

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
ИССЛЕДОВАНИЕ И НАЛАДКА ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 32 часа;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Перекрестный опрос	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ионкин И.Л.
	Идентификатор	R21e82aec-IonkinIL-f6aeb706

(подпись)

И.Л. Ионкин

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

К.А. Плешанов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование представления о задачах и методах исследования и наладки основных процессов в паровых котлах, приобретение навыков выполнения экспериментальных работ на паровых котлах

Задачи дисциплины

- изучение принципов организации и проведения испытаний на паровых котлах;
- получение навыков подготовки и проведения экспериментально-наладочных работ на котлах;
- получение навыков обработки, представления и анализа экспериментальных данных, подготовки научно-технических отчетов и разработки рекомендаций по режимам эксплуатации паровых котлов;
- получение навыков использования современного оборудования и приборов для проведения технических испытаний и научных исследований.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен к научно-исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-1ПК-2 Выполняет моделирование и исследование процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - порядок организации экспериментально-наладочных исследований паровых котлов и применяемые при этом средства измерения. уметь: - использовать современное оборудование и программное обеспечение для проведения испытаний и моделирования процессов в паровых котлах.
ПК-2 Способен к научно-исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-3ПК-2 Составляет заключение по результатам научных исследований	знать: - методы испытаний и наладки паровых котлов. уметь: - анализировать полученные результаты, разрабатывать рекомендации по режимам эксплуатации паровых котлов.

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 среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле	18	3	6	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 7-44 [4], стр. 106-110</p>
1.1	Экспериментально-наладочные работы, их задачи и организация	9		3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Оценка и учет случайных погрешностей	9		3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы	42		14	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для</p>

котлов													
2.1	Теплотехнические измерения	22	8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<p>выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 151-174, 198-253 [4], стр. 48-76, 89-106</p>
2.2	Измерения газового состава продуктов сгорания	20	6	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Испытания паровых и водогрейных котлов	84	12	24	-	-	-	-	-	-	48	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Испытания паровых и водогрейных котлов"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Испытания паровых и водогрейных котлов" материалу.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Испытания паровых и водогрейных котлов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 44-83,115-173 [2], стр. 10-22 [3], р. 190-194, 242-245 [4], №4: стр. 76-82</p>
3.1	Режимные и балансовые испытания	42	6	12	-	-	-	-	-	-	24	-	
3.2	Наладка экологических параметров котла	42	6	12	-	-	-	-	-	-	24	-	

														[5], 190-245
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	32	-	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	32	-	2	-	-	0.5	113.5			

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. Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле

1.1. Экспериментально-наладочные работы, их задачи и организация

Классификация экспериментально-наладочных работ, их задачи и организация. Программы испытаний. Подготовка и проведение испытаний. Представление экспериментальных данных и подготовка научно-технических отчетов. Применение математического моделирования для исследования работы энергетического оборудования..

1.2. Оценка и учет случайных погрешностей

Дрейф объекта при проведении экспериментов. Нестационарные режимы. Оценка и учет случайных погрешностей. Расчет погрешностей измерений. Обработка результатов экспериментов. Методическое обеспечение измерений и нормативная база..

2. Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов

2.1. Теплотехнические измерения

Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Измерение температуры, контактные и бесконтактные методы. Тепловизионные измерения. Измерения тепловых потоков Измерение давления и перепада давления. Измерение расхода газов и жидкостей..

2.2. Измерения газового состава продуктов сгорания

Измерения газового состава продуктов сгорания. Методы газового анализа и основанные на них приборы. Основные требования к отбору, транспортировке и подготовке газовой пробы. Обеспечение достоверности измерений. Выбор измерительных систем. Обзор рынка современных измерительных систем. Обеспечение достоверности измерений газового состава..

3. Испытания паровых и водогрейных котлов

3.1. Режимные и балансовые испытания

Режимные и балансовые испытания. Определение потерь и КПД котла. Воздушный баланс топочной камеры и котла, определение присосов в топке и газоходах котла. Определение оптимального положения факела в топке. Определение оптимальных избытков воздуха. Пуско-наладочные испытания..

3.2. Наладка экологических параметров котла

Определение экологических характеристик котла. Наладка режимов нетрадиционного сжигания топлив. Разработка систем мониторинга выбросов вредных веществ в атмосферу. Использование методов моделирования для выполнения расчетных исследований..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Внутренний осмотр котла №4. (4 часа);
2. Определение влияния присосов на показатели работы котла №2 (4 часа);
3. Расчетные исследования параметров работы котла №2 (4 часа);

4. Моделирование аэродинамических процессов в газоходах котлов. (6 часов);
5. Тепловизионное обследование котла №2. (4 часа);
6. Испытания экономайзера и воздухоподогревателя котла №2. (6 часов);
7. Определение экологических характеристик котла №2. (4 часа).

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле"
2. Консультации проводятся по разделу "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Испытания паровых и водогрейных котлов"

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	
Знать:					
порядок организации экспериментально-наладочных исследований паровых котлов и применяемые при этом средства измерения	ИД-1ПК-2	+			Тестирование/Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов
методы испытаний и наладки паровых котлов	ИД-3ПК-2			+	Тестирование/Тест. Испытания паровых и водогрейных котлов. Защита лабораторных работ 3-4.
Уметь:					
использовать современное оборудование и программное обеспечение для проведения испытаний и моделирования процессов в паровых котлах	ИД-1ПК-2		+		Тестирование/Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов Тестирование/Тест. Испытания паровых и водогрейных котлов. Защита лабораторных работ 3-4.
анализировать полученные результаты, разрабатывать рекомендации по режимам эксплуатации паровых котлов	ИД-3ПК-2	+		+	Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ 5-6. Тестирование/Тест. Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов. Защита лабораторных работ 1-2.

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов (Тестирование)
2. Тест. Испытания паровых и водогрейных котлов. Защита лабораторных работ 3-4. (Тестирование)
3. Тест. Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов. Защита лабораторных работ 1-2. (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 5-6. (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Прибавление баллов промежуточной аттестации и текущей

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Трёмбовля, В. И. Теплотехнические испытания котельных установок / В. И. Трёмбовля, Е. Д. Фингер, А. А. Авдеева . – 2-е изд., перераб. и доп . – Москва : Энергоатомиздат, 1991 . – 413 с.;
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. Росляков, П. В. Методы защиты окружающей среды : учебник для вузов по направлению 140500 "Энергомашиностроение" / П. В. Росляков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 336 с. - ISBN 978-5-383-00056-4 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5309;
4. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу : учебное пособие для вузов по специальности 101300 "Котло- и реакторостроение" направления 651200 "Энергомашиностроение" и специальности 100500 "Тепловые электрические станции" направления 650800 "Теплоэнергетика"... / П. В. Росляков, и др. – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 228 с. - ISBN 5-7046-1043-9 .;
5. Росляков П.В. - "Методы защиты окружающей среды", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2007 - (336 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72236.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesy;
5. Boiler Designer.

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

1. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
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	Х-403, Кабинет сотрудников каф. МиПЭУ	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование и наладка паровых котлов

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов (Тестирование)
- КМ-2 Тест. Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов. Защита лабораторных работ 1-2. (Тестирование)
- КМ-3 Тест. Испытания паровых и водогрейных котлов. Защита лабораторных работ 3-4. (Тестирование)
- КМ-4 Защита лабораторных работ 5-6. (Перекрестный опрос)

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	Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле					
1.1	Экспериментально-наладочные работы, их задачи и организация		+			
1.2	Оценка и учет случайных погрешностей			+		+
2	Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов					
2.1	Теплотехнические измерения		+		+	
2.2	Измерения газового состава продуктов сгорания		+		+	
3	Испытания паровых и водогрейных котлов					
3.1	Режимные и балансовые испытания			+	+	+
3.2	Наладка экологических параметров котла			+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25