

**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: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**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.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>5 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 77,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.  
Яворовский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов работы и конструкций современных котельных агрегатов, процессов в них происходящих.

### 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 обучающимися выполнению 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: - методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов.
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;
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	уметь: - подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу 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	уметь: - оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная теплоэнергетика (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 4 зачетных единицы, 144 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	Введение. Общая характеристика современных котельных установок.	4	5	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение. Общая характеристика современных котельных установок"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Введение. Общая характеристика современных котельных установок и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение. Общая характеристика современных котельных установок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Общая характеристика современных котельных установок"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 58-60 [2], 5-13 [3], 58-60</p>
1.1	Введение. Общая характеристика современных котельных установок.	4		2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	
2	Источники энергии	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	

	котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле												Повторение материала по разделу "Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>
2.1	Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материалов по разделу Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 364-375 [2], 14-32 [3], 120-131
3	Тепловой баланс котельного агрегата	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции
3.1	Тепловой баланс котельного агрегата	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Тепловой баланс котельного агрегата и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 32-61
4	Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 78-111
4.1	Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материалов по разделу Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 78-111
5	Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах"
5.1	Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах" подготовка к выполнению заданий на

													<p>практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 112-153</p>
6	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах"</p>
6.1	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p>подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах и подготовка к контрольной работе</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 "Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 95-111</p>
7	Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата"</p>
7.1	Теплообмен в радиационных и	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p>



	конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата												<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 182-211</p>
8	Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя"</p>
8.1	Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b></p>

													Изучение материалов по разделу Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 211-237
9	Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 254-266
9.1	Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 254-266
10	Водный режим котельной установки	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Водный режим котельной установки и подготовка к контрольной работе
10.1	Водный режим котельной установки	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

													<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Водный режим котельной установки"</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 "Водный режим котельной установки"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Водный режим котельной установки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 266-291</p>
11	Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
11.1	Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 381-396</p>
12	Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения"</p>
12.1	Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов.	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструктивные схемы паровых и"</p>

	Котельные агрегаты специального назначения													<p>водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 308-318</p>
13	Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления"</p>	
13.1	Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления и подготовка к контрольной работе</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 "Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления"</p>	

													<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 476*489
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</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. Введение. Общая характеристика современных котельных установок.

#### 1.1. Введение. Общая характеристика современных котельных установок.

Котельные установки промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) как элементы теплотехнологических систем производства тепловой и электрической энергии. Характеристика современных установок, их место и роль на промышленных предприятиях и предприятиях ЖКХ..

### 2. Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле

#### 2.1. Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле

Классификация источников энергии котельных агрегатов. Природные и искусственные топлива. Тепловые отходы теплотехнологических процессов. Промышленные и бытовые отходы, электрическая и атомная энергия. Назначение материального баланса процесса горения топлива. Расчет теоретически необходимого и действительного расходов воздуха на сжигание топлива. Расчет выхода и состава продуктов горения топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котельном агрегате..

### 3. Тепловой баланс котельного агрегата

#### 3.1. Тепловой баланс котельного агрегата

Назначение теплового и эксергетического балансов котельного агрегата. Общее уравнение теплового и эксергетического баланса котла. Располагаемая и полезно-используемая теплота. Потери теплоты в котельном агрегате и их определение. Пути снижения потерь теплоты. Тепловой и эксергетический КПД котла. Влияние нагрузки котельного агрегата на тепловой КПД..

### 4. Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах

#### 4.1. Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах

Разветвленные цепные реакции при сжигании газообразного топлива. Принципы организации сжигания газообразного топлива. Особенности и характеристики факела при диффузионном, кинетическом и диффузионно-кинетическом принципах организации сжигания топлива. Устойчивость горения газового топлива. Стабилизация горения топлива. Классификация газовых горелок. Примеры газовых горелок, реализующих диффузионный, кинетический и диффузионно-кинетический принципы сжигания топлива. Особенности сжигания газообразных топлив с высокой и низкой теплотой сгорания. Основы методики расчета газовых горелок..

### 5. Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах

#### 5.1. Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах

Классификация способов сжигания твердого топлива в топках котельных агрегатов. Слоевое сжигание топлива. Структура горящего слоя твердого топлива. Характеристики процесса горения. Механические топки с цепными решетками. Сжигание твердого топлива в кипящем слое. Сжигание твердого топлива в пылевидном состоянии. Схемы пылеприготовления. Мельницы для размола топлива: шаровая барабанная мельница, шаровая и валковая среднеходные мельницы, быстроходная молотковая мельница,

мельница-вентилятор. Горелки для сжигания твердого пылевидного топлива. Схемы расположения горелок в топке. Топки для сжигания угольной пыли с гранулированным шлакоудалением. Топки с жидким шлакоудалением.

## 6. Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах

### 6.1. Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах

Особенности сжигания жидкого топлива. Механизм процесса. Способы распыливания жидкого топлива. Механические форсунки, форсунки с распыливающей средой, комбинированные форсунки. Факторы, влияющие на распыл топлива в форсунках. Комбинированные газо-мазутные горелки котлов.

## 7. Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата

### 7.1. Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата

Радиационный теплообмен в топке. Поверочный и конструктивный расчет топки. Основные положения расчета радиационного теплообмена в топке. Тепловосприятие поверхностей нагрева. Общая и лучевоспринимающая поверхности стен топки, полезное тепловыделение в топке, адиабатическая температура горения, коэффициенты теплового излучения факела и топки. Температура газов на выходе из топки и ее выбор. Расчет необходимой поверхности зажигательного пояса. Конвективные поверхности нагрева в котельном агрегате. Схемы движения теплоносителей в конвективных элементах котла. Расчет температурного напора и коэффициента теплопередачи в элементах котла. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена в котельном агрегате.

## 8. Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя

### 8.1. Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя

Режим, структура и характеристики потока пароводяной смеси. Схемы организации движения воды и пароводяной смеси. Особенности гидродинамики систем с естественной циркуляцией. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Тепловая и гидравлическая неравномерность в обогреваемых трубах поверхностей нагрева. Застой и опрокидывание циркуляции. Гидродинамика систем с принудительным движением теплоносителя. Уравнительное и регулировочное шайбование. Гидродинамическая неустойчивость и ее устранение.

## 9. Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата

### 9.1. Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата

Аэродинамические сопротивления газовоздушного тракта и способы их преодоления. Схемы газовоздушных трактов котлов. Основы методики расчетов воздушного и дымового трактов котла. Назначение и принцип работы дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа.

## 10. Водный режим котельной установки

### 10.1. Водный режим котельной установки

Способы подготовки и требования к питательной воде и пару. Показатели качества питательной воды и пара. Водный режим котла. Периодическая и непрерывная продувки. Ступенчатое испарение. Сепарация и промывка пара.

### 11. Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов

#### 11.1. Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов

Тепловые схемы котельных агрегатов, работающих на газе и мазуте, твердом пылевидном топливе, отходящих газах технологических агрегатов. Пароперегреватели котлов и схемы их включения в газовый тракт. Методы регулирования температуры перегрева пара. Чугунные и стальные водяные экономайзеры котлов и их включение в питательные магистрали. Рекуперативные и регенеративные воздушные подогреватели. Пределы подогрева воздуха в воздушных подогревателях котлов.

### 12. Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения

#### 12.1. Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения

Конструктивные схемы паровых котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Парогазовые установки. Котлы непрямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы на отходящих газах технологических установок. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Испарительное охлаждение элементов технологических установок, энерготехнологические агрегаты. Парогенераторы атомных станций.

### 13. Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления

#### 13.1. Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления

Механические, пневматические и пневмомеханические забрасыватели топлива при слоевом его сжигании. Подача пылевидного топлива в топку котельного агрегата. Выход и характеристики шлака и золы. Механическая, пневматическая и гидравлическая системы шлакозолоудаления. Характеристики и области использования различных систем шлакозолоудаления.

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

1. Автономные производственные и отопительные котельные и котлы;
2. Природное и искусственное топливо;
3. Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива;
4. Теплотехнические характеристики топлива;
5. Основные элементы паровых и водогрейных котлов.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение. Общая характеристика современных котельных установок"



2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловой баланс котельного агрегата"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аэродинамика газоздушного тракта котельного агрегата"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Водный режим котельной установки"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения"
13. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления"

### **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	9	10	11	12	13	
<b>Знать:</b>															
методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов	ИД-1ПК-1				+	+	+	+							Контрольная работа/Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива
принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя;	ИД-2ПК-1									+	+	+	+	+	Контрольная работа/Гидродинамика котельного агрегата
<b>Уметь:</b>															
подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов	ИД-3ПК-1	+	+												Контрольная работа/Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате
оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов	ИД-4ПК-1			+	+	+	+								Контрольная работа/Тепловой баланс котельного агрегата

#### **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. Гидродинамика котельного агрегата (Контрольная работа)
2. Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате (Контрольная работа)
3. Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива (Контрольная работа)
4. Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (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. Бойко Е. А.- "Котельные установки", (2-е изд., доп.), Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2021 - (668 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/192857>;
2. Сидельковский, Л. Н. Парогенераторы промышленных предприятий : Учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1978 . – 336 с.;
3. Бойко, Е. А. Котельные установки : учебное пособие / Е. А. Бойко . – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021 . – 668 с. - ISBN 978-5-9729-0744-1 ..

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

##### **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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>

6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-400, Учебная аудитория	парта, скамья, стол преподавателя, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-207, Кабинет сотрудников Ш-207	стол компьютерный, шкаф для документов, колонки, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-207, Кабинет сотрудников Ш-207	стол компьютерный, шкаф для документов, колонки, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107/2, Склад учебного инвентаря Ш-107/2	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Котельные установки и парогенераторы

(название дисциплины)

#### 5 семестр

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

- КМ-1 Материальный баланс процесса горения топлива в котельном агрегате (Контрольная работа)
- КМ-2 Тепловой баланс котельного агрегата (Контрольная работа)
- КМ-3 Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива (Контрольная работа)
- КМ-4 Гидродинамика котельного агрегата (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Введение. Общая характеристика современных котельных установок.					
1.1	Введение. Общая характеристика современных котельных установок.		+			
2	Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле					
2.1	Источники энергии котельных агрегатов. Материальные балансы процесса горения различных видов топлива. Материальные балансы рабочих веществ в котле		+			
3	Тепловой баланс котельного агрегата					
3.1	Тепловой баланс котельного агрегата			+		
4	Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах					
4.1	Сжигание газообразных топлив в котельных агрегатах			+	+	
5	Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах					
5.1	Сжигание твердых топлив в котельных агрегатах			+	+	
6	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах					
6.1	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах			+	+	
7	Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата					

7.1	Теплообмен в радиационных и конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата			+	
8	Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя				
8.1	Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя				+
9	Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата				
9.1	Аэродинамика газовоздушного тракта котельного агрегата				+
10	Водный режим котельной установки				
10.1	Водный режим котельной установки				+
11	Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов				
11.1	Тепловые схемы и основные элементы котельных агрегатов				+
12	Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения				
12.1	Конструктивные схемы паровых и водогрейных котлов. Котельные агрегаты специального назначения				+
13	Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления				
13.1	Системы топливоподготовки, золо и шлакоудаления				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25