

**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: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОПЕРАТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОГО**  
**СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 32 часа;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Коллоквиум	
Лабораторная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнин В.М.
	Идентификатор	R47d5ae6c-MatiuninVM-0433e8f9

(подпись)

В.М. Матюнин

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

(подпись)

П.В. Волков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

(подпись)

В.К. Драгунов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в изучении прогрессивных методов контроля и оперативной диагностики структурно-механического состояния металла изделий машиностроения на стадиях изготовления и эксплуатации

### Задачи дисциплины

- изучение основных методов и технических средств оперативной диагностики дефектов, микроструктуры и механических свойств металла в процессе эксплуатации изделий машиностроения;
- формирование знаний и представлений о влиянии конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов на образование дефектов, изменение структуры и механических свойств металла;
- изучение методов обеспечения и прогнозирования ресурса металла изделий машиностроения в процессе эксплуатации.

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 участвовать в проведении научных исследований в области производства объектов профессиональной деятельности, а также контроля и диагностики свойств и структуры материалов этих объектов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Понимает назначение, основы методов и технических средств контроля и диагностики материалов энергооборудования	знать: - общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов.  уметь: - анализировать кинетические диаграммы вдавливания для сталей при непрерывном нагружении индентора в упругопластической области; - анализировать причины изменения механических свойств металла в сварных соединениях; - анализировать результаты диагностики структуры металла в исходном состоянии и после длительной эксплуатации; - анализировать диаграммы вдавливания при ступенчатом нагружении индентора в пластической области; - анализировать методики и результаты безобразцового определения предела текучести и временного сопротивления стали вдавливанием индентора; - анализировать процессы накопления микроповреждаемости жаропрочной стали при длительной эксплуатации в условиях ползучести; - анализировать параметры деформационного упрочнения и применять их в оперативной

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		диагностике механических свойств материалов.
ПК-2 Способен участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	ИД-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние эксплуатационных факторов на образование дефектов, изменение структуры и механических свойств металла, а также современные подходы к прогнозированию ресурса энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать оптимальные технологические этапы и параметры контроля по оперативной диагностике твердости металла;</li> <li>- анализировать причины восстановления механических свойств деградировавшего металла паропровода после восстановительной термической обработки.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать строение металлов и сплавов
- знать основные типы кристаллических решеток металла
- знать микроструктуру легированных сталей
- уметь проводить металлографический анализ микроструктуры металла
- уметь анализировать связь микроструктуры металла 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 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	Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации	12	3	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к коллоквиуму №1</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], с. 307-313 [4], с.811-815</p>
1.1	Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации	12		2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Деградация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации	16		2	8	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.1	Деградация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации	16	2	8	2	-	-	-	-	-	4	-		

3	Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов	54		8	12	12	-	-	-	-	-	22	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лабораторным работам №3-7 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к защите лабораторных работ №3-7 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов	54		8	12	12	-	-	-	-	-	22	-	[2], с.156-193 [3], с. 3-14
4	Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления	14		2	8	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Подготовка к защите расчетно-графического задания <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 221-261 [3], с.15-31
4.1	Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после	14		2	8	-	-	-	-	-	-	4	-	

	восстановления												
5	Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к коллоквиуму №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с.307-338 [3], с. 40-51
5.1	Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>		

**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. Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации

1.1. Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации

Общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов. Цель и задачи диагностики металла. Основные параметры технической диагностики металла. Разделение диагностируемых элементов энергооборудования и трубопроводов на группы в зависимости от температуры эксплуатации и расчетных механических характеристик. Этапы экспертного анализа повреждаемости и разрушения металла деталей и конструкций.

#### 2. Дegradация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации

2.1. Дegradация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации

Условия работы металла деталей и конструкций энергооборудования и трубопроводов под воздействием конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов. Основные типы эксплуатационных повреждений металла энергооборудования и трубопроводов и причины их возникновения. Изменения, происходящие в микроструктуре и механических свойствах металла энергооборудования и трубопроводов после длительной эксплуатации. Накопление повреждаемости в металле. Параметры и шкалы для оценки повреждаемости металла энергооборудования и трубопроводов.

#### 3. Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов

3.1. Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов

Контроль дефектов в основном металле и в сварных соединениях физическими методами. Контроль микроструктуры металла переносными микроскопами и методом пластических реплик. Автоматизированный анализ микроструктуры металла с передачей изображения на монитор ПК. Индентирование как основной способ безобразцового контроля механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов. Закономерности и свойства диаграммы вдавливания индентора. Технологии оперативного контроля твердости, модуля нормальной упругости, параметров деформационного упрочнения, равномерного удлинения, пределов упругости, текучести и временного сопротивления по диаграммам вдавливания сферического индентора.

#### 4. Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления

4.1. Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления

Классификация отечественных и зарубежных переносных и портативных приборов для контроля твердости и других механических свойств металла по принципу действия. Приборы механического, физического и физико-механического действия.



Робототехнические устройства для оперативной диагностики металла энергооборудования и трубопроводов. Возможности и области применения переносных и портативных приборов механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов. Безобразцовый контроль степени восстановления термической обработкой механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов.

### 5. Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов

5.1. Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов

Общие понятия о ресурсе эксплуатации оборудования и трубопроводов. Параметры оценки предельного состояния металла. Меры ресурса. Проектный, назначенный, парковый, индивидуальный и остаточный ресурсы. Обеспечение ресурса на стадиях изготовления, монтажа, эксплуатации, ремонта и восстановления оборудования и трубопроводов. Методы оценки остаточного ресурса по температурным, геометрическим и структурным параметрам. Экспрессный метод оценки остаточного ресурса сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов по структурному параметру. Восстановление и продление ресурса эксплуатации оборудования и трубопроводов.

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

1. №1. Этапы экспертного анализа металла энергооборудования и трубопроводов (2 часа);
2. №2. Статистическая обработка параметров повреждаемости металла (2 часа);
3. №3. Преобразование кинетических диаграмм вдавливания сферического индентора в диаграммы растяжения в области равномерной деформации (4 часа);
4. №4. Аппроксимация уравнениями кинетических диаграмм вдавливания (4 часа);
5. №5. Расчет параметров деформационного упрочнения металла в упругопластической и пластической областях кинетического индентирования (4 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. №4. Получение диаграмм вдавливания стали ступенчатым и непрерывным вдавливанием индентора (4 часа);
2. №1. Технологии подготовки поверхности металла и технических средств контроля и диагностики для проведения испытаний (4 часа);
3. №2. Оперативный контроль микроструктуры металла (4 часа);
4. №3. Оценка повреждаемости жаропрочной стали после длительной эксплуатации (4 часа);
5. №8. Безобразцовый контроль механических свойств металла сварных соединений (4 часа);
6. №5. Безобразцовый контроль модуля нормальной упругости, предела текучести и временного сопротивления стали (4 часа);
7. №6. Безобразцовый контроль равномерного удлинения, параметров деформационного упрочнения и степени наклепа стали (4 часа);
8. №7. Контроль твердости металла портативными и переносными приборами (4 часа).

### **3.5 Консультации**

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по разделу "Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации" проводится перед экзаменом
2. Консультация по разделу "Деградация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации" проводится перед экзаменом
3. Консультация по разделу "Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов" проводится перед экзаменом
4. Консультация по разделу "Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления" проводится перед экзаменом
5. Консультация по разделу "Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов" проводится перед экзаменом

### **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>							
общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов	ИД-2ПК-1	+					Коллоквиум/Коллоквиум №1 « Общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов»
влияние эксплуатационных факторов на образование дефектов, изменение структуры и механических свойств металла, а также современные подходы к прогнозированию ресурса энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации	ИД-1ПК-2					+	Коллоквиум/Коллоквиум №2 « Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов»
<b>Уметь:</b>							
анализировать параметры деформационного упрочнения и применять их в оперативной диагностике механических свойств материалов	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №6 «Безобразцовый контроль равномерного удлинения, параметров деформационного упрочнения и степени наклепа сталей»
анализировать процессы накопления микроповреждаемости жаропрочной стали при длительной эксплуатации в условиях ползучести	ИД-2ПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 «Оценка микроповреждаемости жаропрочной стали после длительной эксплуатации»
анализировать методики и результаты безобразцового определения предела текучести и временного сопротивления стали вдавливанием индентора	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №5 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления сталей»
анализировать диаграммы вдавливания при ступенчатом нагружении индентора в пластической области	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Лабораторная работа №3 «Получение и обработка диаграмм вдавливания для сталей при ступенчатом нагружении»

						индентора»
анализировать результаты диагностики структуры металла в исходном состоянии и после длительной эксплуатации	ИД-2ПК-1		+			Лабораторная работа/Защита лабораторных работ № 1 «Оперативный контроль микроструктуры металла после длительной эксплуатации»
анализировать причины изменения механических свойств металла в сварных соединениях	ИД-2ПК-1				+	Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графического задания «Расчет и выявление распределения механических свойств металла в локальных зонах сварных соединений»
анализировать кинетические диаграммы вдавливания для сталей при непрерывном нагружении индентора в упругопластической области	ИД-2ПК-1				+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4 «Получение и обработка кинетических диаграмм вдавливания для сталей при непрерывном нагружении индентора»
анализировать причины восстановления механических свойств деградировавшего металла паропровода после восстановительной термической обработки	ИД-1ПК-2					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №8 «Оперативная диагностика степени восстановления механических свойств деградировавшего металла паропровода термической обработкой»
выбирать оптимальные технологические этапы и параметры контроля по оперативной диагностике твердости металла	ИД-1ПК-2				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №7 « Контроль твердости металла портативными и переносными приборами»

## **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: Письменная работа

1. Коллоквиум №1 « Общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум №2 « Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов» (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №2 «Оценка микроповреждаемости жаропрочной стали после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №4 «Получение и обработка кинетических диаграмм вдавливания для сталей при непрерывном нагружении индентора» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №5 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления сталей» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №6 «Безобразцовый контроль равномерного удлинения, параметров деформационного упрочнения и степени наклепа сталей» (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторной работы №8 «Оперативная диагностика степени восстановления механических свойств деградировавшего металла паропровода термической обработкой» (Лабораторная работа)
6. Защита лабораторных работ № 1 «Оперативный контроль микроструктуры металла после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
7. Защита лабораторных работ №7 «Контроль твердости металла портативными и переносными приборами» (Лабораторная работа)
8. Защита расчетно-графического задания «Расчет и выявление распределения механических свойств металла в локальных зонах сварных соединений» (Расчетно-графическая работа)
9. Лабораторная работа №3 «Получение и обработка диаграмм вдавливания для сталей при ступенчатом нагружении индентора» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №3)

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

**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. Матюнин, В. М. Индентирование в диагностике механических свойств материалов / В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2015 . – 288 с. - ISBN 978-5-383-00969-7 .;
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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8483](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8483);
4. Агамиров Л. В., Алимов М. А., Бабичев Л. П., Бакиров М. Б.- "Материалы в машиностроении" Т. II-1, Издательство: "Машиностроение", Москва, 2010 - (852 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=789](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=789).

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

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Thixomet.

### **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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» -

<https://uisrussia.msu.ru>

19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

20. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>

21. 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	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 практических занятий, КР и КП	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 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-303, 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-406/б, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол, стул, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Оперативная диагностика структурно-механического состояния металла

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 Коллоквиум №1 « Общие понятия об оперативной диагностике структурно-механического состояния металла энергооборудования и трубопроводов» (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №2 «Оценка микрповреждаемости жаропрочной стали после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторных работ № 1 «Оперативный контроль микроструктуры металла после длительной эксплуатации» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №3 «Получение и обработка диаграмм вдавливания для сталей при ступенчатом нагружении индентора» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №4 «Получение и обработка кинетических диаграмм вдавливания для сталей при непрерывном нагружении индентора» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №5 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления сталей» (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторных работ №7 « Контроль твердости металла портативными и переносными приборами» (Лабораторная работа)
- КМ-8 Защита лабораторной работы №6 «Безобразцовый контроль равномерного удлинения, параметров деформационного упрочнения и степени наклепа сталей» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Защита расчетно-графического задания «Расчет и выявление распределения механических свойств металла в локальных зонах сварных соединений» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-10 Коллоквиум №2 « Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов» (Коллоквиум)
- КМ-11 Защита лабораторной работы №8 «Оперативная диагностика степени восстановления механических свойств деградировавшего металла паропровода термической обработкой» (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11
		Неделя КМ:	1	2	4	6	8	12	13	14	15	15	16
1	Общие понятия об оперативной диагностике металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации												
1.1	Общие понятия об оперативной диагностике		+										



	металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации											
2	Деградация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации											
2.1	Деградация структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе длительной эксплуатации		+	+								
3	Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов											
3.1	Методы оперативной диагностики дефектов, структуры и механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов				+	+	+	+	+			
4	Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования											

	я и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления											
4.1	Применение переносных и портативных приборов для оперативной диагностики механических свойств металла энергооборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации и после восстановления									+		
5	Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов											
5.1	Методы оценки и прогнозирования остаточного ресурса металла энергооборудования и трубопроводов										+	+
Вес КМ, %:		5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5