

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)

Институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИФХТиМ

Мацулевич Ж.В.  
(подпись) (ф. и. о.)  
« 04 » июля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ОД.5 Порошковые металлические материалы

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Форма обучения: очно-заочная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик (и): Беляева Сульгун Сабуровна, старший преподаватель

г. Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02 июня 2020 г. № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 18.05.2023 № 21

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

Зав. кафедрой МТМиТом д.т.н, профессор, Хлыбов А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом Института физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ), Протокол от 04.07.2023 № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 22.03.01-м-34

Начальник МО \_\_\_\_\_

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.....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	16
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	18
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	19
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	20

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

### Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является освоение основных теоретических и практических аспектов в области порошковой металлургии и порошковых материалов для решения исследовательских, практических и производственных задач.

### Задачи освоения дисциплины (модуля):

- теоретическое изучение связи свойств порошковых и композиционных материалов с их химическим составом и структурой;
- знакомство с различными металлическими и неметаллическими порошками, их химическими, физическими, технологическими свойствами и методами их оценки;
- изучение теоретических основ и технологий получения порошков различными способами;
- развитие способности у студента оценивать достоинства, недостатки и основные области применения способов получения порошков;
- формирование представления о связи способа и технологии получения порошка с его свойствами, поведением при прессовании и спекании, качеством спеченных изделий;
- освоение классификации и маркировки порошков, основных областей и перспектив их применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.5 «Порошковые металлические материалы» включена в перечень дисциплин вариативной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Общая химия, Материаловедение, Теория строения материалов.

Дисциплина «Порошковые металлические материалы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Технологическое оборудование и оснастка производств порошковой металлургии и термообработки, Методология выбора материалов и технологий в машиностроении, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Порошковые металлические материалы» 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 дисциплинами  
(очно-заочная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих Компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	А
Материалы в приборостроении								*		
Теория термической и химико-термической обработки						*	*			
Основы высокоэнергетических методов обработки материалов								*		
<b>Порошковые металлические материалы</b>								*		
Теория, технология и оборудование высокоэнергетических методов обработки материалов										*
Научно-исследовательская работа										*
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			
<b>ПК-2</b>	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.6 (ПС 40.136), ТФ С/04.6 (ПС 40.085), ТФ С/03.7 (ПС 40.005)					
Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>ИПК-2.1. Применяет знания о процессах происходящих при получении материалов</p> <p>ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов</p> <p>ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей средой</p>	<p><b>Знать:</b> процессы протекающие при получении металлических порошковых материалов.</p>	<p><b>Уметь:</b> прогнозировать эксплуатационные свойства порошковых металлических материалов в зависимости от их структуры и способа получения.</p>	<p><b>Владеть:</b> методами оценки качества металлических порошков и металлических порошковых материалов.</p>	<p>Решение кейс-задач; Контрольные вопросы; Тесты</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

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

##### Для студентов очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 8 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>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, 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>60</b>	<b>60</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	10	10
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.)	50	50
<b>Подготовка к экзамену</b> (контроль)	<b>27</b>	<b>27</b>

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очно-заочного 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)			
		Контактная работа									
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
<b>8 семестр</b>											
ПК-2, ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3	<b>Раздел 1 Конструкционные порошковые материалы.</b>  <b>Тема 1.1</b> Введение. Свойства порошков. Экономическая целесообразность применения порошковых материалов. Классификация порошковых материалов. Конструкционные машиностроительные порошковые материалы. Определение порошковых материалов. Обобщенная технология порошковых материалов.	2	-	16	20	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы; Решение кейс-задач				
	<b>Тема 1.2</b> Порошковые стали. Технологии порошковых сталей. Особенности формования, спекания и термической обработки порошковых сталей. Пористость в порошковых сталях.	1	-	-	8	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы				
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b> <b>реферат, эссе (тема)</b>										
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>28</b>						
	<b>Раздел 2 Порошковые чугуны.</b>										
	<b>Тема 2.1</b> Порошковые чугуны. Области применения, классификация.	2	-	1	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2];	Тест; Ответы на контрольные вопросы				

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			
	Физико-механические свойства. Способы шихто приготовления порошков чугуна. Инжекционное формование. Пластификаторы. Структура порошковых чугунов.					[7.3.1]		
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	2	-	1	4			
	<b>Раздел 3 Порошковые материалы на основе цветных металлов</b>							
	Тема 3.1 Цветные порошковые материалы. Назначение. Классификация. Особенности спекания порошковых цветных материалов. Маркировка. Технология ренделей в заготовительном производстве.	2	-	-	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b>							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 3 разделу</b>	2	-	-	4			
	<b>Раздел 4 Порошковые материалы на основе тугоплавких соединений.</b>							
	Тема 4.1 Порошковые материалы на основе тугоплавких соединений. Керметы. Структура керметов. Свойства. Технологии приготовления.	2	-	1	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	

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			
	Правила проектирования составов для керметов. Оксидная составляющая керметов. Горячее прессование и пропитка.							
	<b>Работа по освоению 4 раздела:</b>							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 4 разделу</b>	2	-	1	4			
	<b>Раздел 5 Дисперсноупрочненные порошковые материалы. Износостойкие порошковые материалы</b>							
	<b>Тема 5.1</b> Дисперсноупрочненные порошковые материалы. Классификация и назначение дисперсноупрочненных порошковых материалов. Особенности структуры (агрегатная и дисперсная). Поведение дисперсноупрочненных порошковых материалов при повышенных температурах испытания.	1	-	-	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы;	
	<b>Тема 5.2</b> Формование заготовок. Спекание. Уплотнение заготовок до беспористого состояния. Термическая обработка.	0,5	-	10	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	
	<b>Тема 5.3</b> Определение износостойких порошковых материалов. Основные требования к износостойким материалам. Принципы создания конструкционных износостойких порошковых материалов.	0,5		-	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	

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	Контактная работа	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
	<b>Работа по освоению 5 раздела:</b>							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>6</b>			
	<b>Раздел 6 Антифрикционные порошковые материалы</b>							
	Тема 6.1 Классификация антифрикционных порошковых материалов. Структура и свойства. Особенности технологии уплотнительных материалов. Особенности технологии поршневых колец.	2	-	2	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	
	<b>Работа по освоению 6 раздела:</b>							
	реферат, эссе (тема)							
	расчёто-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>5</b>			
	<b>Раздел 7 Порошковые материалы инструментального назначения.</b>							
	Тема 7.1 Определение порошковых материалов инструментального назначения. Структура и свойства. Требования по твердости и ударной вязкости. Технологии изготовления сверхтвердых материалов. Структура и свойства. Минералокерамические изделия.	1	-	1	3	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы	

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							
	<b>Тема 7.2</b> Определение твердых сплавов. Особенности спекания твердых сплавов. Технология изготовления твердых сплавов и изделий из них.	1	-	1	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы				
<b>Работа по освоению 7 раздела:</b>											
реферат, эссе (тема)											
расчёто-графическая работа (РГР)											
контрольная работа											
<b>Итого по 7 разделу</b>		2	-	2	5						
<b>Раздел 8 Высокопористые порошковые материалы.</b>											
	<b>Тема 8.1</b> Определение высокопористых порошковых материалов. Порошковые и сетчатые высокопористые материалы. Назначение высокопористых материалов.	2	-	2	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.1.4]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Тест; Ответы на контрольные вопросы				
<b>Работа по освоению 8 раздела:</b>											
реферат, эссе (тема)											
расчёто-графическая работа (РГР)											
контрольная работа											
<b>Итого по 8 разделу</b>		2	-	2	4						
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>		17	-	34	60						
<b>ИТОГО по дисциплине</b> (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)		17	-	34	60						

## 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 «Порошковые металлические материалы», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

#### 1) Примерный перечень вопросов тестов:

Из теста № 1:

По темам:

- Химические свойства порошков (химический состав, воспламеняемость, взрываемость, токсичность и т.д.);
- Физические свойства порошков: форма частиц, гранулометрический состав (методы определения). Физические свойства порошка: удельная поверхность, плотность, микротвердость (методы определения);
- Технологические свойства порошка: насыпная плотность и плотность после утряски. Технологические свойства: текучесть, уплотняемость, формуемость, прессуемость. Формуемость и показатели формуемости.
- Уравнения уплотняемости Бальшина.
- Уравнения уплотняемости Конопицкого и Николаева.

1. От чего зависит химический состав порошка?

- А) от метода его производства
- Б) от степени однородности по размерам
- В) от степени чистоты исходных компонентов
- Г) от содержания сорбированных газов

2. Выберите методы, которыми возможно получить сферическую форму частиц порошка

- А) Диспергирование расплава (атомизация);
- Б) Восстановление карбонилов
- Г) Испарение-конденсация
- Д) Восстановление окислов и солей
- Е) Электролиз
- Ж) Измельчение в шаровой мельнице
- З) Измельчение в вихревой мельнице

3. Какое содержание примесей термодинамически мало прочных оксидов металлов (медь, железо, вольфрам и т.д.) допустимо в металлическом порошке?

- А) 1...10%
- Б) 2...10%
- В) 5...15%
- Г) 2...8%

Из теста № 2:

1. Что такое дисперсноупрочненный материал?

- А) это композит с дисперсным наполнителем
- Б) это материал, полученный консолидацией дисперсных частиц
- В) это материал, полученный спеканием на воздухе бронзового порошка

Г) Это литой материал с включениями оксидов

2. Выберете известные вам износостойкие материалы

- А) Металлостеклянный материал;
- Б) Карборунд
- Г) Асбестопласт
- Д) Цеолит
- Е) Вулканит
- Ж) Дуплексная сталь
- З) Волластонит

3. Какие материалы используются при пластификации порошка твердого сплава?

- А) Раствор каучука в бензине;
- Б) Раствор нитроцеллюлозы
- В) Раствор фенола
- Г) Расплав поваренной соли

2) Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Конструкционные порошковые материалы, классификации, применение.
2. Обобщенная технология порошковой металлургии, экономическая целесообразность применения порошковых материалов.
3. Обобщенная технология порошковой металлургии, классификация порошковых материалов.
4. Конструкционные машиностроительные порошковые материалы на основе железа, технологии и маркировка
5. Определение порошковых материалов и основные этапы технологии.

3) Типовые кейс-задачи:

1. Проведите вычисления критериев формируемости по Айзенкольбу. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	$\gamma_h$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma_{min}$ , г/см <sup>3</sup>	$p_{min}$ , МПа	$\Pi_{max}$ , %
1	2	3	4	5
-125 + 90	1,98	4,35	5,0	55,3

2. Проведите вычисления критериев формируемости по Швальбе. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	$\gamma_h$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma_{min}$ , г/см <sup>3</sup>	$p_{min}$ , МПа	$\Pi_{max}$ , %
1	2	3	4	5
-125 + 90	1,98	4,35	5,0	55,3

3. Проведите вычисления критериев формируемости по Сорокину. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	$\gamma_h$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma_{min}$ , г/см <sup>3</sup>	$p_{min}$ , МПа	$\Pi_{max}$ , %
1	2	3	4	5
-125 + 90	1,98	4,35	5,0	55,3

4. Проведите вычисления по полулогарифмическому уравнению Бальшина. Исходные данные:

Относительная плотность $\theta$ (в %) брикетов при давлении прессования $p$ , МПа					
100	200	400	600	800	1000
50,5	58,7	69,6	77,5	82,2	86

5. Проведите вычисления по логарифмическому уравнению Бальшина. Исходные данные:

Относительная плотность $\theta$ (в %) брикетов при давлении прессования $p$ , МПа					
100	200	400	600	800	1000
50,5	58,7	69,6	77,5	82,2	86

6. Проведите вычисления по уравнению Конопицкого. Исходные данные:

Относительная плотность $\theta$ (в %) брикетов при давлении прессования $p$ , МПа					
100	200	400	600	800	1000
50,5	58,7	69,6	77,5	82,2	86

7. Проведите вычисления по уравнению Николаева. Исходные данные:

Относительная плотность $\theta$ (в %) брикетов при давлении прессования $p$ , МПа					
100	200	400	600	800	1000
50,5	58,7	69,6	77,5	82,2	86

4) Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)  
Примеры вопросов в билете по дисциплине «Порошковые металлические материалы»:

1. Конструкционные порошковые материалы.
2. Экономическая целесообразность применения порошковых материалов.
3. Классификация порошковых материалов.

## 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≤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».

## 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 уравновешивается 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 проводиться очно с использование 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 единственную верную комбинацию правильных ответов. При любом отклонении от единственной верной комбинации будет начислено 0 баллов.

Единственно верная комбинация:

- не может содержать всех предложенных 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>			
		<b>Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-70% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 71-80% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «хорошо» / «засчитено» 81-95% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «отлично» / «засчитено» 96-100% от max рейтинговой оценки контроля</b>
<b>ПК-2</b> Способен использовать знания о физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке, модификации о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	ИПК-2.1. Применяет знания о процессах происходящих при получении материалов  ИПК-2.2 Применяет знания о процессах, происходящих при модификации материалов  ИПК-2.3. Использует знания о взаимодействии материалов с окружающей средой	Не дается верных ответов на большую часть основных и дополнительных вопросов по содержанию экзаменационного билета; обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части предмета; допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно.	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; программные материалы в основном излагаются, но допущены фактические ошибки; ответ носит репродуктивный характер; студент не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты; нарушена логика изложения, отсутствует осмыслинность представляемого материала; у студента отсутствуют представления о межпредметных связях.	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; в ответе имеют место несущественные фактические ошибки, которые студент способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; недостаточно логично построено изложение вопроса; ответ прозвучал недостаточно уверенно; студент не смог показать способность к интеграции и адаптации знаний или теории и практики. Не может ответить на все дополнительные вопросы.	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные: студент свободно владеет научными понятиями; студент способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью студента; ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики; студент демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.

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 Технология изготовления и оборудование по производству порошковых и композиционных материалов и изделий: учеб. пособие / В.К. Сорокин, Л.С. Шмелев - НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2011. - 184 с.

7.1.2 Материаловедение и технология материалов : Учебник / Г. П. Фетисов [и др.] ; Под ред. Г.П.Фетисова. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 768 с.

7.1.3 Лахтин Ю.М. Материаловедение : Учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Репр. изд. - М. : Альянс, 2013. - 528 с.

7.1.4 Процессы порошковой металлургии. в 2-х т. Т.1. Производство металлических порошков: Учебник для вузов / Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарицкий Г.В, М.: МИСИС, 2001.- 368 с.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник/ И. М. Федорченко и другие. 1985

7.2.2 Основы технологии порошковых и композиционных материалов: Учебн. пособ. Мальцев И. М. учеб. пособие / И.М. Мальцев - НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2007

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

7.3.1. Порошковые металлические и композиционные материалы: методические указания к практическим работам. Беляев Е.С., Беляева С.С. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2021. – 80 с.

#### **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.ingenrussia.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» 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 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

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1153 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий)	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор	Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата

№	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 «»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	(BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.

## 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 «Порошковые металлические материалы», 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 с 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.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Методические указания для занятий лекционного типа, по освоению дисциплины на практических занятиях и по самостоятельной работе находятся в оценочных материалах по дисциплине «Порошковые металлические материалы», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

## **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:

- Ответы на контрольные вопросы;
- решение кейс-задач;
- ответы на тесты;
- экзамен.

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