

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой  
плотности энергии (ПИШ)

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ПИШ

\_\_\_\_\_ А.В. Тумасов

Подпись

«04» июля 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.1.4 Радиационная повреждаемость материалов**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: «Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 180/5  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик (и): Хлыбов Александр Анатольевич, д.т.н., профессор

г. Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)

по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018г. № 306,

на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» протокол от 27.06.2023 г. № 6

Зав. кафедрой д.т.н., профессор, А.А. Хлыбов \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-технических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

Протокол от 04.07.2023 г. № 11

Директор ИФХТиМ \_\_\_\_\_ Мацулевич Ж.В.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.04.01-п-12

Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.....	6
5. Структура и содержание дисциплины.....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	12
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	18
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	19
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	20
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	22

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Цель освоения дисциплины:**

Целью изучения дисциплины является освоение основных вопросов в области радиационной повреждаемости материалов для решения научно-исследовательских и практических задач.

### **Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- получение знаний основных физических и химических явлений, которые происходят в твердых телах под действием ядерных излучений
- получение знаний о механизме влияния ядерных излучений на структуру материалов, изменениях в структуре, физико-механических характеристиках.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.1.4 «Радиационная повреждаемость материалов» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПВО и УП по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Общая химия, Теория строения материалов, Методы структурного анализа.

Дисциплина «Радиационная повреждаемость материалов» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Радиационная повреждаемость материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам  
(очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины		
<b>ПК-4</b>			
Физическое материаловедение		*	
<b>Радиационная повреждаемость материалов</b>		*	
Конструкционные материалы ядерных реакторов	*		
Неметаллические материалы			*
Ядерные топливные материалы			*
Материаловедение		*	*
Технология высокоэнергетических методов обработки материалов		*	
Нанокристаллические материалы и нанотехнологии в энергетическом машиностроении		*	
Научно-исследовательская работа			*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			*
<b>ПК-5</b>			
Физическое материаловедение		*	
<b>Радиационная повреждаемость материалов</b>		*	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины		
Методология выбор материалов в атомном машиностроении		*	
Перспективные технологии нанесения покрытий и поверхностной обработки материалов и изделий	*	*	
Упрочняющая обработка поверхностных слоев материалов и изделий	*	*	
Материаловедение	*	*	
Технология высокоэнергетических методов обработки материалов и изделий	*		
Научно-исследовательская работа			*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			*
<b>ПК-9</b>			
<b>Радиационная повреждаемость материалов</b>			
Основное технологическое оборудование атомных станций	*		
Технологическая практика		*	
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			*

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>			
			<b>Текущего контроля</b>	<b>Промежуточной аттестации</b>		
Освоение дисциплины причастно к ТФ Д/01.7 (ПС 40.011«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), ТФ В/01.7 (ПС 40.136 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов».)						
<b>ПК-4</b>  Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	<b>ИПК-4.1</b> Использует современные представления о влиянии структуры материалов на их свойства  <b>ИПК-4.2</b> Использует знания о взаимодействии материалов с полями, высокоэнергетическими частицами и излучением  <b>ИПК-4.3</b> Составляет технологию получения материалов с учетом структуры, а также возможностей модификации поверхности для получения требуемых свойств	<b>Знать:</b> основные процессы, протекающие при радиационном повреждении металлов и неметаллов	<b>Уметь:</b> способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с энергетическими частицами и излучением	<b>Владеть:</b> рабочие методики для снижения (или исключения) влияния радиации на свойства материалов	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	Вопросы для устного собеседования

<b>ПК-5</b> <p>Способен самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ИПК-5.1</b> Собирает данные из доступных источников в области материаловедения и технологий материалов</p> <p><b>ИПК-5.2</b> Проводит анализ собранной технической информации по тематике исследований</p> <p><b>ИПК-5.3</b> Составляет техническую документацию в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p><b>Знать:</b> методологию сбора данных их открытых источников о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии энергетическими частицами и излучением</p>	<p><b>Уметь:</b> анализировать современные представления, о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии энергетическими частицами и излучением</p>	<p><b>Владеть:</b> методикой составления технической документации, технологических процессов направленных на снижение (или исключение) влияния радиации на свойства материалов</p>	
<b>ПК-9</b> <p>Готов применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям</p>	<p><b>ИПК-9.1</b> Применяет знания об эксплуатационных свойствах материалов, полученных физическими методами</p> <p><b>ИПК-9.2</b> Разрабатывает технологию для модификации поверхности для достижения заданных свойств</p> <p><b>ИПК-9.3</b> Прогнозирует эксплуатационные свойства покрытий, полученных с помощью излучения лазера</p>	<p><b>Знать:</b> механизмы формирования эксплуатационных свойств материалов, полученных физическими методами в том числе используя облучение</p>	<p><b>Уметь:</b> разработать технологию для модификации поверхности излучением</p>	<p><b>Владеть:</b> принципами прогнозирования свойств поверхностных слоев полученных в том числе излучением лазера</p>	

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

##### Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего	В т.ч. по семестрам
		час.
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др.)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2.Внеаудиторная работа, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, само-подготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	96	96
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>27</b>	<b>27</b>

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
<b>2 семестр</b>									
ПК-4, ИПК-4.1	<b>Раздел 1 Основные радиационные явления в конструкционных и реакторных материалах</b>								
ИПК-4.2	<b>Тема 1.1</b> Структура, цели и задачи настоящего курса. Направления развития ядерной и термоядерной энергетики. Роль материалов в атомной энергетике. Современные проблемы радиационного материаловедения и их экономический аспект.	1	-	2	10	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса		
ИПК-4.3									
ПК-5, ИПК-5.1	<b>Тема 1.2</b> Типы ионизирующих излучений. Естественные и искусственные источники ионизирующих излучений. Характеристики ионизирующих излучений. Основные определения. Законодательство РФ в области ионизирующих излучений.	1	-	2	10	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса		
ИПК-5.2									
ИПК-5.3									
ПК-9, ИПК-9.1	<b>Тема 1.3</b> Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом	2	-	4	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса		
ИПК-9.2									
ИПК-9.3									
	<b>Тема 1.4</b> Основные радиационные явления в конструкционных и топливных реакторных материалах и их влияние на безопасность и экономичность реакторов. Основные термины и определения в ядерной энергетике	2	-	4	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b> реферат, эссе (тема) расчётно-графическая работа (РГР) контрольная работа							
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>34</b>			
	<b>Раздел 2 Основные закономерности взаимодействия излучения с веществом, радиационные повреждения и их эволюция</b>							
	<b>Тема 2.1</b> Изменение свойств материалов при облучении. Критерии хрупкого разрушения. Ударная вязкость. Температура хрупко-вязкого перехода	1	-	2	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	
	<b>Тема 2.2</b> Распухание, радиационная ползучесть, радиационное упрочнение (разупрочнение) и охрупчивание, радиационный рост пор. Влияние легирующих элементов и примесей на радиационное упрочнение металлов	2	-	2	8	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	
	<b>Тема 2.3</b> Типы точечных дефектов: вакансии (ВАК), собственные междоузельные атомы (СМА), примесные атомы внедрения и замещения. Пары Френкеля. Вакансии..	2	-	2	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	
	<b>Тема 2.4</b> Методы экспериментального определения точечных дефектов: измерение линейных размеров, отжиг пор. Влияние атомов газа на образование пор, изменение физико-механических свойств материалов. Накопление атомов газа в материалах	1	-	2	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	тепловых, быстрых и термоядерных реакторов за счет ядерных реакций. Растворимость газов в металлах										
	<b>Тема 2.5</b> Основные механические характеристики материала. Основные закономерности тепловой ползучести металлов и сплавов. Стадии тепловой ползучести. Зависимость скорости деформации от напряжения и температуры. Испытания на ползучесть при постоянной нагрузке и постоянном напряжении. Роль субзерен. Понятие о длительной прочности. Скорость радиационной ползучести. Механизмы радиационной ползучести. Методы экспериментального изучения.	1	-	2	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса				
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>										
	реферат, эссе (тема)										
	расчёто-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	<b>Итого по 2 разделу</b>	7	-	10	35						
	<b>Раздел 3 Вопросы эксплуатационной надежности материалов, подвергаемых радиационному облучению</b>										
	<b>Тема 3.1</b> Разрушающие и неразрушающие методы измерения деформаций в результате распухания, ползучести.	1	-	4	9	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса				
	<b>Тема 3.2</b> Понятие о кратковременных (растяжение, сжатие, ударные испы-	1	-	4	9	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3];	Реферат, индивидуальные практические				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
	тания, вязкость разрушения) и длительных механических свойствах материалов и способах их измерения. Теория радиационного упрочнения. Деформационное упрочнение, упрочнение порами, дислокационными петлями, частицами фазовых выделений. Микротвердость и ее связь с пределом текучести.					[7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	задачи по разделам курса	
	<b>Тема 3.3</b> Восстановление свойств материалов при отжиге корпуса. Обоснование режимов термической обработки для отжига корпуса реактора	2	-	4	9	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса	
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>							
	<b>реферат, эссе (тема)</b>							
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	4	-	12	27			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	17	-	34	96			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b> (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	17	-	34	96			

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Текущий контроль осуществляется для всех форм текущего контроля учебного процесса:

- контроль по темам лекционных занятий,
- решение практических задач,
- решение индивидуальных практических заданий;
- защита реферата
- экзамен.

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Радиационная повреждаемость материалов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

#### **1) Примерный перечень тем для рефератов:**

- 1 Закономерности формирования пористости в металлах и сплавах при облучении.
- 2 Радиационные эффекты вnanoструктурах.
- 3 Радиационное упрочнение металлов и сплавов.
- 4 Гелий. Образование и влияние на свойства реакторных материалов.
- 5 Радиационные процессы в бетонах.
- 6 Радиационное распухание металлов и сплавов

#### **2) Примерный перечень индивидуальных заданий к практическим работам:**

1. Направления развития ядерной и термоядерной энергетики.
2. Место тепловых, быстрых, термоядерных реакторов и управляемых ускорителями систем в нынешнем и будущем топливно-энергетическом балансах России.
3. Современные проблемы радиационного материаловедения и их экономический аспект.
4. Основные радиационные явления в конструкционных и топливных реакторных материалах и их влияние на безопасность и экономичность реакторов.
5. Распухание, радиационная ползучесть, радиационное упрочнение (разупрочнение) и охрупчивание, радиационный рост
6. Физико-химическое взаимодействие ядерного топлива с материалами оболочки твэлов в ядерных реакторах.
7. Типы точечных дефектов: вакансии, собственные междоузельные атомы, примесные атомы внедрения и замещения. Пары Френкеля.
8. Принципы имитации радиационных повреждений материалов.имитационных экспериментов.
9. Общее выражение для скорости распухания материала
10. Современные представления о механизмах зарождения дислокационных петель, вакансационных пор.
11. Зависимость распухания металлов и сплавов от дозы.
12. Влияние холодной деформации на распухание.
13. Влияние механико-термической обработки на распухание.
14. Температурная зависимость распухания металлов и сплавов.
15. Основные закономерности тепловой ползучести металлов и сплавов.
16. Понятие о кратковременных (растяжение, сжатие, ударные испытания, вязкость разрушения)
17. Теория радиационного упрочнения.

19. Роль накапливаемого гелия и водорода в упрочнении и охрупчивании конструкционных материалов.
20. Понятие о низкотемпературном и высокотемпературном радиационном охрупчивании (НТРО и ВТРО).
21. Особенности охрупчивания сталей аустенитного и ферритного классов.
22. В чем состоит тензорное описание напряжений и деформаций и каков его физический смысл?
23. Как вывести закон Гука, исходя из общих представлений о силах межатомного взаимодействия?
24. Что такое фактор Шмида?
25. В чем состоит критерий разрушения Гриффитса и как он видоизменяется при учете существования зоны пластической деформации вблизи вершины движущейся трещины?
26. В чем состоит правило Холла–Петча и какова его интерпретация с точки зрения особенностей пластической деформации поликристалла?
27. Какова роль локализованной пластической деформации в процессе разрушения металлического материала при движении трещины?
28. Как объясняется переход от вязкого к хрупкому разрушению в соответствии со схемой Иоффе?
29. Что такое усталость материалов и какие параметры используются для характеристики их усталостных свойств?
30. В чем состоит эффект Браушингера и каковы особенности его проявления в циклически упрочняющихся и разупрочняющихся материалах?

**3) Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):**

- 1 Виды и источники фотонного излучения.
- 2 Характеристики тормозного излучения.
- 3 Источники нейtronов и их характеристика.
- 4 Характеристика ядерного реактора как источника излучений.
- 5 Определение пробегов заряженных частиц в веществе.
- 6 Механизмы преобразования энергии излучений при прохождении через вещество.
- 7 Соотношение радиационных и ионизационных потерь энергии заряженными частицами зависимости от их энергии и порядкового номера среды.
- 8 Характеристика захватного излучения при облучении материалов нейtronами излучения.
- 9 Физический смысл пороговой энергии сдвига атомов и ее экспериментальное определение.
- 10 Связь потенциала ионизации атомов с процессом смещения атомов в твердых телах.
- 11 Механизм образования дефектов при упругом рассеянии частиц в веществе.
- 12 Чем обусловлено различие в механизмах смещения атомов нейtronами и протонами?
- 13 Механизмы образования радиационных дефектов в твердых телах.
- 14 Расчет концентрации первично смещенных атомов при облучении материалов заряженными частицами, нейtronами и  $\gamma$ -квантами.
- 15 Влияние собственных дефектов и примесей на формирование радиационных нарушений в материалах.
- 16 Роль дислокаций в радиационном дефектообразовании.
- 17 Как формируются тепловые клинья и пики смещения?
- 18 Влияние облучения на механические свойства металлов и сплавов.
- 19 Упрочнение металлов при радиационных воздействиях
- 20 Единицы измерения поглощенной дозы.

- 21 Расчетные и экспериментальные методы определения поглощенных доз при облучении материалов заряженными частицами и фотонами.  
 22 Понятие эквивалентной и эффективной доз.  
 23 Дозовые пределы облучения, установленные для персонала и населения.  
 24 Экспериментальное определение защитных свойства новых материалов.  
 25 Критерии выбора материалов для защиты от нейтронов,  $\gamma$ -квантов,  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Таблица 5 Шкала оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения практических работ

<b>Шкала оценивания (баллы полученные в ходе тестирования)</b>	<b>Экзамен</b>
96<R<=100	Отлично
81<R<=95	Хорошо
70<R<=80	Удовлетворительно
0<R<=70	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 71-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 81-95% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 96-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-4.</b> Способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры материалов на их свойства, материалах, их взаимодействие с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	ИПК-4.1 Использует современные представления о влиянии структуры материалов на их свойства  ИПК-4.2 Использует знания о взаимодействии материалов с полями, высоконергетическими частицами и излучением  ИПК-4.3 Составляет технологию получения материалов с учетом структуры, а также возможностей модификации поверхности для получения требуемых свойств	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Не может ответить на все дополнительные вопросы.	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.
<b>ПК-5.</b> Способен самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования,	ИПК-5.1 Собирает данные из доступных источников в области материаловедения и технологий материалов  ИПК-5.2 Проводит анализ собранной технической	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить	Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности

<p>разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности</p>	<p>ской информации по тематике исследований</p> <p>ИПК-5.3 Составляет техническую документацию в области материаловедении и технологии материалов</p>	<p>обучение без дополнительных занятий.</p>	<p>ложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>ния при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Не может ответить на все дополнительные вопросы.</p>	<p>при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.</p>
<p><b>ПК-9.</b> Готов применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям</p>	<p>ИПК-9.1 Применяет знания об эксплуатационных свойствах материалов, полученных физическими методами</p> <p>ИПК-9.2 Разрабатывает технологию для модификации поверхности для достижения заданных свойств</p> <p>ИПК-9.3 Прогнозирует эксплуатационные свойства покрытий, полученных с помощью излучения лазера</p>	<p>Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.</p>	<p>Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Не может ответить на все дополнительные вопросы.</p>	<p>Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.</p>

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) – «зачет»	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) – «зачет»	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) – «зачет»	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – «незачет»	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий.

- 7.1.1. Физическое материаловедение : учеб.для студ. вузов : в 7 т. / ред. Б. А. Калин. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ Т. 4: Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование / М. Г. Ганченкова[и др.]. -2012. - 624 с.: ил.
- 7.1.2. Физическое материаловедение : учеб.для студ. вузов : в 7 т. / ред. Б. А. Калин. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ Т. 1 : Физика твердого тела / Г. Н. Елманов [и др.]. - 2012. - 764 с.: ил.
- 7.1.3. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учеб.пособие / Г. И. Епифанов. - 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2010. - 288 с. : ил.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

- 7.2.1. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : Учеб. пособие:В 2-х ч. Ч.1 / А. И. Бельтюков [и др.] ; Урал. федеральный ун-т им.первого Президента России Б.Н.Ельцина; Под общ. ред.: С.Е. Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург :УрФУ, 2013. - 548 с. : ил. - Библиогр.:с.541-544. - ISBN 978-5-321-02324-2(ч.1); 978-5-321-02325-9
- 7.2.2. Марочник сталей и сплавов / Сост.:А.С.Зубченко [и др.]; Под ред.А.С.Зубченко. - М. : Машиностроение, 2011. - 783 с.
- 7.2.3. Влияние сред, температур и излучений на материалы ядерной энергетики: учебное пособие / В. И. Наумов, А. А. Хлыбов, Г. В. Пачурин. — Старый Оскол: ТНТ, 2022. — 456 с.: ил. ISBN 978-5-94178-752-4

### **7.3.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

7.3.1. Влияние сред, температур и излучений на материалы ядерной энергетики: учебное пособие / В. И. Наумов, А. А. Хлыбов, Г. В. Пачурин. — Старый Оскол: ТНТ, 2022. — 456 с.: ил. ISBN 978-5-94178-752-4

### **7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:**

- 7.4.1 «Металловедение и термическая обработка металлов» Сайт — <http://mitom.folium.ru/index.php/mitom>
- 7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>
- 7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт — [https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/)
- 7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>
- 7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — [moluch.ru](http://moluch.ru).
- 7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» . Сайт — <https://cyberleninka.ru>

## **8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### **8.1 Перечень информационных справочных систем**

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp> – Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru> – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru> – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com> – Загл. с экрана.
13. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Загл. с экрана.

14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.

Таблица 7. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 8. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» спе-

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>1153</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «МТМиТОМ»), 603155, Нижегородская область, г.	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Переносной ноутбук 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	Microsoft Windows 10 P7 office( C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-Russian

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
	Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1		
2	<p><b>1361</b></p> <p>Экспериментальная лаборатория жаропрочных материалов и композитов (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «МТМиТОМ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1</p>	<p>(1) Учебная аудитория Рабочее место студента – 12 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Проектор ACER projector X118HP, Китай; Проекционный экран Lumien ECO Picture LEP -100105, Китай; Переносной ноутбук</p> <p>(2) Мультимедийный класс Рабочее место студента – 14 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Персональный компьютер, 14 шт. Телевизор Philips 55PUS8057/60, Китай, 2 шт.;</p> <p>(3) Лаборатория жаропрочных материалов и композитов Рабочее место студента – 5 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Дефектоскоп УСД-60ФР; Твердомер комбинированный МЕТ-УД; Энергодисперсионный спектрометр EDS; Вытяжной шкаф; Осциллограф; Пикнометр; Шлифовально-полировальный станок двухдисковый;</p> <p>(4) Лаборатория электронной микроскоопии Рабочее место студента – 3 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Моторизованный прямой оптический микроскоп (50-1000x) с управляющей вычислительной станцией; Прямой оптический микроскоп (50-500x);</p> <p>(5) Лаборатория рентгенографии</p>	<p>Microsoft Windows 10 P7 office( C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-Russian.</p> <p>Интерактивный комплекс «Виртуальное материаловедение»: Thixomet PRO; COMSOL Multiphysics SIAMS 800</p>

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		Рабочее место студента – 3 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 2; Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 3.	

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- интерактивные технологии;
- дискуссии;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Современные аддитивные производства», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях и по самостоятельной работе находятся в оценочных материалах по дисциплине «Радиационная по-

вреждаемость материалов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

### **11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**  
Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- защита реферата;
- решение индивидуальных практических заданий;
- экзамен.

**Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине - экзамен.**

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК4: ИПК-4.1-ИПК-4.2, ПК-4.3):**

1. Физический смысл пороговой энергии сдвига атомов и ее экспериментальное определение.
2. Связь потенциала ионизации атомов с процессом смещения атомов в твердых телах.
3. Влияние собственных дефектов и примесей на формирование радиационных нарушений в материалах.
4. Роль дислокаций в радиационном дефектообразовании.
5. Как формируются тепловые клинья и пики смещения?

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК5: ИПК-5.1, ИПК-5.2, ПК-5.3):**

1. Экспериментальное определение защитных свойства новых материалов.
2. Источники нейтронов и их характеристика.
3. Характеристика ядерного реактора как источника излучений.
4. Характеристика захватного излучения при облучении материалов нейтронами излучения.
5. Дозовые пределы облучения, установленные для персонала и населения.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК9: ИПК-9.1-ИПК-9.2, ПК-9.3):**

1. Механизмы преобразования энергии излучений при прохождении через вещество.
2. Определение пробегов заряженных частиц в веществе.
3. Механизм образования дефектов при упругом рассеянии частиц в веществе.
4. Механизмы образования радиационных дефектов в твердых телах.
5. Характеристики тормозного излучения.

**Пример оформления экзаменационного билета**

Нижегородский Государственный Технический Университет  
им. Р.Е. Алексеева

Кафедра «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов»

Дисциплина: «Радиационная повреждаемость материалов»

Билет № 1

1. Характеристика ядерного реактора как источника излучений.
2. Механизмы образования радиационных дефектов в твердых телах.

Зав. каф. МТМ и ТОМ Хлыбов А.А.

Экзаменатор Хлыбов А.А.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов»