

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ДЕФЕКТЫ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

<b>Блок:</b>	Блок 4 «Факультативы»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б4.Ч.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	6 семестр - 14 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	6 семестр - 28 часа;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	6 семестр - 65,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Лабораторная работа Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	6 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнин В. М.
	Идентификатор	R47d5aеbc-MatiuninVM-0433e8f9

В.М. Матюнин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

В.А. Барат

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

И.Н. Желбаков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение влияния дефектов различной природы на конструкционную прочность изделий.

### Задачи дисциплины

- изучение причин образования дефектов в материалах и изделиях машиностроения;
- изучение типичных металлургических, конструктивно-технологических и эксплуатационных дефектов материалов и изделий;
- изучение влияния дефектов на прочность материалов и конструкций.

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-2 Способен применять методы неразрушающего контроля для определения технического состояния различных промышленных объектов	ИД-2 <sub>РПК-2</sub> Выбирает эффективные технологии и средства неразрушающего контроля для применения в конкретных условиях	знать: - основные виды коррозии металла и причины ее возникновения; - классификацию дефектов кристаллического строения металлов.  уметь: - анализировать причины и степень восстановления структуры и механических свойств металла паропроводов термической обработкой; - анализировать степень микрповрежденности теплоустойчивой стали; - анализировать дефекты структуры теплоустойчивой стали, образующиеся под воздействием эксплуатационных факторов; - анализировать влияние конструктивных концентраторов напряжений на характеристики усталости металла; - анализировать дефекты сварки и устанавливать причины их образования; - анализировать виды металлургических и технологических дефектов и причины их образования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать строение металлов и сплавов
- знать основные типы кристаллических решеток металлов

- знать микроструктуру конструкционных сталей
- уметь проводить анализ микроструктуры металла
- уметь анализировать связь микроструктуры металла с физико-механическими свойствами
- уметь анализировать влияние термической обработки на микроструктуру и механические свойства стали

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 3 зачетных единицы, 108 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	Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность	12	6	2	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лабораторной работе №1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
1.1	Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность	12		2	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Дефекты кристаллического строения металлов	16		4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к коллоквиуму №1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
2.1	Дефекты кристаллического строения металлов	16		4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Металлургические дефекты	18		2	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лабораторным работам №3 и №4 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Металлургические дефекты	18		2	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
4	Конструктивно-технологические дефекты	26		2	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лабораторной работе №4 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Конструктивно-технологические	26		2	8	-	-	-	-	-	-	16	-	

	дефекты													[3], с.19-26
5	Эксплуатационные дефекты	35.7	4	12	-	-	-	-	-	-	19.7	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лабораторным работам №№5-7 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с.213-224; 240-251; 325-338; [4], с.213-224; 240-251; 325-338
5.1	Эксплуатационные дефекты	35.7	4	12	-	-	-	-	-	-	19.7	-		
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-		
	Всего за семестр	108.0	14	28	-	-	-	-	-	0.3	65.7	-		
	Итого за семестр	108.0	14	28	-	-	-	-	-	0.3	65.7	-		

**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. Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность

##### 1.1. Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность

Причины возникновения дефектов в материалах и изготовленных из них изделий машиностроения. Общая классификация дефектов. Влияние дефектов на конструкционную прочность, надежность и долговечность материалов и изделий. Основные нормативные документы.

#### 2. Дефекты кристаллического строения металлов

##### 2.1. Дефекты кристаллического строения металлов

Точечные дефекты. Вакансии. Дислоцированные и примесные атомы. Линейные дефекты. Дислокации и их виды. Дефекты упаковки кристаллической решетки. Поверхностные дефекты. Объемные дефекты. Влияние дефектов на прочность материалов.

#### 3. Металлургические дефекты

##### 3.1. Металлургические дефекты

Дефекты, вызванные отклонениями от требований технических условий на химический состав материала по содержанию химических элементов, наличию вредных примесей. Неметаллические включения, шлаковые включения, оксиды, поры, газовые пузыри. Дефекты микроструктуры, структурные концентраторы напряжений. Отклонения от требований технических условий по размеру зерна, содержанию ферритной фазы, обезуглероженному поверхностному слою и др. Отклонения от требований технических условий по механическим свойствам металла.

#### 4. Конструктивно-технологические дефекты

##### 4.1. Конструктивно-технологические дефекты

Конструктивные дефекты. Концентраторы напряжений. Неправильный выбор формы и основных размеров элементов конструкций. Неправильная оценка уровня эксплуатационных воздействий на конструкционный материал. Отклонения от требований технических условий по размерам и состоянию поверхности элементов конструкций. Дефекты, вызванные обработкой материалов: термической, химико-термической, механической, термомеханической, концентрированными потоками энергии. Сварочные дефекты: непровары, несплавления, утяжки, сварочные трещины, свищи, прожоги, трещины.

#### 5. Эксплуатационные дефекты

##### 5.1. Эксплуатационные дефекты

Формоизменение элементов конструкций от действия силовой нагрузки и температуры. Трещины усталости и ползучести. Изменения механических свойств и структуры под воздействием напряжений и температуры. Изменения микроструктуры. Коррозионные повреждения. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Точечная коррозия (питтинг). Коррозионная кавитация. Повреждения, вызванные износом металла. Дефекты, возникающие от радиационного воздействия на металл. Оценка повреждаемости металла. Способы устранения дефектов.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Влияние восстановительной термической обработки металла паропроводов ТЭС на устранение дефектов металла паропроводов ТЭС»(4 часа).;
2. Оценка микроповреждаемости теплоустойчивой стали после длительной эксплуатации (4 часа).;
3. Дефекты структуры и механических свойств теплоустойчивых сталей, образующиеся в процессе длительной эксплуатации (4 часа).;
4. Влияние конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление металла знакопеременным нагрузкам (4 часа).;
5. Металлургические и технологические дефекты трубопроводов (4 часа).;
6. Макрофрактографический анализ поверхностей разрушения образцов и изделий (4 часа).;
7. Дефекты сварных соединений (4 часа)..

### **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	
<b>Знать:</b>							
классификацию дефектов кристаллического строения металлов	ИД-2РПК-2		+				Коллоквиум/Коллоквиум №1 «Дефекты кристаллического строения металлов»
основные виды коррозии металла и причины ее возникновения	ИД-2РПК-2					+	Коллоквиум/Коллоквиум №2 «Дефекты и повреждения, образующиеся в металле от воздействия коррозии»
<b>Уметь:</b>							
анализировать виды металлургических и технологических дефектов и причины их образования	ИД-2РПК-2	+		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1. «Макрофрактографический анализ поверхностей разрушения образцов и изделий» Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 «Металлургические и технологические дефекты трубопроводов»
анализировать дефекты сварки и устанавливать причины их образования	ИД-2РПК-2				+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 «Дефекты сварных соединений»
анализировать влияние конструктивных концентраторов напряжений на характеристики усталости металла	ИД-2РПК-2				+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4 «Влияние конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам».
анализировать дефекты структуры теплоустойчивой стали, образующиеся под воздействием эксплуатационных факторов	ИД-2РПК-2					+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №5 «Дефекты структуры и механических свойств теплоустойчивых сталей, образующиеся в процессе длительной эксплуатации»
анализировать степень микроповрежденности теплоустойчивой стали	ИД-2РПК-2					+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №6 «Оценка микроповреждаемости теплоустойчивой стали после длительной эксплуатации»
анализировать причины и степень восстановления структуры и механических	ИД-2РПК-2					+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №7 «Устранение эксплуатационных дефектов металла

свойств металла паропроводов термической обработкой							паропроводов восстановительной термической обработкой».
--	--	--	--	--	--	--	--

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

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

#### **6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум №1 «Дефекты кристаллического строения металлов» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум №2 «Дефекты и повреждения, образующиеся в металле от воздействия коррозии» (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1. «Макрофрактографический анализ поверхностей разрушения образцов и изделий» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 «Металлургические и технологические дефекты трубопроводов» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 «Дефекты сварных соединений» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 «Влияние конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам». (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторной работы №5 «Дефекты структуры и механических свойств теплоустойчивых сталей, образующиеся в процессе длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
6. Защита лабораторной работы №6 «Оценка микроповреждаемости теплоустойчивой стали после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
7. Защита лабораторной работы №7 «Устранение эксплуатационных дефектов металла паропроводов восстановительной термической обработкой». (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №6)*

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

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. Матюнин, В. М. Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов / В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 342 с. - ISBN 978-5-383-01066-2 .;
2. Антикайн, П. А. Металлы и расчет на прочность котлов и трубопроводов / П. А. Антикайн . – 4-е изд . – М. : Энергосервис, 2001 . – 440 с. - ISBN 5-900835-43-X .;

3. Современные методы и приборы для проведения механико-технологических испытаний конструкционных материалов : лабораторный практикум по курсу "Механико-технологические испытания материалов" по направлению "Энергетическое машиностроение" / П. В. Волков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. В. М. Матюнин . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 68 с.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8483>;

4. Матюнин В.М.- "Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013540.html>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран

	испытаний	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-404/1, Помещение сотрудников кафедры ТМ	кресло рабочее, стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Дефекты материалов и изделий

(название дисциплины)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1. «Макрофрактографический анализ поверхностей разрушения образцов и изделий» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Коллоквиум №1 «Дефекты кристаллического строения металлов» (Коллоквиум)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №2 «Металлургические и технологические дефекты трубопроводов» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №3 «Дефекты сварных соединений» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №4 «Влияние конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам». (Лабораторная работа)
- КМ-6 Коллоквиум №2 «Дефекты и повреждения, образующиеся в металле от воздействия коррозии» (Коллоквиум)
- КМ-7 Защита лабораторной работы №5 «Дефекты структуры и механических свойств теплоустойчивых сталей, образующиеся в процессе длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
- КМ-8 Защита лабораторной работы №6 «Оценка микроповреждаемости теплоустойчивой стали после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Защита лабораторной работы №7 «Устранение эксплуатационных дефектов металла паропроводов восстановительной термической обработкой». (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	2	3	4	5	6	8	10	12	14
1	Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность										
1.1	Общие понятия о дефектах материалов и их влиянии на конструкционную прочность		+		+						
2	Дефекты кристаллического строения металлов										
2.1	Дефекты кристаллического строения металлов			+							
3	Металлургические дефекты										

3.1	Металлургические дефекты	+		+						
4	Конструктивно- технологические дефекты									
4.1	Конструктивно- технологические дефекты				+	+				
5	Эксплуатационные дефекты									
5.1	Эксплуатационные дефекты						+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	15	15	10	10	10