

**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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

<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.06.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 48 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 133,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>5 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>5 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Отчет</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2024**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чугунков Д.В.
	Идентификатор	R6b276b1a-ChugunkovDV-9bcd7a1

Д.В. Чугунков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Очков В.Ф.
	Идентификатор	Rd91184b2-OchkovVF-1531e2ff

В.Ф. Очков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Состоит в изучении различных типов, конструктивных особенностей и условий надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых котлов, а также структуры и элементов систем централизованного теплоснабжения, принципов управления их тепловыми и гидравлическими режимами, методов оценки эффективности и направлений ее повышения.

### Задачи дисциплины

- Изучение современных конструкций и компоновок паровых котлов и котельных установок.;
- Освоение основных технологических процессов при эксплуатации паровых котлов.;
- Приобретение способности выполнять тепловые расчеты паровых котлов электростанций.;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных решений при конструировании энергетических котлов.;
- Формирование представления о перспективах развития котлостроения и применения паровых котлов в российской и зарубежной энергетике.;
- Изучение структуры, основных элементов и эффективности современных систем централизованного теплоснабжения, в том числе теплофикационных.;
- Изучение методов определения расчётных и текущих величин основных нагрузок систем теплоснабжения.;
- Изучение методов регулирования потребления теплоты, возможностей и путей энергосбережения в системах централизованного теплоснабжения.;
- Изучение методов гидравлических расчётов и подходов к разработке гидравлических режимов в системах теплоснабжения.;
- Изучение методов тепловых расчётов в системах теплоснабжения..

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-2 Способен участвовать в организации работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание принципов действия, конструкций и режимов работы объектов профессиональной деятельности с учетом обеспечения экологической безопасности в соответствии с технологией производства	знать: - материалы, применяемые в котлостроении, их классификацию, маркировку, технические характеристики и области применения; - методы определения тепловых нагрузок отопления, вентиляции, горячего водоснабжения; - основы технологических процессов при эксплуатации паровых котлов; - условия надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых котлов; - современные конструкции и компоновки паровых котлов и котельных установок.  уметь: - рассчитывать режимы центрального, группового и местного регулирования разнородной тепловой нагрузки в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		водяных системах централизованного теплоснабжения; - определять тепловые потери в тепловых сетях; - выполнять гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей; - рассчитывать потребление тепла районом теплоснабжения и расходы топлива на ТЭЦ и в котельных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (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 7 зачетных единиц, 252 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	Модуль энергетические котлы. Раздел 1	11	5	3	2	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> выполнение части ЛР № 1 по [2], стр. 4-7, 39-49, 61-65, 68-76</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 12-17</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 12-17 [2], 4-7</p>		
1.1	Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС	11		3	2	2	-	-	-	-	-	4	-			
2	Модуль энергетические котлы. Раздел 2	19		4	7	-	-	-	-	-	-	-	8		-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> выполнение части ЛР № 1 по [2], стр. 13-22, и по [3], стр. 5-7, 67-68, 70-75; [4], стр. 7-26</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 21-24, 54-83;</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 21-24, 54-58 [2], 13-22 [3], 5-7, 67-67, 70-75 [4], 7-26</p>
2.1	Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла	19		4	7	-	-	-	-	-	-	-	8		-	
3	Модуль энергетические котлы. Раздел 3	13		2	2	4	-	-	-	-	-	-	5		-	
3.1	Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов	13		2	2	4	-	-	-	-	-	-	5		-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 24-31, 376-380, 386-398, 465-475, 516-525;</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Выполнение части ЛР № 1 по [3], стр. 7-8</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>

	различных типов. Ступенчатое испарение												[1], 24-31, 376-380, 386-398, 465-475, 516-525 [3], 7-8
4	Модуль энергетические котлы. Раздел 4	12	5	1	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 31-38, 84-104;
4.1	Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики	12	5	1	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> выполнение части ЛР № 1 по [2], стр. 9-13 и по [3], стр. 8-10; [4], стр. 30-35 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 31-38, 84-104 [2], 9-13 [3], 8-10 [4], 30-35 [11], 5-15
5	Модуль энергетические котлы. Раздел 5	15.5	2	-	3	-	-	-	-	-	10.5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 138- 144;
5.1	Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив	15.5	2	-	3	-	-	-	-	-	10.5	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> выполнение РЗ по [5] <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 138-144 [5], 1-16
6	Модуль энергетические котлы. Раздел 6	7	1	1	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> выполнение части ЛР № 1 по [3], стр. 10-13; [4], стр. 86-104; [6], определение теплофизических свойств рабочей среды
6.1	Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива	7	1	1	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [1], стр. 126- 132; <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 126-132 [4], 86-104 [6], 1-168
7	Модуль	14	2	3	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>

	энергетические котлы. Раздел 7												<u>теоретического материала:</u> [1], стр. 166-182;
7.1	Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла	14	2	3	3	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> выполнение ЛР № 2 по [3], стр. 13-26; [4], стр. 48-52 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 166-182 [3], 13-26 [4], 48-52
8	Модуль энергетические котлы. Раздел 8	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 178-180
8.1	Каркас и обмуровка котла	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 178-180
9	Модуль энергетические котлы. Раздел 9	4	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 222-232
9.1	Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева	4	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 222-232
10	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр. 19-34 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
10.1	Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснабжения и теплофикации	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	[7], 19-34 [13], 4-18
11	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2	9	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.58-77 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
11.1	Тепловое потребление	9	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	[7], 58-77
12	Модуль системы теплоснабжения.	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [7] стр.78-115,

	Раздел 3												[7] стр.3-53
12.1	Системы теплоснабжения и их элементы	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 78-115 [9], 3-53
13	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [7] стр.116-146 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
13.1	Режимы регулирования тепловой нагрузки	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	[7], 116-146
14	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [7] стр.182-235 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
14.1	Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	[7], 182-235 [10], 140-163
15	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [7] стр.305-341 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
15.1	Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	[7], 305-341 [12], 56-70
16	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> [7] стр.341-352 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
16.1	Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	[7], 341-352 [8], 43-50
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>99.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>133.2</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. Модуль энергетические котлы. Раздел 1

1.1. Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС

Виды ТЭС, связи основного оборудования. Основные агрегаты ТЭС (паровой котел, паровая турбина, конденсатор, электрогенератор). Цикл Ренкина (с промперегревом и без), цикл Брайтона-Ренкина..

### 2. Модуль энергетические котлы. Раздел 2

2.1. Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла

Обзор развития паровых котлов. Простейший котел с колосниковой решеткой, котлы дымогарные и водотрубные. Механизация топок, появление перегрева пара. Переход на факельное сжигание топлива. Системы единиц и рабочее давление. Конструкция современного барабанного котла. Виды поверхностей нагрева, их конструктивные характеристики. Газовоздушный тракт котла, тягодутьевые машины..

### 3. Модуль энергетические котлы. Раздел 3

3.1. Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов различных типов. Ступенчатое испарение

Водопаровой тракт, типы паровых котлов по виду движения рабочей среды. Конструкция топочных экранов (барабанных и прямоточных котлов). Водопаровой тракт барабанного котла с естественной циркуляцией. Контур естественной циркуляции барабанного котла. Водопаровой тракт барабанного котла с принудительной циркуляцией. Водопаровой тракт прямоточного котла СКД. Переход примесей из воды в насыщенный пар, коэффициент распределения. Ступенчатое испарение..

### 4. Модуль энергетические котлы. Раздел 4

4.1. Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики

Котельная установка, основное оборудование. Подготовка топлив к сжиганию, схемы и оборудование. Состав топлив, расчетные массы, горючие элементы. Теплота сгорания топлива. Технические характеристики по видам топлив..

### 5. Модуль энергетические котлы. Раздел 5

5.1. Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив

Топочные камеры для факельного сжигания топлива и их характеристики (геометрические и тепловые). Тепловые напряжения объема и сечения топки. Температуры газов в топке, адиабатная температура. Выбор температуры газов на выходе из топки. Компоновка поверхностей нагрева котла. Конструкция топок для различных видов топлив. Организация твердого и жидкого шлакоудаления..

### 6. Модуль энергетические котлы. Раздел 6

6.1. Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива

Состав продуктов сгорания, теоретические объемы газов и воздуха, избытки воздуха в газовом тракте. Расчет объемов газов и воздуха. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Радиационный и конвективный теплообмен, определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Горелки для сжигания топлив. Вихревые и прямоточные горелки, их размещение на стенах топки. Газомазутная горелка..

### 7. Модуль энергетические котлы. Раздел 7

7.1. Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла

Тепловой баланс котла, определение полезного тепловосприятия и расхода топлива. Расчеты КПД котла методами прямого и обратного балансов. Тепловые потери при работе котла и их анализ..

### 8. Модуль энергетические котлы. Раздел 8

8.1. Каркас и обмуровка котла

Каркас и обмуровка котла. Виды каркасов (самостоятельный и совмещенный), элементы каркаса. Обмуровка и тепловая изоляция (накаркасная и натрубная)..

### 9. Модуль энергетические котлы. Раздел 9

9.1. Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева

Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева. Шлакование, золовые загрязнения, абразивный износ труб. Высокотемпературная коррозия металла (экранных труб и пакетов пароперегревателей). Низкотемпературная коррозия..

### 10. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1

10.1. Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснабжения и теплофикации

Системы теплоснабжения: централизованные, децентрализованные, автономные, индивидуальные. Их элементы. Теплофикация. Достоинства, недостатки, область применения. Определение экономии топлива при совместной выработке теплоты и электроэнергии по сравнению с отдельной. Упрощенный метод определения выработки электроэнергии теплофикационным и конденсационным способами и расхода топлива на ТЭЦ..

### 11. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2

11.1. Тепловое потребление

Методы определения расчетных и текущих часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Часовые и годовые графики расхода теплоты жилыми районами. Часовой и годовой коэффициенты теплофикации. Понятие об оптимальном часовом коэффициенте теплофикации..

### 12. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 3

12.1. Системы теплоснабжения и их элементы

Водяные и паровые, открытые и закрытые системы теплоснабжения. Схемы тепловых сетей и тепловых пунктов в открытых и закрытых водяных системах..

### 13. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4

#### 13.1. Режимы регулирования тепловой нагрузки

Методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Достоинства, недостатки и область применения различных методов центрального регулирования тепловой нагрузки. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых водяных системах теплоснабжения. Сочетание центрального, группового, местного и индивидуального регулирования в системах потребления теплоты. Энергетический и экономический эффект от совершенствования регулирования тепловой нагрузки. Учёт расхода теплоты теплопотребляющими установками, его роль в повышении эффективности потребления теплоты..

### 14. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5

#### 14.1. Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей

Задачи, основные уравнения и последовательность гидравлического расчёта водяной тепловой сети. Распределение давления и напора теплоносителя по длине сети. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний. Гидравлическая характеристика водяной системы теплоснабжения. Пьезометрический график водяной тепловой сети. Требования к распределению напора и давления по длине тепловой сети в статическом и динамическом режимах. Гидравлический режим водяных закрытых и открытых систем теплоснабжения с насосными и дроссельными станциями. Гидравлическая устойчивость водяных тепловых сетей..

### 15. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6

#### 15.1. Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей

Надземная и подземная канальная и бесканальная прокладка теплопроводов, изоляционные конструкции. Температурные деформации теплопроводов, их компенсация. Неподвижные и подвижные опоры. Повреждаемость тепловых сетей: показатели, причины, основные пути её снижения..

### 16. Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7

#### 16.1. Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей

Метод расчёта тепловых потерь через изоляцию тепловых сетей надземной, подземной канальной и бесканальной прокладок. Метод расчёта охлаждения теплоносителя при его течении в трубопроводе..

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

1. Определение диаметров трубопроводов и пропускной способности участков тепловых сетей. Расчёт гидравлического режима водяных тепловых сетей с насосными и дроссельными станциями (2 часа);
2. Расчёт температурных графиков и расходов теплоносителей в водяных закрытых и открытых системах теплоснабжения (4 часа);
3. Расчёт режимов функционирования теплофикационных установок ТЭЦ в водяных системах теплоснабжения (2 часа);

4. Определение расчётных и текущих часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение с применением действующих нормативных документов (2 часа);
5. Расчёт энергетического эффекта теплофикации и энергосберегающих мероприятий в теплофикационных системах. Оценочные расчёты изменения расхода топлива на ТЭЦ при изменении режимов работы системы теплоснабжения (4 часа).;
6. Переход примесей из воды в насыщенный пар, коэффициент распределения. Ступенчатое испарение (2 часа);
7. Конструкция топок для различных видов топлив. Организация твердого и жидкого шлакоудаления (3 часа);
8. Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла (3 часа);
9. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики (2 часа);
10. Контур естественной циркуляции барабанного котла (2 часа).;
11. Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС (2 часа);
12. Горелки для сжигания топлив. Вихревые и прямоточные горелки, их размещение на стенах топки (2 часа);
13. Определение тепловых потерь через изоляцию теплопроводов разных типов прокладки с различными изоляционными конструкциями; расчёт снижения температуры теплоносителя в водяных тепловых сетях. Расчёт тепловых потерь участков трубопроводов тепловых сетей с использованием нормативных документов (4 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева (6 часов);
2. Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения (10 часов).

### **3.5 Консультации**

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

1. Определение расхода топлива
2. Тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата
3. Определение КПД котла
4. Построение плана района теплоснабжения
5. Определение тепловых нагрузок и построение графика тепловой нагрузки жилого района
6. Изучение схемы принципиальной схемы системы теплоснабжения
7. Расчёт и построение температурных и расходных графиков
8. Гидравлический расчёт согласно плана района теплоснабжения и построение пьезометрического графика
9. Расчёты тепловых потерь от трубопроводов тепловой сети через тепловую изоляцию и технологическими утечками теплоносителя

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 5 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ

- Оформление расчетно-пояснительной записки

- Подготовка графического материала и таблиц

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 14	15	16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	60	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ
2	Оформление расчетно-пояснительной записки
3	Подготовка графического материала и таблиц

### 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	
<b>Знать:</b>																		
современные конструкции и компоновки паровых котлов и котельных установок	ИД-1ПК-2		+	+	+	+			+									Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения»
условия надежной и экономичной эксплуатации энергетических паровых котлов	ИД-1ПК-2			+	+	+	+											Отчет/Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла»
основы технологических процессов при эксплуатации паровых котлов	ИД-1ПК-2	+	+	+					+									Лабораторная работа/Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева»
методы определения тепловых нагрузок отопления, вентиляции, горячего водоснабжения	ИД-1ПК-2											+	+					Тестирование/Тест «Методы определения тепловых нагрузок»
материалы, применяемые	ИД-1ПК-2					+	+		+	+								Лабораторная работа/Защита

в котлостроении, их классификацию, маркировку, технические характеристики и области применения																		лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения»
<b>Уметь:</b>																		
рассчитывать потребление тепла районом теплоснабжения и расходы топлива на ТЭЦ и в котельных	ИД-1ПК-2																	Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения»
выполнять гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей	ИД-1ПК-2																	Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения»
определять тепловые потери в тепловых сетях	ИД-1ПК-2																	Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения»
рассчитывать режимы центрального, группового и местного регулирования разнородной тепловой нагрузки в водяных системах централизованного теплоснабжения	ИД-1ПК-2																	Контрольная работа/Контрольная работа «Системы теплоснабжения»



#### **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: Письменная работа

1. Контрольная работа «Системы теплоснабжения» (Контрольная работа)
2. Тест «Методы определения тепловых нагрузок» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятностей поверхностей нагрева» (Лабораторная работа)
3. Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла» (Отчет)

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)

В диплом выставляется оценка за 5 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. Тепловые схемы и теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ МЭИ : Учебное пособие по курсу "ТЭС и АЭС" по специальностям 100100,100200,100500,100600 / Б. В. Богомолов, В. Д. Буров, А. В. Клевцов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Л. А. Федорович . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0733-0 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4316>;
3. Испытания оборудования котельного отделения ТЭЦ МЭИ : Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу "Котельные установки и парогенераторы" для направления "Теплоэнергетика" / Ю. М. Липов, Ю. Ф. Самойлов, Ю. М. Третьяков, О. К. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0488-9 : 5.00 .;

4. 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 .;
5. Липов, Ю. М. Расчет топочной камеры парового котла : методическое пособие к расчетному заданию по курсу "Котельные установки и парогенераторы" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Ю. М. Липов, С. А. Семин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 16 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4434>;
6. Александров, А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник : Рек. Гос. службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев . – 2-е изд., стер . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 168 с. - К 100-летию со дня рождения М.П. Вукаловича . - ISBN 5-903072-43-7 .;
7. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов . – 9-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 472 с. - ISBN 978-5-383-00337-4 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5312>;
8. Извеков, А. В. Теплоснабжение жилого района города от ТЭЦ : методическое пособие к расчетному заданию по курсу "Основы централизованного теплоснабжения" по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Извеков, С. А. Семин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 56 с.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=2145>;
9. Извеков, А. В. Энергоснабжение городов и промышленных предприятий : учебное пособие по курсу "Энергоснабжение" по направлению "Электроэнергетика" / А. В. Извеков, Ф. А. Поливода, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 144 с. - ISBN 978-5-383-00074-8 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=293>;
10. Соколов Е.Я.- "Теплофикация и тепловые сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>;
11. Б. В. Яковлев- "Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения", Издательство: "Новости теплоснабжения", Москва, 2008 - (448 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217>;
12. Л. А. Мелентьев- "Теплофикация", Издательство: "Изд-во Акад. наук СССР", Москва, Ленинград, 1944 - (247 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241678>;
13. "100 лет теплофикации и централизованному теплоснабжению в России", Издательство: "Новости теплоснабжения", Москва, 2003 - (247 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56221>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-205, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, колонки
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-404, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-520, Учебная аудитория	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, доска маркерная, доска пробковая, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-404, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	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

### Энергетические котлы и системы теплоснабжения

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Тест «Методы определения тепловых нагрузок» (Тестирование)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы «Изучение оборудования ТЭЦ МЭИ: элементов тепловой схемы; парового котла БМ-35РФ, его конструкции, компоновки поверхностей нагрева, топливного тракта, воздушного тракта, тракта уходящих газов, водопарового тракта и схемы ступенчатого испарения» (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита расчетного задания «Расчет топочной камеры парового котла» (Отчет)  
 КМ-4 Контрольная работа «Системы теплоснабжения» (Контрольная работа)  
 КМ-5 Защита лабораторной работы «Определение КПД котла БМ-35РФ и оценка тепловосприятий поверхностей нагрева» (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	8	12	15	16
1	Модуль энергетические котлы. Раздел 1						
1.1	Производство электрической и тепловой энергии на ТЭС. Основное оборудование ТЭС						+
2	Модуль энергетические котлы. Раздел 2						
2.1	Паровой котел. Особенности конструкции, основные определения. Газовоздушный тракт (ГВТ) парового котла			+			+
3	Модуль энергетические котлы. Раздел 3						
3.1	Классификация паровых котлов. Водопаровой тракт (ВПТ) котлов различных типов. Ступенчатое испарение			+	+		+
4	Модуль энергетические котлы. Раздел 4						
4.1	Котельная установка. Подготовка топлив к сжиганию. Энергетические топлива и их характеристики			+	+		
5	Модуль энергетические котлы. Раздел 5						
5.1	Топочные камеры паровых котлов. Опорные температуры газового тракта котла. Конструкция топок для разных видов топлив			+	+		
6	Модуль энергетические котлы. Раздел 6						

6.1	Продукты сгорания топлив. Методика тепловых расчетов поверхностей нагрева котла. Горелки для сжигания топлива		+	+		
7	Модуль энергетические котлы. Раздел 7					
7.1	Тепловой баланс котла, КПД котла, тепловые потери при работе парового котла					+
8	Модуль энергетические котлы. Раздел 8					
8.1	Каркас и обмуровка котла		+			
9	Модуль энергетические котлы. Раздел 9					
9.1	Процессы с газовой стороны поверхностей нагрева		+			
10	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 1					
10.1	Термины и определения. Энергетическая эффективность централизованного теплоснабжения и теплофикации	+			+	
11	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 2					
11.1	Тепловое потребление	+			+	
12	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 3					
12.1	Системы теплоснабжения и их элементы				+	
13	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 4					
13.1	Режимы регулирования тепловой нагрузки				+	
14	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 5					
14.1	Гидравлический расчёт и гидравлический режим водяных тепловых сетей				+	
15	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 6					
15.1	Прокладки и конструкции тепловых сетей. Элементы тепловых сетей				+	
16	Модуль системы теплоснабжения. Раздел 7					
16.1	Тепловые потери через изоляцию тепловых сетей				+	
Вес КМ, %:		5	20	25	25	25

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

**Энергетические котлы и системы теплоснабжения**

(название дисциплины)

**5 семестр**

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

- КМ-1 Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ
- КМ-2 Оформление расчетно-пояснительной записки
- КМ-3 Подготовка графического материала и таблиц

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	14	15	16
1	Определение КПД котла, расхода топлива, тепловые расчеты поверхностей нагрева котельного агрегата / расчеты к Теплоснабжению жилого района города от ТЭЦ		+		
2	Оформление расчетно-пояснительной записки			+	
3	Подготовка графического материала и таблиц				+
Вес КМ, %:			60	20	20