

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ЭЛЕМЕНТОВ**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.28
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 85,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Коллоквиум	
Контрольная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Демидов А.Н.
	Идентификатор	Ra48fa5e5-DemidovAN-e3f185d8

А.Н. Демидов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

П.Ю. Петров

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л. Гончаров

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** является изучение ремонтных и сервисно - эксплуатационных технологий для восстановления и обеспечения работоспособности деталей машин и элементов энергетического оборудования

### Задачи дисциплины

- освоение восстановительных технологий деталей и элементов энергетического оборудования;;
- приобретение навыков в определении характерных видах неисправностей энергетического оборудования и причинах их образования;;
- приобретение навыков в технологической подготовки к ремонтным работам;;
- приобретение навыков в принятии и обосновании конкретные технические решения при проведении ремонтных работ;;
- освоение техники безопасности при проведении восстановительных операций;
- освоение расчета технико-экономической целесообразностью проведения восстановительных работ энергетического оборудования;.

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
ОПК-11 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	ИД-2 <sub>ОПК-11</sub> Способен определять основные виды повреждения деталей машин и элементов оборудования, обосновано проводить выбор технологии восстановления	знать: - расчет технико-экономической целесообразности восстановления деталей.; - основные способы восстановления элементов энергетического оборудования;; - основные виды повреждений элементов энергетического оборудования.,  уметь: - анализировать информацию о новых технологиях новых видах оборудования для проведения восстановительных операций..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Ремонтное производство объектов энергетики	8	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 6-10	
1.1	Ремонтное производство объектов энергетики	8		2	-	-	-	-	-	-	-	6	-		
2	Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования	10		2	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 12-25
2.1	Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования	10		2	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Виды повреждений деталей энергетического оборудования	18		6	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 16-44
3.1	Виды повреждений деталей энергетического оборудования	18		6	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	

4	Технологическая подготовка к ремонтным работам объектов энергетики	14	4	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выбор оборудования и порошка для проведения наплавочных работ
4.1	Технологическая подготовка производства к ремонтным работам.	14	4	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 141-173
5	Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования	32	8	4	6	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Плазменно-порошковая наплавка как основной способ восстановления вала
5.1	Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования	32	8	4	6	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 33-100
6	Восстановительная термическая обработка объектов энергетики	20	4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Конспектирование выданного текста про ВТО
6.1	Восстановительная термическая обработка объектов энергетики	20	4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 52-60
7	Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Чтение рекомендуемой литературы
7.1	Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 76-80

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		28	14	14	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0		28	14	14	2		-		0.5	85.5		

**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. Ремонтное производство объектов энергетики

#### 1.1. Ремонтное производство объектов энергетики

Производственный и технологический процессы ремонта на объектах энергетики.. Восстановление деталей машин и элементов энергетического оборудования как средство продления их ресурса.

### 2. Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования

#### 2.1. Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования

Обоснование технико-экономической целесообразности восстановления деталей и элементов энергетического оборудования.

### 3. Виды повреждений деталей энергетического оборудования

#### 3.1. Виды повреждений деталей энергетического оборудования

Характерные неисправности деталей энергетического оборудования и причины их образования.. Виды износа энергетического оборудования. Механические повреждения. Классификация механических повреждений.. Химико-тепловые повреждения..

### 4. Технологическая подготовка к ремонтным работам объектов энергетики

#### 4.1. Технологическая подготовка производства к ремонтным работам.

Функции и задачи технологической подготовки. Технологическая документация. Средства технологического оснащения.. Основные этапы процесса восстановления деталей энергетического оборудования..

### 5. Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования

#### 5.1. Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования

Основные способы восстановления.. Перспективные способы восстановления деталей. Механическая обработка при восстановлении деталей энергетического оборудования.. Технологии восстановления рабочих лопаток паровых турбин.. Ионно-плазменные технологии нанесения защитных покрытий..

### 6. Восстановительная термическая обработка объектов энергетики

#### 6.1. Восстановительная термическая обработка объектов энергетики

Влияние условий длительной эксплуатации при высоких температурах на структуру и свойства сталей перлитного класса применяемых в энергетике.. Функции и задачи восстановительной термической обработки (ВТО).. Основные структурные превращения в сталях перлитного класса при ВТО.. Технологическое оборудование для проведения ВТО..

### 7. Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования

#### 7.1. Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования

Охрана труда при проведении ремонтных работ на объектах энергетики и ремонтных цехах.. Оснащение техническими средствами защиты рабочего места при проведении ремонтных работ.

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

1. Восстановительная термическая обработка;
2. Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки;
3. Анализ примера ремонтно - технологической документации на ремонт лопатки турбины;
4. Классификация механических повреждений;
5. Решение задач по технико-экономической целесообразности проведения восстановления детали.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Изменений структуры и свойств теплоустойчивых сталей энергетического оборудования в процессе эксплуатации;
2. Восстановительная термическая обработка паропроводов ТЭС;
3. Количественная оценка дефектов;
4. Способы восстановления рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин.

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	
<b>Знать:</b>									
основные виды повреждений элементов энергетического оборудования,	ИД-2ОПК-11			+				+	<p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки вала заданного диаметра.</p> <p>Коллоквиум/Ремонтное производство. Термины и определения</p> <p>Коллоквиум/Характерные неисправности деталей и причины их образования», Виды технологической документации</p>
основные способы восстановления элементов энергетического оборудования,	ИД-2ОПК-11						+	+	<p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки вала заданного диаметра.</p> <p>Коллоквиум/Ремонтное производство. Термины и определения</p> <p>Коллоквиум/Технологическая подготовка к ремонтным работам. Средства технологического оснащения.</p>
расчет технико-экономической целесообразности восстановления деталей.	ИД-2ОПК-11	+	+						<p>Контрольная работа/Расчет целесообразности ремонта</p> <p>Коллоквиум/Технологическая подготовка к ремонтным работам. Средства технологического оснащения.</p>
<b>Уметь:</b>									
анализировать информацию о новых технологиях новых видах оборудования для проведения восстановительных	ИД-2ОПК-11				+	+		+	<p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки вала заданного диаметра.</p>

операций.								<p>Контрольная работа/Расчет целесообразности ремонта</p> <p>Коллоквиум/Ремонтное производство. Термины и определения</p> <p>Коллоквиум/Технологическая подготовка к ремонтным работам. Средства технологического оснащения.</p> <p>Коллоквиум/Характерные неисправности деталей и причины их образования», Виды технологической документации</p>
-----------	--	--	--	--	--	--	--	---

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки вала заданного диаметра. (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет целесообразности ремонта (Контрольная работа)
2. Ремонтное производство. Термины и определения (Коллоквиум)
3. Технологическая подготовка к ремонтным работам. Средства технологического оснащения. (Коллоквиум)
4. Характерные неисправности деталей и причины их образования», Виды технологической документации (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №8)*

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Резинских, В. Ф. Увеличение ресурса длительно работающих паровых турбин / В. Ф. Резинских, В. И. Гладштейн, Г. Д. Авруцкий . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 296 с. - ISBN 978-5-383-00037-8 .;
2. Матюнин В.М.- "Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013540.html>;
3. А. А. Ладенко- "Технологии ремонта и эксплуатации нефтепромышленного оборудования", Издательство: "Инфра-Инженерия", Москва, Вологда, 2019 - (181 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564383>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
6. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
7. 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	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
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	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-06а/2, Склад кафедры ТМ	вешалка для одежды

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Восстановление деталей машин и элементов энергетического оборудования

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Ремонтное производство. Термины и определения (Коллоквиум)
- КМ-2 Расчет целесообразности ремонта (Контрольная работа)
- КМ-2 Характерные неисправности деталей и причины их образования», Виды технологической документации (Коллоквиум)
- КМ-3 Технологическая подготовка к ремонтным работам. Средства технологического оснащения. (Коллоквиум)
- КМ-4 Защита расчетного задания Расчет режимов плазменно-порошковой наплавки вала заданного диаметра. (Расчетно-графическая работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	8	10	14	15
1	Ремонтное производство объектов энергетики						
1.1	Ремонтное производство объектов энергетики			+		+	
2	Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования						
2.1	Технико-экономическое обоснование восстановления деталей энергетического оборудования			+		+	
3	Виды повреждений деталей энергетического оборудования						
3.1	Виды повреждений деталей энергетического оборудования		+		+		+
4	Технологическая подготовка к ремонтным работам объектов энергетики						
4.1	Технологическая подготовка производства к ремонтным работам.		+	+	+	+	+
5	Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования						
5.1	Основные способы и технологии восстановления деталей и элементов энергетического оборудования		+	+	+	+	+
6	Восстановительная термическая обработка объектов энергетики						

6.1	Восстановительная термическая обработка объектов энергетики	+		+	+	+
7	Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования					
7.1	Техника безопасности при восстановлении деталей энергетического оборудования	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		20	10	20	20	30