

**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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.1.2 Физическое материаловедение**

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 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик (и): Чеэрова Маргарита Николаевна, к.т.н., доцент

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-10

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

Заведующая отделом комплектования НТБ            \_\_\_\_\_ /Н.И. Кабанина/

## 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.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	19
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	24
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	25

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

### Цель освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами физического материаловедения с позиции современных представлений о физических процессах и закономерностях, которым подчинены структура и свойства различных материалов.

### Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение особенностей строения материалов и их влияние на свойства;
- ознакомление с основными закономерностями взаимодействия излучения с твердым телом и радиационных повреждений;
- формирование комплекса знаний, необходимых для решения прикладных задач при разработке и модификации материалов с улучшенными физико-механическими свойствами и повышенной эксплуатационной надежностью.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.1.2 Физическое материаловедение 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: «Основы физических методов исследований материалов», «Современные порошковые материалы и композиты», «Конструкционные материалы ядерных реакторов».

Дисциплина «Физическое материаловедение» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Физическое материаловедение» 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			
<i>ПК-4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>Физическое материаловедение</b>		*		
Радиационная повреждаемость материалов		*		
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				*

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
<b>ПК-5</b>				
<b>Физическое материаловедение</b>		*		
Радиационная повреждаемость материалов		*		
Методология выбора материалов в атомном машиностроении			*	
Перспективные технологии нанесения покрытий и поверхностной обработки материалов и изделий		*	*	
Упрочняющая обработка поверхностных слоёв материалов и изделий		*	*	
Материаловедение		*	*	
Технология высокоэнергетических методов обработки материалов		*		
Преддипломная 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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
Освоение дисциплины причастно к ТФ D/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 возможностей модификации поверхности для получения требуемых свойств	<b>Знать:</b> основы квантовой теории; модели свободных электронов в кристаллах; механизмы диффузии.	<b>Уметь:</b> применять основные модели объясняющие свойства материалов при их получении, обработке и модификации.	<b>Владеть:</b> формулами по квантовой теории; классификацией по механизму диффузии; основные формулировки моделей свободных электронов.	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	Вопросы для устного собеседования

<p><b>ПК-5</b> 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 <b>ИПК-5.2</b> Проводит анализ собранной технической информации по тематике исследований <b>ИПК-5.3</b> Составляет техническую документацию в области материаловедения и технологий материалов</p>	<p><b>Знать:</b> законы диффузии Фика; уравнение Шредингера; зонная теорию; различные виды межатомные силы связи.</p>	<p><b>Уметь:</b> анализировать современные представления физики металлов при их взаимодействии окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</p>	<p><b>Владеть:</b> методами расчета для решения частных задач по уравнению Шредингера; классификация по зонной теории твердых тел; методикой расчета первого и второго закона Фика и может оформить результаты вычислений.</p>		
--	---	---	---	--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 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 час.	В т.ч. по семестрам 2 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
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>77</b>	<b>77</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	77	77
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27



## 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 под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
2 семестр								
ПК-4, ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3  ПК-5, ИПК-5.1 ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 1 Физическая кристаллография							
	Тема 1.1. Типы межатомных связей	0,5	-	-	1	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 1.2 Геометрическая кристалло- графия	1,5	-	2	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 1.3 Структура и свойства кри- сталлов.	1	-	2	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 1.4 Кристаллография пластиче- ской деформации. Кристаллография границ зерен. Кристаллография мар- тенситных превращений.	1	-		1	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	4	-	4	11			

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 под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Раздел 2 Дефекты кристаллической решетки							
	Тема 2.1 Классификация дефектов и их свойства.	4	-	2	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.7]; [7.3.1]; [7.3.3]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 2.2 Диффузионная подвижность дефектов и перенос вещества	1	-	2	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.6]; [7.3.3]; [7.3.4]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 2.3 Влияние дефектов структуры на свойства материалов	1	-		5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.7]; [7.3.3]; [7.3.4]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Работа по освоению 2 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	6	-	4	15			
	Раздел 3 Многокомпонентные материалы							
	Тема 3.1 Термодинамика в материало- ведении	2	-	-	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.3.4]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 3.2 Фазовые диаграммы состоя- ний	-	-	4	11	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.3.2]; [7.3.4]	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса, тесты	

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 под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2	-	4	15			
	Раздел 4 Взаимодействие излучений с веществом							
	Тема 4.1 Излучения в технике и тех- нологиях. Общие представления о радиационных процессах	1			3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]		
	Тема 4.2 Вещества и излучения. Тор- мовная способность вещества.	1			3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]		
	Работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	2			6			
	Раздел 5 Радиационные эффекты в кристаллах							
	Тема 5.1 Радиационный рост матери- алов	0,5		0,5	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]		
	Тема 5.2 Распухание материалов	0,5		0,5	5	[7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]; [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.3.3]		
	Тема 5.3 Радиационно- индуцированные превращения и уско- ренные процессы	0,5			5	[7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]		
	Тема 5.4 Радиационное упрочнение и охрупчивание	0,5		1	5	[7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]		

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 под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Тема 5.5 Радиационная ползучесть материалов.	0,5		1	5	[7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]		
	Тема 5.6 Релаксация напряжений в материалах при облучении. Радиационная эрозия поверхности	0,5		2	5	[7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.8]		
	Работа по освоению 5 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	3		5	30			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	-	17				
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	17	-	17	77			

## **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**

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

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

1. Дефекты структуры кристаллов в непрерывной среде.
2. Диффузионные механизмы структурных изменений при повышенных температурах.
3. Физические механизмы изменения макроскопических свойств материалов под облучением.
4. Радиационная стойкость и применение тугоплавких металлов в ЯЭУ и ТЯР.

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

1. Определить число октаэдрических и тетраэдрических пор в  $1\text{см}^3$  (меди, никеля, железа, хрома и т.д.)
2. В меди, закаленной от  $600^\circ\text{C}$  содержится  $1,1 \cdot 10^{-5}\%$  вакансий. Какую температуру закалки нужно выбрать, чтобы концентрация вакансий была на 2 порядка выше.
3. Определить величину энергии активации процесса роста зерен аустенита в стали.

#### 3) Примерные вопросы к тестам:

1. От чего зависит коэффициент диффузии в системе:
  - а) от градиента концентраций;
  - б) от длительности нагрева;
  - в) от температуры.
2. Каков основной механизм диффузии атомов, образующих твердые растворы замещения:
  - а) межузельный;
  - б) вакансионный;
  - г) циклический.
3. Изменение объема материала под облучением, связанное с перераспределением вещества, называется:
  - а) радиационным ростом;
  - б) радиационным эффектом;
  - в) радиационным распуханием;
  - г) радиационной ползучестью.

#### 4) Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Основные типы кристаллических структур. Влияние типа межатомной связи (металлической, ионной, ковалентной) на структуру и свойства материалов.
2. Точечные дефекты в кристаллических материалах. Типы точечных дефектов, их образование, миграция, отжиг, концентрация – равновесная и неравновесная. Термодинамика точечных дефектов.
3. Дислокации, их образование, размножение и движение. Типы дислокаций. Влияние дислокаций в металлах, полупроводниках, диэлектриках на механические и электрофизические свойства кристаллических материалов.
4. Двумерные дефекты - дефекты упаковки, двойники, поверхности раздела. Дефекты упаковки внедрения и вычитания, расщепление полных дислокаций на частичные. Энергия образования дефекта упаковки.
5. Границы зерен и субзерен – физические модели, взаимодействие с дислокациями.
6. Объемные (трехмерные) дефекты. Поры. Радиационное распухание.

7. Диффузия в кристаллических материалах. Движущие силы и разновидности процессов диффузии, термодинамические аспекты, атомные механизмы. Законы Фика. Эффекты Киркендалла (нормальный и обратный).

## 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

Шкала оценивания (баллы полученные в ходе тестирования)	Экзамен
$96 < R \leq 100$	Отлично
$81 < R \leq 95$	Хорошо
$70 < R \leq 80$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 70$	Неудовлетворительно

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

## 6.3. Система подсчета баллов тестовых заданий

### Тест с индивидуальной (ручной) проверкой преподавателем

На каждый представленный вопрос приводится нескольких вариантов ответа. Количество баллов, начисляемых за правильный ответ, зависит от количества правильных вариантов ответа.

В предлагаемых ответах содержатся правильные и неправильные варианты. Сумма баллов за правильные ответы уравнивается суммой баллов за неправильные ответы, которая равна по модулю количеству баллов за правильные ответы, но противоположна ей по знаку.

В случае если не отмечен ни один из ответов, считаем, что ответ на вопрос вообще не получен и он оценивается как максимальный отрицательный балл этого вопроса.

Баллы за правильные, неправильные и вопросы без ответа суммируются с учетом знака, относятся к количеству баллов за только правильные ответы и выражаются в процентах.

Таким образом тест позволяет выявить средневзвешенный показатель остаточных знаний студента среди правильных, неправильных ответов и варианта «не знаю» выраженные в процентах.

Пример 1. Количество предложенных ответов составляет 4 из них два правильных, а два неправильных, соответственно за каждый правильный ответ начисляется +1 балл, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет 2 балла в случае абсолютно правильного ответа и -2 балла в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов в случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется - 2 балла.

Пример 2. Количество предложенных ответов составляет 7, из них один правильный, а шесть неправильных, соответственно за правильный ответ начисляется +6 баллов, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет +6 баллов, в случае абсолютно правильного ответа, и -6 баллов, в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов, в случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется - 6 баллов.

Пример 3. Количество предложенных ответов составляет 4, из них один правильный, а три неправильных, соответственно за каждый правильный ответ начисляется +3 балла, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет +3 балла, в случае абсолютно правильного ответа, и -2 балла, в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов, в

случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется – 3 балла.

Итоговый результат выражается в процентах относительно максимально возможного количества баллов в данном тестовом задании.

**Тест с автоматизированной проверкой на сайте e-learning (множественный выбор правильных ответов)**

Тест проводится очно с использованием автоматизированной системы выполнения и оценивания тестов на базе платформы e-learning.

Максимальное количество баллов, которое можно получить при ответе на вопрос 1, а минимальное 0. Промежуточных значений между 0 и 1 не выставляется. Для получения максимального балла необходимо отметить единственно верную комбинацию правильных ответов. При любом отклонении от единственно верной комбинации будет начислено 0 баллов.

Единственно верная комбинация:

- не может содержать всех предложных вариантов ответов;
- должна содержать хотя бы один предложенный ответ.

Таким образом будет начислено 0 баллов если:

- отмечены все предложенные варианты;
- не отмечено ни одного из предложенных вариантов

Итоговый результат выражается в процентах относительно максимально возможного количества баллов в данном тестовом задании.

.

**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 зачтено» 0-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 71-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 81-95% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 96-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПК-4.</b> Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и наноструктуры 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	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные 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 принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.
	<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>ПК-5.</b> Способен самостоятельно осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по темам	<b>ИПК-5.1</b> Собирает данные из доступных источников в области материаловедения и технологий материалов	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической по-	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные
	<b>ИПК-5.2</b> Проводит анализ собранной тех-				



<p>тике исследования, разрабатывать и использовать техническую документацию в профессиональной деятельности</p>	<p>нической информации по тематике исследований</p> <p><b>ИПК-5.3</b> Составляет техническую документацию в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.</p>	<p>следовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами</p> <p>Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>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>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 принятое 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 «отлично» 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 «хорошо» 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 «удовлетворительно» 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 «неудовлетворительно» 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 Трушин Ю. В. Физическое материаловедение. Учебник. СПб.: Наука, 2000. – 286с.

7.1.2 Физическое материаловедение: Учебник для вузов в 6 тт. Под общей ред. Б. А. Калина.: МИФИ, 2008.

7.1.3 Кан Р. Физическое металловедение. В 3-х т. Пер. с англ. — М.: Металлургия, 1987.

7.1.4 Основы кристаллографии и минералогии: учеб. пособие / С.В. Беляев, В.Н. Дубинский; НГТУ – Н. Новгород, 2007. - 77с.

7.1.5 Новиков И. И. Дефекты кристаллического строения металлов. Учебное пособие. М.: Металлургия, 1983. – 232с.

7.1.6 Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б. Диффузия атомов и ионов в твёрдых телах. М.: МИСИС, 2005. – 362с.

7.1.7 Дефекты кристаллической решетки и прочность металлов и сплавов. Учеб. пособие /В.Н. Дубинский, Р.А. Воробьев; НГТУ – Н. Новгород, 2013. - 88с.

7.1.8 Томпсон М. Дефекты и радиационные повреждения в металлах. М.: Мир, 1971 – 368с.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях : Учебно-справ.руководство / В.А. Струк [и др.]. - Долгопрудный : Изд.дом "Интеллект", 2010. - 535 с.

7.2.2 Сорокин В.Г. и др. Марочник сталей и сплавов.- М.: Машиностроение, 1989 - 640 с.

7.2.3 Справочник по конструкционным материалам: справочник/ Б.Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова и Т.В.Соловьевой. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005 - 640 с.

7.2.5 Металлы и сплавы : Справочник / В.К. Афонин [и др.]; Под ред.Ю.П.Солнцева. - СПб.: НПО "Профессионал", 2007. - 1092 с.

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

7.3.1 Минералогия и кристаллография: метод. указания/ YUNES\$ сост.: В.Н. Дубинский, Р.А. Воробьев. – Н.Новгород, 2015. – 32с.

7.3.2 Материаловедение и технология конструкционных материалов: метод. указания / НГТУ им.Р.Е. Алексеева; сост.: Т.В. Комарова, М.Н. Чеэрова, Т.В. Нуждина. Нижний Новгород, 2011. - 37 с.

7.3.3 Залужный, А. Г. Сборник задач по физическому материаловедению : учебно-методическое пособие / А. Г. Залужный, М. Г. Исаенкова, Г. Н. Елманов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-7262-2736-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/284444> (дата обращения: 30.11.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3.4 Панов, Д. О. Физическое материаловедение : учебное пособие / Д. О. Панов, А. П. Каменских, С. А. Коковьякина. — Пермь : ПНИПУ, 2019. — 49 с. — ISBN 978-5-398-02131-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161221> (дата обращения: 30.11.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

7.4.1 «Материаловедение 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](http://elib.tolgas.ru/) [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 РОС-	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost">https://www.gost.ru/portal/gost</a>

	СТАНДАРТ	<a href="http://home/standarts">//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» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
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>№1333(1)</b> Лаборатория термической обработки металлов (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	1.Электродпечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ-1,6.2,5.1/9-И4 2.Микроскоп стереоскопический МБС-10 3.Микроскоп МИМ-7 4.Весы лабораторные аналитические модели ВЛА-200г-М 5.Прибор универсальный для измерения твердости металлов и сплавов ИТ5010 6.Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТР 5006 7.Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТК-2 8. 8. Доска меловая; 9. Экран настенный; 10. Мультимедийный проектор 11. Переносной ноутбук	
2	<b>№1333(2)</b> Лаборатория механических испытаний 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	1.Универсальная испытательная машина типа УММ-5 2.Универсальная испытательная машина КМ-50-1 3.Телевизионная установка прикладного назначения ПТУ-42 4.Прибор переносной для измерения твердости металлов ИТ 5070-01 5.Образцовые переносные динамометры системы Н.Г.Токаря 6.Станок полировально-шлифовальный СШПМ-1	
3	<b>№1333(3)</b> Лаборатория металлографических исследований 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	1.Микроскоп "Альтами МЕТ 1С" 2.Камера Альтами UCMS03100KPA 3.Весы аналитические типа АДВ-200 2 кл. 4.	
4	<b>1361</b> Экспериментальная лаборатория жаропрочных материалов и композитов (для проведения занятий	(1) Учебная аудитория Рабочее место студента – 12 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:	Microsoft Windows 10 P7 office( C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «МТМиТОМ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Мина, дом 24, корп. 1	<p>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 микроскопии  Рабочее место студента – 3  Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:  Моторизованный прямой оптический микроскоп (50-1000х) с управляющей вычислительной станцией;  Прямой оптический микроскоп (50-500х);</p> <p>(5) Лаборатория рентгенографии  Рабочее место студента – 3  Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:  Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 2;  Дифрактометр рентгеновский</p>	<p>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
		общего назначения Дрон 3.	

## **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 «Физическое материаловедение», 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, SKYPE.

Иницируется 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.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

### **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 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.

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

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение кейс-задач в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать ситуационные задачи.

### **11.4. 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 7 РПД.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). 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.

#### **Тестовые задания**

**По теме «Физическая кристаллография»**

1) Форма элементарной ячейки

Ромб

Куб

Параллелепипед

Параллелограмм

Пирамида

2) Количество видов симметрии

47

68

32

14

74

3) Вид симметрии  $L_4L_2$  принадлежит сингонии

Ромбической

Тригональной

Ромбоэдрической

Кубической

Тетрагональной

4) Вид симметрии  $3L_33PC$  принадлежит сингонии

Ромбической

Тригональной

моноклинной

Кубической

Тетрагональной

5) Базис решетки ГЦ

1

2

3

4

6

6) Количество сингоний

4

6

8

7

5

7) К кубической сингонии относится вид симметрии

$3L_24L_36P$

$L_44P$

$L_44L_25PC$

$L_33L_24P$

$L_44L_2$

8) Координационное число идеальной ГП-решетки

4

8

12

6

14

9) Отношение параметров ячейки  $c/a$  в идеальной ГП-решетке

2,7

1,26

3,14

1,63

0,8

10) Плотность упаковки атомов в примитивной кубической решетке

68%

58%

52%

72%

74%

11) Количество плоскостей симметрии в кубе

12

4

9

7

8

12) Число направлений, входящих в семейство  $\langle 010 \rangle$

6

3

9

7

12

13) Оси какого порядка из перечисленных не бывает в кристалле

1

6

3

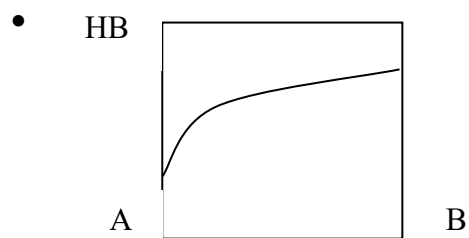
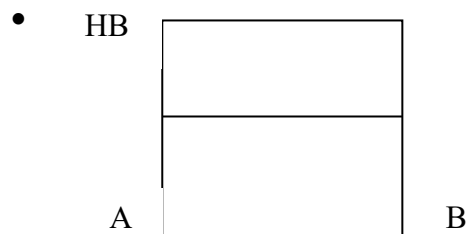
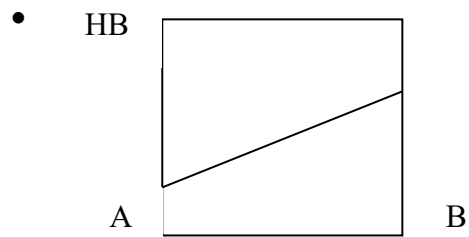
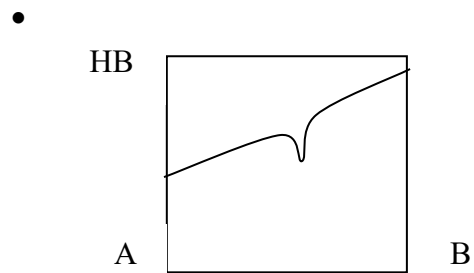
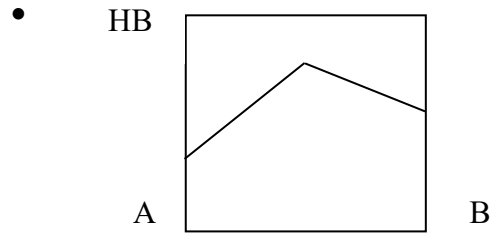
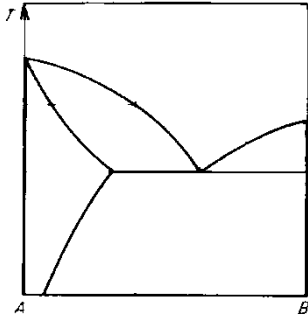
5

### По теме «Многокомпонентные материалы»

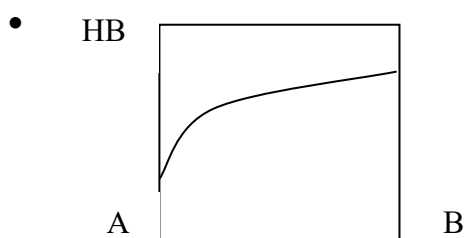
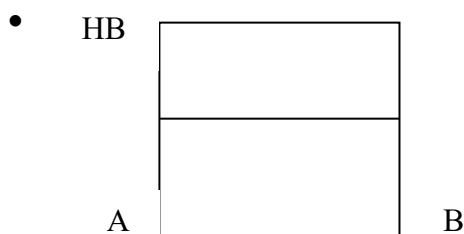
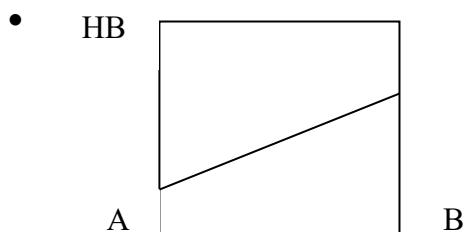
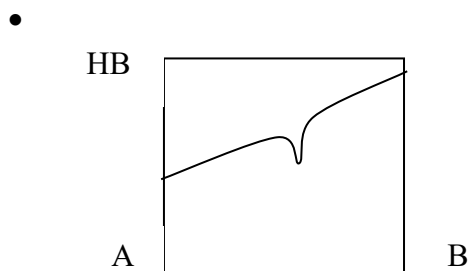
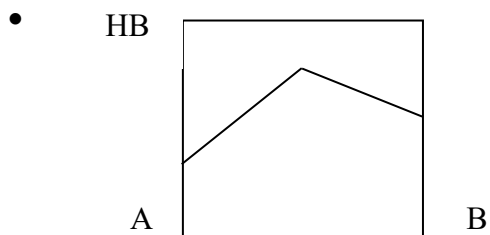
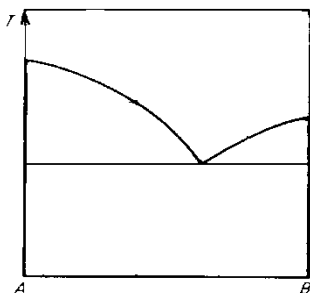
1. Как называется точка на линии диаграммы состояния, определяющая состав фазы при данной температуре?
  - конода
  - солидус
  - нода
  - изотерма
  - фигуративная точка
  - ликвидус
2. Как называется линия, соединяющая точки предельного насыщения фаз, находящихся в равновесии при данной температуре?
  - трансус
  - изотерма
  - нода
  - конода
  - линия сплава
  - сольвус
3. Как называется превращение, связанное с одновременным выделением двух фаз из твердого раствора? (указать в именительном падеже)
4. Как называется превращение, состоящее во взаимодействии жидкости и первичных кристаллов с образованием кристаллов другого типа? (указать в именительном падеже)
5. Как называется превращение в сплавах, связанное с перестройкой решетки? (указать в именительном падеже)
6. Указать превращение, относящееся к первичной кристаллизации:
  - эвтектоидное
  - полиморфное
  - аллотропное
  - эвтектическое
  - перитектоидное
  - транскристаллизация
7. Указать превращение, не относящееся ко вторичной кристаллизации:
  - перитектоидное
  - аллотропное

- перитектическое
- распад твердого раствора
- эвтектическое
- полиморфное

8. По какой зависимости меняется твердость в сплавах данной системы:



9. По какой зависимости меняется твердость в сплавах данной системы:



**Перечень вопросов и заданий для подготовки и проведения экзамена для оценки сформированности компетенций (ОПК-4, ИОПК-4.1, ИОПК-4.2, ИОПК-4.3)**

1. Кристаллическая решетка и ее элементы. Элементы симметрии кристаллических решеток.
- 2 Охарактеризовать понятия: кристалл, монокристалл, поликристаллическое и аморфное вещество, привести примеры.
- 3 Основные свойства кристаллов и их характеристика.
4. Структура и фазовое состояние материалов.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки и проведения экзамена для оценки сформированности компетенций (ОПК-5, ИОПК-5.1, ИОПК-5.2, ИОПК-5.3)**

1. Классификация реакторных материалов
2. Синтез сплавов, постановка задачи, выбор основы, легирующих элементов и легирующего комплекса.
3. Физико-химический анализ и выбор легирующих элементов. Диаграммы состояния и их связь с механическими свойствами.
4. Связь технологических свойств (жидкотекучести, трещиностойкости, порообразования и др.) с диаграммами состояния. Оценка эффективности термообработки сплавов.

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