

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

**ИНСТИТУТ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (ИТАЭ)  
(ЦППОЭ и ТЭС)**

**Направление подготовки:** 140100 Теплоэнергетика и теплотехника

**Профиль(и) подготовки:** - «Тепловые и атомные электростанции», «Схемы, оборудование и эксплуатация энергетических установок», «Технологические процессы и производства»

- «Природоохранные технологии на ТЭС», «Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС», «Технология воды и топлива на ТЭС»,

- «Менеджмент в энергетике».

**Квалификация (степень) выпускника:** переподготовка, повышение квалификации.

**Форма обучения:** очная.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
" Тепловые и атомные электростанции"**

<b>Цикл:</b>	Повышение квалификации	
<b>Часть цикла:</b>	повышение квалификации	
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	от 957 час. до 40 час. в зависимости от блочной структуры	
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	957 час. до 40	
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>		
<b>Лекции</b>	от 260 час. до 24 час.	
<b>Практические занятия</b>	от 8 час. до 29 час.	
<b>Лабораторные работы</b>	От120 час	
<b>Расчетные задания, рефераты</b>	От 250час. самостоят. работы	
<b>Объем самостоятельной работы по учебному плану (всего)</b>	от 417 до 54 час	
<b>Экзамены</b>	зачет	
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	Выпускная работа	

**Москва - 2011**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины является** изучение технологии производства электроэнергии и тепла на тепловых и атомных электростанциях.

По завершению освоения данной дисциплины слушатель курсов способен и готов:

самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности (ОК-4);

- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт проектирования и эксплуатации оборудования ТЭС(ПК-1);
  - применять современные методы проектирования и эксплуатации теплоэнергетического оборудования, позволяющие реализовывать эффективные и экономичные технологии, обеспечивающие высокие показатели надежности и безопасности ТЭС и АЭС(ПК-9);
  - использовать информацию о новых технологических процессах и новых видах оборудования (ПК-8);
  - определять технико-экономическую и энергосберегающую эффективность применяемого и вновь создаваемого оборудования (ПК-11).
- 
- участвовать в сборе и анализе исходных данных для оценки потенциала энергосбережения различных объектов деятельности с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-8);
  - участвовать в разработке и осуществлении экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-17);
  - разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений, планировать работу персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности подразделений предприятия;
  - обобщать, анализировать, воспринимать информацию в области энергетике, ставить цели и выбирать пути их достижения (ОК-1);
  - переоценивать накопленный опыт в условиях развития науки и техники, анализировать свои возможности, приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения (ОК-6);
  - самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности (ОК-7);
  - анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику (ОК-12);
  - использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ПК-4);

- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);
- формировать законченное представление о полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой) (ПК-7).

#### **Задачами дисциплины являются:**

дать информацию о применяемом на ТЭС и АЭС оборудовании, методах его расчета и проектирования;

научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании и эксплуатации оборудования;

дать информацию о надежности и экономичности тепломеханического и вспомогательного оборудования и его влияния на экономичность и надежность работы ТЭС.

- ознакомить слушателей курсов повышения квалификации со структурой производства и потребления топливно-энергетических ресурсов в России и мире;
- дать информацию о типовых энергосберегающих мероприятиях в энергетических и технологических установках, тепловых и электрических сетях, зданиях и сооружениях;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем проведении работ по рациональному использованию энергетических ресурсов на объектах ЖКХ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО**

Дисциплина базируется на общетехнических и естественнонаучных дисциплинах, изучаемых в рамках базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавра в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы слушателям курсов в своей профессиональной деятельности.

## **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения учебной дисциплины, обучающиеся на курсах повышения квалификации должны демонстрировать следующие результаты образования:

#### **Знать:**

- основные источники научно-технической информации по материалам в области теплоэнергетики (ОК-7, ПК-6);

- классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы производства электроэнергии и тепла, основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления, основные критерии энергосбережения, типовые мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов на энергетических объектах (ПК-2, ПК-4, ПК-6);
- передовые методы управления производством, передачи и потребления энергии, а также применяемое оборудование (ОК-1, ОК-4, ПК-6, ПК-17, ПК-24);
- методы повышения экономичности использования энергетических ресурсов (ПК-1, ПК-2, ПК-9).

#### **Уметь:**

- воспринимать, использовать, обобщать, анализировать научно-техническую и справочную информацию в области производства тепла и электроэнергии, энергосбережения, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, ставить цели и выбирать пути их достижения, выполнять необходимые расчеты, обосновывать их и представлять результаты работы в соответствии с принятыми в организации стандартами (ОК-1, ОК-12, ПК-6);
- использовать и анализировать накопленный опыт в условиях развития науки и техники, приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения (ОК-6, ПК-1);
- участвовать в планировании, разработке и осуществлении мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-1, ПК-7, ПК-17);
- оценивать экологическую, энергетическую и экономическую эффективность оборудования, технологических установок, производств; составлять энергетические балансы теплотехнологических схем и их элементов (ПК-1, ПК-3, ПК-5 ПК-7);
- разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии, разрабатывать программы по техническому перевооружению, реконструкции и модернизации ТЭС и АЭС

#### **Владеть:**

- терминологией и проблематикой в области теплоэнергетики (ОК-2, ПК-2);
- навыками работы в коллективе и управления малыми коллективами исполнителей, готовностью генерировать и использовать новые идеи, а также навыками дискуссии по профессиональной тематике (ОК-1, ОК-3);
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией, использовать современные и перспективные компьютерные и информационные технологии (ОК-11);

- навыками составления и анализа энергетических балансов аппаратов, технологических установок, зданий и сооружений, промышленных предприятий и коммунальных потребителей (ОК-1, ПК-8, ПК-10);
- методами расчета и обоснования конкретных технических решений, оценки надежности и экономичности тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. (ПК-4, ПК-17);

### **Структура дисциплины**

Разработанный комплекс цикла дисциплин предназначен для развертывания широкомасштабной программы повышения квалификации специалистов в области теплоэнергетики. Комплекс представляет собой совокупность дисциплин взаимосвязанных между собой и разработанных на основе единого методического подхода.

Базовый комплекс разработан на основе учебной программы по переподготовке специалистов, имеющих высшее техническое образование. дисциплина рассчитана на 957 академических часа.

Второй блок представляет собой вариант первого блока, рассчитанного на углубленное изучение предлагаемых тем. При этом он направлен на практическое освоение вопросов проведения энергетических обследований, включая выполнение выпускной работы. Этот блок разработан на 144 академических часа.

Третий блок также является модификацией базового блока. Его особенностью является углубленное изучение тем по конкретным вопросам проектирования и эксплуатации ТЭС и АЭС., имеющих первостепенное значение для энергетики нашей страны. Количество академических часов этого блока 72..

Четвертый блок рассчитан на 36 академических часа. Он предназначен для овладения слушателями курсов повышения квалификации практических навыков эксплуатации конкретных объектов производства тепла и электроэнергии.

Пятый блок направлен на изучение нового направления развития ТЭС, связанного с использованием газотурбинного и парогазового циклов. Объем нагрузки этого цикла 72 часа. .

Любая из модификаций блоков проводится по согласованию с отраслевым заказчиком.

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН	Кафедра	Преподаватель	Объем работы слушателя (часы)									
				По учебному плану, всего	С преподавателями								
					Итого	1 семестр				2 семестр			
						1 сессия		2 сессия		3 сессия			
				Лекции	Лаб. раб.	Лекции	Лаб. раб.	Лекции	Лаб. раб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>1.</b>	<b>Блок 1 – социально-экономические дисциплины</b>												
1.1.	Экология и правовые основы природоохранной деятельности	КуиЭЭ	Лысков М.Г.	30	17			16					
1.2.	Основы информатики	ТЭС	Орлов К.А.	35	24	6	16						
1.3.	Экономика и менеджмент в энергетике	ПГТ	Богомолова Т.В.	45	30								
	<b>Итого по блоку 1</b>			<b>110</b>	<b>71</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>16</b>					
<b>2.</b>	<b>Блок 2 – общепрофессиональные дисциплины</b>												
2.1.	Теоретические основы тепломассообмена	ТОТ	Пронин В.А.	53	33	14	8						
2.2.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	ТОТ	Охотин В.С.	53	33	14	8						
2.3.	Котельные установки и парогенераторы	КуиЭЭ	Третьяков Ю.М.	77	37	16	8						
2.4.	Паровые и газовые турбины	ПГТ	Грибин В.Г.	77	37			16	8				
2.5.	Технология воды и водных режимов ТЭС	ТВТ	Никитина И.С.	36	21	8	4						
2.6.	Средства теплового контроля и автоматизация на ТЭС	АСУТ П	Мухин В.С.	53	33					20	10		
2.7.	Электрооборудование тепловых электростанций	ЭС	Волкова Н.Н.	34	19					12	6		
	<b>Итого по блоку 2</b>			<b>383</b>	<b>213</b>	<b>52</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>16</b>		
<b>3.</b>	<b>Блок 3 – специальные дисциплины</b>												
3.1.	Общая энергетика	ТЭС	Седлов А.С.	44	36			34					
3.2.	Тепловые электрические станции	ТЭС	Федорович Л.А.	93	57			28	12				
3.3.	Природоохранные технологии на ТЭС	КуиЭЭ	Прохоров В.Б.	49	37					16	8		
3.4.	Надежность оборудования ТЭС	ТЭС	Ильин Е.Т.	41	25								
	<b>Итого по блоку 3</b>			<b>227</b>	<b>155</b>			<b>62</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		
<b>4.</b>	<b>Блок 4 – дисциплины целевой подготовки</b>												
4.1.	Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС	ТЭС	Буров В.Д.	53	33			16	8				
4.2.	Режимы работы и эксплуатации ТЭС	ТЭС	Киселев Г.П.	53	33					16	8		
	<b>Итого по блоку 4</b>			<b>106</b>	<b>66</b>			<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		
<b>5.</b>	<b>Дипломное проектирование</b>	ТЭС	----	<b>135</b>	<b>35</b>								
	<b>Всего по учебному плану</b>			<b>957</b>	<b>540</b>	<b>58</b>	<b>44</b>	<b>110</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>32</b>		
	Число курсовых работ			3									
	Число расчетных заданий			9									
	Число рефератов			4									
	Число экзаменов			8									

	Число зачетов	7							
	Дипломная работа	1							

## Аннотация

Лекционных и практических занятий по дисциплинам учебного плана

### Основы информатики

)

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Компьютер: общее устройство, ввод, вывод информации. Операционная система Windows (общая информация). Офисные прикладные программы (общая информация). Текстовый редактор Word.

Электронные таблицы Excel. Графические редакторы, общие сведения: растровая графика (Paint, Photoshop), векторная графика (Visio, AutoCAD, Corel DRAW). Другие классы прикладных программ: базы данных, языки программирования.

Сеть - инструмент связи между компьютерами. Локальная офисная связь. Глобальная сеть. Интернет. Электронная почта.

Вирусы. Антивирусная защита.

#### СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Операционная система Windows. Рабочий стол, главное меню. Файловая система. Файлы. Свойства и атрибуты. Операции с файлами.

Текстовый редактор Word. Набор и форматирование текста. Таблицы. Вставка рисунка. Формулы. Электронные таблицы Excel. Visio - технический рисунок. OLE - связь между программами (Word, Excel, Visio).

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа включает написание реферата и работу с литературой. Оформление реферата выполняется с использованием текстового редактора Word (таблицы, рисунки, формулы).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. IBM PC для пользователя. Краткий курс. В.Э. Фигурнов. 1998.
2. Microsoft Windows 98: краткий курс. Кристина Дадлей, Джойс Кокс. 1999.
3. Microsoft Office 97: краткий курс. Кристина Дадлей, Джойс Кокс. 1999.
4. Самоучитель Word 97. Труды Рейзнер. 1999.
5. Excel 7.0 для Windows 95. Русская версия. 1998.
6. CorelDRAW 9. Учебный курс. Д. Миронов 1999.
7. Autocad 14. Русская и англоязычная версии: Учебное пособие. Романичев Э.

Т.ДМК. 1999.

8. Персональный компьютер, Internet и электронная почта. Е. Нечаева. 1999.

## **Теоретические основы тепломассообмена**

)

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Основные положения тепломассообмена. Введение в тепломассообмен.

Теплопроводность. Понятия и определения. Закон Фурье и коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Начальные условия. Граничные условия к задачам теплопроводности.

Стационарные одномерные задачи теплопроводности. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую и шаровую стенку. Многослойные стенки. Термические сопротивления, коэффициент теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции. Методы интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребренную стенку. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность тел с внутренними источниками тепла.

Нестационарные одномерные задачи теплопроводности. Нестационарная теплопроводность пластины при граничных условиях третьего рода. Анализ решения в предельных случаях малых и больших чисел Био и Фурье (термически толстые и термически тонкие стенки, регулярный режим). Температурный пограничный слой. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров.

Методы решения. Аналитические и интегральные методы решения задач теплопроводности. Численные методы решения задач теплопроводности.

Конвективный теплообмен в однофазной среде. Полное математическое описание конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения пограничного слоя. Формирование теплового, диффузионного и динамического пограничных слоев при течении с большими числами Рейнольдса. Оценки толщины пограничных слоев и интенсивности тепломассообмена. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи. Интегральные соотношения. Основы теории подобия. Числа и критерии подобия.

Характер зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости и режима течения, теплофизических свойств теплоносителя, геометрии поверхности. Локальная и средняя теплоотдача.

Аналогия тепло- и массообмена. Влияние проницаемости стенок (поперечного потока массы) на интенсивность тепломассообмена.

Инженерные методы и формулы для расчета конвективного тепломассообмена при:



а) продольном вынужденном обтекании пластины (приближенный метод решения задачи при ламинарном пограничном слое), аналогия Рейнольдса для турбулентного пограничного слоя;

б) поперечном обтекании труб и пучков труб (режимы обтекания, характер теплоотдачи по периметру; средняя теплоотдача).

Пучки труб: характеристика пучков, средняя теплоотдача при:

а) вынужденном течении в трубах (гидродинамическая и тепловая стабилизация; теплоотдача по длине при различных режимах течения);

б) свободной конвекции около вертикальной стенки и горизонтальной трубы.

Двухфазный теплообмен. Характерные особенности теплообмена при конденсации и кипении.

Кипение в большом объеме. Механизм парообразования и теплопереноса. Критический радиус зародыша новой фазы. Плотность центров парообразования. Приведенная скорость парообразования. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Кризис кипения. Плёночное кипение жидкости. Кривая кипения.

Кипение в трубах. Режимы течения и теплообмена. Экономайзерный участок. Теплообмен при кипении недогретой жидкости. Теплообмен в двухфазной области. Теплообмен в закризисной области. Кризисы теплообмена при кипении в каналах. Расчет критического теплового потока и критического паросодержания.

Теплообмен при конденсации пара. Виды конденсации. Капельная конденсация. Теория плёночной конденсации Нуссельта. Ламинарные и турбулентные гравитационные пленки конденсата. Теплообмен при конденсации движущегося пара на ламинарных и турбулентных пленках конденсата. Конденсация в трубах. Конденсация па пучках труб. Влияние примесей неконденсирующихся газов.

Тепломассообмен. Математическая формулировка задач тепломассообмена.

Поля температуры, скорости, концентрации. Векторы плотности теплового потока и потока массы. Законы кондуктивного (молекулярного) переноса теплоты, вещества, импульса. Конвективный перенос. Понятие о коэффициентах турбулентного переноса.

Законы сохранения. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Краевые условия. Количественные характеристики интенсивности тепломассообмена на поверхностях раздела. Коэффициенты теплоотдачи и массоотдачи.

Основы теплового расчёта теплообменников (ТО). Назначение и классификация ТО, схемы включения теплоносителей. Задачи расчёта ТО. Базовые уравнения. Средний температурный напор и методы его определения. Конструкторский и поверочный расчёты ТО. Примеры выполнения расчётов теплообменников.

Теплообмен излучением. Основные понятия и законы теплового излучения. Классификация потоков излучения. Серое тело, закон Кирхгофа. Законы излучения

абсолютно черного тела. Угловые коэффициенты излучения. Свойства взаимности и замкнутости. Алгебра угловых коэффициентов. Теплообмен излучением в замкнутой системе серых поверхностей, при заданных значениях температур поверхностей или результирующих потоков. Теплообмен излучением между простыми телами в прозрачной среде. Влияние экранов.

Особенности теплообмена излучением в системе с излучающим и поглощающим газом. Спектры излучения и поглощения газов. Средняя длина пути луча. Расчет излучения и поглощения газов.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

##### Практические занятия.

Распределение температур, плотность теплового потока и тепловой поток в плоских и цилиндрических стенках в условиях стационарного режима при граничных условиях I и III рода.

Эффективность тепловой изоляции труб. Эффективность оребрения. Теплопроводность тел с внутренними источниками тепла.

Температурные поля и безграничной пластине, цилиндре бесконечной длины и телах конечных размеров при их охлаждении (нагревании).

Расчёт коэффициентов теплоотдачи при конвективном теплообмене в однофазной среде (свободная конвекция, вынужденное обтекание, течение в трубах). Теплообмен при фазовых превращениях (кипение жидкости, конденсация пара). Массообмен (испарение в парогазовую среду). Сложный теплообмен (конденсация пара из парогазовой смеси).

Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен излучением в системе тел, заполненной поглощающей и излучающей средой.

Теплогидравлический расчет теплообменных аппаратов (рекуперативных и смешительных). Конструкторский и поверочный расчёты теплообменных аппаратов.

##### Лабораторные занятия.

Опытное определение коэффициента теплопроводности методами: плоского слоя, цилиндрического слоя, натянутой нити. Определение теплопроводности и коэффициента температуропроводности методом регулярного режима. Моделирование на ПЭВМ температурных полей в пластине при её охлаждении (нагревании). Исследование теплоотдачи при свободной конвекции. Исследование теплоотдачи при вынужденном течении в трубах и каналах. Исследование теплоотдачи при кипении воды в условиях пузырькового режима. Экспериментальное определение кривой кипения фреона. Исследование средней теплоотдачи при конденсации водяного пара на вертикальной поверхности. Определение интегрального коэффициента излучения твердого тела

калориметрическим методом. Определение углового коэффициента излучения методом светового моделирования.

#### РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Выполняется типовой расчёт масляного подогревателя или сушильной камеры и расчёт температурных полей в теле конечных размеров при его охлаждении (нагревании).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Ф.Цветков, Б.А.Григорьев Теплообмен - М. :Издательство МЭИ, 2001 1981.- 550 с.
2. Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И. Задачник по теплообмену. - М.: МЭИ, 1997. - 136 с
3. Практикум по теплопередаче (под редакцией Солодова А.П.). - М.: Энергоатомиздат, 1986.-298с.

### **Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок**

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Первый закон термодинамики

Техническая термодинамика как теоретическая основа теплоэнергетики. Термодинамическая система и окружающая среда. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.

Первый закон термодинамики как закон сохранения и превращения энергии. Теплота и работа – формы передачи энергии. Работа расширения.

Внутренняя энергия и энтальпия. Аналитическое выражение первого закона. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного одномерного потока.

Термодинамические свойства и процессы идеального газа. Уравнение состояния Клапейрона - Менделеева. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости газов. Зависимость теплоемкости идеального газа от температуры. Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа. Основные процессы идеальных газов. Политропные процессы и их анализ.

Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго закона термодинамики и связь между ними. Термодинамические циклы. Термический коэффициент полезного действия цикла теплового двигателя. Цикл Карно и его кпд. Доказательство существования энтропии. Расчет изменения энтропии идеального газа с помощью таблиц. TS - диаграмма и ее свойства. Термодинамические циклы в TS-диаграмме. Возрастание энтропии изолированной системы. Аналитическое

выражение второго закона термодинамики. Основные причины необратимости процессов.

Реальные газы. Водяной пар.

Термодинамические свойства реальных газов.  $PV$  - диаграмма. Фактор сжимаемости и  $z$   $p$  - диаграмма. Фазовая  $pT$  - диаграмма. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Вода и водяной пар. Удельный объем, энтальпия и энтропия воды, влажного, сухого насыщенного и перегретого пара.  $Ts$  и  $hs$  - диаграммы водяного пара. Расчет процессов для водяного пара. Истечение из сопел. Дросселирование.

Параметры полного адиабатического торможения потока. Уравнение механической энергии. Скорость истечения из суживающегося сопла. Максимальный расход и критическая скорость. Зависимость скорости и расхода газа через сопло от отношения конечного и начального давлений. Сопло Лавалья. Истечение с учетом необратимости. Коэффициенты скорости и расхода.

Уравнение процесса дросселирования. Дросселирование идеального газа. Дросселирование водяного пара по  $hs$  -диаграмме. Дифференциальное уравнение адиабатного дроссель-эффекта. Температура инверсии. Кривая инверсии.

Циклы паротурбинных установок. Циклы атомных станций.

Принципиальная схема паротурбиной установки. Цикл в  $PV$  - и  $TS$  - диаграммах. Термический КПД цикла. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Необратимое расширение пара в турбине. Цикл и схема паротурбинной установки с вторичным перегревом пара. Цикл в  $TS$  и  $h$  -диаграммах. КПД цикла.

Регенеративный подогрев питательной воды. Схема регенеративного подогрева с отбором пара. Термический КПД.

Принципиальная схема атомной электростанции с реактором ВВЭР.

Циклы атомных станций с водяным теплоносителем. Цикл насыщенного пара с промежуточной сепарацией. Цикл с сепарацией и перегревом пара.

Газовые циклы.

Работа одноступенчатого компрессора Отводимое тепло. Многоступенчатый компрессор. Оптимальное распределение давления по ступеням. Необратимое адиабатное сжатие в компрессоре.

Принципиальная схема и цикл газотурбинной установки с подводом тепла при постоянном давлении. Термический КПД идеального цикла. Действительный цикл и его КПД. Влияние необратимости процессов сжатия и расширения. Регенерация, многоступенчатое сжатие и ступенчатый подвод тепла в газотурбинной установке.

Комбинированные циклы.

Комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Термодинамические основы теплофикации. Схема и циклы ТЭЦ.

Схемы и циклы парогазовых установок.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

##### Практические занятия.

Первый закон термодинамики: свойства и процессы с идеальным газом; второй закон термодинамики; термодинамические свойства водяного пара; циклы паротурбинных установок; газовые циклы; циклы атомных станций; комбинированные циклы.

##### Лабораторные занятия.

Экспериментальное определение удельных объемов и расчет таблиц термодинамических свойств двуокиси углерода; изохорное нагревание воды и водяного пара; математическое моделирование циклов паротурбинных и газотурбинных установок на ЭВМ.

#### РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАНИЯ

Расчет цикла для идеального газа с применением таблиц термодинамических свойств идеального газа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая термодинамика. / Учебник // Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. - 5-е изд., перераб. - М.:Издательский дом МЭИ, 2008 -495 с.
2. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин В.С. Практикум по технической термодинамике. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 304 с.
3. Сборник задач по технической термодинамике /Т.Н. Андрианова и др. - 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат. 1981.-240 с.
- 4.Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара / Справочник//М.: Изд. МЭИ, 1999.-163 с

# Котельные установки и парогенераторы

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

1. Конструкции современных паровых котлов.  
Барабанные и прямоточные котлы. Принципы работы. Конструктивное выполнение. Газовоздушный тракт. Водно-паровой тракт.
2. Топливо. Топочные процессы.  
Виды топлива. Технические характеристики топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Тепловой баланс котла. Горелки для сжигания топлива
3. Тепловой расчет парового котла.  
Тепловой расчет топочной камеры, ширмы, конвективных поверхностей нагрева.
4. Регулирование температуры перегретого пара.  
Принципы регулирования. Паровые и газовые методы регулирования температуры первичного и вторичного пара.
5. Гидродинамика рабочей среды в поверхностях с принудительным движением среды. Гидравлическое сопротивление. Гидравлическая характеристика труб. Тепловая разверка. Гидравлическая разверка
6. Гидравлическая работа контура с естественной циркуляцией.  
Расчет контура естественной циркуляции. Показатели надежности естественной циркуляции.
7. Физико-химические процессы в водопаровом тракте котла.  
Отложение примеси. Коррозионные процессы. Растворимость примеси в воде и паре. Коэффициент распределения примеси между водой и паром. Ступенчатое испарение в барабанных котлах. Водно-химические режимы.

## СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И РАСЧЕТНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Расчет низкотемпературной коррозии в воздухоподогревателе парового котла (2 часа)
2. Расчет гидравлической разверки и температуры металла в ширме парового котла (2 часа)
3. Расчет солевого баланса барабанного котла, температуры экранных труб и межпромывочного периода (2 часа)

## КУРСОВАЯ РАБОТА

1. Выбор и расчет тепловой схемы парового котла.
2. Расчет КПД котла, расхода топлива.
3. Расчет топочной камеры.
4. Расчет конвективного пароперегревателя.
5. Расчет воздухоподогревателя.
6. Графическая часть: продольный и поперечный разрезы котла в эскизном

исполнении

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Проработка лекционного материала.
2. Выполнение упражнений.
3. Выполнение курсовой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резников М.И., Липов Ю. М. Паровые котлы тепловых электростанций. - М: Энергоиздат. 1981.
2. Липов Ю. М. и др. Компоновка и тепловой расчет парового котла. - М.: Энергоатомиздат.1988.

## Технология воды и водных режимов ТЭС и котельных

)

### ВВЕДЕНИЕ

Водный теплоноситель используется в различных контурах энергоблоков, характеризующихся различными температурными условиями, тепловыми потоками, набором разнородных конструкционных материалов, требованиями к надежности и безопасности. Поэтому, качество водного теплоносителя и систем его поддержания могут быть различным, но оптимальным по технико-экономическим показателям применительно к конкретным условиям.

Целью данной дисциплины является получение знаний о физико-химических свойствах воды, современных методах её подготовки для использования в энергетике, связи между подготовкой воды и надёжной и экономичной работой энергетического оборудования. Получают знания о влиянии естественных примесей и продуктов коррозии на процессы, протекающие в различных контурах, о нормировании показателей качества воды и пара по трактам энергетических установок и системах обеспечения требуемых ПТЭ показателей.

Обучаемые по данной дисциплине получают знания, позволяющие оценивать качество воды, производить расчёты аппаратов и схем подготовки воды, овладевают методами контроля, способами решения экономических и экологических вопросов.

Изложение дисциплины базируется на знании химии, а также дисциплин тепловых и физико-химических циклов.

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Принципиальные тепловые схемы ТЭС. Основы водных режимов ТЭС. Потери воды и пара, их возобновление. Коррозия и накипеобразование. Методы защиты оборудования.

Технологические показатели, характеризующие общее количество примесей в воде: цветность, прозрачность, сухой остаток, солесодержание, удельная электропроводимость, рН. Показатели, характеризующие отдельные группы примесей: жёсткость, щелочность и различные их виды, кремнесодержание, окисляемость.

Природные воды - исходное сырьё для получения воды, используемой на энергообъектах. Естественный химический состав вод. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.

Принципиальные тепловые схемы ТЭС. Основы водных режимов ТЭС. Потери воды и пара, их возобновление. Коррозия и накипеобразование. Методы защиты оборудования.

Предварительная очистка воды. Свойства коллоидных систем. Физико-химические процессы, протекающие в воде при коагуляции. Изменение химического состава воды при коагуляции. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок.



Технология коагуляции воды солями алюминия и железа. Совмещение коагуляции с обработкой воды методами осаждения. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Физико-химическая сущность процесса магниального обескремнивания воды. Факторы, влияющие на образование твердой фазы при обработке воды методами осаждения. Стабильность воды. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения. Закономерности осветления воды в слое взвешенного осадка. Аппаратура на предочистке. Осветлители типа ВТИ. Осветлительные фильтры насыпного и намывного типов. Фильтрующие материалы для фильтров насыпного и намывного типа.

Обработка воды методом ионного обмена. Селективный ряд. Технологические характеристики ионитов. Удельный и насыпной вес и их зависимость от ионной формы ионита: фракционный состав, механическая и осмотическая прочность, химическая, термическая и радиационная устойчивость. Ионнообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена.

Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Технология катионирования. Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и при регенерации катионита. Работа и технология регенерации Na-катионитных фильтров первой и второй ступеней. Конструкции фильтров. H-катионирование. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации катионита. Технология регенерации отработанного катионита серной кислотой. Режим «голодной» регенерации H-катионитных фильтров и область его применения.

Принципиальные технологические схемы параллельного, последовательного и совместного H-Na-катионирования воды. Технологический расчет установок H-Na-катионирования. OH-анионирование. Реакции, протекающие при OH-анионировании воды и при регенерации анионита. Технология регенерации отработанного анионита едким натром.

Процессы последовательного H-OH-ионирования воды. Реакции, протекающие на сильноосновных и слабоосновных анионитах. Принципиальные схемы побитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями отдельного H-OH-ионирования.

Процесс совместного H-OH-ионирования воды. Область применения фильтров смешанного действия (H-OH-ФСД) с крупнозернистыми ионитами. Технология регенерации H-OH-ФСД. Конструкции ФСД с регенерацией ФСД с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра. Технология выносной регенерации.

Проблемы «старения» ионообменных материалов при обессоливании природных вод и турбинных конденсатов. Меры по продлению срока службы ионитов.

Термическое обессоливание воды. Технология дистилляции воды в испарителях различных типов (поверхностных, мгновенного вскипания). Область применения термического обессоливания воды.

Мембранные методы очистки воды.

Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Мембраны для электродиализа.

Принцип обратного осмоса. Характеристика мембран мембранных элементов (модулей) в аппаратах обратного осмоса. Область применения электродиализных и обратноосмотических установок.

Удаление из воды растворимых газов. Процессы абсорбции и десорбции газов. Технология деаэрации воды. Типы и конструкции деаэраторов, их особенности. Технология декарбонизации воды.

Задачи водно-химического режима (ВХР) теплосилового оборудования. Критерий оптимальности ВХР. Пути попадания различных примесей в цикл паротурбинной установки, их поведение в тракте при изменении свойств воды с ростом параметров. Особенности организации различных ВХР барабанных и прямоточных котлов. Основы коррекционной обработки воды и поведение корректирующих добавок.

Расчетно-теоретические зависимости образования паровых растворов мало-летучих соединений. Распределение примесей между водой и паром. Расчетные методики оценки чистоты пара барабанных котлов, оптимизация их работы. Нормирование качества пара, питательной и котловой воды.

Влияние различных факторов на коррозию углеродистых, нержавеющих сталей и медьсодержащих сплавов в тракте энергоблоков, включая турбину. Взаимосвязь водных режимов с типом конструкционных материалов.

Коррозия, образование и состав отложений. Водные и химические промывки энергоблоков. Методы консервации и пассивации оборудования.

Особенности организации ВХР систем охлаждения турбогенераторов.

Основные задачи и принципы организации химического контроля водного теплоносителя и его организация.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторно-практические занятия проводятся в классе математического моделирования на ПЭВМ. В лаборатории изучаются обучающие комплексы по технологии подготовки воды в энергетике и водно-химическим режимам на ТЭС. После изучения материала выполняются следующие лабораторные работы:

№1. "Предварительная обработка воды в осветлителе методами осаждения"

№2. "Работа обессоливающей установки с блочным включением фильтров"

№3. "Изучение закономерностей перехода загрязняющих примесей в пар барабанного котла"

№4. "Ступенчатое испарение в барабане котла"

№5. "Водно-химический режим испарительных установок поверхностного типа"

Технологический расчет ВПУ, БОУ и испарительных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громогласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П. / под ред. О.И. Мартыновой / Водоподготовка: Процессы и аппараты. М.: Энергоиздат, 1990. 272 с.
2. Стерман Л.С., Покровский В.И. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1991. 128 с.
3. Мартынова О.И. и др. Расчет водно-химических режимов теплоэнергетических установок. М.: Моск. Энерг. Ин-т, 1985. 152 с.
4. Яминов А.А. и др. Обработка воды обратным осмосом и ультрафильтрацией. М.: Стройиздат, 1978. 122 с.
5. Смагин В.Н. Обработка воды методом электродиализа. М.: Стройиздат, 1986, 171 с.
6. Покровский В.П., Аракчеев Е.П. Очистка сточных вод тепловых электростанций. М.: Энергия, 1980. 258 с.

**Экология и правовые основы природоохранной деятельности**

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Объект и предмет исследования экологии. Экологические системы. Потоки вещества и энергии в сообществах. Материально-энергетический обмен между компонентами биогеоценоза. Виды загрязнений среды. Энергетика и окружающая среда. Нооценоз энергетике. Математические модели для анализа процессов, происходящих в экосистемах. Методы инженерно-экологических исследований. Понятие и принципы определения экологических нормативов.

Международные соглашения в области охраны окружающей среды. Международные соглашения по снижению выбросов в атмосферу оксидов азота и серы, по снижению выбросов парниковых газов и снижению производства озоноразрушающих веществ. Международные соглашения по снижению загрязнения водного бассейна. Выполнение Россией международных обязательств.

Законы Российской Федерации и постановления Правительства РФ, направленные на сохранение окружающей среды. Законы России: «Об охране окружающей природной среды», «Об охране атмосферного воздуха», «Об экологической экспертизе». Постановление Совета Министров «Об утверждении порядка разработки и утверждения нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов».

Нормативные материалы, ведомственные инструкции и постановления, направленные на снижение загрязнения атмосферного воздуха. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ. Инструкция по нормированию выбросов загрязняющих веществ. Правила организации контроля выбросов в атмосферу на ТЭС и котельных. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Плата за выбросы вредных веществ в атмосферу. Экологический паспорт предприятия.

Нормативные материалы, ведомственные инструкции и постановления, направленные на снижение загрязнения водного бассейна. Классификация водоемов. Классификация сточных вод ТЭС. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. Плата за недопотребление и сбросы сточных вод.

Нормативные материалы, направленные на снижение радиационного, электромагнитного и шумового воздействия энергетического оборудования. Нормы радиационной безопасности и источники ионизирующего воздействия. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля. Нормирование шума. Определение санитарно-защитных зон.

Основные нормативные материалы, направленные на охрану земельных ресурсов и снижение промышленных отходов. Классификация промышленных отходов. Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению промотходов. Плата за размещение промотходов. Нормативы отвода земель под энергетические объекты.

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа включает написание реферата и работу с литературой. Реферат включает в себя: оценку по нормативным методикам выбросов вредных веществ от ТЭС их приземных концентраций, определения ПДВ и определение платы за выбросы вредных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экология энергетики. Учебное пособие. (Краткий курс) / В.Я. Путилов, М.Г. Лысков, А.В. Орлов и др.. Под редакцией В.Я. Путилова, М.: ЦППЭЭ МЭИ, 1999. 404 с.
2. Прохоров В.В., Тупов В.Б. Методические указания по расчетным заданиям по курсу «Природоохранные технологии».- М.: Издательство МЭИ, 1998, 32 с.
3. Тупов В.Б. Охрана окружающей среды от шума в энергетике.- М.: Издательство МЭИ, 1999, 192 с.
4. Росляков П.В., Егорова Л.В., Ионкин И. Л. Методы расчета выбросов вредных

## Паровые и газовые турбины

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Турбинные установки и их показатели. Циклы турбинных установок различного типа. Экономичность турбоустановки и энергоблока. Влияние параметров рабочего тела на экономичность и надежность. Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии.

Рабочий процесс в ступени турбины. Основы газодинамического и теплового расчета. Основные уравнения движения сжимаемой среды. Преобразование энергии в турбинной ступени. Определение размеров ступени. Относительный лопаточный КПД. Относительный внутренний КПД. Расчет ступени. Изменение параметров потока по радиусу.

Многоступенчатые турбины Особенности многоступенчатых турбин. Выбор основных конструктивных параметров паровой турбины. Оценка КПД и определение осевых усилий. Уплотнения.

Работа турбины на переменном режиме работы. Переменный режим работы ступени. Изменение давлений и теплоперепадов по ступеням турбины. Системы парораспределения. Влияние изменения параметров свежего пара и давления в конденсаторе на мощность и экономичность турбины.

Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Турбины с противодавлением. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара. Турбины с двумя регулируемые отборами пара. Диаграммы режимов.

Конструкции паровых турбин различного типа. Основные типы турбин. Роторы турбин. Статоры турбин. Опора турбины на фундамент. Подшипники. Тепловые расширения. Особенности конструкции теплофикационных, конденсационных и турбин с противодавлением.

Системы маслоснабжения и автоматического регулирования. Оборудование и схема маслоснабжения турбин. Общие принципы регулирования турбин. Особенности системы регулирования турбин различного типа. Конструкция органов парораспределения, регулирования, защиты.

Прочность элементов турбины. Условия работы элементов турбин. Статическая прочность рабочих лопаток. Вибрация лопаток. Эрозия элементов турбины. Материалы, применяемые для основных деталей паровых турбин.

Основы эксплуатации турбины. Процессы, происходящие в турбине при пуске, останове, работах на стационарных режимах. Критерии надежной работы турбины.

Содержание практических занятий

Практические занятия включают в себя проведение тепловых расчетов ступени турбины, многоступенчатых турбин, переменного режима работы ступени и группы ступеней.

#### КУРСОВАЯ РАБОТА

Расчетное задание посвящено проведению теплового расчета ступеней турбины, разбивки теплоперепадов, расчету рабочих лопаток на прочность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трухний Л.Д. Стационарные паровые турбины. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Щегляев А.В. Паровые турбины. - М.: Энергоатомиздат, 1992.
3. Паровые и газовые турбины: Сборник задач. / Под ред. Б.М. Трояновского, Г.С. Самойловича. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Паровые и газовые турбины. /Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. - М.: Энергоатомиздат, 1985.

## Специальные вопросы теплоэнергетики

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Энергоресурсы и топливный баланс. Типы электростанций в энергосистеме; определяющая роль тепловых электростанций в электроэнергетике.

Технологические схемы ТЭС и АЭС. Цикл Ренкина как основа циклов паротурбинных установок; баланс теплоты, КПД цикла и способы его повышения. Схемы ТЭС с промежуточным перегревом пара; регенеративный подогрев воды; комбинированная выработка тепловой и электрической энергии; бинарные циклы.

Оборудование ТЭС; котлы, турбины, подогреватели, насосы; схемы включения. Принципиальные и конструктивные схемы котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Пароводяной и газоздушный тракт котла.

Виды топлив, сжигаемых в котлах; подготовка топлива к сжиганию; маневренные характеристики котлов.

Парогенераторы АЭС: конструктивные схемы и режимы работы.

Водный режим и контроль качества пара котлов и парогенераторов.

Классификация турбомашин и их применение в энергетике. Преобразование энергии в ступени турбин. Конструктивные особенности многоступенчатых паровых турбин. Переменные режимы работы турбин.

Газотурбинные и парогазовые установки ТЭС. Повышение экономичности комбинированных установок.

Источники загрязнений окружающей среды от электростанций. Классификация ТЭС по экологическим признакам; нормативные материалы.

Защита воздушного бассейна от выбросов твердых частиц продуктов горения. Выбросы соединений серы в атмосферу и способы их уменьшения. Снижение выбросов окислов азота; режимно-технологические мероприятия. Методы очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$ . Сокращение выброса парниковых газов в атмосферу.

Защита водного бассейна от сбросов ТЭС. Сточные воды ТЭС и их характеристика. Принципы создания бессточных и малоотходных систем технического водоснабжения.

Дизельные электростанции, теплоснабжение от ТНУ, гибридные ТЭС на базе топливных элементов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ТЭС и АЭС. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г.М.: Изд-во МЭИ, 2001 г.
2. ТЭС и АЭС. Справочник п/ред. Григорьева В.А., Зорина В.М. М.: Энергоатомиздат, 1989 г.

3. Повышение экологической безопасности ТЭС. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Седлов А.С. и др. М.: 2002 г.

## **Тепловые электрические станции**

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Энергетические ресурсы России. Место и роль электроэнергетики, особенности производственных процессов. Ретроспектива развития электроэнергетики России. Особенности современного этапа развития отрасли.

Классификация ТЭС по назначению. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и методы их расчета. Показатели тепловой экономичности ТЭС.

Влияние начальных и конечных параметров на тепловую экономичность ТЭС.

Регенеративный подогрев питательной воды, выбор параметров пара в регенеративных отборах.

Деаэрация питательной воды на ТЭС. Назначение, принцип действия, схемы включения и конструкция деаэраторов.

Теплообменное оборудование паротурбинных установок.

Конструктивные схемы ПНД, расчет ПНД поверхностного и смешивающего типа. Конструктивные схемы ПВД, методика расчета ПВД.

Выбор насосов, дымососов, вентиляторов, оборудования топливоприготовления и золоудаления.

Развернутые (полные) тепловые схемы. Компоновка главного корпуса электростанции. Генеральный план электростанции.

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет элементов принципиальной тепловой схемы блока электростанции. Выбор оборудования энергоблока. Расчет показателей тепловой экономичности ТЭС.

### КУРСОВАЯ РАБОТА

Тепловой, гидравлический и прочностной расчеты одного из теплообменных аппаратов, входящих в состав тепловой схемы блока.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции. -М.: Энергоатомиздат,- 1995.
2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.:Энергия.-1987.
3. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. - М.: Энергоатомиздат. 1987.
4. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: Энергоатомиздат.-1998.



## Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Парогазовые установки – перспективное направление развития теплоэнергетики. Простейшие тепловые схемы различных типов парогазовых установок (ПГУ). Термодинамические циклы Брайтона – Ренкина. Энергетическая газотурбинная установка (ГТУ) - основной элемент тепловой схемы ПГУ, определяющий ее профиль.

Технологические, конструктивные и тепловые схемы энергетических ГТУ. Энергетические параметры и показатели газотурбинных установок.

Конструктивная схема осевых компрессоров ГТУ, ступени компрессора, многоступенчатые компрессоры. Влияние параметров наружного воздуха на производительность компрессора, КПД компрессора. Универсальная характеристика компрессора в приведенных характеристиках. Явление помпажа в компрессорах ГТУ и методы обеспечения устойчивой работы компрессоров.

Камеры сгорания ГТУ, виды сжимаемого в них органического топлива. Назначение и типы камер сгорания. Основные требования к работе камер сгорания. Организация сгорания топлива в одноступенчатых диффузионных камерах сгорания. Двухступенчатые камеры сгорания с предварительной подготовкой бедной топливовоздушной смеси. Экологические характеристики камер сгорания ГТУ.

Газовая турбина в качестве теплового двигателя ГТУ. Начальные параметры рабочего тела в газовой турбине. Элементы конструкции газовых турбин. Диффузорное устройство ГТУ. Системы охлаждения газовых турбин. Организация охлаждения горячих деталей турбин.

Переменные режимы работы энергетических ГТУ. Совмещенная характеристика компрессора и газовой турбины ГТУ. Способы регулирования электрической нагрузки ГТУ. Применение входного направляющего и поворотных аппаратов ступеней компрессора при изменении нагрузки ГТУ. Влияние параметров наружного воздуха на энергетические характеристики ГТУ.

Эксплуатация энергетических ГТУ. Блочные и стационарные системы обслуживания ГТУ. Пусковые и остановочные операции при обслуживании ГТУ.

Парогазовые установки с котлами-утилизаторами. Степень бинарности ПГУ с КУ. Выбор числа контуров генерации пара в схеме ПГУ: одно, двух, трехконтурные схемы. Применение промежуточного перегрева пара.

Типы и конструктивные схемы котлов-утилизаторов. Особенности их эксплуатации. Дожигание топлива в среде выхлопных газов ГТУ.

Паротурбинные установки в схемах ПГУ с КУ, особенности эксплуатации. Параметры пара.

Методика определения энергетических показателей ПГУ с котлами-утилизаторами.

Комбинированная выработка электрической и тепловой энергии с использованием газотурбинной и парогазовой технологии. Тепловые схемы газотурбинных теплоэлектроцентралей (ГТУ-ТЭЦ) и парогазовых теплоэлектроцентралей (ПГУ-ТЭЦ). Энергетические показатели и способы покрытия тепловой нагрузки.

Парогазовые установки с параллельной схемой, тепловые схемы и показатели.

«Сбросные» ПГУ — тепловые схемы и показатели. КИП, автоматические регуляторы и технологические защиты в схемах ПГУ. Роль ПГУ в проектировании ТЭС с высокими экологическими показателями.

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

На лабораторно-практических занятиях предполагается выполнение следующих разделов:

- расчет тепловой схемы энергетической ГТУ (основные положения);
- основные положения расчета тепловой схемы ПГУ с котлами утилизаторами.

#### РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Конструкторский расчет котла-утилизатора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стационарные газотурбинные установки: Справочник / Под. ред. Л.В. Арсеньева и др. Л.: Машиностроение, 1989. 543 с.

2. С.В. Цанев, В.Д. Буров и др. Расчет показателей тепловых схем и элементов газотурбинных и парогазовых установок электростанций. - М.: Изд. МЭИ, 2000. - 72 с.

### **Средства теплового контроля и автоматизации на ТЭС**

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

#### Системы теплотехнического контроля.

Назначение и состав систем теплотехнического контроля объектов автоматизации. Измерительная часть информационной подсистемы АСУ ТП. Средства измерений. Государственная система приборов. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Оценка погрешностей результатов измерений при технических измерениях. Показатели точности измерений и форма представления результатов. Измерительные каналы, оценка их погрешностей при прямых и косвенных измерениях. Метрологическое обеспечение измерений на электростанциях и промышленных предприятиях.

#### Измерение температуры.

Термоэлектрический метод измерения температур. Термоэлектрические преобразователи (ТЭП), стандартные типы. Методы измерения термо-ЭДС. Милливольтметры. Автоматические приборы следящего уравнивания для измерения термо-ЭДС, схемы, источники погрешностей. Нормирующие преобразователи для ТЭП.

Термопреобразователи сопротивления (ТС), стандартные типы. Методы измерения сопротивления ТС. Автоматические приборы, следящего уравнивания для измерения сопротивления ТС. Нормирующие преобразователи для ТС. Методика применения контактных термопреобразователей. Бесконтактные методы измерения температур.

Измерение давления, разности давлений и уровня.

Приборы давления прямого действия и преобразователи давления и разности давлений. Структура преобразователей, разновидности, метрологические характеристики. Передающие преобразователи с компенсацией магнитных потоков. Комплекс тензорезисторных преобразователей. Методика использования средств измерения давления и разности давлений.

Дифманометрический метод измерения уровня, схемы измерения, технические средства. Емкостные уровнемеры.

Измерение расхода и количества жидкостей, газов, пара и теплоты.

Измерение расхода сред по перепаду давлений в сужающем устройстве. Структура измерительного канала. Стандартные сужающие устройства. Основы теории и уравнения расхода. Погрешности измерения расхода. Методические указания по применению расходомеров с сужающими устройствами. Ротаметры. Электромагнитные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Теплосчетчики.

Тепломеры, разновидности схем, используемые алгоритмы. Изучение ГОСТ 8.563.1,2,3-97 «Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления».

Методы и средства анализа газов и жидкостей.

Термокондуктометрические газоанализаторы, теоретические основы, измерительные схемы. Термомагнитные газоанализаторы, теоретические основы, измерительные схемы. Приборы контроля токсичных примесей в уходящих газах и окружающей среде. Хроматографы. Кондуктометрический метод анализа жидкостей. Электродные кондуктометрические преобразователи, их схемы. Методы контроля газовых примесей в теплоносителе. Измерительные схемы рН - метров. Приборы контроля сточных вод.

Основные понятия управления.

Цели и методы управления технологическими объектами. Теплотехнические объекты управления, их основные особенности и. Управление в режимах пуска, останова и нормальной эксплуатации. Декомпозиция целей управления. Автоматизация управления.

Понятие о динамических системах и виды динамических систем. Математические модели технологических объектов управления (ТОУ). Дифференциальные уравнения динамических систем. Линейные динамические системы, их временные динамические, характеристики. Передаточная функция линейной системы. Частотные

характеристики линейных систем.

Автоматические системы регулирования. Назначение и структура одноконтурной автоматической системы регулирования (АСТ). Типовые линейные алгоритмы регулирования

. Понятие устойчивости и запаса устойчивости АСР. Принцип определения оптимальных настроек регуляторов. Нелинейные позиционные алгоритмы регулирования. Структурные схемы АСР с дополнительными сигналами (каскадные, с сигналом по производной, с компенсацией возмущения).

Логические системы управления и технологических защит.

Алгоритмы логического управления. Логический автомат. Основы математического описания логических автоматов. Примеры построения логических систем управления. Понятие функциональной группы. Функционально-групповое управление. Технологические защиты тепломеханического оборудования. Особенности построения АСУ ТП сложными теплотехническими объектами управления.

Функции АСУ ТП. Состав информационных и управляющих функций. Виды обеспечения АСУ ТП. Содержание и назначение математического, программного, метрологического, организационного обеспечения АСУ ТП.

АСУ ТП на базе программно-технических средств (НТК)

Архитектура АСУ ТП, распределенные и централизованные АСУ ТП, сетевая структура НТК, общие понятия о сетевых технологиях и их классификация. Возможности ПТК в решении задач защит, автоматизации, регистрации, сигнализации и архивации. SCADA системы. САПР и программирование контроллеров. Методы повышения надежности ПТК. Технико-экономическое обоснование внедрения АСУ ТП. Современные достижения в развитии АСУ ТП на базе ПТК. Обзор эксплуатируемых АСУ ТП в энергетике.

Технические средства автоматизации и технологических защит.

Государственная система приборов (ГСП): структура, особенности построения. Технические средства воздействия на процесс, их назначение, виды и принципы построения. Технические средства локального управления. Технические средства технологических защит. Технические средства централизованного управления. Вычислительные средства автоматизированного управления. Программно-технические комплексы, их разновидности и особенности применения.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Тематика лабораторных работ по теплотехническим измерениям охватывает разделы курса по измерению температуры, давления, расхода. В лаборатории изучается конструкция термоэнергетических преобразователей и термопреобразователей сопротивления, преобразователей давления и разности давлений. Изучается конструкция вторичных приборов автоматических потенциометров и мостов, а также методы оценки их

метрологических характеристик. Изучаются схемы измерительных комплексов, возможные источники погрешностей и методы их уменьшения; методики поверки используемых средств измерения, конструкция и метрологические характеристики образцовых средств. Производится поверка некоторых средств измерения.

На лабораторно-практических занятиях по разделу "Автоматизация" изучаются динамические характеристики теплотехнических объектов, принципы функционирования автоматических систем регулирования и математические методы анализа АСР, типовые технические средства автоматизации теплоэнергетических процессов.

Примеры лабораторных работ:

- "Динамические характеристики объектов управления",
- "Автоматическая система регулирования на базе регулирующего микропроцессорного контроллера",
- "АСР с автоматизированной настройкой на базе регулирующего прибора ПРОТАР".

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Энергоатомиздат, 1991, 240 с.

2. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1986, 344 с.

3. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций. М: Энергоиздат, 1981, 368 с.

4. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам. М.: Энергоатомиздат, 1985, 328 с.

5. Автоматическое управление в химической промышленности. Учебник для вузов. Под ред. К.Г. Дудникова.-М.; Химия, 1987.

### **Электрооборудование тепловых электростанций и котельных**

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Структура электростанций и энергосистем. Назначение и роль электрической части и электрооборудования. Эксплуатационные режимы работы. Требования к электрооборудованию в части уровня изоляции, допустимого нагрева в продолжительных режимах, стойкости при коротких замыканиях (КЗ), коммутационной способности. Виды и параметры графиков нагрузки электроустановок. Структурные и главные схемы электроустановок, схемы собственных нужд.

Синхронные компенсаторы. Основные параметры и характеристики. Способы включения в сеть. Системы охлаждения и возбуждения. Область применения.

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы и их характеристики. Особенности режимов работы. Регулирование напряжения, способы заземления нейтрали, защита от перенапряжений. Условия выбора.

Конструкции, параметры и основные эксплуатационные характеристики выключателей. Баковые, маломасляные, воздушные, электромагнитные, вакуумные, тиристорные и элегазовые выключатели. Области применения.

Разъединители, отделители, короткозамыкатели, плавкие предохранители, заградители, разрядники, ограничители перенапряжений. Сведения о конструкциях, параметрах, области применения. Электрические аппараты напряжением до 1 кВ: автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели, плавкие предохранители, рубильники, пакетные выключатели и переключатели, реакторы. Сведения о конструкциях, параметрах, принципах работы, области применения.

Измерительные трансформаторы и устройства. Трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, емкостные делители напряжения. Сведения о конструкциях. Параметры.

## СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

На лабораторных занятиях изучаются характеристики, параметры и условия функционирования электрооборудования различных видов в электроустановках напряжением как свыше 1 кВ, так и до 1 кВ.

### РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Расчет параметров и выбор оборудования (силовые и измерительные трансформаторы, защитная и пускорегулирующая аппаратура, кабели и провода) для электроустановок напряжением до и свыше 1 кВ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Электрическая часть станций и подстанций. / Под ред. А.А. Васильева. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Сборник задач и упражнений по электрической части электростанций и подстанций. Часть 1//В.Г. Агапов, Ю.Н. Балаков, Ю.П. Гусев и др.; Под ред. Б.Н. Неклепаева и В.А. Старшинова. - М.: Изд. МЭИ, 1996.

## Природоохранные технологии на ТЭС

### ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины является приобретение необходимых знаний о воздействии энергетических объектов на население и окружающую природную среду, о методах и технологиях, обеспечивающих снижение этого воздействия до санитарно установленных норм.

Специалист, работающий в энергетической отрасли, должен уметь определить величину выбросов в атмосферу и гидросферу, разработать мероприятия по очистке дымовых газов и сточных вод, по снижению воздействия энергетических объектов на окружающую среду и уметь организовать контроль выбросов вредных веществ.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Влияние энергоустановок на окружающую среду

Основные понятия о биосфере и о круговороте веществ в природе. Соотношение между промышленными и природными выбросами вредных веществ в атмосферу. Энергетика и ее воздействие на окружающую среду. Воздействие ТЭС, ГЭС и АЭС на природную среду в локальном и глобальном масштабах. Трансформация вредных веществ в атмосфере.

### Золоулавливание и золоудаление

Характеристики летучей золы. Определение фракционного состава золы. Основы теории золоулавливания. Типы золоуловителей ТЭС. Инерционные золоуловители, их расчет, выбор параметров и эффективность работы. Мокрые золоуловители, их расчет, выбор параметров и эффективность работы. Электрофильтры, их конструкция и принцип работы. Влияние электрофизических свойств золы и аэродинамики потока на работу электрофильтров. Расчет параметров электрофильтров. Тканевые золоуловители, их конструкция и эффективность работы.

Пневмо- и гидротранспорт золы. Золоотвалы ТЭС и их воздействие на окружающую среду. Использование золы в народном хозяйстве. Образование газообразных вредных веществ при сжигании органического топлива, методы и технологии снижения их выбросов. Контроль выбросов ТЭС.

Механизмы образования оксидов азота в топках котлов. Методы подавления образования оксидов азота: сжигание топлива с малыми избытками воздуха; рециркуляция дымовых газов; ступенчатое сжигание топлива, применение специальных горелочных устройств; ввод влаги в зону горения и др. Методы очистки дымовых газов от оксидов азота.

Образование оксидов серы при сжигании различных видов топлива. Методы снижения содержания серы в топливе. Газификация и пиролиз топлива. Очистка дымовых газов от оксидов серы.

Образование бенз(а)пирена при сжигании органического топлива и пути снижения его выброса. Организация контроля выбросов на ТЭС.

### Шум энергетического оборудования и методы его снижения

Основные понятия и характеристики шума. Основные источники шума энергетического оборудования и методы его снижения. Расчет уровня шума на открытом

воздухе. Конструкции и эффективность различных глушителей шума энергетического оборудования. Снижение шума в газоздухопроводах.

#### Рассеивание выбросов ТЭС и АЭС в атмосфере

Основы статики и динамики атмосферы. Классы устойчивости атмосферы. Уравнение турбулентной диффузии для задачи рассеивания примесей в атмосфере. Подъем факела над устьем дымовых труб. Методика расчета рассеивания примесей в атмосфере. Газоотводящие трубы ТЭС. Выбор типа дымовых труб и их расчет.

#### Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их очистки

Характеристика тепловой и атомной электростанции как водопотребляющего объекта. Виды водоемов и факторы, влияющие на процессы их самоочищения. Сточные воды ТЭС и АЭС и методы их снижения (сточные воды водоподготовительных установок, сточные воды гидрозолоудаления, воды загрязненные нефтепродуктами, термически загрязненные воды, сточные воды после наружных и внутренних промывок котлов и др.). Применение испарительных установок и мембранных технологий для снижения сточных вод.

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Цель практических занятий – закрепить и расширить знания, полученные на лекциях. Тематика практических занятий соответствует разделам курса, изложенного в лекциях. На практических занятиях выполняются следующие расчеты: расчет и выбор параметров различных типов золоулавливающих установок (инерционных, мокрых и электрофильтров); расчет и выбор параметров дымовых труб для ТЭС; выбор параметров установки каталитической очистки дымовых газов от оксидов азота; расчет распространения шума в газоздушном тракте и на открытом воздухе.

#### РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Расчетное задание включает в себя следующие вопросы: расчет электрофильтра, обеспечивающего необходимую степень улавливания золы; расчет необходимой высоты дымовых труб для ТЭС; расчет распространения шума на открытой местности от нескольких источников шума.

Каждый студент получает индивидуальное расчетное задание.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рихтер Л.А., Волков Э.Н., Покровский В.И. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС.- М.: Энергоатомиздат, 1981, 296с.
2. Прохоров В.Б., Тупов В.Б. Методические указания по расчетным заданиям по курсу «Природоохранные технологии».- М.: Изд. МЭИ, 1998, 32 с.
3. Тупов В.Б. Охрана окружающей среды от шума в энергетике. -М.: Изд. МЭИ, 1999, 192 с.
4. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций.- М.: Энергоатомиздат, 1987, 216 с.



5. Росляков П.В., Егорова Л.Е. Защита атмосферного воздуха от газообразных выбросов. - М.: Изд. МЭИ, 1996, 72с.

## **Режимы работы и эксплуатации ТЭС**

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Особенности эксплуатации энергоблоков и энергооборудования ТЭС в современных условиях. Режимы эксплуатации энергоблоков различных мощностей. Иерархическая структура в энергетике, оперативные, диспетчерские службы. Основные обязанности и права эксплуатационного персонала. Особенности управления эксплуатационным персоналом ТЭС.

Эксплуатация энергоблоков ТЭС при стационарных нагрузках. Режимные карты оборудования и энергоблоков, нормативные характеристики, поправки к ним. Режимы стационарной работы котлов, пути обеспечения оптимальных условий эксплуатации, способы регулирования температуры перегрева пара, их сравнительная эффективность. Совместное сжигание различных видов топлива. Занос поверхностей котла, их очистка. Нарушения режима работы котла.

Эксплуатация конденсационных турбин под нагрузкой, влияние изменения начальной температуры и давления пара на экономичность и надежность работы турбины. Занос проточной части турбины, основные причины заноса и способы очистки. Экономический вакуум, переохлаждение конденсата в конденсаторе. Поддержание оптимального вакуума в конденсаторе. Возможные нарушения режима работы турбины.

Эксплуатация энергоблоков ТЭС при частичных нагрузках. Методика расчета тепловой схемы конденсационного энергоблока на частичной нагрузке при постоянном и скользящем давлении пара. Работа основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках. Обеспечение оптимальных условий эксплуатации основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках, ограничения по параметрам, возможные аварийные ситуации, их ликвидация.

Регулировочный диапазон оборудования, их маневренные характеристики, ограничения по условиям надежности работы металла, устойчивого сжигания топлива, шлакоудаления, надежности работы лопаточного аппарата и т.д. Минимально и максимально допустимые нагрузки. Пути расширения регулировочного диапазона. Эффективность работы оборудования и энергоблока на частичных нагрузках.

Эксплуатация энергоблоков при их участии в регулировании графиков нагрузки. Способы резервирования энергоблоков. Остановочно-пусковые режимы. Пусковые схемы блоков с барабанными и прямоточными котлами. Графики останова и пуска из различных тепловых состояний. Перевод энергоблоков в малопаровые режимы.

Обеспечение оптимальных условий эксплуатации оборудования энергоблоков в малопаровых режимах. Затраты и потери топлива на этапах разгрузки, нагружения, нахождения в состоянии резерва, в переходных и нестационарных режимах.

Температурные напряжения в элементах энергоблоков в остановочно-пусковых и разгрузочных режимах. Малоцикловая надежность, способы определения допустимых циклов для различных способов резервирования. Допустимые и оптимальные скорости изменения нагрузки при остановках, пусках, нагружении, при сбросах и набросах нагрузки.

Особенности эксплуатации оборудования ТЭЦ. Графики нагрева сетевой воды при изменении температуры наружного воздуха. Одно-, двух- и трехступенчатый подогрев сетевой воды. Эффективность включения теплофикационных пучков в конденсатор. Диаграммы режимов работы турбин с регулируемыми отборами. Способы их построения и использования. Энергетические характеристики теплофикационных турбин.

Аварийные режимы. Действие персонала в случае возникновения аварийных режимов.

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Расчет тепловой схемы энергоблока на частичных нагрузках при постоянном и скользящем регулировании давления пара. Влияние недогрева воды в системе регенерации на показатели тепловой экономичности блока. Оценка прироста дополнительной пиковой мощности за счет отключения ПВД. Сравнение эффективности одно- и двухступенчатого подогрева сетевой воды. Отклонения параметров пара от номинального значения и их влияние на эффективность эксплуатации оборудования.

#### РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Расчет затрат топлива на пуск энергоблока из различных тепловых состояний.

Оптимизация вакуума в конденсаторе турбины К-300-240 при работе ее на частичных нагрузках.

Оптимизация режима получения пиковой мощности на турбине Т-250/300-240 за счет ограничения отпуска тепла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров Д.П., Аракелян Э.К. Режимы работы и эксплуатация конденсационных электростанций. Учебное пособие по курсу "Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС".- М.: Изд. МЭИ 1988
2. Елизаров Д.П., Аракелян Э.К. Маневренные характеристики оборудования тепловых электростанций. Учебное пособие для студентов. - М.: Изд. МЭИ. 1989
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. / М-во энергетики и электрификации СССР. - М.: Энергоатомиздат. 1989.
4. Доброхотов В.И., Жгулев Г.В. Эксплуатация энергетических блоков. - М.: Энергоатомиздат. 1987.

5. Качан А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций. - Минск: Высшая школа. 1978.

6. Гиршфельд В.Я., Князев А.М., Куликов В.В. Режимы работы и эксплуатация ТЭС. - М.: Энергия. 1980

7. Аракелян Э.К., Старшинов В.Л. Повышение экономичности и маневренности оборудования ТЭС. - М.: МЭИ. 1993

### **Экономика и менеджмент в энергетике**

Всего по дисциплине – 43 часа. Лекции – 16 часов. Практические занятия – 6 часов. Консультации – 5,5 часа. Самостоятельная работа – 15 часов. Изучение дисциплины завершается зачетом (0,5 часа).

#### **СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ**

Основные фонды и инвестиционные процессы в энергетике. Структура капитальных вложений. Организация проектирования и понятие сметной стоимости строящихся и реконструируемых энергетических объектов. Организация капитального строительства. Воспроизводство основных фондов, источники финансирования.

Оборотные средства и себестоимость энергетической продукции. Структура и характеристика затрат на производство энергии (ТЭС, ГЭС), передачу и распределение (ЛЭП, электрические сети), Федеральных и региональных налогов и отчислений

Тарифы на энергию, прибыль и рентабельность в энергетике. Особенности ценообразования в энергетике. Методические вопросы формирования тарифов на энергию в условиях рыночных конкурентных отношений.

Методы технико-экономического обоснования принимаемых решений в энергетике. Оценка экономической эффективности мероприятий, критерии, расчетные зависимости.

Основы экономики и организации ремонтного обслуживания электрических станций. Виды и сроки ремонтов, источники финансирования, экономические показатели.

Организация взаимоотношений между энергокомпаниями и потребителями энергии. Функционирование Федерального оптового рынка электроэнергии и мощности (ФОРЭМ).

Экономические показатели комбинированной выработки тепла и электроэнергии на ТЭС, Методика расчетов.

Законодательство, как инструмент регулирования в электроэнергетике; его развитие и совершенствование. Полномочия Федеральных и региональных органов власти и энергетических комиссий.

Основы экономики и организации эксплуатации атомных электростанций и возобновляемых источников энергии.

Предмет, функции и технологии менеджмента. Сущность управления энергетическим производством на ТЭС. ТЭС как объект управления. Структура и особенности

энергетического производства. Характеристика управляемых объектов ТЭС и их эксплуатационные свойства. Понятие управления энергетическим производством. Различия управления техническими и технико-экономическими системами в энергетике.

Цели и функции управления энергетическим производством. Анализ и упорядочение целей управления. Их ранжирование. Понятие функций управления, их классификация по уровням и содержанию. Регламентация функций в аппарате управления энергетическим предприятием. Принципы управления.

Методы управления энергетическим производством. Сущность методов управления и их классификация. Организационно-распорядительные методы управления и их правовые основы. Административно-правовые методы управления. Экономические методы управления. Государственное регулирование в области энергетики. Фирменный стиль как метод управления.

Характеристика организационных структур управления в энергетике. Понятие организационных структур управления производством. Требования к структуре управления и определяющие ее факторы. Основные типы организационных структур управления и тенденции их развития. Принципы формирования организационных структур управления. Особенности организации управления в энергетике. Общая схема управления энергетическим хозяйством в Российской Федерации. Производственные структуры энергопредприятий и энергосистем. Организация управления энергопредприятием. Организация управления энергосистемой.

Планирование, координация и регулирование производственно-хозяйственной деятельности ТЭС. Планирование – важнейшая функция управления. Перспективное управление. Текущее планирование. Общая характеристика дестабилизирующих факторов. Координация работы структурных подразделений ТЭС. Комплексный контроль и анализ деятельности ТЭС. Содержание, принципы и приемы анализа. Информационная база комплексного анализа. Контроль деятельности ТЭС.

Повышение эффективности и конкурентоспособности энергетических предприятий в условиях рыночной экономики. Эффективность и интенсификация производства: критерий и система показателей. Факторы роста эффективности деятельности энергетических предприятий в условиях рыночной экономики. Показатели использования капитала предприятий, их конкурентоспособность в рыночных условиях. Пути повышения их конкурентоспособности. Регулирующая роль государства. Банкротство предприятий: показатели и пути преодоления. Основы определения ликвидности и финансовой устойчивости предприятий энергетического комплекса.

Управление персоналом предприятия. Система управления кадрами. Подбор, изучение и расстановка кадров. Подготовка и повышение квалификации кадров. Основные мероприятия по закреплению кадров на предприятии. Комплексное планирование работы с персоналом.

Организация управленческого труда. Характер и содержание управленческого труда. Основные направления научной организации труда (НОТ) менеджера. Особенности НОТ руководителя и его современный стиль.

Основы НОТ и заработной платы в энергетике. Содержание и задачи организации труда в энергетике. Рациональная организация трудовых процессов. Основы нормирования труда. Организация зарплаты. Другие меры стимулирования эффективности труда.

Организация и управление техническим контролем качества тепловой и электрической энергии. Качество и его показатели. Управление качеством. Сертификация качества. Виды, объекты и методы технического контроля.

Ремонтно-эксплуатационное обслуживание. Значение и задачи ремонтного хозяйства. Структура ремонтно-эксплуатационного обслуживания объектов ТЭС. Оперативно-диспетчерское управление. Сущность и эффективность системы планово-предупредительных ремонтов. Техничко-экономические показатели ремонтного хозяйства. Основные направления совершенствования ремонтно-эксплуатационного обслуживания.

Организация и планирование материально-технического снабжения, сбыта продукции и складского обслуживания. Задачи организации материально-технического снабжения (МТС). Нормативная база МТС. Планирование запасов материалов и топлива. Планирование потребности в материалах и топливе. Классификация складов и расчет складских площадей. Организация хранения и учета материальных ценностей. Функция и структура аппарата МТС предприятия.

Управление капитальным строительством. Структура и содержание капитального строительства на ТЭС. Особенности управления капитальным строительством объектов ТЭС. Организация управления капитальным строительством.

Структура транспортного хозяйства. Расчет грузооборота и потребности в транспортных средствах.

Управление охраной труда. Технические средства и технические мероприятия по охране труда. Планирование и контроль в системе охраны труда.

Управление охраной окружающей среды. Сущность охраны окружающей среды персоналом ТЭС. Организационно-технические мероприятия по охране окружающей среды. Восстановление окружающей среды.

Система обеспечения безопасности предприятия. Источники угроз для предприятия. Анализ латентных угроз и возможные способы их парирования. Оценка эффективности систем безопасности и их экономическая целесообразность. Структура служб безопасности на энергомашиностроительных предприятиях. Государственная и коммерческая тайны и организация их обеспечения. Порядок определения информации, относящейся к государственной и коммерческой тайнам. Правовое регулирование

коммерческой тайны. Техническое обеспечение коммерческой тайны. Судопроизводство по вопросам разглашения коммерческой тайны. Безопасность финансово-кредитной деятельности организации. Оценка возможных угроз. Организация проверки партнеров. Осуществление проверки документации партнеров.

#### СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Практические занятия предполагают выполнение расчетов технико-экономической эффективности инвестиционных проектов как нового строительства, так и по внедрению новых технических решений действующих ТЭС на базе действующих в стране и отрасли типовых методик и рекомендаций, а также основных технико-экономических показателей ТЭС.

Далее рассматриваются задачи стратегического управления. Формирование стратегии энергетического предприятия. Прогнозирование развития предприятия.

Плановые решения в менеджменте. Расчет показателей деятельности предприятия.

Выбор поставщика при планировании закупок. Планирование потребности в инвестициях. Планирование и обоснование цены на тепло и электроэнергию. Сетевое планирование.

Оценка и анализ управленческих решений. Оценка организационных проектов.

Оценка и анализ инновационных проектов.

Анализ и контроль запасов. Создание типового банка данных. АСУ ТЭС.

#### РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

Предполагает варианты расчетов: технико-экономических показателей ТЭС, эффективности инвестиционных проектов ТЭС и эффективности технических решений действующих ТЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Прузнер С.Л., Златопольский А.Н., Журавлев В.Г. Организация, планирование и управление энергетическим предприятием. М., Высшая школа, 1981
2. Макаренко М.В. Производственный менеджмент. //Учебное пособие для ВУЗов. М. 1998
3. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. / Пер. с англ. -М., 1992

## **Надежность оборудования ТЭС**

Всего по дисциплине – 41 час. Лекции – 8 часов Лабораторно-практические занятия – 8 часов. Консультации – 8,5 часа. Самостоятельная работа – 16 часов. Изучение дисциплины завершается сдачей зачета (0,5 часа).

### **СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ**

Надежность как комплексное свойство оборудования. Понятия: эффективность, безопасность, надежность. Основные определения теории надежности: критерии надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов.

Методы оценки надежности теплоэнергетического оборудования ТЭС. Общая характеристика методов; экспериментальная оценка определения надежности; ретроспективные методы.

Представления состояний и событий системы в виде сложного события; аналитические методы. Метод статистических испытаний; вероятностные характеристики надежности. Оценка показателей надежности по результатам испытаний.

Способы обеспечения надежности оборудования ТЭС. Определение уровня показателей надежности основного оборудования, обеспечиваемых конструктивными и технологическими решениями на базе ретроспективной информации. Оценка технических возможностей усовершенствования конструкции объекта.

Анализ технологических схем с точки зрения обеспечения требуемого уровня надежности. Контроль и диагностика в процессе изготовления и эксплуатации оборудования.

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

Оценка количественных показателей надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Расчет характеристик надежности и определение способов повышения надежности сложных систем.

### **РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ**

Расчетное задание выполняется для структурной схемы энергоблока и включает расчет показателей надежности и выбор способа повышения надежности энергоблока

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Андриященко А.Н. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС. - М.: Высш. школа. 1991.
2. Елизаров Д.П., Клевцов Л.В., Цанев С.В. Определение показателей надежности теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС. М.-МЭИ.-1996.
3. Клемин А.И. Надежность ядерных энергетических установок. - М.: Энергоатомиздат. 1987

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Всего на дипломное проектирование – 135 часов. Самостоятельная работа – 100 часов. Консультации – 34 часа. Предзащита и защита на ГАК – 1 час.

Желательная тема дипломной работы слушателя сообщается предприятием в направлении на учебу и утверждается в установленном порядке.



**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**  
**повышения квалификации**  
**«ЭНЕРГЕТИКА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	104
Общий объем аудиторных занятий, часы	104
В том числе:	
Лекции	96
Практические занятия	6
Экзамен	2
Экзамен (кол-во)	1

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форма контроля
			Лк	пр	сам	
1	Энергетический баланс и тепловая экономичность	8	8			тест
2	Котельные установки и парогенераторы	26	26			тест
3	Паровые и газовые турбины	26	26			тест
4	Экологическая безопасность ТЭС	26	26			тест
5	Новые технологии в энергетике	10	10			тест
6	Выполнение и защита инд. работы	6		6	6	зачет

### 1. Энергетический баланс и тепловая экономичность электростанций

Энергоресурсы и топливный баланс. Типы электростанций в энергосистеме; определяющая роль тепловых электростанций в электроэнергетике. Технологические схемы ТЭС и АЭС. Цикл Ренкина как основа циклов паротурбинных установок; баланс теплоты, КПД цикла и способы его повышения. Схемы ТЭС с промежуточным перегревом пара; регенеративный подогрев воды; комбинированная выработка тепловой и электрической энергии; бинарные циклы.

Оборудование ТЭС; котлы, турбины, подогреватели, насосы; схемы включения оборудования.

### 3. Котельные установки и парогенераторы

Принципиальные и конструктивные схемы котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Пароводяной и газозоудный тракт котла. Виды топлив, сжигаемых в котлах; подготовка топлива к сжиганию; маневренные характеристики котлов.

Парогенераторы АЭС: конструктивные схемы и режимы работы.

Водный режим и контроль качества пара котлов и парогенераторов.

### **3. Паровые и газовые турбины**

Классификация турбомашин и их применение в энергетике. Преобразование энергии в ступени турбин. Конструктивные особенности многоступенчатых паровых турбин. Переменные режимы работы турбин.

Газотурбинные и парогазовые установки ТЭС. Повышение экономичности комбинированных установок.

### **4. Экологическая безопасность ТЭС**

Источники загрязнений окружающей среды от электростанций. Классификация ТЭС по экологическим признакам; нормативные материалы.

Защита воздушного бассейна от выбросов твердых частиц продуктов горения. Выбросы соединений серы в атмосферу и способы их уменьшения. Снижение выбросов окислов азота; режимно-технологические мероприятия. Методы очистки дымовых газов от NOx. Сокращение выброса парниковых газов в атмосферу.

Защита водного бассейна от сбросов ТЭС. Сточные воды ТЭС и их характеристика.

Принципы создания бессточных и малоотходных систем технического водоснабжения.

**5. Новые технологии в теплоэнергетике** Дизельные электростанции, теплоснабжение от ТНУ, гибридные ТЭС на базе топливных элементов.

**6. Выполнение и защита индивидуальных итоговых работ** Обучение по программе «Энергетика: состояние и перспективы развития» завершается выполнением слушателями индивидуальных итоговых работ. Темы итоговых работ соответствуют содержанию учебной программы

#### Литература

1. ТЭС и АЭС. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г.М.: Изд-во МЭИ, 2001 г.
2. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общ. ред. Клименко А.В., Зорина В.М. М.: Издательство МЭИ, 2003 г.
3. Основы современной энергетике: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002 г.
4. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева – М.: Издательство МЭИ, 2002 г.
5. Повышение экологической безопасности ТЭС. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Седлов А.С. и др. М.: 2002 г.

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**  
повышения квалификации  
**«РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК»**

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	104
Общий объем аудиторных занятий, часы	104
В том числе:	
Лекции	96
Практические занятия	6
Экзамен	2
Экзамен (кол-во)	1

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форма контроля
			Лк	пр	сам	
1	Режимы эксплуатации энергоблоков	6	6			тест
2	Эксплуатация при стационарных режимах	14	14			тест
3	Эксплуатация конденсационных турбин	14	14			тест
4	Эксплуатация при частичных нагрузках	14	14			тест
5	Участие блоков в регулировании нагрузки	14	14			тест
6	Температурные напряжения в элементах блока при различных режимах	14	14			тест
7	Особенности эксплуатации ТЭЦ	14	14			тест
8	Аварийные режимы работы оборудования	6	6			тест
	Выполнение инд. работы	6		6	6	экзамен

### 1. Режимы эксплуатации энергоблоков различных мощностей

Иерархическая структура в энергетике, оперативные, диспетчерские службы. Основные обязанности и права эксплуатационного персонала. Особенности управления эксплуатационным персоналом ТЭС. Особенности эксплуатации энергоблоков и энергооборудования ТЭС в современных условиях.

## **2. Эксплуатация энергоблоков ТЭС при стационарных нагрузках**

Режимные карты оборудования и энергоблоков, нормативные характеристики, поправки к ним. Режимы стационарной работы котлов, пути обеспечения оптимальных условий эксплуатации, способы регулирования температуры перегрева пара, их сравнительная эффективность. Совместное сжигание различных видов топлива. Занос поверхностей котла, их очистка. Нарушения режима работы котла.

## **3. Эксплуатация конденсационных турбин под нагрузкой**

Влияние изменения начальной температуры и давления пара на экономичность и надежность работы турбины. Занос проточной части турбины, основные причины заноса и способы очистки. Экономический вакуум, переохлаждение конденсата в конденсаторе. Поддержание оптимального вакуума в конденсаторе. Возможные нарушения режима работы турбины.

## **4. Эксплуатация энергоблоков ТЭС при частичных нагрузках**

Работа основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках. Обеспечение оптимальных условий эксплуатации основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках, ограничения по параметрам, возможные аварийные ситуации, их ликвидация.

Регулировочный диапазон оборудования, их маневренные характеристики, ограничения по условиям надежности работы металла, устойчивого сжигания топлива, шлакоудаления, надежности работы лопаточного аппарата и т.д. Минимально и максимально допустимые нагрузки. Пути расширения регулировочного диапазона. Эффективность работы оборудования и энергоблока на частичных нагрузках.

## **5. Эксплуатация энергоблоков при их участии в регулировании графиков нагрузки**

Способы резервирования энергоблоков. Остановочно-пусковые режимы. Пусковые схемы блоков с барабанными и прямоточными котлами. Графики останова и пуска из различных тепловых состояний. Перевод энергоблоков в малопаровые режимы.

Обеспечение оптимальных условий эксплуатации оборудования энергоблоков в малопаровых режимах. Затраты и потери топлива на этапах разгрузки, нагружения, нахождения в состоянии резерва, в переходных и нестационарных режимах.

## **6. Температурные напряжения в элементах энергоблоков в остановочно-пусковых и разгрузочных режимах**

Малоцикловая надежность, способы определения допустимых циклов для различных способов резервирования. Допустимые и оптимальные скорости изменения нагрузки при остановках, пусках, нагружении, при сбросах и набросах нагрузки.

## **7. Особенности эксплуатации оборудования ТЭЦ**

Графики нагрева сетевой воды при изменении температуры наружного воздуха. Одно-, двух- и трехступенчатый подогрев сетевой воды. Эффективность включения теплофикационных

пучков в конденсатор. Диаграммы режимов работы турбин с регулируемыми отборами. Способы их построения и использования. Энергетические характеристики теплофикационных турбин.

### **8. Аварийные режимы 9. Выполнение индивидуальных итоговых работ**

Обучение по программе «Режимы работы и эксплуатации энергоустановок» завершается выполнением слушателями индивидуальных итоговых работ. Темы итоговых работ соответствуют содержанию учебной программы.

#### Литература

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции. – М. Издательство МЭИ, 2000

2. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общей ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2003

3. Методические рекомендации по изучению правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М. : ЗАО «Энергосервис», 2003

## **УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

### повышения квалификации

#### **«ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОТУРБИННЫХ И ПАРОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЭС»**

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	108
Общий объем аудиторных занятий, часы	108
В том числе:	
Лекции	98
Практические занятия	8
Экзамен	2
Экзамен (кол-во)	1

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форм контр
			Лк	пр	сам	
1	введение	2	2			
2	Энергетические газотурбинные установки	32	32			тест
3	Газотурбинные ТЭС	12	12			тест
4	Парогазовые КЭС утилизационного типа	26	26			тест
5	Парогазовые ТЭЦ с котлами утилизаторами	10	10			тест
6	Парогазовые технологии для ТЭС	8	8			тест

7	Парогазовые установки с впрыском	4	4			тест
8	Финансово-экономические вопросы применения ПГУ на ТЭС	4	4			тест
9	Выполнение и защита инд. работ	8		8	6	зачет
	Экзамен	2			6	

## 1. Введение

Применение газотурбинных и парогазовых установок – стратегический путь развития ТЭС в первой половине 21 века. Требования ISO 2314 и российских ГОСТов к энергетическим ГТУ.

## 2. Энергетические газотурбинные установки

2.1. Типы ГТУ, их тепловые и технологические схемы. Назначение элементов ГТУ. Характеристика термодинамических циклов ГТУ, их анализ. Показатели экономичности ГТУ и способы их повышения. Уровень показателей ГТУ, достигнутый в России и за рубежом. Перспективы развития ГТУ.

2.2. Осевые компрессоры энергетических ГТУ, их конструктивные схемы. Примеры конструкций компрессоров различных ГТУ. Характеристики компрессоров, режимы работы.

2.3. Камеры сгорания (КС) ГТУ, их назначение и основные требования. Виды сжигаемого в ГТУ топлива и требования к его качеству. Особенности механизма горения в Камерах сгорания ГТУ. Типы КС, их конструктивные схемы. Примеры конструкций КС. Особенности теплового расчета КС ГТУ. Камеры дожигания топлива в среде выхлопных газов ГТУ: назначение, основные требования. Примеры применения камер дожигания.

2.4. Газовые турбины энергетических ГТУ, особенности их конструкций. Проточная часть и элементы конструкции газовых турбин. Охлаждение элементов газовых турбин. Примеры конструкций элементов газовых турбин. Основные характеристики газовых турбин: процесс расширения, начальная температура газов, внутренний относительный КПД, степень уменьшения давления газов.

2.5. Блочные системы обслуживания энергетических ГТУ, их назначение, характеристика, основные требования. Примеры реализации блочных систем ГТУ.

2.6. Общестанционные системы газотурбинных ТЭС, их назначение, требования к ним. Примеры реализации общестанционных систем.

2.7. Основные требования к вопросам эксплуатации энергетических ГТУ. Пусковые режимы ГТУ, основные этапы, изменение параметров ГТУ при пусках. Останов ГТУ.

2.8. Вопросы технологического обслуживания энергетических ГТУ. Оценка факторов, влияющих на техническое обслуживание и срок службы ГТУ. Обслуживание работающей ГТУ. Опыт по техническому обслуживанию ГТУ российскими и зарубежными фирмами.

2.9. Переменные режимы работы энергетических ГТУ. Статистические характеристики ГТУ. Основные положения расчета тепловой схемы энергетической ГТУ в нерасчетном режиме. Пример расчета. Способы регулирования нагрузки ГТУ. Влияние параметров наружного воздуха на характеристики ГТУ.

Способы стабилизации температуры воздуха на входе в компрессор. Влияние впрыска воды (пара) на характеристики ГТУ. Особенности определения выбросов вредных веществ в ГТУ.

2.10. Системы автоматического регулирования и управления энергетических ГТУ.

2.11. Особенности применения конверсионных ГТУ в энергетике. Их основные конструктивные особенности.

2.12. Примеры конструкций энергетических ГТУ российских и зарубежных производителей. Состояние газотурбостроения в России, СНГ и за рубежом. Основные фирмы-производители ГТУ. Основные характеристики российских и зарубежных энергетических ГТУ, их сравнение.

### **3. Газотурбинные ТЭС**

3.1. Пиковые газотурбинные ТЭС: назначение, требования, режимы работы, показатели. Примеры компоновок главного корпуса пиковых ГТУ ТЭС.

3.2. Газотурбинные ТЭЦ: назначение, требования, режимы работы. Типы тепловых схем ГТУ-ТЭЦ, их показатели тепловой экономичности. Технические решения по регулированию отпуска теплоты на ГТУ-ТЭЦ, оценка их эффективности. Компоновка оборудования на ГТУ-ТЭЦ. Примеры компоновок главного корпуса и генпланов ГТУ-ТЭЦ.

3.3. Использование ГТУ на котельных. Возможные технические решения. Режимы работы. Выбор мощностей ГТУ и типов тепловых схем.

3.4. особенности определения расхода электроэнергии на собственные нужды на ГТУ и ПГУ ТЭС. Дожимные компрессоры, их назначение, принцип работы, особенности выбора их типоразмеров и схем включения, фирмы-производители. Примеры конструкций.

### **4. Парогазовые КЭС утилизационного типа**

4.1. Роль и место ПГУ КЭС с котлами-утилизаторами (КУ) в энергетике России. Типы тепловых схем ПГУ КЭС с котлом-утилизатором. Назначение элементов тепловых схем. Показатели тепловой экономичности. Влияние параметров парового цикла и типа тепловой схемы на экономичность ПГУ КЭС с КУ.

4.2. Котлы-утилизаторы в тепловой схеме ПГУ, основные подходы к разработке их конструкций. Типы КУ, их классификация, конструкторский и поверочный расчеты КУ в схеме ПГУ, особенности их режимов работы. Российские и зарубежные фирмы-производители КУ. Примеры конструкций КУ, их характеристика.

4.3. Паровые турбины в составе ПГУ с КУ. Конструктивные особенности, особенности процесса расширения и характеристик паровых турбин для ПГУ. Примеры конструкций и характеристик паровых турбин для ПГУ.

4.4. Расчет тепловых схем ПГУ КЭС. Определение показателей экономичности. Оптимизации параметров ПГУ с КУ разных давлений. Области применения дожига в ПГУ с КУ.

4.5. Режимы работы ПГУ с КУ. Способы регулирования электрической нагрузки. Показатели маневренности. Пусковые схемы ПГУ с КУ.

4.6. Примеры полных тепловых схем ПГУ КЭС с КУ. Компоновки главного корпуса и генпланы ПГУ КЭС с КУ.

4.7. Особенности тепловой схемы, конструкций основного оборудования, режимов работы однофазных ПГУ. Примеры разработанных и реализованных проектов.

4.8. Системы АСУ на ПГУ с КУ.

## **5. Парогазовые ТЭЦ с котлами-утилизаторами**

5.1. Типы тепловых схем ПГУ-ТЭЦ с КУ, их особенности. Особенности в конструкции КУ, теплофикационных паровых турбин для ПГУ. Дожигание топлива в КУ ПГУ-ТЭЦ.

5.2. Особенности показателей экономичности ПГУ-ТЭЦ. Существующие методы их оценки.

5.3. особенности расчета тепловых схем ПГУ-ТЭЦ с КУ. Режимы работы ПГУ-ТЭЦ.

5.4. Примеры полных тепловых схем ПГУ-ТЭЦ с КУ. Примеры компоновки и генпланов ПГУ-ТЭЦ с КУ.

## **6. Применение парогазовой технологии для техперевооружения ТЭС**

6.1. Основные требования и ограничения применения ПГУ для техперевооружения ТЭС. Основные подходы к выбору технических решений.

6.2. Парогазовые установки сбросного типа. Типы тепловых схем, показатели Экономичности, технические ограничения. Вопросы выбора типоразмера ГТУ. Требования к конструкции парового котла. Примеры ПГУ сбросного типа, реализованные в России и за рубежом, их анализ и характеристика.

6.3. ПГУ с параллельной схемой работы. Типы тепловой схемы. Показатели экономичности, технические ограничения, режимы работы. ПГУ с полузависимой схемой работы.

6.4. Применение ГТУ для настройки существующих паротурбинных установок по схеме с котлом-утилизатором. Особенности тепловых схем. Показатели экономичности.

6.5. ПГУ с газификацией угля. ПГУ со сжиганием угля в кипящем слое. Перспективы их развития.

## **7. Парогазовые установки с впрыском пара (воды)**

7.1. Физико-технические основы применения впрыска пара (воды) на ПГУ. Типы тепловых схем с впрыском пара (воды). Назначение оборудования и основные требования к нему. Требования к водоподготовке.

7.2. Показатели экономичности ПГУ с впрыском пара (воды).

7.3. Опыт реализации ПГУ с впрыском пара (воды): технические решения, характеристики.

## **8. Финансово-экономические вопросы применения ПГУ на ТЭС**

(8.1. Особенности определения удельных капитальных затрат на ПГУ ТЭС. Особенность определения годовых показателей (расход топлива, выработка электро- и теплоэнергии и др.) работы ПГУ ТЭС различного типа.

8.2. Показатели надежности ПГУ ТЭС. Определение эксплуатационных затрат на ПГУ ТЭС.

8.3. Влияние стоимости топлива, тарифов на электро- и теплоэнергию, капитальных затрат и других факторов на финансово-экономические показатели инвестиционных проектов применения парогазовой технологии на ТЭС. Примеры финансово-экономических показателей проектов ПГУ ТЭС.



**9. Выполнение и защита индивидуальных итоговых работ** Обучение по программе «Применение газотурбинных и парогазовых технологий на ТЭС» завершается выполнением слушателями индивидуальных итоговых работ. Темы итоговых работ соответствуют содержанию учебной программы.

**10. Экзамен по курсу – 2 часа.**

Литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – М.: Издательство МЭИ, 2002
2. Стационарные газотурбинные установки / Л.В. Арсеньев, В.Г. Тырышкин, И.А. Богов и др. – Л.: Машиностроение, 1989
3. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. / Ю.С. Елисеев, Э.А. Манушин, В.Е. Михальцев и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 г.
4. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции. – М. Издательство МЭИ, 2000
5. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общей ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2003
6. Расчет показателей тепловых схем и элементов газотурбинных и парогазовых установок электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, С.Н. Дорофеев и др. – М. Издательство МЭИ, 2000
7. Методические рекомендации по изучению правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2003

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

повышения квалификации специалистов в области тепловых электрических станций

**«Расчет тепловых схем ТЭС с применением программных средств российских и зарубежных разработчиков»**

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	40
Общий объем аудиторных занятий, часы	40
В том числе:	
Лекции	20
Практические занятия	18
Зачет	2

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форма контроля
			Лк	пр	сам	
1	Современные программные средства для	2	2			

	<b>расчета тепловых схем</b>					
<b>2</b>	<b>Методы расчета тепловых схем</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>тест</b>
<b>3</b>	<b>Расчет тепловых схем с использованием программного комплекса Boiler Designer</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>тест</b>
<b>4</b>	<b>Расчет тепловых схем с использованием программного комплекса Thermoflow</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>тест</b>

### **1. Современные программные средства по расчету тепловых схем ТЭС**

Особенности расчета тепловых схем в современных условиях. Новые тепловые схемы ТЭС (паросиловые, газотурбинные, парогазовые, газопоршневые) и особенности их режимов работы и расчета. Согласования электрических и тепловых нагрузок на различных режимах, их оптимизация. Применение современных проектных инструментов с целью максимального снижения трудозатрат. Существующие российские и зарубежные программные продукты по расчету тепловых схем.

**2. Методы расчета тепловых схем ТЭС.** (всего 4 часов, в том числе: лекции – 2 часа, практические занятия – 2 часа)

Основные подходы и методики и алгоритмы расчета тепловых схем с использованием электронных расчетных средств.

### **3. Расчет тепловых схем с использованием программного комплекса Boiler Designer.**

Основы создания математической модель энергетического объекта, позволяющей выполнять расчеты, необходимые при проектировании, наладке и последующей эксплуатации:

Поверочные тепловой, гидравлический и аэродинамический расчеты котла в номинальном режиме, а также при частичных нагрузках и любом произвольном сочетании входных возмущающих воздействий (расходов воды, топлива, воздуха, впрысков и др.). Расчет тепловых схем энергоблоков одновременно с полным тепло-гидравлическим расчетом котла, который представляется на общей схеме блока с помощью иерархических элементов. Расчёта тепловой схемы без детального расчёта котла, при этом задаются расходы и параметры свежего и промежуточного пара.

### **4. Расчет тепловых схем с использованием программного комплекса Thermoflow**

Автоматизированный процесс проектирования и режимные расчеты ТЭС. Работа с газотурбинной базой данных с более чем 350 ГТУ; оценка стоимости и технико-экономическая оптимизация в связке с модулем PEACE; автоматическая оптимизация системы технического водоснабжения при расчете режимов; задание и расчет диапазона исходных данных для получения технико-экономических зависимостей при конструкторском расчете с GT PRO и режимах с GT MASTER; двухсторонняя связь с MS EXCEL для проектирования и моделирования электростанций через MS EXCEL. Специализированные и гибкие программы Thermoflex особенности создания модели и расчета

1. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина – М.: Издательство МЭИ, 2003 (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 1)
2. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2006
3. Дорохов Е.В., Седлов А.С. Основы проектирования тепловой схемы энергоблоков ТЭС на суперкритических параметрах: учеб. Пособие – М.: Издательский дом МЭИ, 2007
4. Руководство пользователя Thermoflow Inc/ Manual. Parts I – IV, 2008

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

повышения квалификации специалистов в области теплоэнергетики

### «Парогазовые и газотурбинные технологии»

форма обучения – очная. Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

Число часов по учебному плану, всего	36
Общий объем аудиторных занятий, часы	36
В том числе:	
Лекции	34
Зачет	2

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форма контроля
			Лк	пр	сам	
1	Общие вопросы работы ТЭС	8	8			тест
2	Энергетические газотурбинные установки	14	14			тест
3	Газотурбинные парогазовые ТЭС	12	12			тест
	Зачет	2				зачет

#### **Раздел 1. Общие вопросы работы тепловых электростанций**

Тепловая схема ТЭС, циклы Ренкина, Брайтона, Отто, комбинированные циклы парогазовых и газотурбинных ТЭС.

Технологическая схема ТЭС. Типы ТЭС. Основное и вспомогательное оборудование электростанций, его устройство и назначение.

Производство теплоты и электроэнергии в энергетическом хозяйстве: комбинированное производство на паросиловых теплоэлектроцентралях; отдельное производство электроэнергии на КЭС и теплоты в котельных.

Показатели тепловой экономичности ТЭС. Способы повышения экономичности производства электроэнергии и теплоты. Режимы работы ТЭС. Повышение экологической безопасности ТЭС.

## **Раздел 2. Энергетические газотурбинные установки**

Технологическая схема энергетической ГТУ, основные показатели экономичности установки. Способы повышения экономичности производства электроэнергии. Виды сжигаемого ГТУ топлива.

Назначение, устройство и характеристики основных элементов энергетических ГТУ: осевые компрессоры ГТУ – схема, показатели и режимы работы; камеры сгорания – устройство, основные требования; газовые турбины – устройство, начальные параметры газов, охлаждение газовых турбин. Параметры конструкций ГТУ.

Эксплуатация энергетических ГТУ: системы обслуживания ГТУ и их назначение; пуск и останов энергетических ГТУ, пусковые устройства; эксплуатация энергетических ГТУ – особенности и основные требования.

Переменные режимы работы энергетических ГТУ: универсальная характеристика (диаграмма) энергетической ГТУ; базовый и переменный режимы работы; способы изменения электрической нагрузки ГТУ; влияние параметров наружного воздуха на работу ГТУ, изменение ее характеристик и параметров газов за газовой турбиной в зависимости от переменных режимов.

Особенности в конструкциях и показателях современных ГТУ. Состояние газотурбостроения в России, СНГ и за рубежом. Характеристики отечественных и зарубежных энергетических ГТУ. Основные фирмы-производители ГТУ.

## **Раздел 3. Газотурбинные и парогазовые ТЭС (12 часов)**

Газотурбинные теплоэлектроцентрали (ГТУ-ТЭЦ): технологические схемы отопительных и промышленных ГТУ-ТЭЦ; варианты тепловых схем; основные элементы технологических схем ГТУ-ТЭЦ, их назначение, конструкции.

Показатели экономичности ГТУ-ТЭЦ; режимы работы ГТУ-ТЭЦ; регулирование отпуска теплоты на ГТУ-ТЭЦ, влияние на экономичность; применяемые способы регулирования, их достоинства и недостатки.

Применение ГТУ на РТС, основные технологические решения, их особенности. Примеры ГТУ-ТЭЦ.

Парогазовые ТЭС: основные типы, технологические схемы, показатели экономичности; применяемое основное оборудование, особенности их конструкций и режимов работы.

Методические основы выбора технических решений применения газотурбинных и парогазовых технологий в системах теплоснабжения.

Литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – М.: Издательство МЭИ, 2002
2. Стационарные газотурбинные установки / Л.В. Арсеньев, В.Г. Тырышкин, И.А. Богов и др. – Л.: Машиностроение, 1989
3. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. / Ю.С. Елисеев, Э.А. Манушин, В.Е. Михальцев и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 г.
4. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции. – М. Издательство МЭИ, 2000
5. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общей ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: Издательство МЭИ, 2003
6. Расчет показателей тепловых схем и элементов газотурбинных и парогазовых установок электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, С.Н. Дорофеев и др. – М. Издательство МЭИ, 2000
7. Методические рекомендации по изучению правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М. : ЗАО «Энергосервис», 2003

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

повышения квалификации специалистов в области теплоэнергетики

### «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение – высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции (тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	36
Общий объем аудиторных занятий, часы	36
В том числе:	
Лекции	34
Зачет	2

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Формы контроля
			Лк	пр	сам	
1	<b><u>Энергетический баланс и тепловая экономичность электростанций</u></b>	8	8			тест
2	<b><u>. Котельные установки и парогенераторы</u></b>	8	8			тест

3	<b><u>Паровые и газовые турбины. Новые технологии в теплоэнергетике</u></b>	8	8			тест
4	<b><u>Экологическая безопасность ТЭС</u></b>	8	8			тест
5	<b><u>Перспективные тепловые электростанции</u></b>	2	2			тест

### **Раздел 1. Энергетический баланс и тепловая экономичность электростанций (8 часов)**

Энергоресурсы и топливный баланс. Типы электростанций в энергосистеме; определяющая роль тепловых электростанций в электроэнергетике.

Технологические схемы ТЭС. Цикл Ренкина как основа циклов паротурбинных установок, баланс теплоты, КПД цикла и способы его повышения. Схемы ТЭС с промежуточным перегревом пара; регенеративный подогрев воды; комбинированная выработка тепловой и электрической энергии; бинарные циклы.

Оборудование ТЭС: котлы. Турбины, подогреватели, насосы; схемы их включения.

### **Раздел 2. Котельные установки и парогенераторы (8 часов)**

Принципиальные и конструктивные схемы котлов с естественной и принудительной циркуляцией. Пароводяной и газовоздушный тракт котла.

Виды топлив, сжигаемых в котлах; подготовка топлива к сжиганию; маневренные характеристики котлов.

Водный режим и контроль качества пара котлов и парогенераторов.

### **Раздел 3. Паровые и газовые турбины. Новые технологии в теплоэнергетике (8 часов)**

Классификация турбомашин и их применение в энергетике. Преобразование энергии в ступени турбин. Конструктивные особенности многоступенчатых паровых турбин. Переменные режимы работы турбин.

Газотурбинные установки и двигатели.

### **Раздел 4. Экологическая безопасность ТЭС (8 часов)**

Источники загрязнений окружающей среды от электростанций. Классификация ТЭС по экологическим признакам; нормативные материалы.

Защита воздушного бассейна от выбросов твердых частиц продуктов горения. Выбросы соединений серы в атмосферу и способы их уменьшения.

Снижение выбросов окислов азота; режимно-технологические мероприятия. Методы очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$ . Сокращение выброса парниковых газов в атмосферу.

Защита водного бассейна от сбросов ТЭС. Сточные воды ТЭС и их характеристика. Принципы создания бессточных и малоотходных систем технического водоснабжения.

### **Раздел 5. Перспективные тепловые электростанции (2 часа)**

Экологически чистые ТЭС на твердом топливе. Газотурбинные и парогазовые тепловые электростанции.

### Литература

1. ТЭС и АЭС. Справочник под ред. Григорьева В.А., Зорина В.М. М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1981.
3. Повышение экологической безопасности ТЭС. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Седлов А.С. и др. М.: 2002.
4. Стационарные газотурбинные установки: Справочник / Под. ред. Л.В. Арсеньева и др. Л.: Машиностроение, 1989.
5. С.В. Цанев, В.Д. Буров и др. Расчет показателей тепловых схем и элементов газотурбинных и парогазовых установок электростанций. - М.: Изд. МЭИ, 2000.

### УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

повышения квалификации

### «ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЭС И ДРУГИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ»

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение –  
высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и  
теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции  
(тепловая часть).

Квалификация – специалист

форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	
Общий объем аудиторных занятий, часы	102
В том числе:	
Лекции	86
Практические занятия	6
Лабораторные занятия	8
Экзамен	2
Экзамен (кол-во)	1

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды работы			Форма контроля
			Лк	пр	сам	
1	Организационно-правовые и экономические механизмы рационального природопользования и защиты окружающей среды; отчетность предприятий теплоэнергетики по экологическим показателям (в	6	6			тест
2	Воздействие теплоэнергетических объектов на окружающую среду	18	18			тест
3	Нормирование водопотребления и водоотведения на теплоэнергетических объектах, основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод	18	18			тест
4	Характеристика твердых отходов, образующихся на теплоэнергетических предприятиях; основные направления утилизации твердых отходов	18	18			тест
5	Технологические схемы отечественных и зарубежных экологически безопасных теплоэнергетических установок	26	26			тест
	Лабораторно- практические занятия	8		8		тест
	Итоговая работа	6		6		зачет

**1. Организационно-правовые и экономические механизмы рационального природопользования и защиты окружающей среды; отчетность предприятий теплоэнергетики по экологическим показателям**

**2. Воздействие теплоэнергетических объектов на окружающую среду**

Основные направления снижения вредного воздействия на окружающую среду при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива. Применение конструктивных и технологических методов снижения выбросов золовых частиц, соединений серы, оксидов азота и углекислого газа. Сокращение выбросов водяных паров в атмосферу.

**3. Нормирование водопотребления и водоотведения на теплоэнергетических объектах, основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод**

Нормирование сброса загрязняющих веществ со сточными водами ТЭС. Сокращение водопотребления и количества сточных вод СОО. Обезвреживание и сокращение количества сточных вод от РВП, химических промывок и консервации оборудования. Снижение минерализации сточных вод ВПУ.

**5. Характеристика твердых отходов, образующихся на теплоэнергетических предприятиях; основные направления утилизации твердых отходов**



Химический и фазово-минералогический состав золы и шлаков на ТЭС. Влияние золошлакотвалов на окружающую среду. Методика создания систем ЗШУ с высокими экологическими показателями.

## **5. Технологические схемы отечественных и зарубежных экологически безопасных теплоэнергетических установок**

### **6. Содержание лабораторно-практических занятий**

Современные приборы контроля качества воды: хроматографы, спектрофотометры, кислородомеры, рН-метры, анализаторы нефтепродуктов. (4 часа)

1. Организация системы химико-технологического мониторинга (СХТМ). Современные приборы автоматического химического контроля. (4 часа)

### **7. Содержание итоговой работы** (всего – 6 часов: практические занятия – 6 часов)

Обучение по программе «Повышение экологической безопасности ТЭС и других энергетических объектов» завершается выполнением слушателями индивидуальных итоговых работ. Темы итоговых работ соответствуют содержанию учебной программы.

### Литература

1. ТЭС и АЭС. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г.М.: Изд-во МЭИ, 2001 г.
2. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / Под общ. ред. Клименко А.В., Зорина В.М. М.: Издательство МЭИ, 2003.
3. Повышение экологической безопасности ТЭС. Абрамов А.И., Елизаров Д.П., Седлов А.С. и др. М.: 2002.

## **УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

### повышения квалификации

## **ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЭС»**

«

Уровень образования лиц, принимаемых на обучение –  
высшее.

Направление подготовки. – 141100 Теплоэнергетика и  
теплотехника

Профиль подготовки – Тепловые электрические станции  
(тепловая часть).

Квалификация – специалист  
форма обучения – очная.

Число часов по учебному плану, всего	124
Общий объем аудиторных занятий, час	66
В том числе:	
Лекции	48

№ П/П	Раздел дисциплины.  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Виды учебной работы, включая самост. работу и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			лк	пр	лб	сам	
1	2	3	5	6	7	8	9
1	Теплообменное оборудование	28	12	4		12	Тест на знание конструкций
2	Оборудование ТЭЦ	12	6	4		2	Тест на знание конструкций
3	Расчет на прочность. Трубопроводы	12	6	2		4	Тест: категории труб.
4	Главные трубопроводы	12	6	2		4	Тест: элементы гл. трубопр.
5	Насосы ТЭС	12	6	2		4	Тест: характеристики насосов
6	Оборудование газовоздушного тракта	10	6	2		2	Контрольная работа
7	Оборудование технического	8	6	2			Тест:схемы

	водоснабжения						техн.водоснабжения
	Зачет	2				2	Защита расчетного задания
	Экзамен	2				28	устный
	Итого	124	48	18		58	

## Содержание лекционно-практических форм обучения

### Лекции

1. Теплообменное оборудование ТЭС, регенеративные подогреватели, конструктивные схемы ПНД. Конструктивные схемы ПНД смешивающего типа. Конструктивные схемы ПВД. Тепловой расчет поверхностных подогревателей. Расчет подогревателей смешивающего типа. Деаэраторы, типы, конструктивные схемы. Расчет термических деаэраторов. Испарители, конструктивные схемы испарителей. Тепловой расчет испарителей. Расчет качества пара испарителей.

2. Оборудование для отпуска тепла на ТЭЦ.

3. Расчет теплообменных аппаратов на прочность. Трубопроводы ТЭС и АЭС, категории трубопроводов, опоры и подвески, самокомпенсация, дренирование трубопроводов.

4. Элементы главных трубопроводов, РОУ, БРОУ, сепараторы- пароперегреватели.

5. Насосы ТЭС и АЭС. Основные параметры и характеристики насосов, высота всасывания и кавитация в насосах. Работа насосов на сеть. Регулирование подачи насосов, помпаж, конструкции энергетических насосов.

6. Газовоздушный тракт ТЭС, принципиальные схемы. Характеристики тягодутьевых машин. Золоуловители, их конструкции.

7. Оборудование систем технического водоснабжения и золошлакоудаления.

### Практические занятия

1. Выполнить расчет ПВД при заданных параметрах пара в отборе турбины, расходе питательной воды, давлении питательной воды и давлении в патрубке нижестоящего отбора.

2. По заданным параметрам пара, тепловой нагрузке, температуре обратной сетевой воды выполнить расчет вертикального сетевого подогревателя.

3. Выполнить расчет гидравлического сопротивления вертикального сетевого

4. Выполнить расчет подогрева воды и концентрации кислорода в конце отсека струйного деаэратора атмосферного типа при заданном расходе воды в колонку, температурном перепаде и начальной концентрации кислорода.

5. Выполнить расчет испарителя поверхностного типа, включенного в систему регенерации низкого давления.

Литература:

а) основная литература:

1. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электростанции, учебник. М.: Изд. дом МЭИ, 2008. 464 с.

2. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС, уч. пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2008. 270 с.





## УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПЕРЕПОДГОТОВКИ

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН	Кафедра	Преподаватель	Объем работы слушателя							
				По учебному плану, всего	С преподавателем						
1	2	3	4	5	Итого	Лекции	Лаб. раб.	Лекции	Лаб. раб.	Лекции	
<b>1 семестр, 1 сессия</b>											
1.2.	Основы информатики	ТВТ		35	24	6	16				
2.1.	Теоретические основы тепломассообмена	ТОТ		53	33	14	8				
2.2.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	ТОТ		53	33	14	8				
2.3.	Котельные установки и парогенераторы	КУ и ЭЭ		77	37	16	8				
2.5.	Технология воды и водных режимов ТЭС	ТВТ		36	21	8	4				
<b>Итого по 1 сессии</b>				<b>254</b>	<b>148</b>	<b>58</b>	<b>44</b>				
<b>1 семестр, 2 сессия</b>											
1.1.	Экология и правовые основы природоохранной деятельности	КУ и ЭЭ		30	17			16			
2.4.	Паровые и газовые турбины	ПГТ (ТЭС)		77	37			16	8		
3.1.	Общая энергетика	ТЭС		44	36			34			
3.2.	Тепловые электрические станции	ТЭС		93	57			28	12		
4.1.	Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС	ТЭС		53	33			16	8		
<b>Итого по 2 сессии</b>				<b>257</b>	<b>180</b>			<b>110</b>	<b>28</b>		
<b>2 семестр, 3 сессия</b>											
2.6.	Средства теплового контроля и автоматизация на ТЭС	АСУТП		53	33					20	
2.7.	Электрооборудование тепловых электростанций	ЭС		34	19					12	
3.3.	Природоохранные технологии на ТЭС	КУ и ЭЭ		49	37					16	
4.2.	Режимы работы и эксплуатации ТЭС	ТЭС		53	33					16	
<b>Итого по 3 сессии</b>				<b>189</b>	<b>122</b>					<b>64</b>	
<b>2 семестр, 4 сессия</b>											
1.3.	Экономика и менеджмент в энергетике	ЭКО		45	30						
3.4.	Надежность оборудования ТЭС	ТЭС		41	25						
<b>Итого по 4 сессии</b>				<b>96</b>	<b>55</b>						

## Учебный план с разбивкой по семестрам

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН	Кафедра	
1	2	3	
<b>1 семестр</b>			
<b>1 сессия</b>			
1.2.	Основы информатики	ТВТ	
2.1.	Теоретические основы тепломассообмена	ТОТ	
2.2.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	ТОТ	
2.3.	Котельные установки и парогенераторы	КуиЭЭ	
2.5.	Технология воды и водных режимов ТЭС	ТВТ	
	<b>Итого по 1 сессии - 148</b>		
<b>2 сессия</b>			
1.1.	Экология и правовые основы природоохранной деятельности	КуиЭЭ	
2.4.	Паровые и газовые турбины	ПГТ	
3.1.	Общая энергетика	ТЭС	
3.2.	Тепловые электрические станции	ТЭС	
4.1.	Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС	ТЭС	
	<b>Итого по 2 сессии - 180</b>		
<b>2 семестр</b>			
<b>3 сессия</b>			
2.6.	Средства теплового контроля и автоматизация на ТЭС	АСУТП	
2.7.	Электрооборудование тепловых электростанций	ЭС	
3.3.	Природоохранные технологии на ТЭС	КуиЭЭ	
4.2.	Режимы работы и эксплуатации ТЭС	ТЭС	
	<b>Итого по 3 сессии - 122</b>		
<b>4 сессии</b>			
1.3.	Экономика и менеджмент в энергетике	ПГТ	
3.4.	Надежность оборудования ТЭС	ТЭС	
	<b>Итого по 4 сессии - 55</b>		



## Учебный план с разбивкой по кафедрам

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН	Кафедра	Часы аудиторных занятий	Даты	Сессия
1.2.	Основы информатики	ТВТ	24	01/03 – 14/03	1
2.5.	Технология воды и водных режимов ТЭС	ТВТ	21	01/03 – 14/03	1
	Итого по кафедре		<b>45</b>		
2.1.	Теоретические основы теплообмена	ТОТ	33	01/03 – 14/03	1
2.2.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	ТОТ	33	01/03 – 14/03	1
	Итого по кафедре		<b>66</b>		
2.4.	Паровые и газовые турбины	ПГТ	37	04.04 - 16.04	2
1.3.	Экономика и менеджмент в энергетике	ПГТ	30	21.11 - 10.12	4
	Итого по кафедре		<b>67</b>		
2.3.	Котельные установки и парогенераторы	КуиЭЭ	37	01/03 – 14/03	1
1.1.	Экология и правовые основы природоохранной деятельности	КуиЭЭ	17	04.04 - 16.04	2
3.3.	Природоохранные технологии на ТЭС	КуиЭЭ	37	05.09 – 17.09	3
	Итого по кафедре		<b>91</b>		
2.6.	Средства теплового контроля и автоматизация на ТЭС	АСУТП	33	05.09 – 17.09	3
	Итого по кафедре		<b>33</b>		
2.7.	Электрооборудование тепловых электростанций	ЭС	19	05.09 – 17.09	3
	Итого по кафедре		<b>19</b>		
3.1.	Общая энергетика	ТЭС	36	04.04 - 16.04	2
3.2.	Тепловые электрические станции	ТЭС	57	04.04 - 16.04	2
4.1.	Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС	ТЭС	33	04.04 - 16.04	2
4.2.	Режимы работы и эксплуатации ТЭС	ТЭС	33	05.09 – 17.09	3
3.4.	Надежность оборудования ТЭС	ТЭС	25	21.11 - 10.12	4
	Итого по кафедре		<b>184</b>		

## УЧЕБНЫЙ БЛОК

### “Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения”

Количество академических часов - 72

№	Раздел дисциплины	Всего часов в раздел	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лк	пр	сам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Политика энергосбережения в Российской Федерации	2	2			
2	Федеральная, региональные и отраслевые программы энергосбережения. Опыт реализации отраслевых программ по энергосбережению	2	2			
3	Мониторинг потребления энергоресурсов в системе образования	2	1	1		
4	Нормативно-правовое обеспечение энергоаудита	2	2			
5	Энергоаудит бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства	4	4			
6	Удельные расходы на основную продукцию. Лимитирование потребления энергоносителей	2	2			
7	Энергетический паспорт бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства	2	2			
8	Энергетические балансы промпредприятий	2	2			
9	Целевой энергетический мониторинг в бюджетной организации. Новые разработки в области систем мониторинга энергопотребления (СИМЭП)	2	2			
10	Анализ договорных отношений в ходе проведения энергетических обследований.	2	2			
11	Практика энергетических		4			

	обследований					
12	Приборное обеспечение энергетических обследований	6	2	4		
13	Типовые мероприятия по экономии электрической энергии в бюджетной сфере и промышленности	4	2	2		
14	Современные энергоэффективные системы управляемого электропривода	2	1	1		
15	Современные энергоэффективные осветительные приборы	2	1	1		
16	Типовые мероприятия по экономии тепловой энергии в бюджетной сфере и промышленности	2	1	1		
17	Энергосбережение в котельных установках	4	4			
18	Регулирование теплопотребления зданий. Посещение ЦТП.	2	1	1		
19	Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха	4	3	1		
20	Энергосбережение в холодильных установках	2	2			
21	Экономия энергоресурсов при эксплуатации насосного оборудования	4	4			
22	Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Бизнес-планирование.	4	4			
23	Методы контроля потребления электрической энергии и показатели качества электрической энергии	4	2	2		
24	Создание автономных источников у потребителей	2	2			
25	Современное энергоэффективное электротехническое оборудование	3	1	2		
26	Современное энергоэффективное теплотехническое оборудование	3	1	2		
27	Зачет	2				2
	ВСЕГО	72	56	15		

**Учебный блок**  
**“Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения”**

Учебный блок для подготовки специалистов по теме “Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения” рассчитана на 144 академических часа и отражают следующие разделы:

- общие вопросы энерго- и ресурсосбережения;
- основы энергетического аудита в промышленности и бюджетной сфере;
- мероприятия по экономии электроэнергии;
- мероприятия по экономии тепловой энергии;
- мероприятия по экономии воды;
- мероприятия по экономии топлива;
- инструментальные обследования при энергоаудите;
- технология разработки и технико-экономического анализа энергоэффективных мероприятий;
- информационное обеспечение энергосбережения;
- целевой энергетический мониторинг;
- реализация энергосберегающих проектов;
- вопросы для аттестации обучаемых.

Минимальный уровень образования принимаемых на обучение: специалисты с высшим техническим образованием. Форма обучения – очная.

Уровень получаемого образования: дополнительная профессиональная переподготовка

Учебный блок снабжен аннотациями к лекционным и практическим занятиям, а также вопросами для аттестации слушателей.

**УЧЕБНЫЙ БЛОК**

**“Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения”**

Количество академических часов - 144

№	Раздел дисциплины	Всего часов в раздел	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
			лк	пр	сам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Политика энергосбережения в Российской Федерации	2	2			
2	Федеральная, региональные и отраслевые программы энергосбережения. Опыт реализации отраслевых программ по энергосбережению	2	2			
3	Мониторинг потребления энергоресурсов в системе образования	2	1	1		
4	Нормативно-правовое обеспечение энергоаудита	2	2			
5	Энергоаудит бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства	4	4			
6	Удельные расходы на основную продукцию. Лимитирование потребления энергоносителей	2	2			
7	Энергетический паспорт бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства	8	2	2	4	
8	Энергетические балансы промпредприятий	6	2	2	2	
9	Целевой энергетический мониторинг в бюджетной организации. Новые	2	2			

	разработки в области систем мониторинга энергопотребления (СИМЭП)					
10	Анализ договорных отношений в ходе проведения энергетических обследований.	2	2			
11	Практика энергетических обследований	4	4			
12	Приборное обеспечение энергетических обследований	16	6	10		
13	Типовые мероприятия по экономии электрической энергии в бюджетной сфере и промышленности	4	2	2		
14	Современные энергоэффективные системы управляемого электропривода	2	1	1		
15	Современные энергоэффективные осветительные приборы	2	1	1		
16	Типовые мероприятия по экономии тепловой энергии в бюджетной сфере и промышленности	2	1	1		
17	Энергосбережение в котельных установках	4	4			
18	Регулирование теплотребления зданий. Посещение ЦТП.	2	1	1		
19	Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха	4	3	1		
20	Энергосбережение в холодильных установках	2	2			
21	Экономия энергоресурсов при эксплуатации насосного оборудования	4	4			
22	Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Бизнес-планирование.	12	4	2	6	
23	Методы контроля потребления электрической энергии и показатели качества электрической энергии	2	1	1		
24	Создание автономных источников у потребителей	2	2			

25	Современное энергоэффективное электротехническое оборудование	3	1	2		
26	Современное энергоэффективное теплотехническое оборудование	3	1	2		
27	Практика (работа в составе бригады энергоаудиторов на реальных объектах)	30			30	
28	Подготовка выпускной работы	12			12	
	Защита выпускной работы	2				
	<b>ВСЕГО</b>	<b>144</b>	<b>59</b>	<b>29</b>	<b>54</b>	

**Аннотации**  
**лекционных и практических занятий к учебной программе для специалистов по теме**  
**“Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической**  
**эффективности и энергосбережения”**

### **1. Политика энергосбережения в Российской Федерации**

Программа антикризисных мер Правительства РФ на 2009 г.

Приоритеты антикризисных мероприятий;

Выполнение в полном объеме социальных обязательств государства перед населением и развитие человеческого потенциала;

Активизация внутреннего спроса и инноваций, развитие промышленного и технологического потенциала;

Совершенствование важнейших рыночных институтов для снятия необоснованных барьеров для предпринимательской деятельности;

Формирование мощной финансовой системы;

Обеспечение макроэкономической стабильности;

Реализация антикризисных мер в субъектах РФ.

Новый этап в государственной политике в области энергосбережения:

Указ Президента РФ № 899 от 4 июня 2008 г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;

Постановление Правительства РФ от 12 июня 2008 г. № ИШ-П9-3772;

Перечень Поручений Президента РФ по итогам расширенного заседания Госсовета РФ 2 июля 2009 г. № ПР-1802 ГС от 15 июля 2009 г.;

Постановление Правительства РФ № ВП-П9-4323 от 29 июля 2009 г.

### **2. Федеральная, региональные и отраслевые программы энергосбережения. Опыт реализации отраслевой программы «Энергосбережение в системе образования» в 1999 -2005 гг.**

Этапы и основные направления работ в области энергосбережения в странах, близких к России по уровню ВВП и климатическим условиям;

Этапы становления государственной политики и стратегии в области энергосбережения в России;

Государственное планирование и управление энергоэффективностью;

Структура государственной Программы энергосбережения на 2010 г.;

Паспорт программы. Основные положения программы. Необходимость построения в России энергоэффективного общества;

Система целевых установок программы по повышению энергоэффективности;



Мероприятия Программы;

Нормативно-законодательное, ресурсное и организационное обеспечение;

Программы по секторам экономики:

- в организациях федеральной бюджетной сферы;
- в электроэнергетике;
- в коммунальном хозяйстве (системы теплоснабжения, водоснабжения и освещения);
- в жилищном секторе;
- в промышленности;
- на транспорте;
- в сельском хозяйстве.

Подпрограммы повышения энергоэффективности в субъектах РФ;

Программа расширения использования возобновляемых источников энергии.

### **3. Мониторинг потребления энергоресурсов в системе образования**

Организация управления энергопотреблением подведомственных учреждений в бюджетных сферах экономики, мониторинг энергопотребления. Структура, основные понятия, цели, задачи и участники процесса мониторинга. Система показателей и индикаторов мониторинга. Прогнозирование объемов потребления и оплаты топливно-энергетических ресурсов на следующий финансовый год. Энергетическая сертификация и паспортизация подведомственных учреждений и ее связь с проблемами мониторинга. Информационная поддержка процессов мониторинга, создание и сопровождение специализированных информационных систем сбора, обработки информации и поддержки принятия управленческих решений. Опыт мониторинга потребления энергоресурсов в системе образования.

### **4. Нормативно-правовое обеспечение энергоаудита**

Роль энергосбережения в стратегических задачах государства. Структура нормативно-правовых документов энергосбережения. Место энергоаудита в процессе повышения энергоэффективности экономики. Существующая нормативно-правовая база в области энергосбережения и энергоаудита на федеральном и региональном уровне. Энергетическая паспортизация предприятий и организаций. Проблемы реализации нормативно-правовых документов и причины сложившейся ситуации. Создание совершенной нормативно-правовой базы энергосбережения, отвечающей целям и задачам современного этапа развития экономики. Новый закон о повышении энергоэффективности экономики. Приоритеты деятельности федеральной исполнительной власти в рамках антикризисных мер Правительства РФ.

Ключевые вопросы при заключении хозяйственных договоров на проведение энергоаудита. Документы, регламентирующие порядок расчета стоимости работ.

## **5. Практика энергообследований объектов ЖКХ**

Структура топливного баланса страны. Баланс топлива, потребляемого объектами ЖКХ.

Энергоаудит источника тепла. Энергоэффективная схема паровой котельной. Последовательность проведения энергообследования котельной. Тепловой баланс котла. Способы определения основных тепловых потерь. Особенности проведения тепловых испытаний котлов. Определение коэффициента избытка воздуха в дымовых газах, вызванного избыточностью его подачи в горелки котла, а также величины присосов воздуха по тракту дымовых газов котла. Режимные карты котлов. Практические рекомендации определения КПД-брутто котлов. Определение расходов тепла на собственные нужды котельной. Удельный расход топлива на выработку Гкал тепла котельной. Практика энергообследования котельной. Новые энергосберегающие технологии при производстве тепла. Типовые энергосберегающие мероприятия в котельной.

Транспорт теплоносителя. Нормативные потери тепла при транспорте теплоносителя, важность их определения. Нормативные потери тепла с поверхности изоляции трубопроводов. Нормативные потери тепла с утечкой теплоносителя. Методики определения фактических потерь тепла с поверхности изоляции трубопроводов. Особенности определения фактических потерь. Примеры определения фактических тепловых потерь, сравнение их с нормативными потерями. Определение коэффициента превышения фактических потерь тепла над нормативными потерями. Техничко-экономические расчеты при обосновании замены трубопроводов тепловых сетей. Составляющие экономии тепловых и финансовых потерь при модернизации тепловых сетей. Статистика порывов трубопроводов тепловых сетей, финансовые затраты на их устранение. Определение оптимальной толщины тепловой изоляции. Определение толщины тепловой изоляции для обеспечения требований СнИП.

Потребители тепла. Структура теплового баланса жилого здания. Места основных потерь тепла в жилом здании. Возможная экономия тепла в жилых зданиях. Удельный расход тепла системой отопления зданий за отопительный период. Динамика роста величин термического сопротивления стен жилых зданий по строительным нормам. Методика проведения теста на определение термического сопротивления конструктивной оболочки здания, примеры проведения тестов. Теплозащитные свойства окон, современные энергосберегающие технологии. Потери тепла с инфильтрацией воздуха. Методика проведения теста на определение мест инфильтрационных потерь в квартирах и их интенсивности, примеры проведения тестов. Потери тепла в системе горячего водоснабжения зданий. Приборное обследование системы теплоснабжения жилых зданий, примеры из практики и его результаты. Методика разделения суммарного потребления тепла зданием,

полученного по данным теплосчетчика, на нагрузки отопительные и горячего водоснабжения с анализом эффективности работы данных систем. Методика определения эффективности работы системы теплоснабжения здания, после проведения работ по ее модернизации. Типовые энергосберегающие мероприятия в системе теплоснабжения зданий.

## **6. Оценка эффективности расхода ТЭР. Лимитирование потребления энергоносителей**

Оценка эффективности использования ТЭР с помощью удельных показателей: величина полного энергетического КПД предприятия (производства), коэффициент полезного использования ТЭР КПИ, удельная приведённая энергоёмкость, удельная тепловая энергия на отопление 1 м<sup>2</sup> площади и т.д.

Лимитирование расхода топлива в котельных на основании расчётов по приказу №268 от 4 октября 2005 г.

## **7. Энергетический паспорт бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства**

Энергетический паспорт (ЭП) является нормативным документом для объектов, потребляющих ТЭР. Для промышленных предприятий энергетический паспорт разрабатывается по ГОСТ Р 51379-99.

Энергетический паспорт состоит из типовых форм. Данные формы позволяют получить в концентрированном виде объективную информацию об уровне эффективности использования ТЭР.

Обязательность разработки ЭП определяется нормативно-правовыми актами, принимаемыми федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ.

## **8. Энергетические балансы промпредприятий**

Согласно ГОСТ 19431-74 термин «энергетический баланс» (ЭБ) – это система показателей, характеризующих процессы преобразования энергии или снабжение ею потребителей, и отражающих равенство подведённой энергии, с одной стороны, и суммы полезной энергии и потерь, – с другой.

Основная задача разработки балансов заключается не в составлении обобщающих статистических сводок или в оценке прогнозов на будущее, а в планировании расхода ТЭР.

Задачи разработки и анализа ЭБ:

- планирование энергоснабжения;
- оценка фактического состояния энергоиспользования, определение потерь;
- выявление резервов;
- определение рационального использования ТЭР в процессах и установках.

## **9. Целевой энергетический мониторинг в бюджетной организации.**

### **Новые разработки в области систем мониторинга энергопотребления (СИМЭП)**

Цель и задачи энергетического мониторинга (ЭМ). Классификация систем ЭМ. Основное содержание ЭМ.

Предварительный аудит. Потенциальная экономия. Особенности ЭМ в различных отраслях промышленности. Средняя экономия по отраслям промышленности.

План создания системы ЭМ. Центр энергетического мониторинга. Технические средства ЭМ.

Системы измерения потребления энергетических ресурсов. Методы измерения расхода газообразных сред и жидкостей. Метод переменного перепада давления. Электромагнитный метод. Время-скоростной метод. Корреляционный метод. Доплеровский метод. Измерение расхода твёрдого топлива. Измерение температуры. Измерение давления. Измерение уровня.

Системы комплексного мониторинга. Энергетический баланс.

Мониторинг и коммерческий учёт. Документы, легитимизирующие коммерческий учёт.

## **10. Анализ договорных отношений в ходе проведения энергетических обследований**

Роль малозатратных и беззатратных мероприятий в снижении затрат на оплату коммунальных платежей.

Анализ договорных отношений с энергоснабжающими организациями – обязательный элемент энергетического обследования.

Примеры пересмотра договоров с электроснабжающими организациями в бюджетной сфере.

Примеры пересмотра договоров бюджетных организаций на теплоснабжение и на водоснабжение.

Примеры пересмотра договорных отношений с газоснабжающими организациями.

Подготовка потребителей энергоресурсов к переговорам по пересмотру договорных отношений с энергоснабжающими организациями.

Приборы коммерческого учета расхода тепла, электрической энергии и газа. Основные тенденции развития приборов коммерческого учета тепла.

Критерии выбора приборов учета расхода тепла, их основные характеристики.

## **11. Практика энергетических обследований промышленных предприятий**

Распределение и потребление мировых ресурсов. Потребление ТЭР производственными, жилищно-коммунальными и прочими объектами. Энергоемкость ВВП, СССР, России и зарубежных стран. Эффективность использования ТЭР при производстве, транспорте и распределении энергии,

при производстве и обработке неэнергетической продукции, в ЖКХ. Структура энергохозяйства предприятий. Причины перерасхода ТЭР.

Основные понятия и определения. Энергосбережение и энергоэффективность. Энергоаудит и энергетическое обследование. Экспрессаудит и углубленный аудит. Порядок и продолжительность проведения. Формирование программы проведения работ, рабочих групп. Источники финансирования. Согласующие и утверждающие инстанции.

Цели и задачи энергоаудита. Оценка состояния теплового хозяйства и эффективности использования ТЭР. Выявление резервов энергосбережения. Разработка мероприятий и технических решений по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Их технико-экономическая оценка. Составление бизнесплана. Составление или корректировка Энергетического паспорта, согласование и утверждение в органах, осуществляющих надзорные функции. Взаимодействие с заказчиком..

Методы и средства сбора информации об энергохозяйстве и потреблении ТЭР. Инструментальные средства, штатные и портативные (приборы энергоаудитора). Документальные источники информации и источники их получения. Осмотр объектов энергохозяйства. Опрос административно-управленческого, эксплуатационного, ремонтного и дежурного персонала. Опросные листы.

Методы обработки полученной информации. Статистическая обработка и оценка данных. Метод балансов. Виды и назначение балансов, методы их составления. Синтетический и аналитические балансы. Общий и частные балансы. Инструментальный, расчетный и нормативные балансы. Показатели эффективности использования ТЭР. Их связь с балансовыми уравнениями. Влияние специфики обследуемого объекта на выбор вида показателя эффективности (на конкретных примерах). Программные средства и компьютерная обработка информации (отечественный и зарубежный опыт).

## **12. Приборное обеспечение энергетических обследований**

Инструментальный энергоаудит, методы и средства инструментального аудита (ИА), виды и методы электрических измерений, погрешности и основные характеристики электроизмерительных приборов, рекомендуемые типы стандартного измерительного оборудования.

Анализ результатов ИА и оценка состояния работы систем электроснабжения.

Общее понятие инструментального аудита, цели и задачи инструментального аудита. Типы инструментального аудита: долгосрочные и краткосрочные измерения. Их различия и получаемые возможности. Основные документы, требуемые для компании, занимающейся проведением «коммерческих» измерений. Основные документы на используемые приборы. Измерения основных показателей качества электроэнергии: цели, задачи, применяемые приборы. Нормативная документация (ГОСТ 13109-97). Теплотехнические измерения: цели задачи, применяемые приборы.

Измерения расходов жидкостей, Измерения состава уходящих газов, тепловизионные измерения. Демонстрация работы приборов: опыт со свечкой (газоанализатор) и опыт с человеком (тепловизор). Советы при выборе приборов. Советы при выборе приборов. Оценка погрешности измерений. Варианты подготовки отчетов.

### **13. Типовые мероприятия по экономии электрической энергии в бюджетной сфере и промышленности**

Основные направления электропотребления в организациях бюджетной сферы (вузы, школы, поликлиники, больницы и т.д.).

Потенциал экономии электроэнергии в бюджетных организациях.

Основные направления экономии электроэнергии:

- в системе освещения за счёт прямой замены существующих источников света на более эффективные, а также за счёт увеличения доли естественного освещения,
- в системе холодного и горячего водоснабжения,
- в лифтовом хозяйстве,
- в системе электроснабжения вуза.

### **14. Современные энергоэффективные системы управляемого электропривода**

Типовые схемы водоснабжения зданий. Основные способы регулирования производительности насосов для подачи холодной и горячей воды: дросселированием, регулированием скорости вращения двигателя. Частотное регулирование скорости асинхронных двигателей с помощью преобразователей частоты: принцип, устройство ПЧ, возможности, характеристики.

Энерго- и ресурсо- сбережение средствами электропривода. Холодное водоснабжение, регулирование давления. Горячее водоснабжение, регулирование температуры. Экономия электроэнергии, воды, тепла. Экономический эффект от внедрения частотно-регулируемых электроприводов.

Новые отечественные достижения в области частотного регулирования. Комплексные интегрированные решения «СГУ + ПЧ». Возможности и области применения.

Мощный отечественный энерго- и ресурсо- сберегающий электропривод для особенно ответственных непрерывных производств в ЖКХ и энергетике на базе многосекционных индукторных двигателей и преобразователей частоты. Примеры применений на РТС г. Москвы.

Демонстрация комплектного энергосберегающего оборудования и его возможностей в лаборатории кафедры АЭП МЭИ

## **15. Современные энергоэффективные осветительные приборы**

Расход электроэнергии за рубежом и в России. Количество «световых точек» в России. Параметры энергопотребления при освещении общественных зданий в ряде развитых стран. Постоянная модернизация и совершенствование источников света: увеличение светоотдачи (отношение светового потока к затрачиваемой мощности), увеличение срока службы лампы, улучшение спектра излучения и т.д.

История развития источников излучения, основные этапы: лампы накаливания, газоразрядные лампы, безэлектродные лампы, компактные люминесцентные лампы, светодиоды.

Использование источников излучения для различных целей: очистка воздуха, в технологических процессах, улучшение качества растений, ускорение роста животных и т.д.

## **16. Основные направления и некоторые мероприятия по экономии тепловой энергии в бюджетной сфере и промышленности**

Рассматриваются основные направления по рациональному использованию тепловой энергии на отопление, ГВС и вентиляцию.

Представлены численные расчёты по экономии ТЭР по некоторым энергосберегающим мероприятиям.

Приведены основные мероприятия по экономии ТЭР с возможной максимальной экономией.

## **17. Энергосбережение в котельных установках**

Назначение и роль котельных установок в промышленной теплоэнергетике.

Источники энергии котельных установок и их основные характеристики.

Технологическая схема котельной установки. Принцип работы котельной установки и назначение основных элементов.

Материальный и тепловой балансы котельного агрегата как основа для анализа их энергетической эффективности. Приходные и расходные статьи теплового баланса.

Анализ потерь теплоты в котельном агрегате; причины появления потерь теплоты, факторы, влияющие на потери теплоты, основные пути снижения потерь.

Коэффициент полезного действия котельного агрегата и его определение по прямому и обратному тепловому балансу. Влияние нагрузки котельного агрегата на его КПД.

Мероприятия по экономии топливно-энергетических ресурсов в котельных агрегатах и их эффективность.

Направление совершенствования котельной техники малой и средней мощности:

- повышение энергетической эффективности котельных агрегатов при использовании низкотемпературных и конденсационных котлов;
- использование новых принципов сжигания топлива в котельных агрегатах;
- повышение надежности работы котельных агрегатов;
- использование современных горелочных устройств;
- автоматизация работы котельных агрегатов;
- современные жаро-газотрубные котельные агрегаты.

## **18. Регулирование теплотребления зданий. Посещение ЦТП**

Задачи регулирования теплотребления зданий.

Температурный график подачи тепла теплоснабжающей организацией.

Регулирование по отклонению и по возмущению на примере регулирования температуры в здании. Экономия тепловой энергии в осенне-весенний период. Учет солнечной инсоляции и внутренних теплоизбытков при регулировании теплотребления зданий.

Групповое и индивидуальное регулирование.

Попасадное регулирование. Экономия за счет тепла вентиляционных выбросов.

Оценка технического и экономического эффектов регулирования тепла на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию.

Особенности регулирования теплотребления зданий в бюджетной сфере на примере образовательных учреждений.

Уменьшение потребления тепла электрической энергии и воды на примере демонстрационных энергоэффективных проектов в Московском энергетическом институте (ТУ). Посещение тепловых пунктов МЭИ (ТУ), ознакомление с энергосберегающими технологиями и образцами современного оборудования для тепло- и водоснабжения.

## **19. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха**

Требования к микроклимату зданий. Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха при проектировании систем вентиляции и кондиционирования. Выбор расчетных параметров наружного воздуха при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Системы вентиляции. Классификация вентиляционных систем. Устройство приточной установки общеобменной вентиляции. Принципиальные схемы и компоновка приточно-вытяжных



вентиляционных установок. Расчет производительности по воздуху приточной общеобменной вентиляции. Теплопотребление системами вентиляции. Пути снижения теплопотребления системами вентиляции.

Энергосбережение при совместном применении общеобменной и местной вентиляции. Методы утилизации теплоты вентиляционных выбросов. Применение воздушных завес.

Системы кондиционирования воздуха. Назначение, классификация, применение. Примеры принципиальных схем центральных СКВ. Работа центральных установок кондиционирования воздуха в холодный период года. Работа центральных установок кондиционирования воздуха в теплый период года.

Методы энергосбережения в СКВ. Оценка энергосберегающего эффекта от применения одного из возможных методов снижения энергопотребления системами вентиляции и кондиционирования воздуха.

Применение теплового насоса в установках кондиционирования воздуха. Теория и пример применения.

## **20. Энергосбережение в системах холодоснабжения**

Роль малозатратных и беззатратных мероприятий в снижении затрат на оплату коммунальных платежей.

Анализ договорных отношений с энергоснабжающими организациями – обязательный элемент энергетического обследования.

Примеры пересмотра договоров с электроснабжающими организациями в бюджетной сфере.

Примеры пересмотра договоров бюджетных организаций на теплоснабжение и на водоснабжение.

Примеры пересмотра договорных отношений с газоснабжающими организациями.

Подготовка потребителей энергоресурсов к переговорам по пересмотру договорных отношений с энергоснабжающими организациями.

Приборы коммерческого учета расхода тепла, электрической энергии и газа. Основные тенденции развития приборов коммерческого учета тепла.

Критерии выбора приборов учета расхода тепла, их основные характеристики.

## **21. Экономия энергоресурсов при эксплуатации насосного оборудования**

Предварительная оценка возможностей экономии электрической энергии в работе насосного оборудования предприятия. Сбор исходных данных, необходимых для анализа эффективности работы насосного оборудования и в целом систем водоснабжения. Проверка объективности представленной информации и проведение дополнительных исследований и измерений.

Стандартный перечень энергосберегающих мероприятий, эффективность применения различных мероприятий в зависимости от режима работы насосного оборудования. Частотно-регулируемый привод и гидромолы как средства экономии электрической энергии при работе насосных агрегатов, особенности использования, плюсы и минусы. Объективные причины, мешающие повышению эффективности работы энергооборудования на предприятиях. Разработка энергосберегающих мероприятий с вычислением финансовых затрат и срока окупаемости.

## **22. Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Бизнес-планирование**

Экономическая эффективность, инвестиционный проект, инвестор. Бизнес-планирование, конкретные примеры из практики, необходимость разработки бизнес-планов.

Структура бизнес-плана по внедрению энергосберегающего(их) мероприятия(й), примеры конкретных бизнес-планов для ОАО «Газпром» и машиностроительных предприятий.

Структура бизнес-плана по продвижению продукта (в том числе энергосберегающего) или услуги на рынок, примеры конкретных бизнес-планов. Подходы, используемые при разработке бизнес-плана.

Структура и подходы к разработке бизнес-плана по вводу в эксплуатацию энергосберегающего мероприятия на примере внедрения мини-ТЭЦ на машиностроительном предприятии.

Анализ положения дел на предприятии как результат энергообследования или энергоаудита: анализ договорных документов на поставку энергоресурсов; техническое состояние существующих энергообъектов; уровень организации по сбору и обработке информации с регистрирующей аппаратуры; уровень организации по обслуживанию и т.д.

Структурная схема технического решения энергосберегающего мероприятия, технические расчеты, определение типа оборудования. Критерии выбора фирм-поставщиков. Раздел «резюме».

Подходы к определению объемов затрат на финансирование проекта, «пессимистичный» и «оптимистичный» варианты реализуемого проекта.

Прогноз изменения тарифов на энергоресурсы.

Анализ схем финансирования реализуемого проекта, срок окупаемости, ставка дисконтирования, кэш-фло.

Анализ чувствительности реализуемого проекта.

Организационный и юридический планы.

Анализ возможных рисков и мероприятий по их снижению.

Управление инвестиционными проектами.

## **23. Методы контроля потребления электрической энергии и показатели качества электрической энергии**

Место инструментального аудита (ИА) в энергосберегающих мероприятиях.

Типовые эксперименты в ИА.

Виды инструментальных обследований.

Кратковременный аудит, аудит, долговременный аудит, мониторинг.

Виды средств измерений (СИ), применяемых при инструментальном обследовании (ИО):

- Носимые (портативные), переносные, стационарные.
- Показывающие, с регистрирующими функциями, регистраторы.
- Прецизионные, общего применения.

Основные характеристики СИ:

- метрологические;
- пользовательские:
  - соответствие отечественным стандартам, наличие сертификации;
  - климатические условия применения;
  - габаритные размеры и вес;
  - надёжность;
  - цена;
  - формы отображения результатов;
  - наличие русифицированного описания;
  - сервис (гарантийное и постгарантийное обслуживание);
  - компьютерная (программная) поддержка типовых процедур обработки получаемых результатов измерений.

Технология выбора требуемого СИ.

Методы измерений: Прямые и косвенные; Однократные и многократные;

Основы метрологии:

- Понятие измерений и погрешности.
- Виды погрешностей:
  - инструментальные, методические и субъективные;
  - основные и дополнительные;
  - случайные и систематические, поправки.

Нормирование погрешностей, классы точности.

Классификация инструментальных средств для проведения ИА.

Обзор парка актуальных средств измерений, предлагаемых на рынке.

Средства измерений для аудита электротехнического оборудования.

Устройства и принципы действия, сравнительные характеристики.

Демонстрация реальных приборов, особенности применения:

- Вольтметры, амперметры, мультиметры.
- Ваттметры.
- Портативные осциллографы.

Рекомендуемые типы стандартного измерительного оборудования для аудита систем электроснабжения.

Средства измерений для аудита теплотехнического оборудования. Устройства и принципы действия, сравнительные характеристики.

Демонстрация реальных приборов, особенности применения:

- Цифровые термометры.
- Пирометры.
- Тепловизоры.
- Газоанализаторы.
- Расходомеры.

#### **24. Создание автономных источников у потребителей**

Роль малых и возобновляемых источников энергии для повышения надежности энергоснабжения предприятий и организаций.

Возможности получения электрической и тепловой энергии за счет использования внутренних ресурсов. Использование избыточного давления пара для производства электроэнергии, противодавленческие турбины. Использование избыточного давления газа, детандергенераторные установки.

Совместное производство тепловой и электрической энергии (когенерация), а также холода (тригенерация).

Газопоршневые и газотурбинные Мини ТЭЦ, их области применения, достоинства и ограничения. Энергетический баланс энергетической установки на примере газопоршневого двигателя. Применение микротурбин для производства тепловой и электрической энергии.

Согласование суточных, сезонных и годовых режимов генерации тепловой и электрической энергии с режимами потребления тепловой и электрической энергии, коэффициент использования топлива.

Примеры решения задач автономного энергоснабжения организации. Ознакомление с отдельными образцами оборудования для Мини ТЭЦ.

**Контрольные вопросы к темам для аттестации слушателей к учебным блокам “Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения”**

- 1 Какова структура программы «Энергосбережение России на 1998 – 2005 гг.»?
- 2 Основные направления работ ФЦП «Энергоэффективная экономика»;
- 3 В чем существо поручений Президента РФ Правительству в 2008 – 2009 гг.?
- 4 Какова структура государственной программы энергосбережения в РФ?
- 5 Каковы основные направления повышения энергоэффективности и использования ТЭР в программе Минобразования РФ 1999 – 2005 гг.?
- 6 Каковы базовые энергосберегающие мероприятия в системе освещения и электроснабжения ВУЗов?
- 7 Каковы базовые энергосберегающие мероприятия в системе отопления и горячего водоснабжения?
- 8 Каковы базовые энергосберегающие мероприятия в системах вентиляции и кондиционирования?
- 9 Каковы базовые энергосберегающие мероприятия в котельных?
- 10 Виды программ энергосбережения, основные отличия и общие свойства.
- 11 Типовая структура программы энергосбережения, содержание основных разделов.
- 12 Мониторинг исполнения и информационная поддержка процессов управления программой.
- 13 Цели, задачи и участники реализации отраслевой программы «Энергосбережение в системе образования в 1999 – 2005 гг».
- 14 Структура, организация и информационная поддержка управления программой «Энергосбережение в системе образования в 1999 – 2005 гг».
- 15 Опыт реализации и эксплуатации специализированной информационно-аналитической системы «Энергосбережение в системе образования в 1999 – 2005 гг».
- 16 Основные результаты реализации отраслевой программы «Энергосбережение в системе образования в 1999 – 2005 гг».
- 17 Организация управления энергопотреблением подведомственных учреждений в бюджетных сферах экономики, мониторинг энергопотребления.
- 18 Структура, основные понятия, цели, задачи и участники процесса мониторинга потребления энергоресурсов в бюджетных сферах экономики.
- 19 Система показателей и индикаторов мониторинга потребления энергоресурсов в бюджетных сферах экономики.
- 20 Прогнозирование объемов потребления и оплаты топливно-энергетических ресурсов на следующий финансовый год.
- 21 Энергетическая сертификация и паспортизация подведомственных учреждений и ее связь с проблемами мониторинга потребления энергоресурсов в бюджетных сферах экономики.

- 22 Информационная поддержка процессов мониторинга, создание и сопровождение специализированных информационных систем сбора, обработки информации и поддержки принятия управленческих решений.
- 23 Нормативно-правовые документы, регламентирующие энергоаудиторскую деятельность.
- 24 Один из главных механизмов процесса повышения энергоэффективности.
- 25 Реальные перспективы повышения активности работ в области энергоаудита и энергосбережения.
- 26 Основные изменения новой редакции закона о повышении энергоэффективности экономики.
- 27 Схемные решения, приводящие к экономии тепла в котельной.
- 28 Определение коэффициента избытка воздуха в дымовых газах, вызванных избыточностью его подачи в горелки котла и определение величины присосов воздуха по тракту дымовых газов котла;
- 29 Определение потерь тепла с уходящими газами котла;
- 30 Определение удельного расхода топлива на выработку Гкал тепла котельной;
- 31 Типовые энергосберегающие мероприятия в котельной
- 32 Понятие нормативных потерь тепла при транспорте теплоносителя по протяженному трубопроводу;
- 33 Методика определения фактических тепловых потерь с поверхности изоляции трубопровода;
- 34 Составляющие экономии тепловых и финансовых потерь при модернизации тепловых сетей
- 35 Места основных потерь тепла в жилом здании;
- 36 Методика проведения теста на определение термического сопротивления конструктивной оболочки здания;
- 37 Теплозащитные свойства окон, современные энергосберегающие технологии;
- 38 Методика проведения теста на определение мест инфильтрационных потерь в квартирах и их интенсивности;
- 39 Типовые энергосберегающие мероприятия в системе теплоснабжения зданий.
- 40 Основные виды удельных характеристик для оценки эффективности использования ТЭР.
- 41 Особенности удельных характеристик для объектов ЖКХ и объектов бюджетной сферы.
- 42 Расчётный период и сравнение удельных показателей с нормативными.
- 43 Основные определения и термины, используемые в энергетическом паспорте.
- 44 Структура и содержание энергетического паспорта.
- 45 Основные показатели эффективности использования ТЭР.
- 46 Оценка потенциала энергосбережения.
- 47 Типы балансов.
- 48 Основные понятия и термины.
- 49 Формы выполнения энергетических балансов.
- 50 Общая эффективность использования ТЭР.

- 51 Задачи предварительного аудита при энергетическом мониторинге.
- 52 Этапы создания систем энергетического мониторинга
- 53 Системы энергетического мониторинга.
- 54 Методы сбора данных в системах измерения потребляемых энергоресурсов.
- 55 Принцип работы корреляционных ультразвуковых расходомеров.
- 56 Принцип работы электромагнитных расходомеров.
- 57 Основные методы измерения расхода жидкостей.
- 58 Перечень документов коммерческого узла учёта теплоты
- 59 Место и роль анализа договорных отношений в системе проведения энергетических обследований
- 60 Основные критерии выбора приборов коммерческого учета тепла
- 61 Достоинства и недостатки электромагнитных теплосчетчиков
- 62 Возможные направления для анализа договорных отношений с энергоснабжающими организациями в Вашем ВУЗе
- 63 Способы расчета потерь тепла с трубопроводов при не совпадении мест установки теплосчетчика и границы балансовой принадлежности
- 64 Доля России в мировых запасах, добыче и потреблении основных видов энергоносителей?
- 65 Как изменилась энергоёмкость ВВП страны за период с 1980 по 1995 гг. и с 1995 г. по настоящее время?
- 66 Каковы доля и причины потерь энергии при ее производстве, транспортировании и распределении, в технологии обрабатывающих производств и др.?
- 67 Сформулируйте кратко назначение и конечный результат экспресс- и углубленного аудита, энергетического обследования!
- 68 Кто входит в состав рабочих групп при проведении энергоаудита?
- 69 Перечислите основные разделы энергетического паспорта?
- 70 Кем утверждается рабочая программа проведения аудита?
- 71 Кем утверждается форма энергетического паспорта конкретного предприятия?
- 72 С кем согласовываются и кем утверждаются энергосберегающие мероприятия, вносимые в энергетический паспорт предприятия?
- 73 Для каких предприятий обязательно наличие энергетического паспорта? Влияет ли форма собственности на эти условия?
- 74 На какой период времени должна быть рассчитана реализация предлагаемых энергосберегающих мероприятий или технических решений, вносимых в энергетический паспорт и почему?
- 75 Перечислите основные задачи, решаемые при проведении энергоаудита?
- 76 Что из штатных КИП и АСУ, имеющихся на предприятии, и каким образом следует использовать при проведении энергоаудита?
- 77 Перечислите основные службы и подразделения предприятий, обращение в которые необходимо для получения документальной информации?

- 78 Охарактеризуйте специфические особенности общения с представителями персонала предприятия различного уровня ответственности при получении информации об энергохозяйстве, энергопотреблении, целесообразности реализации энергосберегающих мероприятий и решений?
- 79 Что такое базовый период потребления ТЭР и как он выбирается при проведении энергоаудита?
- 80 Можно ли считать достаточными для дальнейшей разработки энергосберегающих мероприятий и технических решений результаты статистической оценки резервов экономии ТЭР и почему?
- 81 Какие документы, подтверждающие право конкретного лица на участие в проведении энергоаудита, должен иметь энергоаудитор?
- 82 Какие из балансов входят, как правило, в энергетический паспорт?
- 83 Приведите примеры объектов и укажите, какие критерии оценки эффективности использования ТЭР на них следует применять в зависимости от возможности определения полезной составляющей энергопотребления
- 84 Какие из видов теплотребления, перечисленных ниже, являются обратимыми, т.е. подлежащими к использованию в виде ВЭР?
- теплота, расходуемая на нагревание материалов;
  - теплота, расходуемая на осуществление физико-химических процессов (абсорбции, адсорбции, хемосорбции, эндотермических химических реакций и т.п.);
  - теплота, расходуемая на испарение растворителей и влаги в процессах выпарки, сушки, перегонки.
- 85 Приведите примеры оборудования, арматуры и материалов, применение которых позволяет добиваться снижения топливо- и теплотребления, расхода пара и теплоносителей в системах теплоснабжения и теплотребления предприятий!
- 86 Назвать преимущества электронных счетчиков электрической энергии.
- 87 Какие электрические параметры системы электроснабжения необходимо измерять во время инструментального энергоаудита?
- 88 Перечислите цели и задачи инструментального аудита. Различия в возможностях и результатах краткосрочных и долгосрочных измерений.
- 89 Документация на приборы. Что можно узнать с помощью такой документации.
- 90 Цели и задачи теплотехнических и электро измерений. Обосновать на примере.
- 91 Как определить потенциал экономии электроэнергии в бюджетных организациях?
- 92 Каковы основные направления снижения энергозатрат?
- 93 Какие виды источников света следует использовать в бюджетных организациях?
- 94 Что даёт использование частотно-регулируемого привода в системах холодного и горячего водоснабжения?
- 95 Можно ли обеспечить экономию электроэнергии при регулировании скорости асинхронного двигателя от устройств «мягкого пуска» (Soft Start)?



- 96 Где выделяются потери электроэнергии при регулировании скорости насосных систем по принципу дросселирования?
- 97 Почему при регулировании подачи холодной воды на ЦТП в качестве технологического параметра, который необходимо стабилизировать, выбирается давление в магистрали? Или в так называемой «контрольной точке»? Где она должна располагаться?
- 98 В чем преимущество интегрированных решений станций группового управления оборудованием по сравнению с традиционными решениями на базе ПЧ, ПК и модулей синхронизации?
- 99 Приведите примеры мощных устройств, не допускающих перерывов в регулировании технологических параметров, в том числе при потере питания.
- 100 Как Вы понимаете термин отказоустойчивый модульный комплектный электропривод?
- 101 Какие источники излучения используются в настоящее время для освещения жилых помещений.
- 102 Чему равно годовое энергопотребление на 1 квадратный метр жилого помещения в различных странах.
- 103 Каким образом влияет спектр излучения источников света на различные приемники .
- 104 Каковы параметры светодиодов и чем они отличаются от используемых в настоящее время источников излучения.
- 105 Возможные мероприятия по экономии тепловой энергии на отопление.
- 106 Возможные мероприятия по экономии тепловой энергии на вентиляцию.
- 107 Возможные мероприятия по экономии тепловой энергии в котельных.
- 108 Перечислите источники энергии, используемые в котельных агрегатах.
- 109 Назовите основные технологические характеристики органических топлив.
- 110 Перечислите основные элементы котельного агрегата и укажите их назначение.
- 111 Запишите общее уравнение теплового баланса котельного агрегата.
- 112 Укажите факторы, влияющие на потери теплоты с уходящими газами. Пути снижения этих потерь.
- 113 Каковы причины появления потерь теплоты от химической неполноты сгорания топлива
- 114 Запишите выражение для определения КПД котельного агрегата по прямому и обратному балансу.
- 115 Перечислите мероприятия по экономии топлива в котельных агрегатах.
- 116 Каковы основные направления совершенствования котельной техники малой и средней мощности
- 117 Опишите, пользуясь раздаточным материалом, конструкции современных жаро-газотрубных котельных агрегатов.
- 118 Экономия тепловой энергии в осенне-весенний период за счет регулирования температуры теплоносителя.
- 119 Особенности и преимущества группового и индивидуального регулирования.

- 120 Преимущества и недостатки пофасадного регулирования теплопотребления зданий.
- 121 Экономия тепловой энергии за счет утилизации теплоты вентиляционных выбросов.
- 122 Экономия тепла и воды при регулировании в системе горячего водоснабжения.
- 123 Какие из энергосберегающих мероприятий в системах вентиляции и кондиционирования воздуха дают наибольший эффект?
- 124 Как уменьшить потребление электроэнергии вентиляторами?
- 125 Приведите пример энергосберегающего мероприятия в системе вентиляции с оценкой возможного энергосберегающего эффекта.
- 126 Приведите пример энергосберегающего мероприятия в системе кондиционирования воздуха с оценкой возможного энергосберегающего эффекта.
- 127 Какие способы утилизации теплоты вентиляционных выбросов Вы знаете.
- 128 Что такое кратность воздухообмена?
- 129 Классификация систем холодоснабжения.
- 130 Критерии оценки эффективности работы систем.
- 131 Типовые мероприятия по снижению энергозатрат на производство холода.
- 132 Основы работы тепловых насосов.
- 133 Основные факторы, позволяющие определить необходимость обследования работы насосного оборудования.
- 134 В каких случаях предлагаемые энергосберегающие мероприятия могут считаться малоэффективными, нецелесообразными.
- 135 Как проверить представленные данные насосных агрегатов и режима их работы?
- 136 Основные энергосберегающие мероприятия в насосном оборудовании при постоянстве режима эксплуатации.
- 137 Проточка и замена рабочего колеса насоса, замена насосного агрегата целиком: плюсы и минусы каждого мероприятия, случаи применения.
- 138 Основные энергосберегающие мероприятия в насосном оборудовании при частом изменении нагрузки.
- 139 В чем отличие между частотно-регулируемым приводом и гидромурфтой, в чем схожесть.
- 140 Привести примеры неудачного использования частотно-регулируемого привода.
- 141 В каких случаях необходимо проведение дополнительных измерений.
- 142 Как провести дополнительные измерения на работающем оборудовании.
- 143 Срок окупаемости проекта.
- 144 Анализ чувствительности проекта.
- 145 Значение бизнес-плана.
- 146 Длительность рассматриваемого периода бизнес-плана.
- 147 Чистая прибыль проекта.
- 148 Суть «пессимистичного варианта» бизнес-плана.

- 149 Значение раздела бизнес-плана «Резюме».
- 150 Ставка дисконтирования.
- 151 Лизинг. Ставка рефинансирования.
- 152 Перечислите основные типовые эксперименты в ИА.
- 153 Какие измерения необходимо проводить при обследовании вентиляционного оборудования и системы кондиционирования?
- 154 В каких случаях полезно проведение многократных измерений?
- 155 Дайте определение инструментальным, методическим и субъективным погрешностям.
- 156 Дайте определения основным и дополнительным погрешностям.
- 157 Объясните, почему измерения необходимо проводить ближе к концу шкалы прибора?
- 158 Каковы особенности измерения напряжений в сетях переменного тока с помощью электронных или цифровых вольтметров?
- 159 Поясните принцип действия ультразвукового расходомера. Каковы особенности его применения?
- 160 Нарисуйте схему измерения мощности методом двух ваттметров в трёхпроводных трёхфазных сетях переменного тока.
- 161 Проведите сравнение основных характеристик цифровых термометров и пирометров.
- 162 Каково назначение тепловизора? Особенности его применения.
- 163 Приведите примеры использования цифровых осциллографов.
- 164 Назовите проблемы инструментального аудита.
- 165 Преимущества совместного производства тепловой и электрической энергии.
- 166 Особенности работы энергоснабжающей организации на автономную нагрузку.
- 167 Сравнительные характеристики газотурбинных и газопоршневых энергетических установок.
- 168 Энергетический баланс газопоршневой энергетической установки.
- 169 Методы повышения коэффициента использования топлива для автономных энергетических установок.

## УЧЕБНЫЙ БЛОК

### "Энергосбережение и проблемы обеспечения электробезопасности и надёжности энергоснабжения "

Цель: 1) обучение слушателей основам энергосбережения, методам проведения энергоаудита и повышения энергоэффективности

2) доведение до сведения слушателей основных положений действующих законодательных и нормативно-технических документов РФ и региональных программ энергосбережения

Категория слушателей: руководители и главные специалисты организаций, к которым предъявляются требования по обеспечению энергосбережения и повышению энергоэффективности, энергоаудиторы.

Срок обучения: 78 часа.

Форма обучения: с отрывом от работы.

Режим занятий: до 8-ми академических часов занятий и 1-2 часа консультаций.

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего час	В том числе			
			лекции и	Практические занятия	Самостоятельная работа	Зачёт
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Роль и место энергетических ресурсов в мировой экономике. Правовое обеспечение энергосбережения в РФ.	3	2		1	
2	Методические основы и общие правила проведения энергоаудита	10	6	2	2	
3	Тепло-водо-газоснабжение потребителей. Устройство и принцип работы теплопотребляющего оборудования. Особенности тепло-водо-газоснабжения потребителей ЖКХ и промышленных предприятий	3	2	1		
4	Электроснабжение потребителей. Особенности электроснабжения объектов жилищно-коммунального хозяйства	4	2	2		
5	Нормы и правила безопасной работы на электроустановках потребителей	6	4	2		
6	Практика составления энергетических балансов	10	6	4		
7	Особенности проведения энергоаудита на отдельных	10	4	4		

	системах и объектах					
8	Основы энергетического обследования объектов социальной сферы и муниципального ЖКХ	10	4	4	2	
9	Инструментальный аудит	12	6	4	2	
10	Оценка влияния энергосберегающих мероприятий на надёжность энергоснабжения	4	2	2		
11	Оценка эффективности работ по энергосбережению	4	2		2	
	Зачёт	2				2
Итого		78	40	25	11	

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

### **Тема № 1. Введение. Роль и место энергетических ресурсов в мировой экономике. Правовое обеспечение энергосбережения в РФ**

Цель и порядок изучения курса. Классификация и общая характеристика видов энергии. Энергоресурсы. Современные проблемы энергосбережения. Оценка потенциала энергосбережения. Основные направления реализации научно-технического потенциала в энергосбережении. Нормативно-правовая база РФ области энергосбережения. Ответственность соблюдение требований по энергоэффективности. Программа энергосбережения г. Москвы. Региональные системы управления энергосбережением.

### **Тема № 2. Методические основы проведения энергоаудита**

Рекомендации по организации проведения энергетического обследования. Методика проведения обследования промышленных предприятий. Особенности энергетического обследования промышленных предприятий. Типовые энергосберегающие мероприятия в системах водоснабжения предприятий, зданий и сооружений. Способы энергосбережения в системах электроснабжения. Методика обследования систем теплоснабжения. Общие сведения об энергетическом паспорте. Формы энергетического паспорта. Отчет – его содержание. Стандарты.

### **Тема № 3. Теплоснабжение потребителей. Устройство и принцип работы теплопотребляющего оборудования. Особенности теплоснабжения потребителей ЖКХ и промышленных предприятий**

Теплоснабжение: общие понятия и определения. Тепловая энергия, тепловая мощность, энтальпия, температура, давление. Виды теплопереноса.

Определение удельной отопительной характеристики здания, тепловой мощности систем теплопотребления, объемов систем теплоснабжения зданий по укрупненным показателям.

Общие сведения о Методиках расчета тепловых потерь, связанных с потерями через ограждающие конструкции, стенки трубопроводов и с утечками теплоносителя.

Системы теплоснабжения: открытая, закрытая, зависимая, независимая.

Теплопотребляющее оборудование: отопление, вентиляция, кондиционирование, ГВС, технология, сушка. Принципы работы теплопотребляющего оборудования.

### **Тема № 4. Электроснабжение потребителей. Особенности электроснабжения объектов жилищно-коммунального хозяйства**

Принципы электроснабжения потребителей электрической энергии. Нормативы по обеспечению электрической энергией. Освещённость зданий и помещений. Особенности электроснабжения жилых домов.

### **Тема № 5. Нормы и правила безопасной работы на электроустановках потребителей**

Обеспечение электробезопасности на электроустановках напряжением до 1000 В. Особенности обеспечения электробезопасности на электроустановках напряжением выше 1000 В. Изолирующие электрозащитные средства. Организационные и технические мероприятия,

обеспечивающие безопасность работ. Категории помещений в отношении опасности поражения электрическим током.

### **Тема № 6. Практика составления энергетических балансов**

Основные задачи энергобаланса. Виды и характеристика энергобаланса. Структура теплового баланса. Баланс потребления электроэнергии. Структура финансовых затрат на энергоресурсы. Методика и программа расчета энергетических показателей.

### **Тема № 7. Особенности проведения энергоаудита на отдельных системах и объектах**

Энергоаудит электрического и электротермического оборудования. Особенности проведения энергоаудита электропечей. Энергосбережение при эксплуатации холодильных установок. Энергосбережение при эксплуатации насосного оборудования. Энергоаудит в системах производства и снабжения сжатыми газами.

### **Тема № 8. Основы энергетического обследования объектов социальной сферы и муниципального ЖКХ**

Энергоаудит учреждений федеральной и муниципальной форм собственности – как средство экономии бюджета. Особенности проведения энергетического обследования объектов непромышленного назначения. Проблема энергоаудита ЖКХ.

### **Тема № 9. Инструментальный аудит**

Теоретические основы инструментального аудита. Приборная база для проведения энергетических обследований объектов различного назначения. Практические вопросы учета энергоресурсов. Перспективы развития и обзор рынка производителей приборной базы.

### **Тема №10. Оценка влияния энергосберегающих мероприятий на надёжность энергоснабжения**

Методики оценки надёжности электро и тепло-водо-газоснабжения потребителей. Нормативная база по обеспечению надёжности энергоснабжения. Аппаратные средства обеспечения надёжности. Типовые мероприятия, повышающие надёжность работы энергоснабжающих систем.

### **Тема № 11. Оценка эффективности работы по энергосбережению**

Типовой перечень и характеристика энергосберегающих предприятий. Техно-экономическая оценка энергосберегающих мероприятий. Состояние и перспективы развития рынка услуг энергоаудита. Примерная структура и техническая оснащённость ведущих энергоаудиторских фирм.

## УЧЕБНЫЙ БЛОК

### “Методы проведения инструментального аудита”

Количество академических часов - 24

№	Название темы	Всего часов	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лк	пр	сам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Методы инструментального аудита при проведении энергетических обследований	2	2			
2	Электрические измерения в системах электроснабжения	8	5	3		
3	Теплотехнические измерения при проведении энергетических обследований	8	5			
4	Автоматизация измерений и обработка данных измерений	6	4	2		
27	Зачет	2				2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		

#### Аннотации

лекционных и практических занятий к учебному блоку по теме

#### “Методы проведения инструментального аудита”

##### Тема 1 «Методы инструментального аудита при проведении энергетических обследований»

- Место и роль натуральных измерений при проведении энергетических обследований.
- Краткий обзор измеряемых величин.
- Основные требования к диагностическим приборам и их характеристики.
- Соотношение данных штатных и диагностических приборов при проведении энергетических обследований.

##### Тема 2 «Электрические измерения в системах электроснабжения»



- Устройство сетей электроснабжения 0,4 кв.
- Устройство сетей электроснабжения 6-110 кв.
- Точечные измерения в системе электроснабжения 0,4 кв и аппаратура.
- Измерение напряжения.
- Измерение тока.
- Измерение мощности (активной, реактивной, полной).
- Измерение коэффициента мощности.
- Измерение спектрального состава напряжения и тока.
- Измерение частоты вращения электродвигателей.
- Измерение температуры контактов.
- Точечные измерения в системах электроснабжения 6,10,35,110 кв и аппаратура.
- Мониторинг в системе электроснабжения 0,4 кв.
- Мониторинг в системе электроснабжения 6,10,35,110 кв.

### **Тема 3 «Теплотехнические измерения при проведении энергетических обследований»**

- Измерение состава дымоходных газов.
- Измерение расхода жидкостей.
- Измерение температуры и давления.
- Измерение скорости движения воздуха, влажности, числа оборотов двигателя, плотности теплового потока и др.
- Тепловизионные измерения зданий и технических объектов.
- Качественные и количественные тепловизионные измерения.
- Нормативная база тепловизионных измерений.

### **Тема 4 «Автоматизация измерений и обработка данных измерений»**

- Автоматизация процесса измерений в энергоаудите и возможные сферы приложения.
- Основные особенности и принципы обработки данных.
- Мобильная диагностическая лаборатория (энергоавтобус) для проведения энергетических обследований, приборное и методическое оснащение лаборатории, программно-аппаратные комплексы энергоавтобуса.

- Формирование энергосберегающих мероприятий по результатам инструментального аудита.

## Учебный блок

**подготовки специалистов ОАО «РЖД» по курсу повышения квалификации по теме  
“Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической  
эффективности и энергосбережения”**

№	Название темы	Всего часов	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лк	пр	сам	
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Политика энергосбережения в Российской Федерации. Основные цели и содержание учебного курса</b>	1	1			
2	<b>Нормативно-правовая база проведения энергоаудита. Методология проведения энергетического обследования</b>					
2.1	Нормативно-правовая база проведения энергоаудита.	1	1			
2.2	Анализ договорных отношений. Основные задачи и этапы энергетического обследования	1	1			
2.3	Составление энергетических балансов. Сбор анализа исходных данных по системам энергопотребления	2	2			
2.4	Особенности энергоаудита бюджетных организаций, промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства	1	1			
2.5	Оценка потенциала энергосбережения, разработка мероприятий по энергосбережению	2	2			
2.6	Структура отчета	1	1			
3	<b>Методы расчета нормативов потерь энергоносителей</b>					
3.1	Порядок утверждения нормативов энергопотребления и запасов топлива Минэнерго России. Влияние нормативов удельных расходов топлива, потерь и запасов на величину тарифа.	2	2			
3.2	Методы расчета нормативов	1	1			

	потерь теплоты энергии и удельных расходов топлива.					
3.3	Методы расчета запасов топлива на тепловых электростанциях и котельных	1	1			
3.4	Характеристика объекта энергетического обследования: система тягового электроснабжения переменного и постоянного тока. Потери мощности в электроэнергетической системе, содержащей электротяговую нагрузку (основные, вторичные). Сопряжение систем внешнего и тягового электроснабжения. Уравнительные потоки мощности. Компенсация реактивной мощности. Фильтрация высших гармонических составляющих.	2	2			
3.5	Тяговая нагрузка. Состояние учета электрической энергии на тягу поездов. Небаланс электрической энергии на тягу поездов, отпущенной по счетчикам тяговых подстанций и потребленной по счетчикам электроподвижного состава. Технические потери электрической энергии в тяговой сети. Коммерческая составляющая небаланса электроэнергии на тягу поездов.	2	2			
3.6	Энергетическое обследование затрат электроэнергии эксплуатационных локомотивных депо на тягу поездов и маневровую работу. Порядок заполнения дополнительных форм энергопаспорта	2	2			
3.7	Показатели эффективности использования электроэнергии на тягу поездов и порядок их определения (небаланс электроэнергии, непроизводительные затраты электроэнергии на тягу поездов)	2	2			
<b>4</b>	<b>Нормирование потребления энергоресурсов</b>					
4.1	Нормирование и расчет потребления электрической энергии. Нормирование и расчет потребления тепловой энергии. Нормирование и расчет	1	1			

	потребления воды.					
4.2	Порядок утверждения нормативов энергопотребления и запасов топлива Минэнерго России	1				
<b>5</b>	<b>Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности</b>					
5.1	Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности	2	2			
<b>6</b>	<b>Приборный учет потребления энергоресурсов</b>					
6.1	Приборный учет потребления тепловой энергии. Классификация. Особенности установки и использования. Практика применения приборов, работа с приборами.	2	2			
6.2	Приборный учет потребления электрической энергии. Классификация. Особенности установки и использования. Практика применения приборов, работа с приборами.	2	2			
<b>7</b>	<b>Инструментальное обеспечение при проведении энергетических обследований</b>					
7.1	Задачи инструментального обследования в области тепловой энергетики. Анализ существующей приборной базы, используемой при энергетическом обследовании. Методика проведения инструментального обследования. Практическая работы с приборами.	2	2			
7.2	Задачи инструментального обследования в области электроэнергетики. Анализ существующей приборной базы, используемой при энергетическом обследовании. Методика проведения инструментального обследования. Практическая работы с приборами.	2	2			
<b>8</b>	<b>Экономические вопросы энергетических обследований</b>					
8.1	Методика разработки энергосберегающих программ при	2	2			

	проведении энергетических обследований					
8.2	Общие положения инвестиционного проектирования. Стадии разработки энергоэффективного проекта	2	2			
8.3	Экономическая эффективность инвестиционных проектов. Бизнес-планирование.	2	2			
8.4	Финансово-экономические особенности разработки технико-экономического обоснования энергоэффективных мероприятий. Примеры технико-экономического обоснования типовых энергоэффективных мероприятий.	2	2			
<b>9</b>	<b>Разработка энергетического паспорта и рекомендаций по выбору энергосберегающих мероприятий</b>					
9.1	Разработка энергетического паспорта объекта энергетического обследования	2	2			
9.2	Энергосбережение в системах электроснабжения.	2	2			
9.3	Энергосбережение в системах теплоснабжения и водоснабжения	2	2			
9.4	Энергосбережение в зданиях и сооружениях.	2	2			
9.5	Методы анализа эффективности котельных.	2	2			
<b>10</b>	<b>Общие подходы к разработке муниципальных, региональных, отраслевых программ энергоэффективности</b>	2	2			
<b>11</b>	<b>Современные энергосберегающие технологии (с учетом отраслевых особенностей)</b>					
11.1	Примеры оборудования, технологий.	2	2			
11.2	Возобновляемые источники энергии (солнце, ветер, био-, гидро- и т.д.)	2	2			
11.3	Экологические вопросы при внедрении энергосберегающих технологиях.	1	2			
11.4	Методы контроля потребления электрической энергии и показатели качества электрической энергии	2	2			
<b>12</b>	<b>Специализация программы. Планирование энергетических обследований и энергоаудита по</b>					

	<b>направлениям</b>					
12.1	Энергетическое обследование и энергоаудит зданий, строений, сооружений.	1	1			
12.2	Энергетическое обследование и энергоаудит энергогенерирующих объектов.	1	1			
12.3	Энергетическое обследование и энергоаудит организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов – объектов и систем теплоснабжения.	1	1			
12.4	Энергетическое обследование и энергоаудит организаций, осуществляющих передачу энергетических ресурсов в электросетевом комплексе.	1	1			
12.5	Энергетическое обследование и энергоаудит для организаций, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой и электрической энергии, угля превышают десять миллионов рублей за календарный год.,	1	1			
12.6	Энергетическое обследование и энергоаудит для организаций, проводящих мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической энергоэффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ, местных бюджетов.	1	1			
12.7	Концепция проведения энергетического обследования ОАО «Российские железные дороги»: – порядок организации работ; – категории обследуемых объектов; – требования к энергоаудиторам; – необходимая нормативная база ОАО «РЖД»; разработка перечня типовых мероприятий и т.д	2	2			
12.8	Опыт проведения энергетических обследований структурных подразделений различных хозяйств	2	2			

	железнодорожного транспорта.					
<b>13</b>	<b>Зачет</b>	2	79			2



**Учебный блок по теме**

**«Проведение энергетических обследований в агропромышленном комплексе»**

№	Название темы	Всего часов	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лк	пр	сам	
1	2	3	4	5	6	7
1	Нормативная база энергосбережения. Нормативная документация проведения энергетических обследований в сельском хозяйстве	2	2			
2	Основные направления повышения эффективности использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве	2	2			
3	Проведение энергетических обследований в растениеводстве. Сельскохозяйственные предприятия открытого и закрытого грунта	2	2			
4	Особенности проведения энергетических обследований в животноводческих предприятиях	2	2			
5	Разработка энергосберегающих мероприятий для сельскохозяйственных предприятий	2	1	1		
6	Ознакомление с примерами разработки и внедрения энергоэффективных мероприятий для предприятий сельского хозяйства	2	1	1		
	<b>Всего</b>	12	10	2		

## **Тема 1 «Нормативная база энергосбережения. Нормативная документация проведения энергетических обследований в сельском хозяйстве»**

Нормативная база энергосбережения. Нормативная документация проведения энергетических обследований в сельском хозяйстве

Постановления Правительства РФ и Приказы Министерства сельского хозяйства РФ по вопросам повышения использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве.

## **Тема 2 «Основные направления повышения эффективности использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве»**

Основные направления повышения эффективности использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве

Объективная необходимость опережающего роста энергопотребления, связанная с предусмотренным Продовольственной программой ростом механизации и моторизации сельскохозяйственного производства и увеличением в нем производительности труда.

Основные направления повышения эффективности использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве: разработка и внедрение энергосберегающих технологий в растениеводстве; совершенствование технологии сушки зерна и кормов, органических удобрений и химических мелиорантов; разработка и внедрение систем использования отходов растениеводства и животноводства в энергетических целях, а также для производства удобрений и кормовых добавок.

## **Тема 3 «Проведение энергетических обследований в растениеводстве. Сельскохозяйственные предприятия открытого и закрытого грунта»**

Проведение энергетических обследований в растениеводстве. Сельскохозяйственные предприятия открытого и закрытого грунта

Энергетические обследования сельхозпредприятий открытого грунта.

Внедрение плоскорезной обработки почвы: усовершенствование технологических процессов в растениеводстве; внедрение химического консервирования влажного зерна, активное вентилирование, предварительный подогрев сушильного агрегата для подсушки зерна, предварительное провяливание и подсушивание зеленой массы кормовых культур.

Тепличные хозяйства, методы экономии электрической и тепловой энергии. Обследование осветительной нагрузки.

## **Тема 4 «Особенности проведения энергетических обследований в животноводческих предприятиях»**

Особенности проведения энергетических обследований в животноводческих предприятиях

Использование теплоты вентиляционных выбросов животноводческих помещений для подогрева воды и обогрева помещений для молодняка (с применением пластинчатых рекуператоров); обеспечение оптимальных температурных режимов и секционирование системы отопления животноводческих помещений в зависимости от возраста животных; применение тепловых насосов в системах теплоснабжения и устройств для плавного регулирования работы систем вентиляции.

## **Тема 5 «Разработка энергосберегающих мероприятий для сельскохозяйственных предприятий»**

Разработка энергосберегающих мероприятий для сельскохозяйственных предприятий

Особенности разработки энергосберегающих мероприятий для сельскохозяйственных предприятий. Малозатратные и беззатратные мероприятия, средnezатратные мероприятия,

крупнозатратные (требующие существенных капиталовложений) мероприятия. Совершенствование учета, нормирования и организации технологических процессов в животноводстве и растениеводстве

## **Тема 6 «Ознакомление с примерами разработки и внедрения энергоэффективных мероприятий для предприятий сельского хозяйства»**

Ознакомление с примерами разработки и внедрения энергоэффективных мероприятий для предприятий сельского хозяйства

Использование вторичных энергетических ресурсов. Использование сбросной теплоты ТЭС и АЭС, газокomppressorных станций и геотермальных вод для обогрева парников, теплиц, сушки зерна и кормов;

Энергетическая утилизация отходов растениеводства и животноводства. Утилизация теплоты вентвыбросов, внедрение современных контрольно-измерительных приборов и систем автоматизации.

## ЛИТЕРАТУРА

### Учебники

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др., под ред. А.В. Клименко. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
2. Основы энергосбережения. Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков, под ред. Н.И. Данилова.- Екатеринбург, Издательский дом «Автограф», 2010
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. М.: Форум: ИНФРА-М, 2006.

### Учебные пособия

1. Гаврилин А.И., Косяков С.А., Литвак В.В. и др. Введение в энергосбережение. Учебное пособие. «Курсив плюс» Томск. 2000.
2. Данилов О.Л. Леончик Б.И. Научные основы энергосбережения. М.: МГУПП, 2000.
4. Данилов О.Л., Гаряев А.Б. Шаповалова Г.П., Шувалов С.Ю. Энерго- и ресурсосбережение в теплопередающих и теплоиспользующих установках. М.: Изд-во МЭИ, 2002.
5. Данилов О.Л. Энергосбережение в энергетике и технологиях: учеб. пособие / О.Л. Данилов; под. ред. А.Б. Гаряева. М.: Издательство МЭИ, 2003.
6. Ключников А.Д. Критерии энергетической эффективности и резерва энергосбережения теплотехнологии, теплотехнологических установок, систем и комплексов. М.: МЭИ 1996.

### Методическая литература

1. Вагин Г.Я, Дудникова Л.В., Зенютич Е.А., и др. Экономия энергоресурсов в промышленных технологиях. НГТУ, НиЦЭ – Н.Новгород, 2001.
2. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит объектов коммунального хозяйства и промышленных предприятий. Ассоциация энергоменеджеров. 1998.
3. Кузнецов Е.П. Организация разработки программ энергосбережения. Петербургский энергетический институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов, 1998.
4. Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций / А. Афонин, И. Коваль, А. Сторожков, В. Шароухова // Методические материалы для энергоаудита / под. ред. А.Г. Вакулко, О.Л. Данилова. М.: Издательство МЭИ, 1999.
5. Правила проведения энергетических обследований организаций (утверждены приказом Минтопэнерго России от 25.03.98 г.). М.: СПО ОРГРЭС, 1998.
6. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов: сб. методических материалов / под ред. С.К. Сергеева. Н. Новгород: НГТУ, 1998.

**Технические и профессиональные справочники, обеспечивающие практическую деятельность  
по дисциплине.**

1. **Промышленная** теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство МЭИ, 2004.
  2. **Энергосберегающие** технологии в СССР и за рубежом: аналитический альбом / под общ. ред. С.Н. Ятрова. М.: фирма «Энергосбережение», 1991.
  3. **Энергосбережение** на предприятиях промышленности и жилищно-коммунального хозяйства: справочно-методическое пособие / под. ред. П.А. Костюченко, О.Л. Данилова. М.: ЗАО «Технопромстрой», 2006.
- 
1. Закон РФ от 23. 11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
  2. Закон РФ от 27.04.93 №4871-1 «Об обеспечении единства измерений»
  3. ГОСТ 27322-87. Энергобаланс промышленного предприятия. Общие положения.
  4. ГОСТ Р 1.0-92 «ГСС РФ Основные положения»
  5. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
  6. ГОСТ Р 51379-99 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы.
  7. ГОСТ Р 51388-99 Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения. Общие требования.
  8. ГОСТ Р 51541-99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
  9. В.Г. Лисиенко, М.Г. Ладыгичев «Хрестоматия энергосбережения», кн.1,2, М.: Теплоэнергетик, 2002.
  10. Данилов О.Л. и др. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. – М.: МЭИ. 2005 г.
  11. Колесников А.И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях : Учеб. пособие для вузов / А.И. Колесников, М.Н. Федоров и Ю.М. Варфоломеев. - М.: Инфра-М, 2005. - 124 с. (Среднее профессиональное образование).
  12. Нормативно-правовые основы обеспечения потребителей тепловой энергией: Учеб. пособие / МИЭЭ; автор-составитель П.В. Косенков. - М.: МИЭЭ, 2006. - 164 с.
  13. Основы энергосбережения водоподающих систем в жилищно-коммунальном хозяйстве: Учеб. пособие для вузов / И.М. Головных, М.Ю. Толстой и В.В. Хан ; редактор И.М. Головных. - М.: Изд-во АСВ, 2005. - 96 с.
  14. Полонский В.М. Энергосбережение: Учеб. пособие для вузов / В.М. Полонский и М.С. Трутнева. - М.: Изд-во АСВ, 2005. - 160 с.
  15. Научно-методические принципы энергосбережения и энергоаудита: Научное и Учебно-методическое справочное пособие / Т.Е. Троицкий-Марков, О.Н. Будадин, С.А. Михайлов, А.И. Потапов.- М.: Наука, 2005.-в трёх томах.
  16. В.М. Аванесов, С.В. Ерохин. Основы электробезопасности в организациях и на предприятиях: Учеб. пособие / - М.: МИЭЭ, 2010 г.