

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4; 2 семестр - 7; 3 семестр - 2; всего - 13
Часов (всего) по учебному плану:	468 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Практические занятия	1 семестр - 48 часа; 2 семестр - 48 часа; всего - 96 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 34 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 68 часа
Самостоятельная работа	1 семестр - 77,5 часа; 2 семестр - 149,2 часа; 3 семестр - 35,7 часа; всего - 262,4 часа
в том числе на КП/КР	2 семестр - 35,7 часа; 3 семестр - 35,7 часа; всего - 71,4 часа
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа; 3 семестр - 4 часа; всего - 8 часов
включая: Тестирование Расчетно-графическая работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	3 семестр - 0,3 часа;
	всего - 1,6 часа

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение знаний и навыков выбора и обоснования принятия проектных и конструктивных решений по тепловой схеме котла и его элементам в том числе на основании результатов сбора и обработки научно-технической информации по теме исследования.

Задачи дисциплины

- •изучить сбор и обработку научно- технической информации по теме исследования;;
- • изучить влияния характеристик топлива и параметров рабочего тела на тепловую схему и проектные решения по котлу;;
- •сформировать подходы к выбору способа регулирования температуры перегретого пара и конструкции котла;;
- •приобрести умение проводить расчёт тепловой схемы котла;;
- •изучить тепловой расчёт и проектирование элементов котла..

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 к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - – основные источники сбора и способы обработки научно-технической информации по теме исследования. уметь: - – проводить анализ характеристик топлива;; - – составлять уравнения теплового баланса для паровых котлов и их тепловых схем;; - – разработать тепловую схему парового котла;; - – проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.).
ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-1} Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности	знать: - – влияния характеристик топлива и параметров рабочего тела на тепловую схему и проектные решения по котлу и его тепловой схеме; - – способы регулирования температуры перегретого пара, их особенности;.
ПК-2 Способен к научно-исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-2} Выполняет сбор и обработку научно-технической информации по теме исследования	знать: - – основные компоновки паровых котлов, их особенности;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетические установки на органическом и ядерном топливе (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 13 зачетных единиц, 468 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	Сбор и обработка научно-технической информации	6	1	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сбор и обработка научно-технической информации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 9-29
1.1	Сбор и обработка научно-технической информации	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
2	Анализ характеристик топлива	42		4	-	14	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Анализ характеристик топлива". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 9-29 [2], 152-169
2.1	Анализ характеристик топлива	42		4	-	14	-	-	-	-	-	24	-	
3	Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы	26		4	-	14	-	-	-	-	-	8	-	
3.1	Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы	26		4	-	14	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 29-74

														[3], 163-174, 191-218 [4], 193-194 [7], 15-40
4	Компоновка котла	8		2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Компоновка котла" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 61-68
4.1	Компоновка котла	8		2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	
5	Регулирование температуры перегретого пара	26		4	-	14	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Регулирование температуры перегретого пара" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 76-78 [4], 155-166
5.1	Регулирование температуры перегретого пара	26		4	-	14	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		16	-	48	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		16	-	48	2	-	-	0.5	77.5			
6	Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.	36	2	4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта. и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 35-48
6.1	Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	
7	Проектирование радиационных пароперегревателей	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проектирование радиационных пароперегревателей и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
7.1	Проектирование радиационных пароперегревателей	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	

													[2], 35-60, 71-76	
8	Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева и подготовка к контрольной работе
8.1	Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 35-60, 71-76 [6], 35-60, 71-76
9	Проектирование воздухоподогревателей	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Проектирование воздухоподогревателей и подготовка к контрольной работе
9.1	Проектирование воздухоподогревателей	36		4	-	12	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 35-60, 71-76
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0		-	-	-	32	-	4	-	0.3	35.7	-	
	Всего за семестр	252.0		16	-	48	32	2	4	-	0.8	115.7	33.5	
	Итого за семестр	252.0		16	-	48	34		4		0.8	149.2		
	Курсовой проект (КП)	72.0	3	-	-	-	32	-	4	-	0.3	35.7	-	
	Всего за семестр	72.0		-	-	-	32	-	4	-	0.3	35.7	-	
	Итого за семестр	72.0		-	-	-	32		4		0.3	35.7		
	ИТОГО	468.0	-	32	-	96	68		8		1.6	262.4		

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. Сбор и обработка научно-технической информации

1.1. Сбор и обработка научно-технической информации

Электронные библиотечные системы и базы данных научного цитирования. Способы поиска документов. Критерии поиска источников научно-технической информации. Рекомендации по обработке научно-технической информации..

2. Анализ характеристик топлива

2.1. Анализ характеристик топлива

Анализ характеристик топлива (приведенные характеристики, сопротивляемость размолу и абразивные свойства, взрывоопасность, температура точки росы, шлакующие и загрязняющие свойства топлива. Результаты анализа топлива и его последствия на принятие схемных и конструктивных решений по котлу..

3. Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы

3.1. Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы

Определение ТС. Что определяет ТС. Опорные точки по газовому (температуры газов в конце топки, перед первой по ходу продуктов сгорания конвективной ступенью, перед промпароперегревателем, за экономайзером уходящих газов и др.), воздушному трактам (температура воздуха на входе – выходе) и пароводяному тракту (параметры , энтальпия воды за экономайзером, и в котлах Пп с $R_{кр} > R_{пе}$ за НРЧ и ПЗ). Методология выбора проектных решений с использованием значений параметров в опорных точках. Влияние на тепловую схему котла параметров пара. Целесообразность размещения в конвективных газоходах котла испарительных поверхностей нагрева. Критерии необходимости установки полурadiационных или радиационных пароперегревателей. Структура тепловых схем: определение числа ступеней ширм и конвективных пароперегревателей. Организация нагрева среды в топках прямоточных котлов. Формирование и расчет тепловой схемы котла. Определение целесообразности установки переходной зоны..

4. Компоновка котла

4.1. Компоновка котла

Понятие компоновки котла. Виды компоновок: П-, Г-, Т-, U-образные, башенные, полубашенные, многоходовые, горизонтальные и их разновидности. Область применения в зависимости от вида топлива и паропроизводительности котла. Преимущества и недостатки, сравнительные характеристики..

5. Регулирование температуры перегретого пара

5.1. Регулирование температуры перегретого пара

Причины необходимости регулирования температуры перегрева. Регулировочная характеристика пароперегревателя. Классификация способов регулирования. Способы регулирования. Способы регулирования температуры пара ВД в котлах Е и Пп: поверхностные и впрыскивающие пароохладители, поддержание необходимого соотношения вода – топливо, рециркуляция продуктов сгорания. Регулирование температуры пара промперегрева: рециркуляция газов, паро – паровой теплообменник, регулирующая ступень. Влияние на перегрев пара конструкции горелок и режимных факторов. Технико-экономический подход к выбору способа регулирования..

6. Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.

6.1. Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.

Принципы проектирования среды в экранах прямоточных котлов. Типы экранов прямоточных котлов. Деление экранов на радиационные части. Рекомендации по проектированию. Суть экранирования газоходов котла, преимущества и недостатки. Общие положения проектирования экранов ограждения. Факторы, влияющие на конструкцию экранов. Разновидности ЭО..

7. Проектирование радиационных пароперегревателей

7.1. Проектирование радиационных пароперегревателей

Радиационные пароперегреватели барабанных котлов: целесообразность установки, виды конструкций, область применения, расчет. Рекомендации по проектированию..

8. Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева

8.1. Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева

Змеевиковые поверхности нагрева: классификация, специфика принимаемых решений при проектировании, в зависимости от характеристик топлива, типа поверхности, степени газоплотности котла, организации крепления. Общий алгоритм последовательности операций проектирования..

9. Проектирование воздухоподогревателей

9.1. Проектирование воздухоподогревателей

Воздухоподогреватель: типы ВП, область применения. Типы современных ВП. Алгоритм проектирования трубчатых ВП. Подбор типоразмеров регенеративного воздухоподогревателя. Решение проблем низкотемпературной коррозии..

3.3. Темы практических занятий

1. Сбор и обработка научно-технической информации;
2. Анализ характеристик топлива;
3. Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы;
4. Компоновка котла;
5. Регулирование температуры перегретого пара;
6. Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.;
7. Проектирование радиационных пароперегревателей;
8. Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева;
9. Проектирование воздухоподогревателей.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Проектирование радиационных пароперегревателей"

2. Консультации проводятся по разделу "Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева"
 3. Консультации проводятся по разделу "Проектирование воздухоподогревателей"
Текущий контроль (ТК)
1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сбор и обработка научно-технической информации"
 2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ характеристик топлива"
 3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы"
 4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компоновка котла"
 5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Регулирование температуры перегретого пара"
 6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта."
 7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование радиационных пароперегревателей"
 8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева"
 9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование воздухоподогревателей"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчёт энтальпии среды на выходе из экономайзера и принятие решение по наличию НРПП или переходной зоны
2	Расчёт тепловой схемы котла, топки, ширм
3	Расчёт конвективной поверхности, выполненный вручную
4	Выполнение графической части (чертеж поверхности из п. 2 или 3)

3 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчёт поверхностей теплообмена
2	Расчёт котла в программе BoilerDesigner
3	Выполнение графической части (продольный разрез котла)
4	Выполнение графической части (Q-t диаграмма и поперечный разрез котла)

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		
Знать:												
– основные источники сбора и способы обработки научно- технической информации по теме исследования	ИД-1ПК-1	+										Тестирование/Тест «Сбор и обработка научно-технической информации»
– способы регулирования температуры перегретого пара, их особенности;	ИД-2ПК-1					+						Тестирование/Тест «Регулирование температуры перегретого пара»
– влияния характеристик топлива и параметров рабочего тела на тепловую схему и проектные решения по котлу и его тепловой схеме	ИД-2ПК-1			+								Контрольная работа/Контрольная работа «Тепловая схема котла»
– основные компоновки паровых котлов, их особенности;	ИД-2ПК-2				+							Тестирование/Тест «Компоновка паровых котлов»
Уметь:												
– проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)	ИД-1ПК-1							+	+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа «Воздухоподогреватели» Контрольная работа/Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» Контрольная работа/Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» /Контрольная работа «Экранирование котла»
– разработать тепловую схему парового котла;	ИД-1ПК-1				+							Тестирование/Тест «Компоновка паровых котлов»
– составлять уравнения теплового баланса для паровых котлов и их тепловых схем;	ИД-1ПК-1				+							Тестирование/Тест «Компоновка паровых котлов»

– проводить анализ характеристик топлива;	ИД-1 _{ПК-1}		+								Расчетно-графическая работа/Выполнение расчётного задания
---	----------------------	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение расчётного задания (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольная работа «Тепловая схема котла» (Контрольная работа)
3. Тест «Компоновка паровых котлов» (Тестирование)
4. Тест «Регулирование температуры перегретого пара» (Тестирование)
5. Тест «Сбор и обработка научно-технической информации» (Тестирование)

2 семестр

Форма реализации:

1. Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Воздухоподогреватели» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Экранирование котла» ()

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программ

Экзамен (Семестр №2)

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Изюмов, М. А. Паровые котлы : принятие технических решений при проектировании : учебное пособие по направлению "Энергетическое машиностроение" / М. А. Изюмов, В. М. Супранов, К. А. Плешанов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 86 с. - ISBN 978-5-7046-1932-1 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10079>;
2. 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.;
3. Тепловые схемы котлов / А. А. Паршин, и др. – М. : Машиностроение, 1987 . – 224 с.;
4. Резников, М. И. Паровые котлы тепловых электростанций : Учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / М. И. Резников, Ю. М. Липов . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 240 с.;
5. Изюмов, М. А. Методология принятия технических решений на стадии проектирования паровых котлов: Ч.1 : Учебное пособие для вузов по специальности "Котло-и реакторостроение" / М. А. Изюмов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 108 с. - ISBN 5-7046-0440-7 : 6.00 .;
6. Изюмов, М. А. Проектирование змеевиковых и ширмовых поверхностей нагрева : учебное пособие для студентов по специальности "Котло- и реакторостроение" / М. А. Изюмов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 122 с. - ISBN 978-5-383-00321-3 .;
7. "Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод)", (2-е изд., перераб.), Издательство: "Энергия", Москва, 1973 - (296 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602249>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Boiler Designer.

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
11. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
12. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Х-401, Компьютерный класс, мультимедийная учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф
Помещения для консультирования	Д-320, Кабинет сотрудников каф. "МиПЭУ"	рабочее место сотрудника, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Паровые котлы**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест «Сбор и обработка научно-технической информации» (Тестирование)
 КМ-2 Выполнение расчётного задания (Расчётно-графическая работа)
 КМ-3 Контрольная работа «Тепловая схема котла» (Контрольная работа)
 КМ-4 Тест «Компоновка паровых котлов» (Тестирование)
 КМ-5 Тест «Регулирование температуры перегретого пара» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	2	6	10	12	14
1	Сбор и обработка научно-технической информации						
1.1	Сбор и обработка научно-технической информации		+				
2	Анализ характеристик топлива						
2.1	Анализ характеристик топлива			+			
3	Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы						
3.1	Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы				+		
4	Компоновка котла						
4.1	Компоновка котла					+	
5	Регулирование температуры перегретого пара						
5.1	Регулирование температуры перегретого пара						+
Вес КМ, %:			10	30	20	20	20

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

- КМ-1 Контрольная работа «Экранирование котла»
 КМ-2 Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа «Воздухоподогреватели» (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	Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.					
1.1	Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта.		+	+	+	+
2	Проектирование радиационных пароперегревателей					
2.1	Проектирование радиационных пароперегревателей		+	+	+	+
3	Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева					
3.1	Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева		+	+	+	+
4	Проектирование воздухоподогревателей					
4.1	Проектирование воздухоподогревателей		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

Вид промежуточной аттестации – .

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:
		Неделя КМ:
Вес КМ, %:		

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

Паровые котлы

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-3 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-4 соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Расчёт энтальпии среды на выходе из экономайзера и принятие решение по наличию НРПП или переходной зоны		+			
2	Расчёт тепловой схемы котла, топки, ширм			+		
3	Расчёт конвективной поверхности, выпол-ненный вручную				+	
4	Выполнение графической части (чертеж поверхности из п. 2 или 3)					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-3 соблюдение графика выполнения КП
- КМ-4 соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Расчёт поверхностей теплообмена		+			

2	Расчёт котла в программе BoilerDesigner		+		
3	Выполнение графической части (продольный разрез котла)			+	
4	Выполнение графической части (Q-t диаграмма и поперечный разрез котла)				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25