

**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**

<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.08.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 113,5 часов;</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>Тестирование</b>	
<b>Перекрестный опрос</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

И.Л. Ионкин

**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:** 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
РПК-10 Способен к научно-исследовательской деятельности в энергетическом машиностроении	ИД-1РПК-10 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.
РПК-10 Способен к научно-исследовательской деятельности в энергетическом машиностроении	ИД-3РПК-10 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 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 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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Испытания паровых и водогрейных котлов"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Испытания паровых и водогрейных котлов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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. Определение экологических характеристик котла №2. (4 часа);
2. Испытания экономайзера и воздухоподогревателя котла №2. (6 часов);
3. Тепловизионное обследование котла №2. (4 часа);



4. Моделирование контуров циркуляции котла №2. (12 часов);
5. Определение влияния присосов на показатели работы котла №2 (4 часа);
6. Расчетные исследования параметров работы 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	
<b>Знать:</b>					
порядок организации экспериментально-наладочных исследований паровых котлов и применяемые при этом средства измерения	ИД-1РПК-10	+			Тестирование/Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов
методы испытаний и наладки паровых котлов	ИД-3РПК-10			+	Тестирование/Тест. Испытания паровых и водогрейных котлов. Защита лабораторных работ 3-4.
<b>Уметь:</b>					
использовать современное оборудование и программное обеспечение для проведения испытаний и моделирования процессов в паровых котлах	ИД-1РПК-10		+		Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ 5-6. Тестирование/Тест Задачи и методы исследования основных процессов в паровом котле. Учет погрешностей и обработка результатов Тестирование/Тест. Средства для теплотехнических измерений, применяемые при наладке и исследовании работы котлов. Защита лабораторных работ 1-2.
анализировать полученные результаты, разрабатывать рекомендации по режимам эксплуатации паровых котлов	ИД-3РПК-10	+		+	Перекрестный опрос/Защита лабораторных работ 5-6.

## **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. Трембовля, В. И. Теплотехнические испытания котельных установок / В. И. Трембовля, 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/elib/view.php?id=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](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 Fidesys;
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 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	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

## 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