

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ПАРОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 8; 6 семестр - 6; всего - 14</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>504 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 64 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 92 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 14 часов; всего - 46 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>5 семестр - 16 часов; 6 семестр - 14 часов; всего - 30 часов</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 18 часов; 6 семестр - 16 часов; всего - 34 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 153,2 часа; 6 семестр - 139,2 часа; всего - 292,4 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>5 семестр - 4 часа; 6 семестр - 4 часа; всего - 8 часов</b>
<b>включая:</b> Тестирование Перекрестный опрос Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	5 семестр - 0,3 часа;
Защита курсовой работы	6 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;
	<b>всего - 1,6 часа</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горбуров Д.В.
	Идентификатор	R8caf099b-GorbuovDV-8346003e

Д.В. Горбуров

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тараторин А.А.
	Идентификатор	Ra801db72-TaratorinAA-0945af7f

А.А. Тараторин

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дудолин А.А.
	Идентификатор	Rb94958b9-DudolinAA-83802984

А.А. Дудолин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение конструкций, физических принципов работы, процессов в газовой и рабочей средах, расчета и проектирования, характеристик, основ эксплуатации и промышленного применения паровых котлов.

### Задачи дисциплины

- получение практических знаний по конструкции и проектированию паровых котлов в составе объектов электроэнергетики;
- умение принимать технические решения при выполнении реконструкции котла.;
- умение выполнять тепловые расчеты поверхностей котла и гидравлические расчеты движения рабочего тела в них..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание принципов и режимов работы объектов профессиональной деятельности и закономерностей процессов, происходящих в них	знать: - нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности, знать классификацию паровых котлов и сущность происходящих в них процессов, а также классификацию и характеристики топлив, способы их сжигания;; - правила соблюдения экологической безопасности на тепловых электрических станциях;  уметь: - самостоятельно принимать решения, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования при проведении лабораторных работ на ТЭЦ в рамках своей профессиональной компетенции.;; - анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт о котельных агрегатах.
ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - типовые методики и стандартные средства автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, знать методы выполнения конструкторских и поверочных расчетов котла и его поверхностей;;  уметь: - способностью проводить расчеты по типовым методикам и проектировать

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		отдельные детали и узлы котельных агрегатов и установок с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Тепловые электрические станции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зачетных единиц, 504 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы	25	5	6	2	2	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе №1</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Подготовка раздела курсовой работы "Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсовой работы".</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 10 - 24</p>
1.1	Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы	25		6	2	2	-	-	-	-	-	-	15	
2	Топливо для котлов и	22		6	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Подготовка

	его подготовка к сжиганию													раздела "Расчет расхода топлива и КПД данного котлоагрегата" курсовой работы
2.1	Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию	22	6	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе № 1</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 31 - 52, 84 - 106 [2], 24 - 40</p>	
3	Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла	26	8	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла"	
3.1	Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла	26	8	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе № 1</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД</p>	

													котла и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Подготовка раздела "Расчет расхода топлива и КПД данного котлоагрегата" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 108 - 137 [2], 46 - 62 [4], 48 - 55 [6], 69 - 97
4	Принципы конструирования и расчета топочной камеры	28	8	2	4	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"
4.1	Принципы конструирования и расчета топочной камеры	28	8	2	4	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка эскиза чертежа топочной камеры <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе № 1 <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Принципы конструирования и расчета топочной камеры и подготовка к контрольной работе

														<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Подготовка раздела "Определение габаритных характеристик топочной камеры котла"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Принципы конструирования и расчета топочной камеры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 138 - 164 [2], 70 - 96 [7], 25 - 230</p>
5	Условия работы конвективных поверхностей нагрева	22		6	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Условия работы конвективных поверхностей нагрева"</p>
5.1	Условия работы конвективных поверхностей нагрева	22		6	2	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе № 5-6</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Условия работы конвективных поверхностей нагрева и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Условия работы конвективных поверхностей нагрева" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Условия работы конвективных</p>



													поверхностей нагрева" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 54 - 83 [4], 66 - 76
6	Строительные конструкции профили паровых котлов	12	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Выполнение раздела "Определение габаритных характеристик топочной камеры котла"
6.1	Строительные конструкции профили паровых котлов	12	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Строительные конструкции профили паровых котлов" <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка эскиза конструкции каркаса парового котла <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 77 - 79
7	Конструкции специальных паровых котлов	22	6	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкции специальных паровых котлов"
7.1	Конструкции специальных паровых котлов	22	6	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Подготовка чертежа горелочного устройства, эскиза структуры струи <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Конструкции специальных паровых котлов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкции специальных паровых котлов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>

														<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции специальных паровых котлов"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения</p>
8	Кинетика химических реакций горения.	20	6	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p>
8.1	Кинетика химических реакций горения.	20	6	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Кинетика химических реакций горения." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Кинетика химических реакций горения. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Кинетика химических реакций горения." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Кинетика химических реакций горения.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести</p>

														расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Кинетика химических реакций горения." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 7 - 38
9	Турбулентная диффузия и турбулентные струи.	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Турбулентная диффузия и турбулентные струи. и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 83-104, 122-137
9.1	Турбулентная диффузия и турбулентные струи.	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи." <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка раздела расчетного задания по теории горения <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 83-104, 122-137
10	Сжигание газов и жидких топлив.	20	4	2	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сжигание газов и жидких топлив." <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
10.1	Сжигание газов и жидких топлив.	20	4	2	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>

													<p>Проработка лекции  <u>Подготовка к контрольной работе:</u>  Изучение материалов по разделу Сжигание газов и жидких топлив. и подготовка к контрольной работе  <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>  Изучение материала по разделу "Сжигание газов и жидких топлив." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сжигание газов и жидких топлив."  <u>Подготовка расчетных заданий:</u>  Подготовка раздела расчетного задания по теории горения  <u>Изучение материалов литературных источников:</u>  [5], 147-163, 174-187, 202-217</p>
11	Физические основы пылеприготовления.	18.7	4	-	2	-	-	-	-	-	12.7	-	<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Эскиз схемы пылеприготовления парового котла  <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>  Проработка лекции  <u>Подготовка курсовой работы:</u> Подготовка раздела курсовой работы "Выбор системы пылеприготовления"  <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы пылеприготовления."  <u>Изучение материалов литературных источников:</u>  [5], 221-238, 243-286</p>
11.1	Пылеугольные котлы. Горение твердого топлива.	18.7	4	-	2	-	-	-	-	-	12.7	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	20.3	-	-	-	16	-	4	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	288.0	64	16	32	16	2	4	-	0.8	119.7	33.5	
	Итого за семестр	288.0	64	16	32	18		4		0.8	153.2		

12	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков	35	6	6	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков"
12.1	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков	35		6	-	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 12 - 36
13	Контур естественной циркуляции	39		6	4	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции
13.1	Контур естественной циркуляции	39		6	4	4	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Контур естественной циркуляции" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчет контура естественной циркуляции <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Контур естественной циркуляции" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Контур естественной циркуляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

														<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Контур естественной циркуляции и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 249 - 283, 376 - 428 [3], 38 -76 [4], 27 - 32</p>
14	Регулирование выходных параметров парового котла.	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Регулирование выходных параметров парового котла."</p>	
14.1	Регулирование выходных параметров парового котла.	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Регулирование выходных параметров парового котла. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работы № 12</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Регулирование выходных параметров парового котла."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 204 - 217</p>	
15	Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки.	25	4	4	2	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки."</p>	
15.1	Тепловая и гидравлическая нетождественности.	25	4	4	2	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тепловая и гидравлическая нетождественности."</p>	

	Разверки.												Разверки." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Выполнение расчетных заданий по расчету ширмового пароперегревателя и нижней радиационной части парового котла <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки." <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки. и подготовка к контрольной работе
16	Водный режим паровых котлов	19	4	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Водный режим паровых котлов"
16.1	Водный режим паровых котлов	19	4	-	-	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Водный режим паровых котлов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 488 - 496
17	Принципы эксплуатации паровых котлов	25.7	4	4	2	-	-	-	-	-	15.7	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Принципы эксплуатации паровых котлов"
17.1	Принципы эксплуатации паровых котлов	25.7	4	4	2	-	-	-	-	-	15.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Принципы эксплуатации паровых котлов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

													<b><u>источников:</u></b> [4], 8 - 26, 86 - 95
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Курсовая работа (КР)	18.3		-	-	-	14	-	4	-	0.3	-	-
	Всего за семестр	216.0		28	14	14	14	2	4	-	0.8	105.7	33.5
	Итого за семестр	216.0		28	14	14	16		4		0.8	139.2	
	<b>ИТОГО</b>	<b>504.0</b>	-	<b>92</b>	<b>30</b>	<b>46</b>	<b>34</b>		<b>8</b>		<b>1.6</b>	<b>292.4</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы

#### 1.1. Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы

Производство электрической энергии на ТЭС. Место парового котла в тепловой схеме. Развитие сжигания топлив (слоевое, на механической цепной решетке, факельное) и конструкции поверхностей нагрева котла с горизонтальными и вертикальными трубными пучками..

### 2. Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию

#### 2.1. Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию

Виды топлив, расчетные массы, теплота сгорания топлив. Важнейшие характеристики топлив, их воздействие на условия сжигания и работу поверхностей котла. Технологические схемы подготовки твердых, жидких и газовых топлив к сжиганию. Принципы работы элементов оборудования (мельницы, сепараторы, циклоны, мазутные теплообменники). Понятие котельная установка и ее составляющие..

### 3. Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла

#### 3.1. Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла

Горючие элементы топлив и основные реакции. Механизм сжигания твердого, газового и жидкого топлива. Состав продуктов сгорания, теоретические и реальные объемы. Понятие избытка воздуха. Роль присосов по тракту котла. Тепловой баланс парового котла, определение КПД и расхода топлива. Характеристика тепловых потерь..

### 4. Принципы конструирования и расчета топочной камеры

#### 4.1. Принципы конструирования и расчета топочной камеры

Тепловые характеристики топочных камер (определяющие температуры и тепловые напряжения). Связь размеров топочной камеры с тепловыми напряжениями. Виды горелочных устройств и их размещение на стенах. Принцип работы вихревых и прямоочных горелок. Организация твердого и жидкого шлакоудаления. Особенности топок для сжигания природного газа и мазута. Виды экранирования топочных камер. Радиационный теплообмен в топках, определение размера тепловоспринимающей поверхности..

### 5. Условия работы конвективных поверхностей нагрева

#### 5.1. Условия работы конвективных поверхностей нагрева

Принципы выполнения ширмовых и змеевиковых поверхностей, конструкции воздухоподогревателей. Виды загрязнения и коррозии поверхностей, влияние загрязнений на тепловой режим работы. Методы очистки поверхностей котла..

### 6. Строительные конструкции профили паровых котлов

#### 6.1. Строительные конструкции профили паровых котлов

Виды каркаса котлов малой и большой мощности. Обмуровка и теплоизоляция в барабанных и прямоочных котлах. Профиль котла (понятие) и компоновка поверхностей нагрева. Распространенные виды профилей (П- и Т-образный, башенный), их связь с видом сжигаемого топлива и мощностью котла.

## 7. Конструкции специальных паровых котлов

### 7.1. Конструкции специальных паровых котлов

Назначение и конструктивное выполнение водогрейных котлов. Паровые котлы с циркуляционным кипящим слоем, котлы-утилизаторы для парогазовых установок на два уровня давления..

## 8. Кинетика химических реакций горения.

### 8.1. Кинетика химических реакций горения.

Химическое равновесие и закон действующих масс. Зависимость равновесия от температуры. Скорость химических реакций. Закон Аррениуса. Влияние давления и состава смеси на скорость реакции. Стационарная теория теплового воспламенения..

## 9. Турбулентная диффузия и турбулентные струи.

### 9.1. Турбулентная диффузия и турбулентные струи.

Характеристики турбулентности. Теория переноса количества движения. Уравнение диффузии. Изотермическая свободная турбулентная струя. Геометрические характеристики зоны смешения. Распространение пламени в топке. Зависимость скорости распространения пламени от давления, состава, температуры смеси..

## 10. Сжигание газов и жидких топлив.

### 10.1. Сжигание газов и жидких топлив.

Горение однородной газовой смеси. Ламинарное и турбулентное горение. Предел устойчивости горения факела. Интенсификация сжигания газообразных топлив. Классификация горелок для сжигания газов. Горение капли жидкого топлива. Распыление жидких топлив. Топочные и горелочные устройства для сжигания газов и мазута..

## 11. Физические основы пылеприготовления.

### 11.1. Пылеугольные котлы. Горение твердого топлива.

Экономическая тонкость помола. Закон измельчения топлива. Коэффициент размолоспособности топлива. Абразивность топлива. Основные типы углеразмольных мельниц. Расчет и конструирование углеразмольных мельниц. Схемы пылеприготовления. Теория гетерогенного горения. Процесс химического реагирования углерода. Удельная скорость горения углерода. Решение задачи о воспламенении и выгорании частиц. Горение угольной пыли в факеле. Пофракционный расчет выгорания полидисперсной пыли в факеле. Интенсификация сжигания пылевидных топлив. Классификация и основные теплотехнические показатели камерных топок. Топки с открытыми амбразурами. Топки с низконапорными горелками. Плоско-параллельные струи. Схемы с молотковыми мельницами, мельницами вентиляторами, пылеканцентраторами. Топки с промбункером. Эффективность работы топок с жидким шлакоудалением. Однокамерные и двухкамерные топки. Топки с пересекающимися струями. Циклонные топки..

## 12. Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков

### 12.1. Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков

Параметры течения однофазного потока. Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке. Температура

рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении. Измерение теплофизических характеристик среды в зоне фазового перехода при СКД. Области ухудшенного теплообмена. Обеспечение надежного температурного режима поверхностей нагрева паровых котлов..

### 13. Контур естественной циркуляции

#### 13.1. Контур естественной циркуляции

Конструктивные характеристики контура естественной циркуляции. Организация движения рабочей среды в контуре. Движущий и полезный напоры, скорость циркуляции. Анализ надежности циркуляции при изменении теплового потока и условиях отвода пароводяной смеси.

### 14. Регулирование выходных параметров парового котла.

#### 14.1. Регулирование выходных параметров парового котла.

Принципы регулирования температуры пара. Впрыскивающие и поверхностные пароохладители и места их установки. Паропаровые теплообменники, байпасирование пара и газов. Обеспечение заданного давления перегретого пара..

### 15. Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки.

#### 15.1. Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки.

Гидравлическая характеристика горизонтальных и вертикальных труб, роль нивелирного напора. Гидравлическая и тепловая разверка в системе параллельных труб, расчетные показатели разверок. Теплогидравлическая разверка на примере экранных панелей и ширмового пароперегревателя..

### 16. Водный режим паровых котлов

#### 16.1. Водный режим паровых котлов

Материальный баланс примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте котла. Поведение примесей в тракте: растворимость веществ в воде и паре, переход примесей в пар, унос с влагой, отложение примесей внутри труб котлов ДКД и СКД. Нормирование качества водного теплоносителя. Методы получения чистого пара: сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами..

### 17. Принципы эксплуатации паровых котлов

#### 17.1. Принципы эксплуатации паровых котлов

Допустимые пределы нагрузок котла по условиям горения и надежности охлаждения металлов топки. Изменение экономичности котла (КПД) с нагрузкой, характер изменения температур газов по тракту. Зависимость тепловосприятия рабочей среды от нагрузки для радиационных и конвективных поверхностей котла. Влияние рециркуляции газов на тепловой режим котла..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Определение изменения давления в опускных трубах при отсутствии и наличии движения в воды трубах;
2. Сгорание полифракционного твёрдого топлива;

3. Расчет времени сгорания капель мазута в топочной камере;
4. Расчет газовой горелки с центральной раздачей газа;
5. Кинетические и диффузионные области горения твердой частицы топлива;
6. Энергетический баланс котельного агрегата. Расчет КПД по прямому и обратному балансам. Потери в паровом котле.;
7. Сгорание топлива. Высшая и низшая теплота. Теплообмен излучением в топочной камере. Тепловосприятие топочных экранов;
8. Расчет теплогидравлической разверки в трубах ширмового пароперегревателя, определения расходов и температуры пара в лобовой, средней и внутренних трубах ленты.;
9. Теплообмен в вертикальных поверхностях нагрева. Теплообмен конвекцией. Основы гидродинамики контура;
10. Кинетика горения топлив;
11. Расчет полезного и движущего напоров в заданном контуре циркуляции, определение скорости циркуляции для разных тепловых потоков;
12. Тепловосприятие поверхностей нагрева парового котла. Основные параметры расчета топочной камеры. Тепловое напряжение сечения и объема топки. Габариты топочной камеры;
13. Теплогидравлическая разверка в вертикальной секции НРЧ прямоточного котла без учета и с учетом нивелирного напора;
14. Расчет кратности циркуляции с трубной секции при изменении расхода воды и воспринятого теплового потока;
15. Место парового котла цикле ТЭС. Циклы с промпрегревом и без;
16. Обмуровка и теплоизоляция ПК. Каркасы и несущие конструкции. Статически определяемые и статически неопределяемые системы.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение гидравлического и аэродинамического сопротивлений поверхностей нагрева парового котла ст. №2;
2. Определение тепловосприятия поверхностей нагрева парового котла ст. №2;
3. Режимы эксплуатации барабанного и прямоточного паровых котлов.;
4. Определение КПД парового котла ст. №2.;
5. Водо-паровой тракт парового котла ст. №2;
6. Газо-воздушный тракт парового котла. ст. №2. Газовое хозяйство.;
7. Устройство парового котла ст №2.;
8. Температурный режим НРЧ прямоточного парового котла.;
9. Ознакомительная экскурсия по ТЭЦ МЭИ. Тепловая схема станции..

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"

3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Условия работы конвективных поверхностей нагрева"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Строительные конструкции профили паровых котлов"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Сжигание газов и жидких топлив."
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Физические основы пылеприготовления."

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Условия работы конвективных поверхностей нагрева"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Строительные конструкции профили паровых котлов"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сжигание газов и жидких топлив."
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы пылеприготовления."

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"
2. Консультации проводятся по разделу "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"
3. Консультации проводятся по разделу "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла"
4. Консультации проводятся по разделу "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"
5. Консультации проводятся по разделу "Условия работы конвективных поверхностей нагрева"

6. Консультации проводятся по разделу "Строительные конструкции профили паровых котлов"
7. Консультации проводятся по разделу "Сжигание газов и жидких топлив."
8. Консультации проводятся по разделу "Физические основы пылеприготовления."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы конструирования и расчета топочной камеры"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Условия работы конвективных поверхностей нагрева"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Строительные конструкции профили паровых котлов"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Конструкции специальных паровых котлов"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Кинетика химических реакций горения."
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Турбулентная диффузия и турбулентные струи."
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сжигание газов и жидких топлив."
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физические основы пылеприготовления."
12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков"
13. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Контур естественной циркуляции"
14. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Регулирование выходных параметров парового котла."
15. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки."
16. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Водный режим паровых котлов"
17. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы эксплуатации паровых котлов"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

#### **5 Семестр**

Курсовая работа (КР)

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 14	15 - 16	17	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	1, 2	1	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	50	30	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	50	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Устройство топочной камеры парового котла
2	Тпливо для сжигания в паровом котле

**6 Семестр**

Курсовая работа (КР)

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 8	9 - 10	11 - 12	13	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3	1, 2, 3	1	1	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	10	60	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	20	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Устройство парового котла
2	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков
3	Основы эксплуатации паровых котлов

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)																	Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<b>Знать:</b>																			
правила соблюдения экологической безопасности на тепловых электрических станциях;	ИД-3ПК-1																	+	Тестирование/Тест на знание ПТЭ
нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности, знать классификацию паровых котлов и сущность происходящих в них процессов, а также классификацию и характеристики топлив, способы их сжигания;	ИД-3ПК-1	+	+	+					+	+	+	+							Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ (часть 1, ознакомительная) Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ (часть 2, расчетная) Перекрестный опрос/Защита расчетного задания (теория горения) Тестирование/Тест на знание тепловой схемы ТЭЦ МЭИ. Тестирование/Тест по основным терминам и определениям
типовые методики и стандартные средства автоматизации	ИД-4ПК-1							+											Тестирование/Тест "Специальные паровые котлы. Строительные



проектирования в соответствии с техническим заданием, знать методы выполнения конструкторских и поверочных расчетов котла и его поверхностей;																		сооружения и каркасы"
<b>Уметь:</b>																		
анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт о котельных агрегатах	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>																	Тестирование/Тест "Специальные паровые котлы. Строительные сооружения и каркасы"
самостоятельно принимать решения, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний технологического оборудования при проведении лабораторных работ на ТЭЦ в рамках своей профессиональной компетенции.	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>																	Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ (часть 3. Расчетная). Перекрестный опрос/Защита расчетных заданий №№1-2 (контур естественной циркуляции) Перекрестный опрос/Защита расчетных заданий №№3-4 (теплогидравлические разверки)
способностью проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы котельных агрегатов и установок с использованием	ИД-4 <sub>ПК-1</sub>																	Контрольная работа/Контрольная работа «Устройство парового котла»

стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием																			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **5 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест на знание тепловой схемы ТЭЦ МЭИ. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Устройство парового котла» (Контрольная работа)
2. Тест "Специальные паровые котлы. Строительные сооружения и каркасы" (Тестирование)
3. Тест по основным терминам и определениям (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (часть 1, ознакомительная) (Перекрестный опрос)
2. Защита лабораторных работ (часть 2, расчетная) (Перекрестный опрос)
3. Защита расчетного задания (теория горения) (Перекрестный опрос)

###### **6 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест на знание ПТЭ (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита расчетных заданий №№1-2 (контур естественной циркуляции) (Перекрестный опрос)
2. Защита расчетных заданий №№3-4 (теплогидравлические разверки) (Перекрестный опрос)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (часть 3. Расчетная). (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №5)

Курсовая работа (КР) (Семестр №5)

Экзамен (Семестр №6)

Курсовая работа (КР) (Семестр №6)

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Липов, Ю. М. Котельные установки и парогенераторы : Учебник для вузов по специальности: 1005 - Тепловые и электрические станции / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков . – Ижевск : РХД, 2003 . – 592 с. – (Науки о Земле) . - ISBN 5-939722-27-X .;
2. Липов, Ю. М. Тепловой расчет парового котла : учебное пособие для вузов / Ю. М. Липов . – Ижевск : РХД, 2001 . – 176 с. – (Науки о Земле) . - ISBN 5-939720-46-3 .;
3. Горбуров, Д. В. Элементы гидравлического расчета паровых котлов : практикум по курсу "Паровые энергетические котлы" по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Д. В. Горбуров, А. А. Тараторин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : ФИЛИНЪ, 2019 . – 50 с. - ISBN 978-5-9216-0168-0 .;
4. Горбуров, Д. В. Испытания котельного оборудования на ТЭЦ МЭИ : лабораторный практикум по курсу "Паровые энергетические котлы" по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Д. В. Горбуров, Е. В. Макаревич, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 96 с. - ISBN 978-5-7046-2039-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10431>;
5. Хзмалян, Д. М. Теория горения и топочные устройства : учебное пособие для теплоэнергетических специальностей вузов / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган . – М. : Энергия, 1976 . – 488 с.;
6. Липов, Ю. М. Компоновка и тепловой расчет парового котла : Учебное пособие для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, Т. В. Виленский . – М. : Энергоатомиздат, 1988 . – 208 с. - ISBN 5-283-00015-X .;
7. М. П. Вукалович- "Теплофизические свойства воды и водяного пара", Издательство: "Машиностроение", Москва, 1967 - (162 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475619>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ -

<http://www.economy.gov.ru>

10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
	Т-501, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-315/1, Учебно-научная лаборатория «Экология энергетики. Вычислительный центр КУиЭЭ»	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, многофункциональный центр, оборудование общего пользования, компьютер персональный
	В-315/2, Учебно-научная лаборатория «Экология энергетики. Вычислительный центр КУиЭЭ»	стол, стол компьютерный, стул, тумба, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, принтер, кондиционер, инвентарь учебный
	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
	ЦН-101, Лаборатория ТЭЦ МЭИ	
	Учебные аудитории для проведения	Ж-120, Машинный зал ИВЦ

промежуточной аттестации		
Помещения для самостоятельной работы	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-509, Кабинет заведующего кафедрой ТЭС	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
	Т-513, ЦППОЭ и ТЭС	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Паровые энергетические котлы**

(название дисциплины)

**5 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест по основным терминам и определениям (Тестирование)  
 КМ-2 Тест на знание тепловой схемы ТЭЦ МЭИ. (Тестирование)  
 КМ-3 Защита лабораторных работ (часть 1, ознакомительная) (Перекрестный опрос)  
 КМ-4 Контрольная работа «Устройство парового котла» (Контрольная работа)  
 КМ-5 Защита расчетного задания (теория горения) (Перекрестный опрос)  
 КМ-6 Защита лабораторных работ (часть 2, расчетная) (Перекрестный опрос)  
 КМ-7 Тест "Специальные паровые котлы. Строительные сооружения и каркасы" (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	6	10	8	15	15	14
1	Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы								
1.1	Обзор развития конструкций паровых котлов. Современные типы		+	+	+		+	+	
2	Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию								
2.1	Топливо для котлов и его подготовка к сжиганию		+	+	+		+	+	
3	Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла								
3.1	Механизм горения, объемы продуктов сгорания. КПД котла		+	+	+		+	+	
4	Принципы конструирования и расчета топочной камеры								
4.1	Принципы конструирования и расчета топочной камеры					+			
5	Условия работы конвективных поверхностей нагрева								
5.1	Условия работы конвективных поверхностей нагрева					+			
6	Строительные конструкции профили паровых котлов								
6.1	Строительные конструкции профили паровых котлов								+
7	Конструкции специальных паровых котлов								

7.1	Конструкции специальных паровых котлов							+
8	Кинетика химических реакций горения.							
8.1	Кинетика химических реакций горения.	+	+	+		+	+	
9	Турбулентная диффузия и турбулентные струи.							
9.1	Турбулентная диффузия и турбулентные струи.	+	+	+		+	+	
10	Сжигание газов и жидких топлив.							
10.1	Сжигание газов и жидких топлив.	+	+	+		+	+	
11	Физические основы пылеприготовления.							
11.1	Пылеугольные котлы. Горение твердого топлива.	+	+	+		+	+	
Вес КМ, %:		10	10	15	20	20	15	10

### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-8 Защита расчетных заданий №№1-2 (контур естественной циркуляции) (Перекрестный опрос)
- КМ-9 Защита расчетных заданий №№3-4 (теплогидравлические разверки) (Перекрестный опрос)
- КМ-10 Защита лабораторных работ (часть 3. Расчетная). (Перекрестный опрос)
- КМ-11 Тест на знание ПТЭ (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11
		Неделя КМ:	8	12	13	13
1	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков					
1.1	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков		+	+	+	
2	Контур естественной циркуляции					
2.1	Контур естественной циркуляции		+	+	+	
3	Регулирование выходных параметров парового котла.					
3.1	Регулирование выходных параметров парового котла.		+	+	+	
4	Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки.					



4.1	Тепловая и гидравлическая нетождественности. Разверки.	+	+	+	
5	Водный режим паровых котлов				
5.1	Водный режим паровых котлов				+
6	Принципы эксплуатации паровых котлов				
6.1	Принципы эксплуатации паровых котлов	+	+	+	
Вес КМ, %:		30	30	30	10

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Паровые энергетические котлы**

(название дисциплины)

**5 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Расчет КПД котла и габаритов топочной камеры
- КМ-2 Поверочный расчет ТК
- КМ-3 Оформление РПЗ и чертеж.

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	14	16	17
1	Устройство топочной камеры парового котла		+	+	+
2	Тполиво для сжигания в паровом котле		+	+	
Вес КМ, %:			50	30	20

**6 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Расчет пароперешревательных поверхностей
- КМ-2 Расчет экономайзера и воздухоподогревателя
- КМ-3 Оформление РПЗ.
- КМ-4 Оформление тепловой схемы и чертежа (презентации).

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	10	12	13
1	Устройство парового котла		+	+	+	+
2	Гидродинамика однофазных и двухфазных потоков		+	+		
3	Основы эксплуатации паровых котлов		+	+		
Вес КМ, %:			10	10	60	20