

**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: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины  
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**

<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.01.04</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4; 8 семестр - 4; всего - 8
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	288 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 8 часов; 8 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 8 часов; 8 семестр - 8 часов; всего - 16 часов
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 124,5 часа; 8 семестр - 124,5 часа; всего - 249,0 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	7 семестр - 1,2 часа; 8 семестр - 1,2 часа; всего - 2,4 часа
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	7 семестр - 0,3 часа;
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,3 часа; всего - 0,6 часа

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Валинеева А.А.
	Идентификатор	R450a3970-ValineevaAA-ed7868f0

(подпись)

А.А. Валинеева

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rpd1b9495-KhomchenkoNV-644530

(подпись)

Н.В. Хомченко

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение физико-химических основ рабочих процессов протекающих в современных паровых котлах, рассмотрении и влияния рабочих процессов на принципы конструирования паровых котлов и их элементов, определения путей повышения экономичности и эксплуатационной надежности

### Задачи дисциплины

- ознакомление с различными конструкциями паровых и водогрейных котлов, использующих для своей работы как природные органические топлива, так и тепловые отходы различных теплотехнологических процессов;
- овладение навыками выполнения теплотехнологических, гидравлических и аэродинамических расчетов котельных агрегатов;
- ознакомление обучающихся с основами эксплуатации котельных агрегатов и выполнения наладочных и исследовательских работ.

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 проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - основные источники научно-технической информации по котельной технике малой и средней мощности.  уметь: - использовать справочную литературу при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя;  уметь: - подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку	знать: - методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами на различных стадиях осуществления технологического процесса сжигания топлива в котельных агрегатах.  уметь: - оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		действующих котельных агрегатов; - рассчитывать выход и состав газообразных токсичных выбросов в атмосферу, разрабатывать экозащитные мероприятия для котельных агрегатов.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Гидрогазодинамика», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен»

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 8 зачетных единиц, 288 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	Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах	44.40	7	3.1	-	2.8	-	-	-	0.50	-	38	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 6-21 [2], стр. 5-49 [4], 15-19</p>
1.1	Последовательность получения и использования пара и преобразования одних видов энергии в другие	6.75		0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	6	-	
1.2	Автономные производственные и отопительные котельные и котлы	5.75		0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
1.3	Основные элементы паровых и водогрейных котлов	6.0		0.5	-	0.4	-	-	-	0.1	-	5	-	
1.4	Топливо-энергетический	5.95		0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	

	баланс России													
1.5	Природное и искусственное топливо	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		
1.6	Составы твердого, жидкого и газообразного топлива	7.0	0.5	-	0.4	-	-	-	0.1	-	6	-		
1.7	Теплотехнические характеристики топлива	7.0	0.5	-	0.4	-	-	-	0.1	-	6	-		
2	Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив	24.85	2.0	-	1.6	-	-	-	0.25	-	21	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 22-57 [2], стр. 50-98</p>	
2.1	Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		
2.2	Выход и состав продуктов полного сгорания топлива	6.0	0.5	-	0.4	-	-	-	0.1	-	5	-		
2.3	Условия полного сгорания топлива	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		
2.4	Основное уравнение горения (баланс кислорода воздуха) и контроль процесса горения топлива	6.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	6	-		
3	Тепловой баланс котельного агрегата	36.50	2.0	-	2.4	-	-	-	0.30	-	31.8	-		
3.1	Энтальпия продуктов сгорания топлива	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 60-88 [2], стр. 100-154 [5], 54-63</p>	
3.2	Материальный баланс рабочих веществ в котле	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		
3.3	Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		
3.4	Полезно используемая теплота для	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-		

	производства пара												
3.5	Потери теплоты	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
3.6	Зависимость от КПД котла и его нагрузки	7.55	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	6.8	-	
4	Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах	18.25	0.9	-	1.2	-	-	-	0.15	-	16	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 90-144 [2], стр. 155-217</p>
4.1	Газообразное топливо	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
4.2	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
4.3	Основные схемы организации сжигания твердого топлива в котлах	6.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	6	-	
	Зачет с оценкой	20.0	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>106.8</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>8.0</b>	<b>2</b>		<b>1.20</b>	<b>0.3</b>		<b>124.5</b>		
5	Гидродинамика котлов	26.20	8	2.0	-	2.0	-	-	0.40	-	21.8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Гидродинамика котлов"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамика котлов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 145-180 [2], стр. 220-267 [3], 211-237</p>
5.1	Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией	6.05	0.5	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	
5.2	Расчет контуров естественной циркуляции	8.0	0.5	-	0.5	-	-	-	0.2	-	6.8	-	
5.3	Надежность циркуляции	6.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	5	-	
5.4	Причины образования застоя или опрокидывания циркуляции	6.05	0.5	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	
6	Водный режим и качество пара	31.20	2.4	-	2.5	-	-	-	0.30	-	26	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>

6.1	Влияние качества воды на работу котла	6.05	0.5	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	дополнительного материала по разделу "Водный режим и качество пара" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Водный режим и качество пара" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 181-200 [2], стр. 270-275 [3], 266-291
6.2	Нормы качества питательной и котловой воды, пара	6.05	0.5	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	
6.3	Водно-химический режим и продувка парового котла	7.05	0.5	-	0.5	-	-	-	0.05	-	6	-	
6.4	Ступенчатое испарение воды	6.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	5	-	
6.5	Сепарация и промывка пара	5.95	0.4	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	
7	Аэродинамика газовоздушного тракта	18.95	1.3	-	1.4	-	-	-	0.25	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 201-254 [2], стр. 311-368
7.1	Системы газовоздушного тракта	6.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	5	-	
7.2	Аэродинамические сопротивления	7.1	0.5	-	0.5	-	-	-	0.1	-	6	-	
7.3	Аэродинамика дымовой трубы	5.75	0.3	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
8	Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание	29.65	2.3	-	2.1	-	-	-	0.25	-	25	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 255-278 [2], стр. 276-302
8.1	Выход и характеристики золы и шлака	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
8.2	Механическая система шлакозолоудаления	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
8.3	Пневматическая система шлакозолоудаления	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
8.4	Гидравлическая система шлакозолоудаления	5.95	0.5	-	0.4	-	-	-	0.05	-	5	-	
8.5	Золоулавливание и	5.85	0.3	-	0.5	-	-	-	0.05	-	5	-	



	очистка продуктов сгорания												
	Экзамен	38.0		-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	35.7
	Всего за семестр	144.00		8.0	-	8.0	-	2	-	1.20	0.3	88.8	35.7
	Итого за семестр	144.00		8.0	-	8.0	2	1.20	0.3			124.5	
	<b>ИТОГО</b>	<b>288.00</b>	-	<b>16.0</b>	-	<b>16.0</b>	<b>4</b>	<b>2.40</b>	<b>0.6</b>			<b>249.0</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. Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах

1.1. Последовательность получения и использования пара и преобразования одних видов энергии в другие

Технологическая схема электростанции. Упрощенная тепловая схема.

1.2. Автономные производственные и отопительные котельные и котлы

Автономная котельная установка промышленного предприятия. Принципиальная схема котельного агрегата, работающего на твердом топливе.

1.3. Основные элементы паровых и водогрейных котлов

Топки для сжигания газообразных, жидких и твердых топлив. Каркас и обмуровка котла. Пароперегреватели котлов. Водяные экономайзеры. Воздушные подогреватели котлов.

1.4. Топливо-энергетический баланс России

Добыча и производство энергоресурсов в России. Структура потребления топлива в РФ по отраслям, в % от общего потребления.

1.5. Природное и искусственное топливо

Энергетическое топливо. Что относится к природному топливу. Получение искусственного топлива.

1.6. Составы твердого, жидкого и газообразного топлива

Состав твердого и жидкого топлива. Состав газообразного топлива.

1.7. Теплотехнические характеристики топлива

Зола топлива. Влага топлива. Теплота сгорания топлива. Летучие вещества и кокс твердого топлива.

#### 2. Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив

2.1. Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива

Коэффициент избытка воздуха.

2.2. Выход и состав продуктов полного сгорания топлива

Теоретический суммарный выход продуктов полного сгорания.

2.3. Условия полного сгорания топлива

Продукты полного и неполного сгорания топлива.

2.4. Основное уравнение горения (баланс кислорода воздуха) и контроль процесса горения топлива

Топливная характеристика и контроль процесса горения топлива.

#### 3. Тепловой баланс котельного агрегата

### 3.1. Энтальпия продуктов сгорания топлива

Формулы и учет энтальпии золы.

### 3.2. Материальный баланс рабочих веществ в котле

По воздушно-дымовому тракту и по водопаровому тракту.

### 3.3. Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата

Цели составления теплового баланса котельного агрегата. Составление теплового баланса (формулы).

### 3.4. Полезно используемая теплота для производства пара

Расход полезно используемой теплоты. Полезно используемая теплота (формула).

### 3.5. Потери теплоты

Потери теплоты с уходящими газами. Потери теплоты от химической неполноты сгорания. Потери теплоты от механической неполноты сгорания. Потери теплоты от наружного охлаждения. Потери с физической теплотой шлаков.

### 3.6. Зависимость от КПД котла и его нагрузки

Коэффициент полезного действия котельного агрегата. КПД брутто, КПД нетто.

## 4. Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах

### 4.1. Газообразное топливо

Основные сведения по сжиганию газообразного топлива. Классификация газовых горелок. Принципы сжигания газа. Понятие о фронте пламени. Характеристики факела. Особенности расчёта газовых горелок и топок.

### 4.2. Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах

Основные свойства мазута. Механизм горения мазута. Классификация и устройство форсунок для сжигания мазута.

### 4.3. Основные схемы организации сжигания твердого топлива в котлах

Классификация топочных устройств по аэродинамическому принципу. Слоевое сжигание топлива. Сжигание топлива в кипящем слое. Сжигание твердого топлива в пылевидном состоянии.

## 5. Гидродинамика котлов

### 5.1. Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией

Схема простейшего контура с естественной циркуляцией.

### 5.2. Расчет контуров естественной циркуляции

Расчет простого контура естественной циркуляции. Расчет сложного контура естественной циркуляции.

### 5.3. Надежность циркуляции

Оценка надежности циркуляции.

5.4. Причины образования застоя или опрокидывания циркуляции  
Причины застоя и его устранение.

### 6. Водный режим и качество пара

6.1. Влияние качества воды на работу котла  
Наличие примесей. Коррозия.

6.2. Нормы качества питательной и котловой воды, пара  
Нормы качества питательной воды водотрубных промышленных паровых котлов. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов. Предельные значения содержания примесей в насыщенном паре котлов с естественной циркуляцией.

6.3. Водно-химический режим и продувка парового котла  
Непрерывная продувка. Периодическая продувка.

6.4. Ступенчатое испарение воды  
Схема продувки котла, при ступенчатом испарении.

6.5. Сепарация и промывка пара  
Сепарация и сепарационные устройства.

### 7. Аэродинамика газозоудаления

7.1. Системы газозоудаления  
Системы газозоудаления котлов.

7.2. Аэродинамические сопротивления  
Расчет аэродинамического сопротивления (формулы).

7.3. Аэродинамика дымовой трубы  
Самотяга, расчет диаметра устья дымовой трубы.

### 8. Шлакоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание

8.1. Выход и характеристики золы и шлака  
Распределение доли шлака и золы для различных топок котлов.

8.2. Механическая система шлакоудаления  
Схема скреперного шлакоудаления.

8.3. Пневматическая система шлакоудаления  
Схема пневматического шлакоудаления.

8.4. Гидравлическая система шлакоудаления  
Схемы гидрошлакоудаления.

8.5. Золоулавливание и очистка продуктов сгорания

Характеристики золоуловителей.

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

1. Материальный баланс процесса горения твердого и жидкого и газообразного топлива;
2. Основные теплотехнические характеристики органического топлива;
3. Тепловой баланс котельного агрегата;
4. Освоение методики расчета и конструирования газовой горелки;
5. Расчет контура циркуляции;
6. Ступенчатое испарение воды в котельных агрегатах;
7. Расчет аэродинамического сопротивления опускного газохода котельного агрегата ТП-35У;
8. Расчет циклона пылеуловителя.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловой баланс котельного агрегата"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидродинамика котлов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Водный режим и качество пара"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аэродинамика газоздушного тракта"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание"

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

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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		
<b>Знать:</b>											
основные источники научно-технической информации по котельной технике малой и средней мощности	ИД-1ПК-1	+									Тестирование/Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах
принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя;	ИД-2ПК-1					+					Тестирование/Гидродинамика котлов
методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами на различных стадиях осуществления технологического процесса сжигания топлива в котельных агрегатах	ИД-3ПК-1		+								Тестирование/Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив
методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов	ИД-4ПК-1			+							Контрольная работа/Тепловой баланс котельного агрегата
<b>Уметь:</b>											
использовать справочную литературу при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1ПК-1				+						Тестирование/Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах
подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов	ИД-2ПК-1									+	Тестирование/Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание

рассчитывать выход и состав газообразных токсичных выбросов в атмосферу, разрабатывать экозащитные мероприятия для котельных агрегатов	ИД-3ПК-1								+	Тестирование/Аэродинамика газовоздушного тракта
оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов	ИД-3ПК-1			+						Контрольная работа/Тепловой баланс котельного агрегата
разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	ИД-4ПК-1							+		Контрольная работа/Ступенчатое испарение воды в котельных агрегатах

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

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

#### **7 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах (Тестирование)
2. Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах (Тестирование)
3. Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив (Тестирование)
4. Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)

#### **8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Аэродинамика газоздушного тракта (Тестирование)
2. Гидродинамика котлов (Тестирование)
3. Ступенчатое испарение воды в котельных агрегатах (Контрольная работа)
4. Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

*Экзамен (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Котельные установки и парогенераторы : учебник для вузов железнодорожного транспорта / В. М. Лебедев, [и др.] ; ред. В. М. Лебедев . – М. : Учебно-методич. центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013 . – 376 с. - ISBN 978-5-89035-641-3 .;
2. Рундыгин Ю. А., Гильде Е. Э., Судаков А. В., Амосов Н. Т.- "Котельные установки" Т. 4, Издательство: "Машиностроение", Москва, 2009 - (400 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=790](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=790);
3. Сидельковский, Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев . – 4-е изд., репринт . – М. : БАСТЕТ, 2009 . – 528 с. - ISBN 978-5-903178-13-1 .;



4. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / и др., М-во тяжелого, энерг. и трансп. машиностроения СССР ; Ред. Н. В. Кузнецов . – стер., изд 1973 г . – М. : Энергоатомиздат, 2007 . – 296 с.;
5. Соколов, Б. А. Котельные установки и их эксплуатация : учебник для образовательных учреждений начального профессионального образования по профессии "Машинист котлов" / Б. А. Соколов . – 6-е изд., стер . – М. : Академия, 2011 . – 432 с. – (Начальное профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-8537-1 ..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

## 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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Котельные установки и парогенераторы

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах (Тестирование)
- КМ-2 Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив (Тестирование)
- КМ-3 Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)
- КМ-4 Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Значение котельных установок в промышленной энергетике и жилищно-коммунальном хозяйстве. Основные элементы котельной установки. Органическое топливо как основной источник энергии в котельных агрегатах					
1.1	Последовательность получения и использования пара и преобразования одних видов энергии в другие		+			
1.2	Автономные производственные и отопительные котельные и котлы		+			
1.3	Основные элементы паровых и водогрейных котлов		+			
1.4	Топливо-энергетический баланс России		+			
1.5	Природное и искусственное топливо		+			
1.6	Составы твердого, жидкого и газообразного топлива		+			
1.7	Теплотехнические характеристики топлива		+			
2	Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив					
2.1	Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива			+		
2.2	Выход и состав продуктов полного сгорания топлива			+		
2.3	Условия полного сгорания топлива			+		

2.4	Основное уравнение горения (баланс кислорода воздуха) и контроль процесса горения топлива		+		
3	Тепловой баланс котельного агрегата				
3.1	Энтальпия продуктов сгорания топлива			+	
3.2	Материальный баланс рабочих веществ в котле			+	
3.3	Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата			+	
3.4	Полезно используемая теплота для производства пара			+	
3.5	Потери теплоты			+	
3.6	Зависимость от КПД котла и его нагрузки			+	
4	Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах				
4.1	Газообразное топливо				+
4.2	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах				+
4.3	Основные схемы организации сжигания твердого топлива в котлах				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

### 8 семестр

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

КМ-5 Гидродинамика котлов (Тестирование)

КМ-6 Ступенчатое испарение воды в котельных агрегатах (Контрольная работа)

КМ-7 Аэродинамика газовоздушного тракта (Тестирование)

КМ-8 Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Гидродинамика котлов					
1.1	Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией		+			
1.2	Расчет контуров естественной циркуляции		+			
1.3	Надежность циркуляции		+			
1.4	Причины образования застоя или опрокидывания циркуляции		+			

2	Водный режим и качество пара				
2.1	Влияние качества воды на работу котла		+		
2.2	Нормы качества питательной и котловой воды, пара		+		
2.3	Водно-химический режим и продувка парового котла		+		
2.4	Ступенчатое испарение воды		+		
2.5	Сепарация и промывка пара		+		
3	Аэродинамика газовоздушного тракта				
3.1	Системы газовоздушного тракта			+	
3.2	Аэродинамические сопротивления			+	
3.3	Аэродинамика дымовой трубы			+	
4	Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание				
4.1	Выход и характеристики золы и шлака				+
4.2	Механическая система шлакозолоудаления				+
4.3	Пневматическая система шлакозолоудаления				+
4.4	Гидравлическая система шлакозолоудаления				+
4.5	Золоулавливание и очистка продуктов сгорания				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25