

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: Цифровые двойники технических систем

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4; 6 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 14 часов; всего - 46 часа
Практические занятия	5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 14 часов; всего - 46 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	5 семестр - 2 часа; 6 семестр - 14 часов; всего - 16 часов
Самостоятельная работа	5 семестр - 77,5 часа; 6 семестр - 97,4 часа; всего - 174,9 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	6 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	6 семестр - 0,3 часа;
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа; всего - 1,1 часа

Москва 2024

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:

Руководитель
образовательной программы

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

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

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, в том числе с применением информационных технологий	ИД-1 _{ПК-1} Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов; - основные источники научно-технической информации по котельной технике малой и средней мощности. уметь: - оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов; - рассчитывать выход и состав газообразных токсичных выбросов в атмосферу, разрабатывать экозащитные мероприятия для котельных агрегатов; - подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий	ИД-2 _{ПК-1} 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;; - методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами на различных стадиях осуществления технологического процесса сжигания топлива в котельных агрегатах.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		уметь: - использовать справочную литературу при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники; - разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве; - разрабатывать тепловые и технологические схемы котельных агрегатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровые двойники технических систем (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	34	5	10	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> 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"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 88-100 [2], 102-120</p>
1.1	Последовательность получения и использования пара и преобразования одних видов энергии в другие	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Автономные производственные и отопительные котельные и котлы	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Основные элементы паровых и водогрейных котлов	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.4	Топливо-энергетический	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	

	баланс России													
1.5	Природное и искусственное топливо	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
1.6	Составы твердого, жидкого и газообразного топлива	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
1.7	Теплотехнические характеристики топлива	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-		
2	Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив	24	8	-	8	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 98-101 [3], 115-121</p>	
2.1	Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2.2	Выход и состав продуктов полного сгорания топлива	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2.3	Условия полного сгорания топлива	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2.4	Основное уравнение горения (баланс кислорода воздуха) и контроль процесса горения топлива	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
3	Тепловой баланс котельного агрегата	36	10	-	10	-	-	-	-	-	16	-		
3.1	Энтальпия продуктов сгорания топлива	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловой баланс котельного агрегата" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 120-122 [2], 198-202 [3], 111-120</p>	
3.2	Материальный баланс рабочих веществ в котле	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
3.3	Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
3.4	Полезно используемая теплота для	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		

	производства пара												
3.5	Потери теплоты	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-
3.6	Зависимость от КПД котла и его нагрузки	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-
4	Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-
4.1	Газообразное топливо	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-
4.2	Сжигание жидких топлив в котельных агрегатах	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-
4.3	Основные схемы организации сжигания твердого топлива в котлах	4		1	-	1	-	-	-	-	-	2	-
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5
	Итого за семестр	144.0		32	-	32	2	-	-	0.5	77.5		
5	Гидродинамика котлов	23.0	6	3.0	-	3.0	-	-	-	-	-	17	-
5.1	Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией	6.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	5	-
5.2	Расчет контуров естественной циркуляции	5.5		0.5	-	1	-	-	-	-	-	4	-
5.3	Надежность циркуляции	6		1	-	1	-	-	-	-	-	4	-
5.4	Причины образования застоя или опрокидывания циркуляции	5.5		1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-
6	Водный режим и качество пара	30.0		5	-	3.0	-	-	-	-	-	22	-
<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 150-159 [2], 221-226</p>													
<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидродинамика котлов"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Гидродинамика котлов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 130-135 [3], 124-129</p>													
<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение</p>													

6.1	Влияние качества воды на работу котла	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	дополнительного материала по разделу "Водный режим и качество пара" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Водный режим и качество пара" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 134-140 [3], 130-136
6.2	Нормы качества питательной и котловой воды, пара	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
6.3	Водно-химический режим и продувка парового котла	7.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
6.4	Ступенчатое испарение воды	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
6.5	Сепарация и промывка пара	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
7	Аэродинамика газовоздушного тракта	18.0	2.0	-	2.0	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Аэродинамика газовоздушного тракта" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
7.1	Системы газовоздушного тракта	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
7.2	Аэродинамические сопротивления	5.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
7.3	Аэродинамика дымовой трубы	5.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	[1], 332-345 [3], 225-229
8	Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание	36.7	4.0	-	6	-	-	-	-	-	26.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 551-555 [3], 304-309
8.1	Выход и характеристики золы и шлака	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
8.2	Механическая система шлакозолоудаления	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
8.3	Пневматическая система шлакозолоудаления	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	
8.4	Гидравлическая система шлакозолоудаления	6.2	0.5	-	1	-	-	-	-	-	4.7	-	
8.5	Золоулавливание и	7.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	6	-	

	очистка продуктов сгорания												
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Курсовой проект (КП)	18.3		-	-	-	14	-	4	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0		14.0	-	14.0	14	-	4	0.6	79.7	17.7	
	Итого за семестр	144.0		14.0	-	14.0	14		4	0.6	97.4		
	ИТОГО	288.0	-	46.0	-	46.0	16		4	1.1	174.9		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Основные элементы паровых и водогрейных котлов;
2. Теоретически необходимый расход воздуха для сжигания топлива;
3. Теплотехнические характеристики топлива;
4. Природное и искусственное топливо;
5. Автономные производственные и отопительные котельные и котлы.

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 газозоудного тракта"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

6 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 6	7 - 10	11 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3	4, 5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	35	30	35	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	35	65	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет фестона.
2	Расчет пароперегревателя котла.
3	Расчет воздушного подогревателя.
4	Расчет водяного экономайзера.

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		
Знать:											
основные источники научно-технической информации по котельной технике малой и средней мощности	ИД-1пк-1	+			+						Тестирование/Особенности сжигания газообразных, жидких и твердых топлив в котельных агрегатах
методы расчета показателей энергетической эффективности котельных агрегатов	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
методы снижения вредных выбросов котельными агрегатами на различных стадиях осуществления технологического процесса сжигания топлива в котельных агрегатах	ИД-2пк-1		+								Тестирование/Расчет горения твердых, жидких и газообразных топлив
принцип действия и конструктивные особенности котельных агрегатов с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя;	ИД-2пк-1					+					Тестирование/Гидродинамика котлов
Уметь:											
подбирать необходимое технологическое оборудование, обеспечивающее работу котельных агрегатов	ИД-1пк-1					+					Тестирование/Гидродинамика котлов
рассчитывать выход и состав газообразных токсичных выбросов в	ИД-1пк-1								+		Тестирование/Аэродинамика газовоздушного тракта

атмосферу, разрабатывать экозащитные мероприятия для котельных агрегатов										
оценивать энергетическую эффективность котельных агрегатов, непосредственно определять показатели энергетической эффективности действующих котельных агрегатов	ИД-1ПК-1			+						Контрольная работа/Тепловой баланс котельного агрегата
разрабатывать тепловые и технологические схемы котельных агрегатов	ИД-2ПК-1								+	Тестирование/Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание
разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	ИД-2ПК-1								+	Тестирование/Шлакозолоудаление в котельных агрегатах. Золоулавливание
использовать справочную литературу при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2ПК-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

5 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)

6 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.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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

Зачет с оценкой (Семестр №6)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №6)

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бойко Е. А.- "1Котельные 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
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-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-206, Лекционная аудитория	
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	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Котельные установки и парогенераторы

(название дисциплины)

5 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 – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	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					
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

6 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 – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	15
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

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

Котельные установки и парогенераторы

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 КМ-1. Соблюдение графика выполнения КП

КМ-2 КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП

КМ-3 КМ-3 Соблюдение графика выполнения КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	10	15
1	Расчет фестона.		+		
2	Расчет пароперегревателя котла.		+		
3	Расчет воздушного подогревателя.			+	
4	Расчет водяного экономайзера.				+
5	Чертеж котла.				+
Вес КМ, %:			35	30	35