 г. устанавливается необходимость образования федеральных органов исполнительной власти по регулированию естественных монополий, в том числе в сфере производства и передачи тепловой энергии, и дается поручение Правительству представить предложения о создании Федеральной службы по регулированию естественных монополий в топливно-энергетическом комплексе.

7 мая 1995 года Президент РФ своим Указом № 472 утвердил «Основные направления энергетической политики Российской Федерации на период до 2010 года». В этом Указе Правительству РФ было поручено одобрить «Энергетическую стратегию России (основные положения)», а также разработать и утвердить федеральную целевую программу «Топливо и энергия» на 1996-2000 годы, предусмотрев в ней меры по структурной перестройке ТЭК в целях обеспечения надежного и эффективного энергоснабжения страны, развития сырьевой базы ТЭК РФ, реализации энергосберегающей политики, обеспечения энергетической независимости и безопасности РФ, поддержания ее экспортного энергетического потенциала.

Указом Президента РФ «О федеральной энергетической комиссии Российской Федерации» № 1194 от 29.11.95 г. установлен новый статус ФЭК – ей предоставлен ряд прав, которыми располагает Минтопэнерго России, в том числе: участие в разработке и проведении энергетической политики Правительства, формирование и утверждение балансов мощности и энергии по регионам России, разработка экономических стимулов, обеспечивающих использование энергосберегающих технологий.

За последние годы вышел ряд Постановлений Правительства России, связанных с электроэнергетикой и энергосбережением. Наиболее интересные из них следующие:

Постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбережению» № 1087 от 02.11.95 г.

К сожалению, это постановление во многом носит декларативный характер. Однако в нем предусмотрены и некоторые конкретные организационные меры, в том числе:

- пересмотр и утверждение в первом полугодии правил учета электрической и тепловой энергии, в эти же сроки утверждение положения о регулярном проведении энергетических обследований предприятий, которые используют энергетические ресурсы в объеме более 6 тыс. т у.т. в год;

- создание в 1995-1996 гг. банка данных о новейших разработках, повышающих эффективность использования энергоресурсов;

- при разработке и пересмотре государственных стандартов, включение в них показателей эффективности использования, соответствующих мировому уровню.

Ответственность за политику в области энергосбережения этим Постановлением возложена Минтопэнерго России.

Постановление Правительства РФ «О государственной поддержке создания в Российской Федерации энергоэффективных демонстрационных зон» № 998 от 02.10.95 г.

Постановление достаточно конкретно, хотя и не свободно от некоторых недостатков.

Постановление Правительства РФ «О федеральном (общероссийском) оптовом рынке электрической энергии (мощности)» № 793 от 12.07.96 г.

Постановлением утверждены основные принципы функционирования и развития федерального (общероссийского) оптового рынка электрической

энергии (мощности), которые определяют методические, организационные и правовые вопросы его работы, порядок взаимоотношений субъектов оптового рынка в период становления конкурентного рынка электрической энергии и предназначены для органов исполнительной власти и коммерческих организаций, независимо от их организационно-правовой формы, деятельность которых связана с функционированием и развитием федерального (общероссийского) оптового рынка электрической энергии (мощности).

Постановление Правительства РФ «Об основах ценообразования и порядке государственного регулирования и применения тарифов на электрическую и тепловую энергию» № 121 от 04.02.97 г.

Этот законодательный акт определил субъектов оптового и розничного рынка и их обязанности.

Для реализации энергосберегающей политики в регионах создается региональная нормативно-правовая база по энергосбережению.

Государственной Думой Амурской области принят Закон Амурской области «Об энергосбережении и повышении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в Амурской области» № 12/48 от 26.02.98 г.

Тема 4

Особенности и закономерности энергосбережения.

Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.

Закон Российской Федерации «Об энергосбережении» положил начало научным исследованиям, разработкам, созданию нормативно-правовых документов, информационным и рекламным компаниям. В стране ежемесячно проводятся многочисленные научно-технические, научно-практические конференции, семинары, выставки, ярмарки, конкурсы и тому подобные мероприятия. Все они направлены на продвижение идеологии энергосбережения, на поддержку энергосберегающих проектов. Об энергосбережении все чаще говорят ученые и производственники, чиновники и менеджеры, губернаторы и министры.

Энергосбережение превратилось из второстепенного дела узких специалистов в общественно-социальное и экономико-хозяйственное явление. Изучение его закономерностей является важной задачей.

Вряд ли уже удастся установить, кто впервые применил термин «*энергосбережение*». Может быть, это прямой перевод английского «*energysaving*» или немецкого «*energisparung*» или французского «*economic de L'energis*». К сожалению, в любом из них содержится логическое противоречие: сбережение энергии противоречит физическому закону сохранения энергии. Энергию можно преобразовать из одного вида в другой, но невозможно беречь. Но смысл, который здесь неявно содержится, состоит в снижении потребления

энергии, экономии энергии и энергоресурсов, в повышении эффективности использования энергии.

В разных странах мира время от времени возникают производственные и общественные движения в пользу энергосбережения. Это происходит в периоды существенного повышения цен на нефть и нефтепродукты на мировых рынках, в периоды обострения энергетических кризисов. При этом обнаруживаются интересные закономерности, которые полезно проанализировать, обобщить и использовать.

Российский опыт управления энергосбережением также дает достаточные основания для обобщений. Закономерности и противоречия энергосбережения как процесса, позволяют увидеть в нем специфичное, в известной степени новое явление общественной жизни. Отдельные черты этого явления, его закономерности, противоречия и проблемы складываются в общий портрет:

ПРОБЛЕМА 1. Энергосбережение до сих пор является побочным продуктом научно-технического прогресса.

- Замена паровой тяги на железных дорогах страны на электровозную и тепловозную привела к увеличению скорости перевозок, тяжести составов, надежности и качества перевозок и, одновременно, снижению потребления топлива и энергоресурсов;

- создание нового поколения малошумящих шарикоподшипников вместе с достижением целого ряда положительных технологических и экономических характеристик обеспечило получение серьезного эффекта в виде снижения потерь на трение;

- новая серия популярных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором имеет не только лучшие массо-габаритные характеристики, но и повышенный коэффициент полезного действия;

- разработка новых конструкций автомобилей с передним приводом вместе с целым рядом положительных дизайнерских решений привела к снижению расхода топлива на 100 км пробега почти вдвое. Перечень можно продолжать.

СЛЕДСТВИЕ 1.1. Энергосбережение – это не только экономия, а выбор между повышением производительности труда и повышением производительности энергоресурса.

ПРОБЛЕМА 2. Государственная энергетическая политика характеризуется непоследовательностью и противоречивостью.

- Регулируемые цены (тарифы) на конечную энергию (электричество и тепло), устанавливаемые региональными энергетическими комиссиями, не в полной мере отражают динамику затрат энергоснабжающих организаций, длительное время сдерживаются ради стабильности социальной обстановки, в разных регионах отражают разные тенденции;

- соотношение цен (тарифов) на электрическую энергию для разных групп потребителей не соответствует реальному участию потребителей в формировании совмещенного максимума нагрузок;

- соотношение цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и промышленности деформировано в результате сильного давления социальной политики;

- федеральная и региональные энергетические комиссии устанавливают тарифы на энергию, проверяют представленные энергоснабжающими организациями материалы о затратах на производство и передачу энергии, но не осуществляют контроль за направлением расходования средств;

- бюджетные дотации населению за потребляемую тепловую энергию распределяются пропорционально занимаемой жилой площади. Значит, значительно меньшую дотацию получают люди с меньшими доходами, проживающие в домах с малой площадью. Малообеспеченные слои населения ущемляются;

- многие государственные бюджетные организации не получают достаточных средств для оплаты получаемых энергоресурсов.

СЛЕДСТВИЕ 2.1. Большинство действующих энергопотребляющих технологий имеет резерв повышения энергоэффективности, извлечение которого требует дополнительных затрат.

Тема 5

Методы и критерии оценки эффективности энергосбережения.

Балансовые соотношения для анализа энергопотребления. Виды балансов. Тепловые и материальные балансы. Эксергетический баланс. Энергобалансы промышленных предприятий. Составление и анализ топливно-энергетического баланса. Оценка эффективности использования энергии на региональном, отраслевом уровнях, в теплотехнических установках. Интенсивное энергосбережение.

Натуральные теплотехнические, экономические критерии эффективности использования энергии. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий.

Методы и критерии экономической оценки энергосберегающих проектов.

Формирование экономических, хозяйственных, производственных, информационных и иных механизмов реализации политики энергоэффективности предусматривает в качестве основы *энергетический баланс* объекта. При этом не особенно существенны характер и объемы потребления энергоресурсов. Гораздо важнее полнота и содержательность описания энергетического баланса. Это вытекает из принципа, сформулированного академиком Л.А. Мелентьевым: *«Повсеместно наблюдается объективная тенденция постоянного усиления технического и экономического единства энергетического хозяйства и его внутренних взаимосвязей»*. Это означает, что фактически существует множество возможных и органически взаимосвязанных решений в выборе структуры производства энергетических ресурсов, их распределении и передаче, типов энергогенерирующих установок и видов энергоноси-

телей для различных технологических процессов. Из всех возможных сочетаний технических решений, характеризующих органическое единство энергетического хозяйства, в итоге оптимизационных расчетов, возможно выбрать некоторый комплекс экономически эффективных решений.

Основой энергетического паспорта является баланс тепловой, электрической энергии и топлива.

Энергобаланс – это структура поступления и потребления энергоресурсов на предприятии.

По способу разработки энергобалансы делятся на:

- опытные – составленные по замерам параметров и расходов;
- расчетные – на основании расчета нормативного энергопотребления;
- опытно-расчетные – составленные на основании и замеров, и расчетов.

Энергобалансы позволяют определять эффективность энергоиспользования, т.е. рассчитать КПД основных технологических процессов и установок; коэффициенты полезного использования (КПИ) по отдельным видам и параметрам энергоносителей; удельные (фактические) расходы энергоносителей по отдельным видам выпускаемой продукции, которые могут быть рассчитаны для отдельного агрегата или технологического процесса, для цеха, для предприятия или завода в целом. Значения полученных удельных расходов сравниваются с нормативными, которые могут быть заданы, рассчитаны или взяты по данным родственных предприятий (отечественных и зарубежных).

По энергобалансам могут быть определены прямые потери энергоносителей за счет утечек, недогрузок, простоев, неправильной эксплуатации и других выявленных нарушений.

Основные особенности энергосберегающих проектов. Эффективное управление энергосберегающими проектами предполагает необходимость их структуризации (классификации), чтобы в дальнейшем можно было устанавливать общие закономерности развития данных проектов, их различия и механизмы реализации. При классификации энергосберегающих мероприятий обнаруживается, что их *осуществление возможно практически в любой области человеческой деятельности*, так как любая деятельность связана с потреблением или преобразованием энергии (как следует из закона сохранения энергии). Чаще всего в литературе встречаются попытки систематизации энергосберегающих проектов по отраслевому признаку (т.е. проекты, осуществляемые в энергетике, черной металлургии и т.п.). Недостатки такой классификации – необходимость дополнительного введения межотраслевых проектов (например, установка приборов учета должна производиться на предприятиях каждой отрасли и в коммунально-бытовом секторе).

Классификация энергосберегающих проектов – это попытка систематизировать технические мероприятия и проекты по стадиям процесса производства и потребления энергии, а организационные мероприятия, ведущие к сбережению энергоресурсов, – по масштабу воздействия.

Примеры организационных мероприятий

на уровне страны:

– организация деятельности по экономии энергоресурсов в масштабах страны в целом (например, создание федеральной энергетической комиссии и региональных агентств по энергосбережению);

– обсуждение и принятие федеральных законов в области энергосбережения;

на уровне региона (области) и города:

– соответствующие законодательные акты, стимулирующие участие в энергосберегающих проектах как производителей и потребителей энергии, так и потенциальных инвесторов;

– реорганизация структуры и функций областной энергетической комиссии;

– разработка и принятие нормативов энергопотребления для новых и реконструируемых зданий;

– организация обучения работников энергохозяйства всех уровней основам энергоаудита и энергоменеджмента и др.;

на уровне предприятия:

– организация и проведение энергетического аудита, а также постановка регулярного энергетического менеджмента с учетом зарубежного опыта;

– реорганизация (при необходимости) энергетической службы предприятия в целях повышения эффективности ее функционирования.

Как правило, *организационные мероприятия по энергосбережению не требуют значительных капиталовложений* и, следовательно, являются гораздо более экономически эффективными, чем технические мероприятия, при осуществлении которых часто необходимо затрачивать крупные денежные и трудовые ресурсы. Кроме того, затраты на проведение организационных мероприятий по энергосбережению чаще всего меньше, чем срок осуществления технического проекта (модернизации, реконструкции или сооружения новой установки).

Конечно, любая классификация реальных объектов, в том числе и энергосберегающих, достаточно условна, так как при реализации практически любого проекта в области энергосбережения приходится решать массу вопросов как технического, так и организационного плана. Например, проекты установки *автономных источников энергоснабжения* на промышленных предприятиях в силу повышенной капиталоемкости можно отнести к техническим проектам, хотя в процессе их осуществления, безусловно, будет необходима масса организационных изменений, как во внутренней, так и во внешней среде предприятия (например, в организационной структуре отдела главного энергетика, в договорных взаимоотношениях с поставщиками сырья и потребителями). Коренным образом изменяется рыночная позиция такого предприятия, так как из покупателя энергии оно превращается в производителя, а зачастую и в поставщика энергии, диверсифицируя таким образом свою продукцию и увеличивая объем сбыта.

Отметим следующие характерные черты большинства энергосберегающих проектов.

Энергосберегающие проекты обычно реализуются на уже существующих предприятиях, в этом случае необходимо по возможности органично «вписать» проект в организационную и производственную структуры предприятия, добиться поддержки руководства в осуществлении энергосберегающих мероприятий, предусмотреть обучение персонала и убедить его в необходимости и важности проекта. При подготовке бизнес-плана или технико-экономического обоснования при осуществлении проекта на существующем предприятии понадобится подробная информация, характеризующая его производственный потенциал, кадровое обеспечение и финансовое состояние.

Чаще всего проекты в области энергосбережения имеют небольшую стоимость (до 500 тыс. долл.), в то время как финансовые международные организации (Всемирный банк, Европейский банк реконструкции и развития) предпочитают осуществлять прямые инвестиции в крупные проекты. Например, у ЕБРР минимальная величина стоимости проекта – 5 млн. долл.

Значительное количество энергии может быть сэкономлено за счет осуществления так называемых «беззатратных» организационных проектов и мероприятий, связанных с улучшением эксплуатации оборудования, изменением организационной структуры предприятия, сокращением штатов, наведением элементарного порядка. На многих предприятиях такие перемены воспринимаются болезненно, но очень часто они необходимы и для получения кредита.

Большинство энергосберегающих проектов на стадии производства энергии напрямую связано с улучшением экологической обстановки. Поэтому при оценке таких проектов часто предлагается учитывать некоммерческую эффективность (иногда не в стоимостных, а в натуральных показателях, например, уменьшение выбросов оксидов азота и серы, в т/год и т.п.). Данная особенность обуславливает определенную роль государства и субъектов Федерации в финансовой поддержке энергосберегающих проектов, в предоставлении им льготных кредитов, налоговых льгот и гарантий правительства.

Энергосберегающие проекты кроме низких затрат характеризуются *достаточно небольшим периодом их освоения и быстрой окупаемостью* по сравнению с традиционным строительством новых энергетических объектов: энергосберегающие проекты в среднем в 5 раз менее капиталоемкие и имеют в 4-5 раз меньшие сроки освоения, чем проекты строительства новых энергоустановок той же мощности. Поэтому при альтернативе – расширение действующих мощностей или энергосбережение – производители будут выбирать последний вариант, характеризующийся более низкими затратами и меньшими сроками осуществления, при условии включения затрат на энергосбережение в тарифы или при наличии других льгот.

Осуществление энергосберегающих мероприятий, в отличие от многих других инвестиционных проектов имеет результатом не дополнительную выручку, а *экономия, величину которой рассчитать часто бывает нелегко.* Неоднозначность понятия «экономия» подчас является причиной неосуществления, казалось бы, успешных проектов.

Финансирование энергосберегающих проектов в российской практике осуществляется с использованием следующих источников средств:

Первая группа – бюджетные средства, выделяемые Федеральным правительством и распределяемые Министерством финансов России. При формировании федеральной инвестиционной программы Министерство финансов совместно с Министерством экономики и Министерством топлива и энергетики выделяют бюджетные ассигнования для энергосберегающих проектов, имеющих государственную важность и включенных в подпрограмму «Энергосбережение России» федеральной целевой программы «Топливо и энергия».

Вторая группа – бюджетные средства, регионов-субъектов Российской Федерации, средства местных органов управления, внебюджетные фонды энергосбережения, создаваемые в регионах.

Третья группа – средства предприятий, коммерческих банков (российских и зарубежных), финансово-промышленных групп, паевых инвестиционных фондов, специализированных фондов энергосбережения и др.

Тема 6

Основы проведения энергоаудита.

Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-аудиту и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций, экспресс-аудит.

Методика экспресс-аудита. Основные цели и задачи. Методика сбора информации о потреблении энергоресурсов и основном энергопотребляющем оборудовании.

Анализ энергетических показателей энергоиспользования организаций и его отдельных подразделений, углубленные энергетические обследования. Методика углубленного обследования энергохозяйства организаций. Основные цели и задачи углубленного обследования. Организация учета котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха.

Энергетический паспорт промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства. Содержание расчетно-пояснительной записки и форм паспорта. Энергоаудиторские организации.

Методики проведения энергетических обследований

Региональные (территориальные) органы Главгосэнергонадзора России проводят энергетическое обследование организаций по методикам, утверждаемым Главгосэнергонадзором России.

Энергоаудиторы проводят энергетические обследования либо по методикам, применяемым в органах Главгосэнергонадзора России, либо самостоятельно разрабатывают методики проведения энергетических

обследований, согласовывая их с региональным (территориальным) органом Главгосэнергонадзора.

Указанные методики должны разрабатываться на основе существующих методов оценки эффективности использования ТЭР в отраслях экономики.

Перед проведением энергетического обследования энергоаудитор составляет техническое задание (программу) на выполнение работ в соответствии с выбранной методикой и согласовывает ее с обследуемым потребителем ТЭР.

Требования к обследуемым потребителям ТЭР

Обследуемый потребитель ТЭР обязан оказывать содействие проведению обследования, а именно:

- обеспечить доступ персонала организации, проводящей обследование, к обследуемым объектам;
- предоставить собственный персонал для сопровождения и помощи в проведении обследования;
- устанавливать режимы работы оборудования, необходимые для проведения измерений, если это не противоречит требованиям технологии и безопасности.

При проведении энергетического обследования потребитель ТЭР обязан назначить лицо, ответственное за проведение обследования и представить:

- необходимую техническую и технологическую документацию (исполнительные схемы энергетических коммуникаций, данные о топливно- и энергоиспользующем оборудовании, приборах учета ТЭР, режимные карты и т.д.);
- данные о цеховом выпуске продукции и потреблении ТЭР;
- документы по хозяйственно-финансовой деятельности (отраслевые и межотраслевые нормы и нормативы, тарифы, лимиты потребления, договора на поставку ТЭР, учет складских запасов топлива, данные потребления ТЭР на собственные нужды по переданным транзитом ТЭР и отпущенным другим потребителям, их потери и т.д.);
- статистическую отчетность организации о выпуске продукции и использовании ТЭР в натуральном и стоимостном выражении;
- при повторном и внеочередном обследованиях – энергетический паспорт.

Оформление результатов энергетических обследований

Региональные (территориальные) органы Главгосэнергонадзора России и энергоаудиторы по завершении энергетических обследований оформляют следующую документацию:

- акт (отчет) о проведенном энергетическом обследовании установленной формы;
- инструментально подтвержденный топливно-энергетический баланс;
- энергетический паспорт;
- рекомендации (по согласованию с руководством обследованной организации – программу) по повышению эффективности использования ТЭР и снижению затрат на топливно- и энергообеспечение.

В дополнение к указанным документам региональные (территориальные) органы Госэнергонадзора выдают предписания об устранении нарушений в использовании ТЭР.

Примечание: косвенная оценка параметров эффективности использования топливно-энергетических ресурсов не допускается.

В результатах энергетического обследования должна быть дана оценка эффективности использования ТЭР в организации, раскрыты причины выявленных нарушений в их использовании, выявлены имеющиеся резервы экономии, предложены технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в физическом и денежном выражении, а также стоимости их реализации.

Рекомендации по энергосбережению и рациональному использованию ТЭР не должны снижать экологические характеристики работающего оборудования и технологических процессов, уровень безопасности и комфорта работы персонала, качество и безопасность продукции.

Акты (отчеты) проведенных энергетических обследований подписываются уполномоченными представителями организации, проводящей энергетическое обследование, и потребителя ТЭР.

После подписания актов (отчетов) в них запрещается вносить изменения и дополнения. При наличии разногласий по содержанию актов (отчетов), окончательное решение принимает уполномоченный представитель организации, проводившей энергетическое обследование.

Уполномоченный представитель потребителя ТЭР, не согласный с указанным решением, вправе изложить свое собственное мнение, которое прилагается к акту (отчету).

Акт (отчет) доводится до сведения руководителя потребителя ТЭР, который им подписывается. В случае его отказа от подписи, в акте (отчете) энергетического обследования делается соответствующая запись.

Энергоаудитор передает полный отчет о проведенном энергетическом обследовании потребителю ТЭР, а в десятидневный срок после подписания акта (отчета) о проведенном обследовании энергопаспорт региональному (территориальному) органу Главгосэнергонадзора России.

Региональный (территориальный) орган Главгосэнергонадзора России:

- передает потребителю ТЭР отчет о результатах проведенного обследования;
- обобщает результаты проведенных энергетических обследований (с учетом деятельности энергоаудиторов) по поднадзорной территории;
- обобщенные результаты, оформленные соответствующим образом, передает вышестоящей организации и администрации субъектов Федерации.

Финансирование энергетических обследований

Финансирование энергетических обследований организаций производится за счет средств федерального, местного бюджетов и внебюджетных источников, а также за счет их собственных средств.

Энергетические обследования потребителей ТЭР полностью финансируемых из федерального и местного бюджетов, производятся, как

правило, региональными (территориальными) органами Главгосэнергонадзора России.

Энергетические обследования потребителей ТЭР частично финансируемых из федерального и местного бюджетов, могут производить региональные (территориальные) органы Главгосэнергонадзора России или энергоаудиторы.

В случае проведения энергетических обследований региональными (территориальными) органами Главгосэнергонадзора России, указанная работа выполняется ими за свой счет на величину, пропорциональную доли бюджетного финансирования потребителя ТЭР, а оставшаяся часть затрат оплачивается обследуемым предприятием.

В случае выполнения энергетических обследований энергоаудиторами, потребитель ТЭР самостоятельно оплачивает выполненные ими работы.

Энергетические обследования потребителей ТЭР, не имеющих бюджетного финансирования, производятся за их счет.

По решению администрации субъектов Федерации для финансирования работ по энергетическим обследованиям потребителей ТЭР могут привлекаться средства из других источников.

Финансирование внеочередных энергетических обследований потребителей ТЭР производятся за счет средств организаций, выступивших инициаторами этих обследований.

В случае подтверждения недостоверности результатов энергетических обследований, проведенных региональными (территориальными) органами Главгосэнергонадзора России или энергоаудиторами, они обязаны возместить потребителям ТЭР ранее понесенные ими затраты по проведению энергетических обследований.

Права и ответственность

Правилами определены права и ответственность органов Госэнергонадзора, энергоаудиторов и потребителей ТЭР при выполнении энергетических обследований. Так, в пределах срока, определенного периодичностью обязательных энергетических обследований, потребитель ТЭР вправе самостоятельно определять время проведения обследования и исполнителя по его проведению, поставив в известность об этом орган Госэнергонадзора. Потребитель ТЭР несет ответственность за несвоевременное проведение энергетических обследований.

Спорные вопросы, связанные с проведением энергоаудита, рассматриваются в порядке, установленном законодательством РФ.

Методологические основы энергоаудита.

Энергоаудит предполагает следующие этапы:

1. Сбор документальной информации.
2. Инструментальное обследование.
3. Обработка и анализ полученной информации.
4. Разработка рекомендаций.
5. Оформление отчета.

Сбор документальной информации. Энергоаудит следует разделить на 2 этапа: предварительный и основной. Предварительный этап служит для составления программы энергоаудита. На этом этапе определяются основные характеристики обследуемого предприятия (организационная структура, характеристики зданий, ассортимент выпускаемой продукции, состав потребленных энергоресурсов, тарифы на энергоресурсы, установленные мощности, основные потребители по видам энергоресурсов, наличие средств учета и т.д.). На предварительном этапе участвует и обследуемое предприятие. При этом оно представляет информацию согласно опросным листам.

В конце предварительного этапа составляется программа основного этапа энергоаудита. На всем протяжении энергоаудита производится сбор информации в соответствии с разработанной программой. Источниками информации являются: беседы и анкетирование руководства и технического персонала; схемы электроснабжения и учета энергоресурсов; отчетная документация по коммерческому и техническому учету; суточные, недельные и месячные графики нагрузки; данные по объему произведенной продукции, ценам и тарифам; техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (режимные карты, регламенты и т.д.) и др.

Информация предприятием представляется не менее чем за 24 последних месяца.

Инструментальное обследование. Оно проводится для восполнения информации, недостающей для оценки эффективности энергоиспользования или при возникновении сомнения в достоверности представленной информации.

Для проведения инструментального обследования применяются стационарные и переносные специализированные приборы.

При инструментальном обследовании предприятие делится на системы или объекты, которые подлежат комплексному обследованию.

Система энергоснабжения предприятия включает:

- сооружения и установки, обеспечивающие прием, трансформацию и аккумуляцию энергоресурсов и энергоносителей от районных или объединенных энергоснабжающих предприятий;
- энергетические станции и установки предприятия для централизованной выработки остальных необходимых предприятию энергоресурсов и энергоносителей, их трансформации и аккумуляции (котельные, насосные, компрессорные станции и др.);
- утилизационные установки и станции, производящие энергоносители за счет использования вторичных энергоресурсов (ВЭР);
- трубопроводные и иные подсистемы, обеспечивающие транспортировку к потребителям предприятия и распределение между ними энергоносителей и энергоресурсов.

Энергетические процессы на предприятиях могут быть разделены на силовые (приводы насосов, вентиляторов, компрессоров и т.д.), тепловые, электрохимические, электрофизические, освещение.

Обработка и анализ полученной информации. Информация, полученная из документов или путем инструментального обследования, является исходным материалом для анализа эффективности энергоиспользования. Методы обработки и анализа энергоэффективности зависят от вида оборудования и обследуемого процесса, типа и отраслевой принадлежности предприятия. Методы делятся на физические и финансово-экономические.

Физический анализ оперирует физическими (натуральными) величинами и имеет целью определение характеристик эффективности энергоиспользования. Он включает: определение состава анализируемых объектов; распределение всей потребляемой объектами энергии по отдельными видами энергоресурсов; определение для каждого объекта факторов, влияющих на потребление энергии (например, для технологического оборудования – выпуск продукции); вычисление удельного энергопотребления, являющегося отношением энергопотребления к выпуску продукции; сравнение полученного удельного энергопотребления с нормативными значениями; определение прямых потерь за счет утечек, недогрузки, простоев и т.д.; выявление наиболее неблагоприятных объектов с точки зрения эффективности энергоиспользования.

Финансово-экономический анализ проводят параллельно с физическим, он имеет цель придать экономическое обоснование выводам, полученным на основании физического анализа.

Разработка рекомендаций по энергосбережению. Для предприятий различных отраслей промышленности формируется базы конкретных методов энергосбережения.

При разработке рекомендаций необходимо:

- 1) определить техническую суть предлагаемого усовершенствования и принципы получения экономии;
- 2) определить потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;
- 3) определить состав оборудования и затраты на его приобретение и пуск;
- 4) определить возможные побочные эффекты от внедрения рекомендаций и оценить общий экономический эффект, оценить срок окупаемости.

Рекомендации классифицируют по трем критериям:

- беззатратные и низкзатратные – осуществляемые в порядке текущей деятельности предприятия;
- средnezатратные – осуществляемые за счет собственных средств предприятия;
- высокзатратные – требующие дополнительных инвестиций (заемных средств).

Оформление отчета. Отчет должен содержать описательную и аналитическую части. В описательной части представляется информация об обследуемом предприятии, имеющая отношение к вопросам энергоиспользования, а также общая характеристика предприятия.

В процессе энергообследования очень важным является экспертиза договора с энергоснабжающей организацией и субабонентами на пользование электрической и тепловой энергией, а также проверка правильности взимания платы за потребленные энергоресурсы.

В аналитической части приводится физический и финансово-экономический анализ эффективности энергоиспользования, описываются энергосберегающие рекомендации и порядок их выполнения. Сводная таблица энергосберегающих рекомендаций выносится в начало или конец отчета и оформляется в виде общего резюме по работе.

Общее руководство и координацию работ по проведению энергетического обследования в регионе осуществляет Управление Госэнергонадзора.

Право на проведение энергетических обследований предприятий и организаций на территории региона имеют Управления Госэнергонадзора и организации, которые удовлетворяют следующим требованиям:

- обладают правами юридического лица;
- имеют необходимое инструментальное, приборное и методическое обеспечение;
- располагают квалифицированным и аттестованным персоналом;
- имеют опыт выполнения работ в этой области;
- имеют лицензию Минтопэнерго России на проведение энергетических обследований;
- имеют аккредитацию Управления Госэнергонадзора.

Проведение энергетических обследований должен выполнять специально подготовленный персонал. Лица, привлекаемые к обследованию должны:

- иметь высшее профессиональное образование или ученую степень по специальности или направлению, соответствующему проводимой работе;
- пройти специальное обучение по программе энергетических обследований, утвержденной Управлением Госэнергонадзора. Обучение проводится организациями, имеющими лицензию на это вид деятельности и обладающими правом выдавать документ об обучении государственного образца;
- пройти стажировку в составе опытной бригады экспертов;
- периодически (1 раз в год) проходить проверку знаний Правил техники безопасности при эксплуатации, других нормативных документов;
- пройти медицинское освидетельствование.

Персональный состав бригады экспертов, их работоспособность, квалификация и независимость существенно определяют качество результата обследования.

Документы, регламентирующие порядок проведения энергетических обследований

При проведении энергетических обследований следует руководствоваться следующими документами:

- Федеральным законом РФ «Об энергосбережении»;
- Постановлением Правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбережению»;
- региональным Законом об энергосбережении;

- Правилами проведения энергетических обследований организаций, утвержденными Минтопэнерго 25.03.98 г.;
- договором на проведение энергетического обследования предприятия (организации);
- техническим заданием (программой) на проведение обследования;
- Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями;
- иными нормативно-правовыми документами, техническими материалами, инструкциями, методиками.

Формы и задачи обследований

Технология энергетического обследования в значительной степени определяется формой обследования и задачами, которые перед ним ставятся.

В зависимости от того, какая из задач (или их совокупность) должна быть решена в результате обследования, составляется программа его проведения. В этом плане весьма полезна «универсальная схема организации энергетических обследований» (схема).

Методика, порядок и условия безопасности проводимого обследования в каждом конкретном случае основываются на заводских инструкциях по эксплуатации, утвержденных регламентах, действующих Правилах, руководящих указаниях.

Энергетический паспорт – нормативный документ, обязательный для объектов производственного назначения вне зависимости от форм собственности и составляется сроком на 5 лет.

По ГОСТ Р51379-99 область применения энергетического паспорта определяется нормативными правовыми аспектами исполнительной власти РФ и субъектов РФ.

Разработку и ведение паспорта обеспечивает потребитель ТЭР, методические рекомендации по заполнению и ведению паспорта разрабатывают энергоаудиторы и согласовывают с Энергонадзором.

Паспорт составляют:

- само предприятие (собственное внутреннее обследование);
- энергоаудиторская организация, работающая по контракту;
- органы Госэнергонадзора.

Ответственность за достоверность данных несут лица, проводившие энергетическое обследование и администрация предприятия.

Энергетический паспорт состоит из форм паспорта и расчетно-пояснительной записки.

Формы паспорта (приложения к ГОСТ Р51379-99) содержат общие сведения о потребителе (формы в приложениях А, Б), сведения об основных фондах энергоносителей и их характеристиках (формы в приложениях Ц, Г, Д, Ж, И, Т), топливно-энергетические балансы (формы в приложениях К, Л, М, Н, Ц, Р, С, У,Ф), удельные расходы энергоносителей (форма в приложении Х), мероприятия по экономии энергоресурсов (форма в приложении Ц).

Энергетический паспорт разрабатывается по результатам углубленного обследования энергохозяйства предприятия.

Методика углубленного обследования предполагает:

- сбор статистической информации и сведений о потреблении энергоресурсов за предыдущий и текущий год;
- анализ статистической информации функционирования различных систем энергоснабжения, энергобаланса предприятия и определение приоритетных направлений энергоаудита;
- разработку мероприятий и технических решений по повышению эффективности работы, отдельного энергетического оборудования и системы энергоснабжения в целом;
- оценку экономической эффективности предлагаемых мероприятий.

Основой энергетического паспорта является баланс тепловой, электрической энергии и топлива.

Энергобаланс – это структура поступления и потребления энергоресурсов на предприятии.

По способу разработки энергобалансы делятся на:

- *опытные* – составленные по замерам параметров и расходов;
- *расчетные* – на основании расчета нормативного энергопотребления;
- *опытно-расчетные* – составленные на основании и замеров, и расчетов.

Энергобалансы позволяют определять эффективность энергоиспользования, т.е. рассчитать КПД основных технологических процессов и установок; коэффициенты полезного использования (КПИ) по отдельным видам и параметров энергоносителей; удельные (фактические) расходы энергоносителей по отдельным видам выпускаемой продукции, которые могут быть рассчитаны для отдельного агрегата или технологического процесса, для цеха, для предприятия или завода в целом. Значения полученных удельных расходов сравниваются с нормативными, которые могут быть заданы, рассчитаны или взяты по данным родственных предприятий (отечественных и зарубежных).

По энергобалансам могут быть определены прямые потери энергоносителей за счет утечек, недогрузок, простоев, неправильной эксплуатации и других выявленных нарушений.

Существует банк данных по энергосберегающим мероприятиям, он включает более 5,5 тысяч таких мероприятий.

Все рекомендации сводятся в одну таблицу, в которой они располагаются по категориям, а внутри категорий – в порядке понижения их экономической эффективности.

Расчетно-пояснительная записка энергетического паспорта должна содержать реферат, введение, анализ исходной информации, энергобалансы, разработку энергосберегающих мероприятий.

Пояснительная записка должна быть краткой и конкретной, материалы обследования следует выносить в приложения в виде таблиц и круговых диаграмм.

Тема 7

Приборное обеспечение энергоаудита.

Типовые объекты, задачи и специфика диагностических измерений в организациях. Методы и средства измерений. Выбор средств измерений для оценки параметров тепловых и электрических систем, расхода жидкостей, скорости потоков воздуха, температуры, освещенности и др. Характеристики и принципы работы приборов учета тепловой энергии и горячего водоснабжения.

В настоящее время для учета потребления воды, пара и для контроля их параметров выпускается много приборов: расходомеров и счетчиков воды и пара, датчиков давления и термопреобразователей. Все они позволяют в полном объеме решить вопрос учета на любом предприятии.

Счетчики предназначены для измерения массы (объема), параметров теплоносителя (давления, температуры) и расчета количества тепловой энергии у производителя или потребителя (промышленные предприятия, жилые кварталы и отдельные здания – жилые, социально-бытового назначения, сельскохозяйственные и т.д.) в открытых и закрытых системах теплоснабжения.

При измерениях, связанных с учетом количества вещества, важнейшими исходными понятиями являются *расход* и *количество вещества*.

Количество вещества можно измерять либо в единицах массы, либо в единицах объема.

Расход – это количество вещества, протекающего через сечение трубопровода в единицу времени.

В соответствии с выбранными единицами может производиться измерение либо массового, либо объемного расхода.

Единицы массы дают более полные сведения о количестве или расходе вещества, чем единицы объема, так как объем вещества, особенно газов, зависит от давления и температуры.

При измерении объемных расходов газов для получения сопоставимых значений результаты измерений приводят к определенным (так называемым нормальным) условиям.

Для жидкостей изменение давления в меньшей степени сказывается на точности результатов, что в ряде случаев позволяет обойтись прямыми измерениями.

Прибор для измерения расхода вещества, называется *расходомером*, а прибор для измерения количества вещества – *счетчиком*. В каждом конкретном случае к этим терминам следует добавлять наименование контролируемой среды, например: водосчетчик, теплосчетчик, счетчик пара.

Для измерения расхода жидкости и газа используют следующие разновидности расходомеров:

1. Переменного перепада давления с сужающими устройствами (относятся к общей группе расходомеров переменного перепада).

2. Постоянного перепада давления (относятся к общей группе расходомеров обтекания).
3. Тахометрические.
4. Электромагнитные.
5. Ультразвуковые.
6. Вихреакустические.

Принцип действия, уравнение измерения.

1. Метод измерения расхода по перепаду давления в сужающем устройстве основан на зависимости перепада давления в сужающем устройстве, устанавливаемом в трубопроводе, от расхода измеряемой среды. Рассматриваемый принцип измерения заключается в том, что при протекании потока через отверстие сужающего устройства повышается скорость потока по сравнению со скоростью до сужения. Увеличение скорости, а следовательно, и кинетической энергии вызывает уменьшение потенциальной энергии и соответственно статистического давления. Расход может быть определен по перепаду давления $\Delta p = f(Q)$. Использование рассматриваемого метода измерения требует выполнения определенных условий:

- 1) характер движения потока до и после сужающего устройства должен быть турбулентным и стационарным;
- 2) поток должен заполнять все сечение трубопровода;
- 3) фазовое состояние потока не должно изменяться при его течении через сужающее устройство;
- 4) во внутренней полости трубопровода до и после сужающего устройства не образуются осадки и другие виды загрязнений;
- 5) на поверхности сужающего устройства не образуются отложения, изменяющие его геометрию;
- 6) пар является перегретым, при этом для него справедливы все положения, касающиеся измерения расхода газа.

В качестве сужающих устройств для измерения расхода жидкостей, газов и пара диафрагмы, сопла и значительно реже сопла Вентури.

Между расходом и перепадом давления в сужающем устройстве существует определенная квадратичная зависимость, что позволяет дифманометры, измеряющие перепад давления Δp , градуировать в единицах расхода. Недостатком метода является суженный диапазон измерения каждого конкретного расходомера, охватывающий обычно интервал 30-100% максимального измеряемого расхода $Q_{в.п.}$.

2. Для измерения небольших расходов жидкостей или газов в вертикальных трубопроводах применяют расходомеры постоянного перепада давления, так называемые ротаметры. В простейшем виде ротаметр представляет стеклянную (или металлическую для повышенных давлений) конусную трубку. В трубку помещают поплавки специальной формы. При протекании жидкости или газа поплавки вращаются и центрируются в потоке. При изме-

нении расхода поплавков смещается по вертикали, что позволяет установить зависимость между положением поплавка и расходом.

3. Тахометрическими называются расходомеры, в которых скорость движения рабочего тела пропорциональна объемному расходу измеряемой среды. В большинстве случаев рабочее тело – преобразователь расхода (турбинка, шарик и т.п.) – под воздействием потока вращается. В зависимости от устройства тахометрические расходомеры подразделяются на турбинные, шариковые и камерные.

Тахометрические преобразователи расхода могут использоваться как в счетчиках количества вещества, так и в расходомерах. В счетчиках преобразователь расхода (например, турбинка) связан со счетным механизмом. В расходомерах вращение рабочего тела преобразуется в электрический сигнал, измеряемый затем показывающим прибором. Тахометрические приборы измеряют объемные расходы. При необходимости измерения массовых расходов они должны снабжаться плотномерами и измерительными устройствами.

Турбинные расходомеры применяются для измерения расхода различных жидкостей, за исключением очень вязких и загрязненных.

Достоинством турбинных расходомеров является возможность измерения расходов в широком диапазоне (от $5 \cdot 10^{-9}$ до $2 \text{ м}^3/\text{сек}$) на трубопроводах диаметром до 750 мм, при больших давлениях и температурах. Кроме того, такие расходомеры обладают малой инерционностью.

Однако турбинные расходомеры имеют и недостатки, ограничивающие их применение: влияние вязкости контролируемой среды, износ опор (недопустимо измерение жидкости, содержащей взвешенные частицы).

Шариковыми называются тахометрические расходомеры, в которых предварительно закрученным потоком воды разгоняется шарик по специальной плоскости. Скорость вращения шарика пропорциональна расходу. Шарик изготавливается из резины с ферромагнитными включениями. Датчики, установленные на корпусе расходомера, вырабатывают импульсы во время прохождения мимо них шарика. Частота импульсов преобразователя связана со скоростью соотношением $f = \frac{V_{\text{шара}}}{2\pi r}$, где r – радиус вращения центра шара.

Для обеспечения однозначной зависимости между f и объемным расходом Q надо иметь постоянство S . Этот коэффициент меньше всего изменяется в области значений чисел Рейнольдса от 103 до 105, поэтому шариковые расходомеры проектируются для работы в этом диапазоне. Кроме того, для уменьшения скольжения масса шарика делается по возможности малой.

Из-за отсутствия опор у подвижного элемента расходомеры могут использоваться на жидкостях с твердыми включениями ограниченной крупности. Диапазон измерения шариковых расходомеров обычно равен 20-100% от $Q_{\text{в.п.}}$, а приведенная погрешность обычно равна $\pm 1,5\%$.

4. Принцип действия электромагнитных расходомеров основан на законе электромагнитной индукции, в соответствии с которым в электропроводной жидкости, пересекающей электромагнитное поле, индуцируется ЭДС, про-

порциональная скорости движения жидкости. Серийные электромагнитные расходомеры предназначены для измерения расхода жидкостей с электропроводностью не менее 10^{-3} См/м (соответствует электропроводности водопроводной воды). Имеются специальные расходомеры, позволяющие измерять расход жидкостей с электропроводностью до 10^{-5} См/м.

Корпус первичного преобразователя изготовлен из немагнитного материала и расположен между полюсами магнита. Через стенку трубы изолированно от нее введены электроды, находящиеся в электрическом контакте с жидкостью. Силовые линии магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости, проходящей через ось трубы и линию электродов.

В соответствии с законом электромагнитной индукции при осесимметричном профиле скоростей в жидкости между электродами будет наводиться ЭДС $E=BDw$, где B – индукция магнитного поля, w – средняя скорость жидкости, D – длина жидкого проводника, равная диаметру трубы.

Учитывая, что $Q_0 = \frac{2\pi D}{4}$, получаем $E=4BQ_0/(\pi D)$. Отсюда следует, что ЭДС прямо пропорциональна измеряемому объемному расходу.

5. Ультразвуковой метод измерения расхода основан на зависимости скорости ультразвука относительно трубы от скорости потока. На практике применяют время-импульсный, частотный и фазовый методы измерения. Каждый из методов имеет свои недостатки и преимущества, но наибольшее распространение получил фазовый метод измерения расхода. Суть его в следующем: при изменении скорости потока время прохождения ультразвукового импульса между датчиками уменьшается или увеличивается, в зависимости от того, направлен этот импульс по потоку или против потока. Зная время прохождения импульса в неподвижной среде и время прохождения в потоке, можно вычислить по разности $\Delta\tau$ скорость потока, а следовательно, и расход.

6. Вихреакустический метод измерения основан на преобразовании частоты отрыва вихревой дорожки (так называемой дорожки Кармана), образующейся за установленным в потоке телом обтекания, в частоту электрического сигнала. Конструктивно расходомер выполнен в виде двух мощных ферритовых магнитов, между которыми расположено тело обтекания, а за ним, в зоне возникновения вихрей, расположен электрод. В вихревом потоке жидкости, под воздействием магнитного поля, образуется ЭДС с частотой, пропорциональной объемному расходу жидкости. ЭДС снимается сигнальным электродом и после усиления преобразуется микропроцессором в весовой электрический сигнал, каждый импульс которого соответствует долям литра согласно индивидуальной весовой характеристике.

Основные параметры счетчиков и расходомеров

Применяемые на практике счетчики для расхода жидкости характеризуются следующими параметрами:

1. Условным диаметром, т.е. внутренним диаметром счетчика, взятым из линейки диаметров, принятых для счетчиков.

2. Пределом чувствительности, т.е. наименьшим расходом, при котором счетчик начинает давать показания.

3. Наименьшим, переходным, нормальным и наибольшим расходом, величины которых назначают, исходя из условий требуемой точности измерений и конструктивных особенностей счетчика.

4. Областью учета или перекрытием, т.е. отношением наибольшего расхода к наименьшему для данного счетчика.

5. Потерей напора, вызываемого счетчиком при пропуске расчетного расхода.

6. Габаритными размерами счетчика.

7. Величинами прямых участков трубопровода перед счетчиком и после него, необходимыми для обеспечения требуемой точности измерения.

Расходомеры, не имеющие блока индикации измеренного объема, называют преобразователи расхода, так как они преобразуют величину расхода жидкости в выходной частотный сигнал, строго пропорциональный расходу. Полученный сигнал можно использовать в качестве информационного в теплосчетчике, либо в какой-нибудь замкнутой технологической цепочке.

Теплосчетчики

Рассмотренные выше расходомеры и счетчики предназначены для объемного измерения и учета жидкости или газа. Для *массового* учета и измерения они должны быть дополнительно оснащены датчиками давления и вычислителями. Для учета *количества теплоты* должны дополнительно применяться термометры сопротивления или термопреобразователи. Таким образом, теплосчетчик состоит из:

- преобразователей расхода (счетчиков или расходомеров, имеющих электрический сигнал, пропорциональный расходу);
- датчиков давления;
- термопреобразователей;
- вычислителя, который собирает информацию со всех датчиков, обрабатывает в соответствии с заложенной программой и хранит в своей памяти.

В настоящее время насчитывается более 200 типов тепло- и водосчетчиков российского и зарубежного производства. Широко применяются крыльчатые водосчетчики с диаметром условного прохода от 15 до 40 мм и турбинные с условным диаметром от 50 до 250 мм.

Счетчики типа ВСХ работают в диапазоне температур от 5 до 50 °С (холодная вода), а счетчики типа ВСГ в диапазоне температур от 5 до 150 °С (горячая вода). Счетчики типа ВСГ могут работать и на холодной воде, так как конструктивное выполнение их одинаково, однако применен более качественный и термостойкий материал. Кроме этих счетчиков применяются счетчики типа ВСТ. Отличие этого счетчика от предыдущих в том, что он имеет герконовый выход, то есть контакт, который замыкается при протекании через счетчик определенного числа литров жидкости. Этот тип счетчика пригоден для применения в качестве первичного датчика в теплосчетчике, либо автоматизированной системе сбора информации о количестве протекшей через теплосчетчик жидкости.

Все водосчетчики имеют определенные параметры расхода, которые необходимо учитывать при выборе водосчетчика.

Для счетчиков ВСХ, ВСГ и ВСТ под наименьшим расходом G_{\min} понимается расход, на котором счетчик имеет относительную погрешность 5 % и ниже которого относительная погрешность не нормируется.

Под переходным расходом G_t понимается расход, на котором счетчик имеет погрешность 2%, а ниже которого 5%.

Под номинальным расходом $G_{\text{ном}}$ понимается расход, равный половине максимального, при котором счетчик может работать в течение длительного времени.

Под наибольшим расходом G_{\max} понимается расход, при котором счетчик может работать не более 1 часа в сутки.

Под эксплуатационным расходом $G_{\text{э}}$ понимается расход, при котором счетчик может работать непрерывно в течение срока службы.

Под порогом чувствительности понимается расход, при котором крыльчатка или турбинка приходит в непрерывное вращение.

Обзор существующих методов и типов средств измерений ТЭР

Средства автоматизации нижнего (полевого), среднего (контроллерного) уровней составляют значительную часть технического обеспечения системы. Стоимость приборов в общем случае может составлять до 60 % от затрат на организацию узлов учета энергоносителей, поэтому правильный выбор технических средств в значительной степени влияет на эффективность проекта и на принятие решения о его реализации.

При любых вариантах приходится решать задачу минимизации стоимости приборов при сохранении их потребительских свойств в условиях определенных ограничений их применения. В подавляющем большинстве случаев наиболее сложной и затратной составляющей этой задачи является выбор преобразователя расхода (массы) подлежащих учету сред.

Определенную роль здесь играют такие факторы, как освоенность приборов, опыт их внедрения, связи с поставщиками, наличие сертификата на применение в системах коммерческого учета и возможности их работы в составе теплосчетчиков, технической базы для их ремонта, поверки, обслуживания и т.д.

К условиям, ограничивающим применение приборов, часто можно отнести:

- отсутствие необходимых прямых участков трубопроводов;
- недопустимые потери давления, создаваемые датчиком расхода;
- несоответствие технических характеристик приборов параметрам контролируемой среды и внешними условиями эксплуатации.

В настоящее время отечественные и зарубежные фирмы выпускают широкую гамму приборов по учету тепла и энергоносителей.

В таблице приведены краткие сведения о приборах, наиболее часто применяемых, которые имеют неплохую перспективу быть востребованными в ближайшем будущем.

Как видно из таблицы 1 самым простым и доступным способом измерять расход потребляемой горячей и холодной воды является использование водосчетчиков воды. Они имеют межповерочный интервал 4-5 лет в зависи-

мости от диаметра, просты в обслуживании, но частые отказы в работе из-за забивания, а также относительно большие потери давления, которые они создают (до 0,1 МПа), ограничивают их применение с учетом фильтров.

Указанных недостатков лишены электромагнитные, ультразвуковые и вихревые расходомеры.

Достоинством электромагнитных расходомеров является высокая точность, небольшие прямолинейные участки для их установки, широкий динамический диапазон измерения, минимальные потери давления, простота монтажа.

Несмотря на относительно высокую стоимость, эти расходомеры с условным диаметром 25-100 мм широко используются в стесненных условиях тепловых пунктов и измерительных камер. Из отечественных расходомеров хорошо себя зарекомендовали приборы типа «Взлет-ЭР» фирмы ЗАО «Взлет», г. Санкт-Петербург. Высокая надежность, обусловленная применением современной импортной базы, различные исполнения (моноблок, разделительная, встроенная индикация), широкие услуги по комплектации измерительных участков арматурой, фланцами, переходами, высокий уровень сервисного обслуживания и технического сопровождения продукции делают эти приборы наиболее привлекательными для использования потенциальными заказчиками.

Следует отметить, что большинство предприятий-изготовителей приборов данного принципа действия в своих разработках используют последние достижения в области системотехники и повышения функциональных возможностей. Как всегда, высоко котируются индукционные расходомеры фирмы «Aswega», г. Таллин, хотя по цене они значительно дороже отечественных, но имеют исполнения на Ду 300.

Приборное обеспечение энергоаудита.

При проведении энергоаудита встает необходимость выполнения измерений для подтверждения имеющейся информации о параметрах энергоустановок для получения данных об их характеристиках, для составления энергетических балансов. Приборы, используемые при выполнении энергоаудита, должны отвечать следующим основным требованиям, накладываемым условиями и спецификой проводимой работы:

- компактность,
- переносное исполнение,
- универсальность (возможность решения как можно большего количества задач с помощью одного прибора),
- надежность в работе,
- удобство монтажа и простота при выполнении измерений,
- защищенность от внешних воздействий, устойчивость к повреждениям,
- автономное питание,
- минимальные требования к обслуживанию в процессе эксплуатации.

Энергоустановки отличаются по виду используемых энергоресурсов, по способам преобразования энергии, однако практикой энергоаудитов определен некоторый стандартный набор приборов, которые применяются наиболее

часто: ультразвуковые расходомеры; контактные и инфракрасные термометры, газоанализаторы, анализаторы энергопотребления, анемометры, дифференциальные термометры, накопители данных.

Тема 8

Энергосбережение в системе образования.

Оплата энергоносителей и кредиторская задолженность. Информационно-аналитическая система «Учет и контроль потребления ТЭР». Энергоэффективность образовательных учреждений.

План энергетического обследования высшего учебного заведения

1. Сбор информации об объекте.
 - 1.1. Общие сведения о ВУЗе. Структура, численность студентов, преподавателей, научных сотрудников, служащих и учебно-вспомогательного персонала. Сведения об объемах научных исследований, энергоемкости учебных лабораторий. Сведения об объеме отапливаемых зданий, числе студентов, проживающих в общежитиях. Сведения о средней температуре воздуха в отопительном сезоне и числе суток отопительного сезона.
 - 1.2. Сведения об энергопотреблении, тарифах и финансовых затратах на энергоресурсы (тепловая энергия, электроэнергия, вода, газ, нефтепродукты, уголь).
 - 1.3. Сведения об источниках энергоснабжения и параметрах энергоносителей.
 - 1.4. Сведения об электроустановках.
 - 1.5. Сведения о теплотребляющем оборудовании.
 - 1.6. Сведения о системе горячего водоснабжения.
 - 1.7. Техническое состояние и укомплектованность тепловых пунктов.
 - 1.8. Сведения о приточно-вытяжной вентиляции.
 - 1.9. Состояние строительных конструкций отапливаемых зданий и сооружений, степень утепления.
 - 1.10. Техническое состояние и работоспособность энергопотребляющего оборудования.
 - 1.11. Техническое состояние трубопроводов, теплоизоляции, запорной арматуры.
 - 1.12. Системы освещения (внутренние и наружные).
 - 1.13. Система учета энергоресурсов.
 - 1.14. Наличие и качество технической документации на энергопотребляющее оборудование (паспорта, инструкции по эксплуатации и др.).
 - 1.15. Характеристики персонала энергетических служб.
2. Информация по потребляемым энергоресурсам с распределением по направлениям потребления.
 - 2.1. Электроэнергия: технологическая, силовая, освещение, потери в сетях;

- 2.2. Тепловая энергия – пар, горячая вода: технологическая, отопление, вентиляция и теплозащита зданий, потери в сетях;
- 2.3. Вода и канализация; газ, нефтепродукты, уголь и другие виды топлива;
- 2.4. Прямые потери энергоресурсов и их причины.
- 2.5. Затраты на энергоресурсы.
- 2.6. Определение нормативов и лимитов.

3. Энергосберегающие мероприятия.

Энергосберегающие мероприятия разрабатываются с целью снижения энергопотребления и снижения затрат на потребляемые энергоресурсы. При разработке энергосберегающих мероприятий необходимо:

- 3.1. Сформулировать техническую сущность предлагаемого мероприятия и принцип получения экономии.
- 3.2. Определить потенциал энергосбережения в физическом и денежном выражениях при разных сценариях энергосбережения.
- 3.3. Оценить общий экономический эффект; сделать прогноз потребления энергоресурсов.
- 3.4. Рекомендуемые мероприятия следует ориентировать на три группы:

организационные (малозатратные) – осуществляемые в порядке текущей деятельности предприятия;

технологические (среднезатратные) – осуществляемые, как правило, за счет собственных средств предприятия;

инвестиционные (высокозатратные) – требующие дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

Работа выполняется в четыре этапа.

I этап – предварительный

Формирование, сбор опросных листов в энергослужбе и отделах. Сверка опросных листов в Госэнергонадзоре. Визуальный осмотр энергоустановок и оборудования. Составление программы обследования и ее согласование.

II этап – документальный

Анализ договоров с энергоснабжающими организациями и уставных взаимоотношений между подразделениями. Анализ договоров с субабонентами. Анализ составляющих затрат на электроэнергию, тепловую энергию и другие энергоресурсы в себестоимости работ и услуг организации.

III этап – приборный

Проверка качества поступающих энергоресурсов, контроль состояния систем учета количества электроэнергии, тепла, воды, газа, качества энергоресурсов. Проведение инструментальных измерений теплозащиты зданий, сооружений и тепловых сетей. Составление и анализ топливно-энергетического баланса.

IV этап – заключительный

Системный анализ состояния энергохозяйства. Разработка плана мероприятий по экономии энергоресурсов. Разработка предложений по оптимиза-

ции режимов энергопотребления, автоматизации, подготовке кадров. Разработка прогнозов энергопотребления при разных сценариях энергосбережения. Разработка предложений по нормированию энергопотребления и удельному расходу энергоресурсов для данной категории объектов, расчет лимитов энергопотребления. Разработка мероприятий по совершенствованию учета всех видов ресурсов. Динамика изменения лимитов по мере реализации энергосберегающих мероприятий. Разработка коммерческих предложений по реализации энергосберегающих мероприятий.

Для программы энергосбережения высшего учебного заведения система индикаторов (показателей) энергоэффективности может выглядеть так:

1. Доля энергетических расходов в бюджете учреждения, %.
2. Удельный расход электроэнергии на 1 студента (сотрудника), кВт·ч/чел·год.
3. Удельный расход тепловой энергии на 1 студента (сотрудника), ккал/чел·год.
4. Удельный расход воды на 1 студента (сотрудника), м³/чел·год.
5. Доля инженерных систем, оснащенных приборами учета, %.
6. Доля электроэнергии, используемой для учебно-научно-производственных целей, %.
7. Доля тепловой энергии, используемой для учебно-научно-производственных целей, %.
8. Расчетные потери электроэнергии в сетях, %.
9. Расчетные потери тепловой энергии в сетях, %.
10. Расчетные потери воды в сетях, %.
11. Утвержденные лимиты на энергоресурсы и проведение энергетического обследования.
12. Объем затрат на усиление теплозащиты зданий, тыс. руб.

Абсолютные значения индикаторов позволяет сравнивать эффективность энергосбережения в организациях со сходными производственными процессами. Динамика изменения индикаторов за некоторый промежуток времени позволяет сделать выводы об эффективности энергосберегающих мероприятий.

Энергосберегающие мероприятия в образовательных учреждениях

1. Применение воздушного отопления
2. Газовоздушное лучистое отопление
3. Устройство воздушных завес при входе в здание и у открытых проемов в наружных ограждениях
4. Перевод систем вентиляции на режим низкотемпературного нагрева приточного воздуха в секции орошения
5. Испарительный метод нагрева приточного воздуха горячей водой в оросительной камере кондиционера с использованием тепловой энергии обратной линии теплоснабжения
6. Использование тепла вентиляционных выбросов в воздушно-тепловой завесе
7. Применение вращающихся воздушно-воздушных утилизаторов тепла

8. Сокращение теплопотерь здания усилением его теплозащиты:
- уплотнение щелей и неплотностей оконных и дверных проемов;
 - установка окон с повышенными теплозащитными характеристиками;
 - установка в окнах теплового зеркала или «комфорт-экрана»;
 - дополнительная тепловая изоляция наружных стен, перекрытий верхнего этажа и пола первого этажа;
 - увеличение теплоотдачи нагревательных приборов систем отопления;
 - обеспечение оптимального (расчетного) режима работы системы отопления;
 - оснащение тепловых пунктов (узлов регулирования) схемами и устройствами автоматического регулирования;
 - замена кожухотрубных теплообменников тепловых пунктах на пластинчатые.

Тема 9

Энергетические обследования объектов теплоэнергетики.

Особенности энергетических обследований котельных и ТЭС. Оптимизация энергетического баланса. Энергосбережение в промышленных котельных; Методика разработки баланса котельно-печного топлива на основе расчетных и расчетно-опытных методов. Анализ расходной части баланса. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей.

Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках.

Как правило, объектом проводимого обследования является не только котельная, а локальная система теплоснабжения, одним из основных элементов которой является котельная – источник тепла. Поскольку тепло (в отличие от электроэнергии) не транспортируется на дальние расстояния, можно легко очертить границу потребляющего топлива (уголь, мазут, газ или электроэнергию) объекта, в пределах которой тепло производится, транспортируется и потребляется.

Цели и задачи обследования котельных – те же, что и для любых других энергопотребляющих предприятий: оценка эффективности использования потребляемых энергоресурсов (на всех стадиях – производства, транспорта и потребления тепла) и определение направлений ее повышения.

Особенности котельных как объекта обследования:

- значительная доля энергоресурсов в суммарном потреблении ресурсов;
- подавляющая доля энергоресурсов в продукции.

По этому случаю показатель эффективности использования энергоресурсов может быть простым и безразмерным – КПД (отношение полезной энергии к затраченной) и для производства, и для транспорта. Используются также несколько «размерных» показателей:

- удельный расход условного топлива на производство тепла в котельном агрегате, кг у.т./Гкал;
- то же для котельной с учетом дополнительно потерь и собственных технологических нужд котельной;
- то же для потребителя тепла с учетом всех потерь в котельной и при транспорте,
- удельный расход условного топлива на полезное потребление тепла;
- удельный расход электроэнергии на производство тепла (в котле, в котельной) и на транспорт тепла (теплоносителя), кВт ч/Гкал.

Направления повышения эффективности использования энергоресурсов и потенциалы по этим направлениям определяются на основе анализа полного энергетического баланса котельной, теплосети или всей системы теплоснабжения. При составлении балансов учитываются все потоки энергоносителей (как полезные, так и потери), анализируются отклонения их расходов и параметров от нормативных значений. К сожалению, лишь немногие параметры замеряются и регистрируются. Хорошо поставлен учет на немногих крупных котельных, но и там больше внимания уделяется «полезным» потокам, в то время как аудиторы интересуются потерями.

Документальный аудит. Особое внимание – расход топлива и качество топлива, - приходные статьи баланса котельной; обязательно отметить источники информации, регулярность получения, достоверность. Практически везде отсутствует учет мгновенного расхода топлива, очень часто учет топлива идет железнодорожными вагонами или составами; из-за периодичности завоза топлива документальный баланс системы теплоснабжения должен охватывать период времени, за который производится примерно 10 поступлений топлива, иногда это может быть только годовой баланс.

При наличии учета произведенного или отпущенного тепла анализируется производство тепла по месяцам, но удельные показатели эффективности использования топлива в системе могут быть определены только для периода с известным потреблением топлива. Если (что встречается довольно часто) учет тепла отсутствует, то удельный расход топлива определяется на единицу отапливаемой площади. Общее правило – все величины, используемые при определении удельных показателей энергетической эффективности должны быть фактическими, замеренными.

Выявление динамики удельных показателей и анализ причин ее. Сопоставление с динамикой фактических температур воздуха за анализируемый период.

Инструментальное обследование систем теплоснабжения дает возможность составить мгновенный материальный и энергетический баланс как системы в целом, так и ее элементов (н-р теплообменников) и групп элементов.

Используемые приборы: газоанализаторы, расходомеры, термометры, манометры. Определение потерь в котлах и диагностика состояния оборудования по результатам замеров. Измерения на технологической схеме котельной, расчет потерь и расходов энергии на собственные нужды. Избыточные измерения и контроль погрешностей измерений.

Косвенные методы; анализ вводно-химического режима котлов и оценка величины продувки паровых котлов.

Нормативные потери и нормативные расходы тепла на собственные нужды. Анализ отклонений фактических и нормативных расходов, выявление причин.

Наиболее распространенные причины перерасходов (нерациональных расходов) энергоресурсов в системах теплоснабжения.

Электроэнергии:

- избыточная производительность дымососов и дутьевых вентиляторов, связанная с неплотностью газовых трактов котлов и с нерациональными режимами работы (с большими избытками воздуха);

- избыточная, по сравнению с необходимой (по мощности присоединенных тепловых потребителей) производительность сетевых насосов, связанная или с неполным развитием системы, или с ее разрегулированностью.

Топлива:

- загрязнения поверхностей нагрева, наружные и внутренние, завышенные температуры уходящих газов и потери тепла с ними;

- сверхнормативные присосы воздуха по газовым трактам котлов, нерациональные режимы работы (с большими избытками воздуха);

- нерациональные топочные режимы и недожег топлива (химический и механический).

Тепла:

- утечки теплоносителей, избыточная продувка в паровых котлах;

- дефекты теплоизоляции элементов котлов, трубопроводов и другого оборудования.

Выбор и оценка эффективности мероприятий, направленных на снижение потерь и нерациональных расходов энергоресурсов. Структура затрат котельных, классификация мероприятий по стоимости реализации, срок окупаемости. Беззатратные и малозатратные мероприятия, их особая роль в снижении потерь энергии и повышении энергетической и экономической эффективности.

Тема 10

Энергосбережение при производстве и распределении электрической энергии.

Энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов аграрно-промышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства; энергосбережение в системах освещения. Качество электрической энергии. Методика разработки баланса электрической энергии. Анализ расходной части баланса. Энергосберегающие мероприятия при использовании электрической энергии.

Одним из основных документов, регламентирующих взаимоотношения потребителей и энергоснабжающих организаций, является договор на поль-

зование электрической энергией. Данный договор является типовым для организаций различных форм собственности и приведен в Правилах пользования электрической и тепловой энергией. Кроме указанного документа, при формировании договора на пользование электрической и тепловой энергией используются также следующие нормативно-правовые документы:

- Правила применения скидок и надбавок к тарифам на электрическую энергию за потребление и генерацию реактивной энергии №42-6/2 В от 08.02.94 г.;

Кроме того, могут быть использованы другие документы, определяющие льготы, штрафные санкции и прочее при расчетах за электрическую и тепловую энергию.

Договор на пользование электрической энергией (ДПЭ) содержит положение о разграничении ответственности и обязательств сторон, а также ряд разделов, вынесенных в Приложение к договору:

- акт разграничения балансовой принадлежности электрических сетей и эксплуатационной ответственности сторон;
- величина отпуска электрической энергии с помесечной разбивкой;
- экономические значения потребления реактивной энергии;
- величина заявленной активной мощности предприятия, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы (для двуставочных потребителей);
- нормы потерь в питающих линиях и силовых трансформаторах для случаев, когда места установки счетчиков коммерческого учета электроэнергии не совпадают с границей раздела балансовой принадлежности.

ДПЭ заключается сроком на очередной календарный год по 31 декабря, вступает в силу со дня его подписания и считается ежегодно продленным, если не менее чем за месяц до окончания срока его действия не последует заявление одной из сторон об отказе от настоящего договора или его пересмотре.

Условия договора могут быть изменены в случае выхода новых нормативно-правовых документов, регламентирующих взаимоотношения потребителей и электроснабжающих организаций. С инициативой о пересмотре договора должна выступать заинтересованная сторона.

В ДПЭ могут быть указаны тарифы на электрическую энергию, утвержденные Региональной энергетической комиссией, для различных категорий потребителей основного абонента: промышленные, непромышленные, население, субабоненты, обобществленный сектор, уличное освещение и пр.

Все величины и нормативы, включенные в договор, должны быть экономически и юридически обоснованы с учетом конкретных условий работы потребителей и электроснабжающих организаций. Несоблюдение нормативно-правовых требований может привести к существенному перерасходу финансово-экономических средств за потребленные энергоресурсы.

Жизнь в современном обществе без электрического освещения немыслима. По мере улучшения экономической ситуации, роста численности населения и расширения круглосуточной деятельности людей, потребление электрической энергии на цели освещения возрастает и становится важнейшим

социальным фактором в жизни общества. Одновременно следует читать то обстоятельство, что производство электроэнергии непосредственно связано с потреблением и переработкой природных ресурсов, как правило, сопряженных с нарушением экологического равновесия в природе, и требует значительных инвестиций. Эти обстоятельства побуждают искать пути снижения потребления и, соответственно, производства электроэнергии. Освещение не только не является исключением, а, пожалуй, выступает одной из потенциально эффективных областей техники для экономии электроэнергии. Тем не менее, недооценка роли освещения как потребителя электроэнергии приводит к конфликту между непосредственной функцией освещения и косвенными, вспомогательными и экологическими факторами, делает внедрение энергоэффективного освещения достаточно сложной задачей. В связи с непрерывным ростом потребления электроэнергии, в том числе на освещение, повышением стоимости и дефицитом топлива, отрицательным влиянием электростанций на окружающую среду, обусловленным выбросами в атмосферу вредных веществ (диоксидов углерода, окислов серы и др.), возрастает социальная значимость программы энергосбережения. Известно, что при выработке 1 кВт·ч электроэнергии на тепловых электростанциях, работающих на угле, в атмосферу выбрасывается около 1 кг CO₂. Благодаря использованию современной энергосберегающей светотехники возможно практически двойное снижение потребления электроэнергии в осветительных установках при улучшении качества освещения.

Общеизвестно, что затраты на улучшение осветительных установок быстро окупаются благодаря высокой эффективности искусственного освещения: снижение утомляемости человека и повышение производительности и качества труда, увеличение эффективности транспортных средств и снижение количества аварий. Усовершенствование освещения в детских заведениях, на рабочих местах учащихся в школе и дома сохраняет здоровье, прежде всего, зрение, детей. Оздоровительное облучение резко снижает заболеваемость населения при эпидемиях. Хорошее освещение имеет исключительно важное значение для обеспечения нормальных условий отдыха и культурного развития людей. Невозможно переоценить эстетическую роль света в архитектуре и градостроительстве.

По мировой статистике российский показатель энергопотребления в сфере освещения – один из самых высоких. При этом состояние внутреннего и наружного освещения в целом по стране не соответствует современным требованиям. Расход электроэнергии на освещение в России по оценкам различных экспертов составляет от 21 до 23 % от общего количества вырабатываемой в стране электроэнергии, является одним из самых больших в сравнении с развитыми странами мира и содержит в себе большой потенциал экономии электроэнергии.

Значительный удельный вес потребления электроэнергии на освещение в России при низком качестве обусловлен тем, что более 15-20 лет в эксплуатации находятся морально и физически устаревшие осветительные приборы, в 70 % которых используются малоэффективные лампы накаливания с низ-

кой световой отдачей. В наружном освещении используются дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ) с низкой световой отдачей и, вследствие этого, повышенной мощностью. Используются светильники преимущественно одного типа светораспределения с повышенными потерями светового потока из-за неудовлетворительной оптики, большими потерями мощности в пускорегулирующем аппарате (ПРА) и низким коэффициентом мощности схем с разрядными лампами (РЛ). В системах освещения не используются системы автоматического управления освещением. Решение проблемы экономии электроэнергии в сфере электрического освещения предполагает переход на использование в технике освещения энергоэкономичных источников света (ИС), высокоэффективных ОП, ПРА и систем управления освещением.

Тема 11

Энергосберегающие мероприятия в промышленности.

Эффективность использования энергии в отраслях ТЭК, энергоемких отраслях промышленности, в том числе в металлургии, промышленности строительных материалов, в химии и нефтехимии, в целлюлозной, бумажной и лесной промышленности, и типовые энергосберегающие мероприятия. Основные направления утилизации вторичных энергетических ресурсов и применяемые для этого устройства. Применение теплообменников-утилизаторов.

Энергосберегающие программы и проекты в промышленности. Технико-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов.

Теплотехнология – совокупность методов преобразования исходных сырья, материалов, полуфабрикатов в заданный товарный продукт на основе изменения теплового состояния вещества. Теплотехнология отдельного вида продукта отражает полную последовательность теплотехнических и других технологических процессов, реализующих производство данной продукции из исходных материалов. Например, теплотехнология стали отражает с той или иной полнотой последовательность теплотехнических и других процессов в пределах всего производственного цикла преобразования железной руды в сталь, начиная с добычи руды, ее обогащения, агломерации и заканчивая заключительным этапом производства перед передачей полученного заданного металла потребителю.

Теплотехнологический процесс – элемент теплотехнологии, включающий в себя совокупность элементарных (теплофизических, физических, химических, механических и др.) процессов, обеспечивающих конкретное, технологически регламентированное тепловое воздействие на сырье, материалы, полуфабрикаты на отдельных этапах производственного цикла.

Примером теплотехнологических процессов являются технологические процессы, реализуемые в промышленных печах. Информационное содержание технологического процесса должно быть достаточным для проведения

всех последующих работ, связанных с созданием, в конечном счете, оборудования, способного реализовать заданный теплотехнологический процесс.

Теплотехнологические процессы занимают одно из ведущих мест в сфере промышленного производства. К их числу относятся разнообразные технологические процессы, реализуемые на основе нагрева, плавления, кипения, охлаждения твердых, жидких, газообразных технологических материалов.

Промышленные установки, реализующие теплотехнологические процессы, формируют техническую базу основных производств в важнейших отраслях народного хозяйства, таких, например, как производство чугуна и стали, цветных металлов, стекла и керамики, многих продуктов химии и нефтехимии, целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности, продукции машиностроения и др.

Промышленный теплотехнологический комплекс включает:

высокотемпературные теплотехнологические системы, основным технологическим звеном которых являются различные промышленные печи, конвертеры, реакторы и другие в том числе новые, высокотемпературные теплотехнологические установки. Одним из отличительных признаков высокотемпературных теплотехнологических установок и систем является непосредственное использование в качестве источника энергии органического топлива, электроэнергии, низкотемпературной плазмы и высокотемпературных теплоносителей от ядерных реакторов (в перспективе). Котельные агрегаты на органическом топливе также можно отнести к высокотемпературным теплотехнологическим установкам;

термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические системы, основным технологическим звеном которых являются сушильные, ректификационные, дистилляционные установки, выпарные и опреснительные станции, вымораживатели, сублимационные установки и другие (в том числе новые) теплотехнологические установки аналогичного технологического назначения. Одной из особенностей этих установок и систем кроме специфики реализуемых процессов является использование в качестве источника теплоты преимущественно промежуточных теплоносителей (водяного пара, нагретых газов, органических теплоносителей и др.).

Промышленный теплотехнологический комплекс является одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов страны. Только одни высокотемпературные системы с основным технологическим звеном – промышленными печами – по уровню прямого потребления органического топлива конкурируют с производством электроэнергии на тепловых электрических станциях страны. Но промышленным печам свойственны КПД топливоиспользования, в 2,5-6 раз меньшие КПД котельных установок ТЭС. И при этом надо подчеркнуть, что многие промышленные печи по принципу организации теплотехнологических процессов аналогичны паровым котлам.

Отмеченное положение в значительной мере является следствием энергетического несовершенства тепловых схем теплотехнологических установок (тепловых схем технологических процессов).

Теплотехнологическим установкам иногда присущи относительно большие объемы различных отходов, а также низкая комплексность использования природного сырья, значительные расходы пресной воды.

Размещение не утилизируемых отвалов и обезвреживание отходов связаны с большими дополнительными затратами.

Исключительно важное значение для промышленного теплотехнологического комплекса приобретают такие поставленные современной практикой проблемы, как экономия энергоресурсов, рациональное использование природного минерального сырья, пресной воды, защита окружающей среды. При этом (и это надо особо подчеркнуть) снижение энергоемкости промышленного производства (проблему энергосбережения) следует рассматривать как особо крупный резерв роста производительности труда, экономного использования природных и трудовых ресурсов.

Основными способами утилизации горячих газов промышленных печей, котельных агрегатов ТЭЦ и электростанций, помимо использования ее для собственных нужд в различных технологических процессах, являются применение теплоиспользующих установок для подогрева воды или воздуха, а также паровых котлов-утилизаторов и газотурбинных установок, встроенных в запечный тракт. Нагрев воды в пределах 130-150 °С и воздуха до 250 °С (при давлении выше атмосферного) может осуществляться уходящими газами в обычных поверхностных теплообменных аппаратах.

В ряде предлагаемых решений утилизация тепловых ВЭР осуществляется параллельно задаче охраны окружающей среды от вредных выбросов производства.

При комплексной утилизации энергии отработанного пара ее целесообразно использовать в первую очередь для целей теплоснабжения потребителей, а во вторую – для выработки электроэнергии на турбинах мягкого пара или с комбинированным питанием. Кроме того, возможно повышение давления отработанного пара в тепловых насосах или трансформаторах, а также использование его в абсорбционных холодильных машинах для производства холода.

Теплота нагретой воды из систем охлаждения может быть использована: в системах водонагрева на ТЭЦ или котельных, для теплоснабжения предприятия и близлежащих сельскохозяйственных потребителей, теплофикации жилых домов, выработки электроэнергии и холода. Причем при выработке электроэнергии и холода должно быть предусмотрено повышение потенциала физической теплоты нагретой воды с помощью тепловых насосов или использование ее в холодильных установках. Кроме нагретой производственной воды из системы охлаждения, предприятия и в особенности жилые районы с различными коммунально-бытовыми службами и предприятиями общепита располагают значительными тепловыми отходами в виде или менее загрязненной сливной бытовой воды с температурой порядка 20-25 °С. Ее теплота теряется безвозвратно, хотя может быть использована с помощью тепловых насосов для получения горячей воды, расходуемой на бытовое теплопотребление.

Как показывает отечественная и мировая практика, наиболее полное и экономически эффективное использование средне- и низкопотенциальных ВЭР промышленного производства осуществимо в первую очередь с помощью тепловых насосов, термокомпрессоров и трансформаторов теплоты.

Тема 12

Энергосберегающие мероприятия на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

Эффективность использования и типовые энергосберегающие мероприятия энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве. Отличие энергосберегающих мероприятий и проектов в промышленности и коммунальном хозяйстве. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания. Технико-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-планы энергосберегающих проектов в коммунальном хозяйстве.

Развитие теплоснабжающих систем (ТСС) нашей страны в предшествующие годы было ориентировано на упрощенные решения с минимальными затратами в ущерб их общей эффективности. Нерациональная структура построения систем, центральное качественное регулирование отпуска тепла, зависимые схемы присоединения потребителей, открытый водозабор, ненадежные теплопроводы, запорно-регулирующая арматура, отсутствие автоматики, регуляторов, регулируемых насосов, приборов учета и измерений обернулись комплексом проблем, связанных с неудовлетворительным уровнем комфорта в зданиях, ненадежностью теплоснабжения, большими потерями тепловой энергии.

Уровни теплопотребления зданий

Теплопотребление зданий в РФ в 3 раза и более превышает достигнутый уровень в зарубежных странах. Это относится как к нагрузке отопления, так и горячего водоснабжения.

По изменению удельного суммарного теплопотребления (на отопление и горячее водоснабжение) зданий, отнесенного к градусосуткам в России и некоторых зарубежных странах за последние 30 лет мы находимся на уровне начала 1980-х гг. европейских стран.

Наибольшей энергоэффективностью отличаются здания, возводимые в Японии. Они имеют самые лучшие характеристики теплопотребления. Это обусловлено островным расположением государства, ограниченностью энергетических ресурсов и уровнем технологий.

Устойчивую тенденцию экономии теплоэнергии имеет Дания. Если в начале 1970-х гг., наряду с Францией, она имела один из самых высоких уровней теплопотребления в Европе, то сейчас быстро приближается к наиболее энергоэффективным странам – Норвегии и Швеции.

Главной причиной, почему в Германии, Франции и Великобритании было наименьшее снижение удельного теплопотребления зданий, является то,

что в этих странах основные усилия направлялись на повышение эффективности производства и транспорта тепла посредством автоматизации и регулирования. Вопросам утепления зданий уделялось меньше внимания. Эти работы были отнесены на следующий этап.

Сравнение показателей, характеризующих теплозащиту зданий, показывает, что даже практическая реализация новых норм с 2000 г. не исключает наличия в России больших возможностей по энергосбережению, которые по отношению к скандинавским странам составляют от 40 до 50 %.

Кроме теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий и климатических условий на объемы теплопотребления большое влияние оказывает эффективность функционирования системы теплоснабжения в целом.

Структура тепловых потерь в теплоснабжающих системах.

Представлена структура тепловых потерь в системах централизованного теплоснабжения и их величины в процентах от количества тепла используемого топлива. В сумме они составляют не менее 60-70 %. Эти потери примерно одинаково распределены по отдельным элементам системы: источники, тепловые сети, тепловые вводы и местные системы теплопотребления зданий. Большая доля сверхнормативных потерь тепловой энергии (12-14 %) обусловлена низкими теплотехническими характеристиками зданий, которые в большей мере соответствуют нормативам, действовавшим до 1985 г., и не отвечают требованиям, предписанным к реализации, начиная с 2000 г. Все остальные потери связаны в основном с морально устаревшими технологиями, физическим износом оборудования и неудовлетворительным уровнем его эксплуатации.

Наряду с потерями тепловой энергии в наших системах велики потери тепловой мощности, достигающие 35-40 %.

Имеющийся в системах теплоснабжения уровень потерь тепловой энергии фактически представляет тот потенциал энергосбережения, большая часть которого, как показала зарубежная практика, может быть реализован уже в настоящее время.

Проблема преобразования теплоснабжающих систем

Изменение социально-экономических условий в нашей стране предъявляет соответствующие требования к теплоснабжающим системам. Основная задача теплоснабжения должна состоять в обеспечении комфортных условий потребителей при минимальных затратах. Это обуславливает необходимость преобразования теплового хозяйства страны. *Определяющими принципами этого преобразования* должны стать:

- удовлетворение требований надежности теплоснабжения
- повышение экономичности систем
- создание автоматизированных систем управления
- применение современных энергоэффективных технологий и оборудования
- снижение экологической нагрузки на окружающую среду
- рациональное сочетание крупных, средних и мелких источников и систем

- увеличение масштабов использования вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии
- реализация потенциала энергосбережения путем сокращения производительных потерь тепла.

Эти принципы должны соблюдаться для всех типов систем, независимо от их мощности, в том числе и для индивидуальных источников, не имеющих тепловых сетей. Их удовлетворение возможно лишь при условии перехода на новые высокоорганизованные автоматизированные технологии эксплуатации, обеспечивающие максимально эффективное использование всех элементов системы. Технически подготовленным и наиболее освоенным для этого способом производства тепловой энергии в настоящее время является централизованное теплоснабжение. Суровые климатические условия, высокая плотность застройки и концентрация тепловых нагрузок обуславливают его перспективность в будущем.

Вообще, деление систем на централизованные и децентрализованные имеет чисто условный характер и, в основном, отражает ведомственные интересы. Фактически же их деление связано с наличием тепловых сетей. Системы, имеющие тепловые сети, по существу, являются системами централизованного теплоснабжения. Децентрализованное теплоснабжение осуществляется от домовых и индивидуальных установок.

Отличительной особенностью рынка тепловой энергии в России на современном этапе является отсутствие значительного роста тепловых нагрузок и наличие большого потенциала энергосбережения. Это создает благоприятные условия для решения проблемы повышения технического уровня теплоснабжающих систем, максимально эффективного использования существующего оборудования и энергосбережения, что позволит без ввода новых мощностей обеспечить прирост тепловых нагрузок, а также закрыть неэффективные мелкие котельные.

Пути преобразования теплоснабжающих систем

Проблема преобразования систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) включает два основных аспекта. Первый связан со структурными общесистемными вопросами построения систем, а второй – с выполнением технических проектов по отдельным ее элементам или направлениям, реализующим общесистемные задачи. Вместе они должны обеспечить максимально эффективное использование преимуществ централизованного теплоснабжения, включая совместную работу источников тепла на единые тепловые сети.

Изменение основных принципов построения систем должны быть ориентированы на создание иерархической структуры формирования СЦТ, резервирование тепловых сетей, их оснащение системами автоматики и регулирования.

Они должны включать формирование подсистем разных уровней: кольцевые магистральные сети, объединяющие ИТ, и разветвленные распределительные сети, соединяющие всех потребителей. Между собой эти подсистеме-

мы разделяются автоматизированными узлами управления, обеспечивающими независимость гидравлических режимов их работы.

Наиболее радикальным и перспективным изменением принципов построения СЦТ является *создание двух-, трехконтурных систем* (рис. 1.26). В таких схемах контуры источников тепла, тепловых сетей и потребителей разделены между собой с помощью теплообменников. Управление каждым контуром осуществляется автоматикой, которая может объединяться в единую систему диспетчерского управления. Эта наиболее совершенная и эффективная схема построения СЦТ широко применяется за рубежом, хорошо зарекомендовала себя и начинает использоваться в России. Независимое, с помощью теплообменников, соединение элементов системы повышает надежность, эффективность и делает ее наиболее подготовленной к объединению ИТ для совместной работы на единые тепловые сети. Реализация этих принципов построения СЦТ отражает переход на качественно иной перспективный уровень их создания и эксплуатации.

На общесистемном уровне должны решаться *задачи схемно-структурной, схемно-параметрической оптимизации*, включающие обоснование целесообразного уровня централизации и децентрализации, выбор числа, мощности, типов ИТ в системе, радиусов теплоснабжения, удовлетворяющих требованиям надежности, экономичности и управляемости. Эти вопросы возникают как при новом строительстве, так и в процессе развития и преобразования систем.

Перспективным техническим решением, благоприятным для системы в целом, является *снижение максимально температуры сетевой воды*, подаваемой в тепловые сети, до 80°C и ниже, а обратной, возвращаемой на источник, до 40°C и менее. Уже в настоящее время большинство централизованных систем в Дании, Швеции, Финляндии работают с температурой теплоносителя, подаваемого в сеть, $80\text{-}90^{\circ}\text{C}$, а возвращаемого – $35\text{-}40^{\circ}\text{C}$. В Дании, например, поставлена задача снижения максимальной температуры воды, отпускаемой в сеть, до 55°C (минимально необходимой для горячего водоснабжения).

Низкие температуры теплоносителя, как показал опыт скандинавских стран, позволяют снизить потери тепла при его транспорте, уменьшить физическое воздействие на теплопроводы, связанное с их тепловым расширением и сжатием, а также утилизировать низкопотенциальное, отработанное тепло промышленных производств. Температура теплоносителя в течение всего отопительного периода может поддерживаться постоянной, что фактически устраняет влияние температурных деформаций на трубопроводы и арматуру. Все оборудование системы работает в благоприятных тепловых режимах, поэтому значительно снижается риск его повреждения или разрушения.

Такое же положительное влияние на режимы работы и долговечность оборудования оказывает *снижение давления теплоносителя* в системе. Кроме этого, при низком давлении существенно сокращаются утечки теплоносителя через неплотности. В регулируемых системах с теплообменниками дос-

таточно создать только циркуляционный напор, не ставя под высокое давление их оборудование.

Энергосберегающей мерой является переход к эксплуатации СЦТ от качественного регулирования отпуска тепла к *качественно-количественному и количественному регулированию с переменными расходами теплоносителя*. Такой переход обеспечивает более точное регулирование отпуска и потребления тепла и сокращает его потери. Уменьшение циркуляции теплоносителя при этом разгружает тепловые сети, увеличивая возможность подачи большего количества тепла, сокращает расход электроэнергии на перекачку воды и снижает тепловые потери через изоляцию трубопроводов.

Перспективные технологии и оборудование для теплоснабжающих систем, разрабатываемые в мире, и состояние их внедрения, с учетом особенностей систем нашей страны, могли бы послужить ориентиром для формирования технической политики в теплоснабжении России.

Подготовка топлива

Большое внимание в мире уделяется *подготовке и улучшению качества топлива*, что позволяет повысить КПД котлоагрегатов, уменьшить зашлаковывание поверхностей нагрева, снизить их износ и продлить срок службы котлов. Кроме того, обогащение угля существенно сокращает железнодорожные и внутригородские (автомобильные) перевозки. Среди специалистов существует мнение, что бороться с «выбросами вредных веществ в атмосферу» на уровне подготовки топлива эффективнее (в том числе и экономически), чем улавливать их в дымовых газах.

Несмотря на очевидные преимущества предварительной подготовки топлива, в энергетике нашей страны вопросами его обогащения, брикетирования угля и других твердых отходов не уделяется должного внимания.

Развитие централизованных источников тепла

В области развития источников тепловой энергии перспективной остается *технология комбинированной выработки тепловой и электрической энергии*. Высокий КПД (более 90 % по суммарной энергии), минимальное воздействие на окружающую среду (что становится определяющим фактором) возможность использования различных видов топлива, включая твердые бытовые отходы, широкий диапазон мощности (от нескольких киловатт до сотен мегаватт), большие возможности для внедрения передовых технологий обеспечивают теплофикации лидирующее положение в настоящее время и в будущем. Это подтверждают успехи, достигнутые в скандинавских странах.

Конкурирующими с традиционными установками ТЭЦ, фактически достигшими своего термодинамического совершенства, будут оставаться *газотурбинные (ГТУ) и парогазовые (ПГУ) установки*. Они обладают целым рядом неоспоримых преимуществ (в том числе экономических и экологических) по сравнению с другими энергогенерирующими установками. Перспективные газотурбинные установки должны обладать:

- высокой надежностью
- сверхвысокой экономичностью (КПД, равный 60 %, при современных значениях для ГТУ – 33-34 %, а ПГУ – 50-52 %)

- экологической безопасностью
- возможностью использования различных видов топлива
- низкой стоимостью.

Газотурбинные установки, ввиду их универсальности, могут применяться не только для нового строительства, но и для реконструкции традиционных паротурбинных станций. При этом обычные котлы заменяются на ГТУ и котлы-утилизаторы с включением паровых турбин в парогазовый цикл. Эффективным представляется использование газотурбинной надстройки в существующих котельных. Возможность их поэтапного и относительно быстрого ввода значительно сокращает сроки окупаемости проекта. Например, строительство ПГУ-ТЭЦ может осуществляться с монтажа модульного газотурбинного блока простого цикла, который вводится менее чем за год и уже используется в качестве пикового (по экономическим соображениям) источника электроэнергии. Далее по мере готовности тепловых нагрузок и самой станции могут вводиться котлы-утилизаторы, паровые турбины и прочее оборудование, необходимое для превращения станции в полноценный эффективный источник тепловой и электрической энергии.

Компании по разработке и производству газовых турбин существуют в США, Великобритании, Японии и др. В настоящее время уже около 50 % вводимых новых электростанций (включая ТЭЦ) – это станции с ГТУ и ПГУ.

В России газотурбинные установки начали производиться в 1960-е гг. Сегодня их производством занимаются около десятка компаний. По своим характеристикам отечественные установки не уступают аналогичным американским турбинам (наиболее передовым в мире).

Альтернативой газовому топливу является уголь. На него приходится 90 % мировых запасов органического топлива. В мире определилось пять основных направлений создания экологически чистых *угольных технологий*:

- пылеугольные энергоблоки с современными установками по очистке дымовых газов и контролем выбросов в атмосферу.
- парогазовые циклы с топками с кипящим слоем при атмосферном давлении.
- парогазовые циклы с топками с кипящим слоем под давлением (СКД)
- парогазовые установки с газификацией угля (ПГУ ГУ)
- гибридные циклы с газификацией и сжиганием.

Каждое из этих направлений имеет хорошие перспективы и свою область применения. Новые разработки направлены на повышение КПД до уровня, соответствующего ПГУ на газе, и на максимальное сокращение выбросов в окружающую среду. Интересной представляется *технология с гибридным циклом*, основная идея которой заключается в частичной газификации угля, сжигании топливного газа в газовой турбине, а полученного кокса – в котле, вырабатывающем пар для паросиловой установки. Блоки с современными ГТУ и паросиловым циклом докритического давления при такой интеграции технологического процесса способны достигать КПД, равного 47 %. Однако разрабатываемые ГТУ и паровые турбины с котлами СКД могут

обеспечить КПД такой технологии до 52 %, что приблизит ее к перспективным ПГУ на природном газе.

Эффективным направлением может оказаться *концепция создания угольных заводов*, которые могут быть источником таких продуктов, как электроэнергия, горячая вода, низкотемпературный пар для централизованного теплоснабжения, сжатый воздух, метанол, шлак и другие строительные материалы. По некоторым оценкам коэффициент использования угля на таких заводах может достигать 100 %. При этом свободная энергия может «аккумулироваться» в виде сжатого воздуха, жидкого топлива для транспорта, химических продуктов и т.д.

Научные исследования и проектно-конструкторские разработки в области угольных технологий в России ведутся по всем основным направлениям, сформировавшимся в мире. По своей оригинальности и перспективности решений они не уступают зарубежным аналогам.

Большая доля тепловых нагрузок в перспективе будет покрываться от *малых ТЭЦ* мощностью от 1 МВт до нескольких десятков. Они могут выполняться на базе двигателей внутреннего сгорания, дизельных двигателей или на базе ГТУ. Установки изготавливаются в блочном исполнении в заводских условиях и готовы к пуску в эксплуатацию. Они могут работать без обслуживающего персонала с периодическим осмотром 1 раз в 3-5 дней. Коэффициент использования топлива в них равен 80-90 %. Около 50 % (по мощности) блок-ТЭЦ работают на газообразном и жидком топливе. Доля мощности блок-ТЭЦ, использующих возобновляемые энергоресурсы, составляет 23 %. Использование угля и твердых отходов на этих станциях требует предварительной подготовки топлива и более совершенных технологий его сжигания (например, топки с кипящим слоем).

Эти установки достаточно быстро завоевывают тепловой рынок. Они начинают использоваться и в нашей стране. Их производство осваивается на ряде конверсионных заводов в г. Калуге, Самаре, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге и др.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Методические рекомендации по проведению практических занятий

Практические занятия предусматривают выполнение практических заданий и решение задач по темам дисциплины.

В начале практического занятия следует вспомнить необходимые для решения задач теоретические сведения (работа с аудиторией). Далее разбираются несколько (три, четыре – в зависимости от объема) типовых задач или расчетных заданий.

В рамках практических занятий предусмотрено проведение ряда экскурсий (тепловой узел АмГУ, муниципальная котельная, ООО «Энергоэффект», ООО «Фактор плюс», АКС – водоканал, теплосетьсервис и т.д.)

Перечень тем практических занятий.

1. Нормативно-правовая база энергосбережения в России и за рубежом. (2 часа)
2. Виды энергетических балансов. Составление энергетического баланса объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий. Топливо-энергетический баланс региона. (6 часов)
3. Разработка энергетического паспорта промышленного предприятия. (2 часа)
4. Современные средства учета тепловой энергии и горячего водоснабжения отечественного и зарубежного производства. (2 часа)
5. Приборное обеспечение энергоаудита. Методы и средства измерения температуры, влажности, расхода жидкостей, освещенности и т.д. (2 часа)
6. Разработка энергетического паспорта бюджетной организации и объектов ЖКХ. (4 часа)
7. Структура потребления энергетических ресурсов комплексом зданий
8. АмГУ. Организация учета тепловой и электрической энергии, воды. (2 часа)
9. Методика и особенности проведения энергетического обследования ТЭС и котельных. (2 часа)
10. Энергосберегающие технические решения в электроприводах различного назначения. Основные направления энергосбережения в осветительных установках. (4 часа)
11. Определение выхода вторичных энергетических ресурсов и экономии топлива. (2 часа).
12. Расчет водопотребления здания, микрорайона, города. Подбор водометров и водосчетчиков холодного водоснабжения. (2 часа)
13. Составление энергетического паспорта здания. (2 часа)

3.3. Методические указания к практическим занятиям

Далее приведены задачи, рекомендуемые для решения на практических занятиях, а также справочные данные.

Задача № 1

Определить годовую экономию и срок окупаемости системы учета расхода холодной воды, установленной в квартире жилого дома, если известны:

Тариф на холодную воду, учитывающий потребление и канализацию – 9 руб. 57 коп. за 1 м^3 .

Количество потребителей $n = 4$ чел. Количество стояков холодной воды – 2 шт.

Расход холодной воды по счетчику ($q_{\text{х}}^{\Phi}, \text{ м}^3$) в течение года – $69,2 \text{ м}^3$.

Затраты на оборудование и монтаж $Z = 800$ руб.

Задача № 2

Определить годовую экономию и срок окупаемости системы учета расхода горячей воды, установленной в квартире жилого дома, если известны:

Тариф на горячую воду, учитывающий потребление и канализацию – 34 руб. 60 коп. за 1 м^3 .

Количество потребителей $n = 4$ чел. Количество стояков горячей воды – 2 шт.

Расход горячей воды по счетчику ($q_{\text{г}}^{\Phi}, \text{ м}^3$) в течение года – $78,5 \text{ м}^3$.

Затраты на оборудование и монтаж $Z = 900$ руб.

Температура теплоносителя в сети горячего водоснабжения $t_{\text{Г.В}} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Задача № 3

Определить потребление теплоэнергии на отопление и горячее водоснабжение 60-ти квартирного жилого дома, если известны:

Наружный строительный объем здания $V = 18564 \text{ м}^3$.

Год постройки – 1997 г.

Расчетное число потребителей горячей воды $n = 224$ чел.

Температура теплоносителя в сети горячего водоснабжения $t_{\text{Г.В}} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Жилой дом квартирного типа оборудован сидячими ваннами и душами.

Задача № 4

Определить непроизводительные потери теплоэнергии двумя котельными в натуральном эквиваленте за отопительный период, если известны:

Потребление теплоэнергии за отопительный период:

$Q_{\text{Т(Ад)}} = 7317,2$ Гкал – административные и промышленные объекты.

$Q_{\text{Т(Ж)}} = 10605,4$ Гкал – жилые объекты.

$t_{\text{НС}} = -1,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Котельная № 1:

$Q_{\text{Г}} = 4754,1$ тыс. м^3 - за отопительный период

$Q_{\text{СН1}} = 775,3$ Гкал - расход теплоэнергии на собственные нужды за отопительный период (продувка и растопка котлов, технологические нужды).

$$L = 7677 \text{ м}; d_{\text{НС}} = 0,194 \text{ м}; t_1 = 70 \text{ }^\circ\text{С}; t_2 = 43 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Удельный расход топлива на выработанную теплоэнергию
 $g_{\text{T}} = 0,17 \text{ т у.т./Гкал}$ (по данным режимных карт).

Котельная № 2:

$Q_{\text{М}} = 627,3 \text{ т.}$ - за отопительный период.

$Q_{\text{СН 2}} = 181,9 \text{ Гкал}$ - расход теплоэнергии на собственные нужды за отопительный период.

$L = 987 \text{ м}; d_{\text{НС}} = 0,108 \text{ м}; t_1 = 70 \text{ }^\circ\text{С}; t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{С}; g_{\text{T}} = 0,18 \text{ т у.т./Гкал}$
(по данным режимных карт).

Задача № 5

Рассчитать потери теплоэнергии котельной через неизолированную поверхность теплопроводов в натуральном и денежном эквиваленте за отопительный период, если известны:

$$L = 7677 \text{ м}; d_{\text{НС}} = 0,178 \text{ м}; t_{\text{НС}} = -1,6 \text{ }^\circ\text{С}; t_1 = 70 \text{ }^\circ\text{С}; t_2 = 43 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Средний коэффициент неизолированной поверхности теплопроводов и некачественной изоляции $k_{\text{Н}} = 0,18$.

Отпуск теплоэнергии за отопительный период:

$Q_{\text{T(АД)}} = 5253,4 \text{ Гкал}$ – административные и промышленные объекты.

$Q_{\text{T(Ж)}} = 7856,4 \text{ Гкал}$ – жилые объекты.

Тариф за теплоэнергию:

$T_{\text{T(АД)}} = 338 \text{ руб/ Гкал}$ – административные и промышленные объекты.

$T_{\text{T(Ж)}} = 142 \text{ руб/ Гкал}$ – жилые объекты.

Задача № 6

Рассчитать необходимые затраты на тепло- и гидроизоляционные материалы (включая монтаж) и определить срок окупаемости, если известны:

$$L = 7677 \text{ м}; d_{\text{НС}} = 0,194 \text{ м}.$$

Система теплоснабжения – двухтрубная.

Экономия теплоэнергии после проведения изоляционных работ за отопительный период в денежном эквиваленте

$$\text{Э}_{\text{д}} = 847,447 \text{ тыс. руб.}$$

Средний коэффициент неизолированной поверхности теплопроводов и некачественной изоляции $k_{\text{Н}} = 0,18$.

Расчетная толщина теплоизоляционного слоя составляет
 $v_{\text{р}} = 0,047 \text{ м}.$

Стоимость УРСА-МП – рулонного минераловатного утеплителя: $C_{\text{У}} = 780 \text{ руб.}$ при $S = 21,6 \text{ м}^2$, $v = 0,05 \text{ м}.$

Стоимость РСТ – рулонного гидроизолирующего стеклопластика: $C_{\text{Г}} = 52 \text{ руб.}$ при $S = 0,95 \text{ м}^2$.

Задача № 7

Определить непроизводительные потери сетевой водопроводной воды и теплоэнергии за счет утечек и несанкционированного водоразбора котель-

ной в натуральном и денежном эквиваленте за отопительный период, если известны:

Фактическая тепловая мощность котельной $P = 2,7$ Гкал/ч.

Фактический расход сетевой водопроводной воды котельной $q_{\text{ф}} = 47012$ м³.

Объем воды в теплопроводе $V_{\text{T}} = 10713,6$ м³.

Давление пара на выходе из котлоагрегата $P_{\text{п}} = 6$ кгс/см².

Температура пара на выходе из котлоагрегата $t_{\text{п}} = 160$ °С.

Количество взрывлений и регенераций в сутки $n_{\text{р}} = 2$.

Средняя за отопительный период температура теплоносителя в сетевом водопроводе $t_{\text{ср}} = 58$ °С.

Энтальпия пара $I = 0,67$ Гкал/т.

Задача № 8

Определить фактическую загруженность котельной, если известно:

Фактическая выработка теплоэнергии за год – $Q_{\text{T}} = 28835,3$ Гкал.

Количество часов работы котельной за год – $N_{\text{г}} = 8760$ ч.

Давление пара на выходе из котлоагрегата – $P_{\text{п}} = 10$ кгс/см².

Температура пара на выходе из котлоагрегата – $t_{\text{п}} = 180$ °С.

Паропроизводительность котлоагрегатов по режимам работы (G, т/ч):

	средний	max
ДЕ 6,5-14 ГМ № 1	4,4 т / ч	6,2 т / ч
ДКВР 6,5-13 № 2	7,3 т / ч	8,4 т / ч
ДКВР 6,5-13 № 3	7,25 т / ч	8,35 т / ч
ДКВР 6,5-13 № 4	7,4 т / ч	8,5 т / ч.

Задача № 9

Определить экономию в натуральном и денежном эквиваленте за отопительный период, при замене горизонтального кожухотрубчатого подогревателя (ГКП) пластинчатым подогревателем (ПП).

Площадь поверхности теплообмена $F = 52$ м².

Средняя за отопительный период температура теплоносителя на входе в ГКП – $t_{\text{ср}}^{\text{к}} = 60$ °С.

Коэффициент теплопередачи ГКП $k_{\text{ср}}^{\text{к}} = 4000$ Вт/(м² К).

Тариф на тепловую энергию $T_{\text{т}} = 373$ руб/Гкал.

Коэффициент теплопередачи ПП $k_{\text{ср}}^{\text{п}} = 4350$ Вт/(м² К).

Технические особенности пластинчатых теплообменников: компактность, низкая материалоемкость, высокая коррозионная стойкость.

Задача № 10

Определить непроизводительные потери теплоэнергии и сетевой водопроводной воды из-за не возврата конденсата в котельную в натуральном и денежном эквиваленте за год, если известно:

Теплоноситель- пар

Система теплоснабжения - открытая (циркуляция отсутствует)

Выработка теплоэнергии котельной за год- $Q_T=39563,2$ Гкал
Среднегодовая температура конденсата- $t_{cp,k}=90$ °С
Давление пара после котлоагрегатов- $P_k=6$ кгс/см²
Температура пара на выходе из котла- $t_k=160$ °С
 $C_k=220,96$ руб/Гкал
Среднегодовая температура холодной воды $t_{cp,x}=+10$ °С
 $C_x=811,9$ руб/ тыс.м³.

Задача № 11

Определить КПД (брутто) котельной и сравнить теплоту сгорания газового топлива и мазута, если известно:

1) Вид топлива – газ.

$g=0,151$ т у.т./Гкал (по данным режимных карт); $Q_{г.}=201,865$ тыс. м³ – за год.

Состав газообразного топлива: $CH_4=96,6\%$; $C_2H_6=0,8\%$; $C_3H_8=0,3\%$; $C_4H_{10}=0,8\%$; $CO_2=0,5\%$; $N_2=1\%$.

2) Вид топлива – топочный мазут.

$Q_m=956$ т за год; $g=0,172$ т у.т./Гкал (по данным режимных карт)

Низшая теплота сгорания топочного мазута $Q_H^p=9450$ ккал/кг.

Задача № 12

Определить мощность двигателя центробежного насоса, если известны:

Производительность насоса $Q=50$ м³/ч; Напор насоса $H=30$ м; Скорость вращения двигателя $n_{дв}=1460$ об/мин; КПД насоса $\eta_H=0,5$; Коэффициент запаса $k=1,1-1,4$; Температура перекачиваемой жидкости $t=12$ °С

Задача № 13

Определить мощность двигателя, напор и производительность насоса, если двигатель вращается со скоростью $n_1=965$ об/мин

Задача № 14

Определить экономию тепловой энергии в натуральном эквиваленте за час, при нанесении тепловой изоляции на неизолированную трубу, находящуюся на открытом воздухе, если известны:

Температура перекачиваемой жидкости $t_1=150$ °С

Температура наружного воздуха $t_0=5$ °С

Скорость ветра $w=2$ м/с

Диаметр и длина трубопровода, соответственно, $d_{н.с.}=0,216$ м; $L=50$ м

Коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda=0,043$ ккал/(ч·м·°С)

После нанесения изоляции толщиной 50 мм температура поверхности составляет $t_n=15$ °С.

Справочные данные для решения задач

Переводной коэффициент $k_{\text{газ}}=1,16$; $k_{\text{м}}=1,37$.

Коэффициент, учитывающий изменение удельной тепловой характеристики здания $a=1,12$;

Удельная тепловая отопительная характеристика здания $g_0=0,37$ ккал/($\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}$);

Температура воздуха в помещении для жилых зданий $t_{\text{в}}=20$ $^\circ\text{C}$ (СНиП 2.08.01-89 Жилые здания);

Средняя расчетная температура наружного воздуха $t_{\text{н}}=-23$ $^\circ\text{C}$ (СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование);

Продолжительность отопительного периода $N=194$ сут.

Коэффициент, учитывающий отношение максимальной нагрузки горячего водоснабжения к средней $v=2$;

Коэффициент часовой неравномерности расхода горячей воды $K=3,89$;

Температура холодной воды, подаваемой в систему горячего водоснабжения в зимний период $t_{\text{х.з.}}=5$ $^\circ\text{C}$;

Температура холодной воды, подаваемой в систему горячего водоснабжения в летний период $t_{\text{х.л.}}=15$ $^\circ\text{C}$;

Норма расхода горячей воды при температуре 65 $^\circ\text{C}$ на одного потребителя, $q=110$ л/сут (СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация);

Нормативные потери теплоэнергии прямым изолированным теплопроводом надземной прокладки $q'_{\text{н}}=54$ ккал/($\text{м} \cdot \text{ч}$);

Нормативные потери теплоэнергии обратным изолированным теплопроводом надземной прокладки $q'_{\text{н}}=40$ ккал/($\text{м} \cdot \text{ч}$);

Потери теплоэнергии прямым неизолированным теплопроводом надземной прокладки $q'_{\text{н}}=402$ ккал/($\text{м} \cdot \text{ч}$);

Потери теплоэнергии обратным неизолированным теплопроводом надземной прокладки $q'_{\text{н}}=236$ ккал/($\text{м} \cdot \text{ч}$);

Толщина необходимого теплоизоляционного слоя $v_{\text{н}}=0,05$;

Удельный объем воды на заполнение наружной тепловой сети $v_{\text{з.т.с.}}=48$ м^3 /(Гкал/ч);

Удельный объем воды на заполнение местных систем отопления зданий $v_{\text{з.т.с.}}=32$ м^3 /(Гкал/ч);

Коэффициент нормативных потерь тепловой сети (утечки) за час $k=0,0025$;

Удельный расход воды на взрыхление и регенерацию фильтров $v_{\text{х.в.о.}}=8,7$ м^3 ;

Удельный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды на 1 т/ч паропроизводительности котлов $v_{\text{х.п.н.}}=3$ м^3 /сут;

Нормативный расход воды на разовое заполнение наружной и местных систем теплоснабжения и подпитку теплосети $v_{\text{под.}}=0,4-0,5$ м^3 /Гкал;

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку студентов к аудиторным лекционным и практическим занятиям;
- подготовку реферата.

Для усвоения дисциплины необходима систематическая самостоятельная работа, контроль которой осуществляется с помощью графика самостоятельной работы (табл.).

Темы аудиторных лекционных и практических занятий; рекомендуемые темы рефератов; рекомендуемая литература приведены в рабочей программе дисциплины и настоящем учебно-методическом комплексе.

График самостоятельной работы студентов

Таблица

№	Содержание	Объем в часах	Формы контроля	Сроки (недели)
1	2	3	4	5
1	Подготовка к лекционным занятиям (тема 1)	3	Блиц-опрос на лекции	1
2	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 2 и 3)	6	Сообщения на практическом занятии, опрос на практическом занятии Проверочная работа	2, 3
3	Подготовка к лекционным занятиям (тема 4)	3	Блиц-опрос на лекции Проверочная работа	4
4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 5)	6	Проверка составленных балансовых диаграмм, блиц-опрос на лекции Проверочная работа	5, 6
5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 6)	6	Блиц-опрос на лекции, сообщения на практическом занятии	7, 8
6	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 7)	3	Блиц-опрос на лекции Проверочная работа	9
7	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 8)	3	Проверка составленных балансовых диаграмм	9, 10
8	Подготовка к лекционным и	6	Проверочная работа	10, 11,

	практическим занятиям (тема 9)		по темам 6, 7, 8	12
9	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 10)	3	Блиц-опрос на лекции	12
10	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 11)	6	Блиц-опрос на лекции, сообщения на практическом занятии	13, 14
11	Подготовка к лекционным и практическим занятиям (тема 12)	6	Блиц-опрос на лекции	14, 15
12	Подготовка реферата	15		

Методические указания по подготовке реферата (сообщения)

Реферат оформляется на листах формата А4.

Должен содержать: тему, содержание, текст реферата, анализ приведенной информации, используемые литературные источники (в тексте должны быть сделаны ссылки) не менее 5 источников (в т.ч. обязательно периодические издания и информационные ресурсы).

Темы рефератов (рекомендуемые)

1. Региональные программы энергосбережения. Разработка и реализация.
2. Перспективные технические решения по энергосбережению на котельных.
3. Реализация энергосберегающих мероприятий на примере БТЭЦ.
4. Энергосбережение в ЖКХ. Опыт регионов России.
5. Энергосбережение в ЖКХ. Опыт зарубежных стран.
6. Перспективные теплоизолирующие материалы и конструкции.
7. Особенности энергосбережения в высокотемпературных технологиях.
8. Особенности энергосбережения в промышленности.
9. Особенности энергосбережения в агропромышленном комплексе.
10. Использование вторичных энергоресурсов в промышленности.

4. МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Методические указания по организации контроля знаний студентов

Важнейшей составляющей изучения дисциплины является контроль знаний студентов, в том числе тестовый контроль качества освоения профессиональной образовательной программы (проверка остаточных знаний). Приведенные ниже комплекты заданий позволяют оценить степень усвоения теоретического материала и практических навыков и умений по энергосбережению в рамках учебной программы для специальности 140101.

Предусмотрены следующие виды контроля знаний студентов:

Входной контроль

Входной контроль по дисциплине представляет собой задания, позволяющие оценить знание понятий, определений и закономерностей, используемых в данной дисциплине и изучаемых ранее в других курсах (термодинамика, тепломассообмен, гидрогазодинамика, электротехника и электроника, управление, сертификация и инноватика, котельные установки и парогенераторы, тепломеханическое и вспомогательное оборудование тепловых электрических станций), т.е. подготовленность студентов для освоения данной дисциплины.

Межсессионный контроль

Межсессионный контроль включает блиц-опрос на лекциях, выполнение проверочных работ и подготовку рефератов. Текущий контроль осуществляется систематически в течение семестра (см. график самостоятельной работы п. 4.2), по результатам контроля выставляется промежуточная аттестация (контрольные точки), экзаменационная оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов межсессионного контроля.

Экзаменационный контроль

Итоговой формой контроля знаний студентов является экзамен. В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по четырехбалльной системе. При этом учитываются: глубина и полнота знаний, владение необходимыми (в объеме программы) умениями, осознанность и самостоятельность применения знаний, логичность изложенного материала.

Опрос студентов осуществляется в письменно-устной форме. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса по изученному курсу и ситуационное задание или задачу (каждый вопрос и задача – по разным темам дисциплины). Для подготовки ответа на вопросы и решения задачи дается 40 мин.

Критерии оценки знаний студентов

Входной контроль, межсессионный контроль (теоретические задания) и контроль остаточных знаний

Знания оцениваются по четырехбалльной шкале.

Отлично – не менее 85% правильно выполненных заданий; *хорошо* – не менее 75% правильно выполненных заданий; *удовлетворительно* – не менее 50% правильно выполненных заданий; *неудовлетворительно* – менее 50% правильно выполненных заданий.

Экзаменационный контроль

Итоговая аттестация по дисциплине включает рейтингово-модульную систему оценки знаний студентов в следующем соотношении: промежуточный контроль знаний студентов составляет 30 %, остальные 70 % определяются результатами итогового экзамена.

В ответах студентов на экзамене знания и умения оцениваются по четырехбалльной шкале.

Оценка «*отлично*» ставится в случае правильных и полных ответов на оба теоретические вопросы билета и правильного решения задачи.

Оценка «*хорошо*» ставится в случае:

- правильного, но неполного ответа на один из теоретических вопросов билета, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки не принципиального характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя; правильного решения задачи;

- правильных и полных ответа на оба теоретических вопроса билета; затруднений при решении задачи, с которыми студент справляется после помощи преподавателя.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится в случае:

- ответов, содержащего ошибки принципиального характера на теоретические вопросы билета; правильного решения задачи;

- неверного ответа (отсутствия ответа) на один из теоретических вопросов билета; решения задачи после незначительной помощи преподавателя;

- правильных и полных ответов на оба теоретических вопроса билета; неверного решения задачи (не справился с задачей после помощи преподавателя).

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится в случае:

- неверных ответов (отсутствия ответов) на оба теоретических вопроса билета;

- неверного ответа (отсутствия ответов) на один из теоретических вопросов билета и неверного решения задачи.

Фонды тестовых заданий

Входной контроль

- Что такое энергетический ресурс?
Назовите основные виды энергетических ресурсов.
Какими энергоресурсами располагает Россия? Амурская область?
Как влияет добыча, подготовка, транспортировка и сжигание органического топлива на состояние окружающей среды?
Что такое энергетический баланс?
Что такое эксергетический баланс?
Назовите средства измерения для оценки параметров тепловых и электрических систем, поясните их принцип действия.
Как осуществляется измерение расхода вещества, скорости потоков, температуры, освещенности?
Как Вы понимаете термин «Энергосбережение»?
Какие энергосберегающие мероприятия Вы знаете?

Межсессионный контроль

Проверочная работа по теме 2 Федеральный закон «Об энергосбережении»

1. Как раскрывается понятие «энергосбережение»?
2. Какие еще понятия используются в Законе?
3. Из каких глав состоит Закон?
4. Перечислите основные принципы энергосберегающей политики государства или основные принципы управления в области энергосбережения.
5. С какой целью проводятся энергетические обследования? Какие организации подлежат обязательным энергетическим обследованиям?
6. С какого года весь объем добываемых, производимых, перерабатываемых, транспортируемых, хранимых и потребляемых энергетических ресурсов подлежит обязательному учету?
7. Какие льготы предусмотрены в Законе потребителям и производителям энергетических ресурсов?

Проверочная работа по темам 4 и 5

1. Особенности и закономерности энергосбережения.
2. С какой целью проводятся энергетические обследования? Какие организации подлежат обязательным энергетическим обследованиям?
3. Объекты, организации, системы, технологии, установки получают более высокую оценку по шкале энергетической эффективности, если они характеризуются ...
4. Виды балансов по назначению.
5. Группы потерь энергии и энергоресурсов.

6. Потенциал энергосбережения показывает ...
Он характеризуется...
7. Нормативный технологический процесс – такой процесс, ...

Экзаменационный контроль

Вопросы к экзамену

8. Основные направления энергетической политики России.
9. Актуальность энергосбережения. Экономические и экологические аспекты. Проблемные ситуации, сдерживающие энергосбережение.
10. Нормативно-правовая база энергосбережения. Федеральный закон «Об энергосбережении». Закон Амурской области.
4. Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Дерево понятий.
5. Шкала энергетической эффективности. Интегральный показатель эффективности.
6. Управление энергосбережением в регионе. Направления энергосберегающей деятельности. Взаимосвязь задач энергосбережения.
7. Виды балансов. Составление и анализ топливно-энергетического баланса.
8. Определение полезных конечных расходов энергии. Оценка потенциала энергосбережения.
9. Виды потенциала энергосбережения. Группы энергосберегающих мероприятий.
10. Индикаторы энергетической эффективности. Эффективность энергосберегающих мероприятий.
11. Энергетические обследования предприятий. Виды, цели и задачи.
12. Энергетические обследования предприятий. Методика и организация проведения.
13. Энергетический паспорт и энергетический баланс предприятия.
14. Методы и средства измерения расхода и тепла.
15. Энергоаудиторские организации. Требования, предъявляемые к энергоаудиторским организациям. Приборное обеспечение энергоаудита.
16. Особенности энергетического обследования котельных и ТЭС. Этапы проведения энергообследований.
17. Основные причины нерационального расхода энергоресурсов в системах теплоснабжения, пути снижения.
18. Типовые объекты энергоаудита и основные энергосберегающие рекомендации.
19. Энергосбережение в строительстве и жилищно-коммунальном комплексе. Потребление энергии на объектах ЖКХ.
20. Тепловой баланс здания. Энергоэффективное здание.
21. Территориальные строительные нормы. Энергетический паспорт здания.

22. Способы прокладки тепловых сетей. Современные материалы для тепловой изоляции.

23. Энергосбережение в системах электрического освещения. Структура стоимостных показателей осветительной установки (ОУ), составляющие эффективности ОУ. Основные направления энергосбережения в осветительных установках.