

**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.)

« 18 » сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.5 Порошковые металлические материалы

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: Компьютерные технологии в проектировании перспективных материалов

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик (и): Беляев Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент

г. Нижний Новгород, 2024 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 2 июня 2020 г. № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 28.05.2024 № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» (МТМиТОМ), протокол от 17.06.2024 № 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 18.09.2024 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.03.01-П-46

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.....	6
5. Структура и содержание дисциплины.....	7
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.....	22
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23

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
(очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2								
Материалы в приборостроении					*			
Теория термической и химико-термической обработки					*	*		
Основы высокоэнергетических методов обработки материалов						*		
Порошковые металлические материалы							*	

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
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
ПК-2	Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.6 (ПС 40.136) «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов»; ТФ В/04.6 (ПС 40.085) «Специалист по качеству термического производства»					
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	Знать: процессы, протекающие при получении металлических порошковых материалах, типовые технологические процессы порошковой металлургии, виды технологической оснастки и основные программные средства для ее проектирования	Уметь: прогнозировать эксплуатационные свойства порошковых металлических материалов с применением баз данных (на различных носителях) в зависимости от их структуры и способа получения; разрабатывать технологическую оснастку в том числе с использованием прикладных программных средств.	Владеть: методами оценки качества металлических порошков и металлических порошковых материалов, методикой проектирования технологической оснастки в том числе с использованием прикладных программных средств.	Решение кейс-задач; Контрольные вопросы; Тесты	Вопросы для устного собеседования

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 очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 7 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	74	74
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	51	51
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	43	43
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.)	33	33
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 подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
7 семестр								
ПК-2, ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3	Раздел 1 Конструкционные порошковые материалы.							
	Тема 1.1 Введение. Свойства порошков. Экономическая целесообразность применения порошковых материалов. Классификация порошковых материалов. Конструкционные машиностроительные порошковые материалы. Определение порошковых материалов. Обобщенная технология порошковых материалов.	2	-	30	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	
	Тема 1.2 Порошковые стали. Технологии порошковых сталей. Особенности формования, спекания и термической обработки порошковых сталей. Пористость в порошковых сталях.	1	-	-	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	
	Работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	3	-	30	25			
	Раздел 2 Порошковые чугуны.							
	Тема 2.1 Порошковые чугуны. Области применения, классификация.	2	-	-	2	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)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Физико-механические свойства. Способы шихто приготовления порошков чугуна. Инжекционное формование. Пластификаторы. Структура порошковых чугунов.					[7.3.1]		
	Работа по освоению 2 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	2	-	-	2			
	Раздел 3 Порошковые материалы на основе цветных металлов							
	Тема 3.1 Цветные порошковые материалы. Назначение. Классификация. Особенности спекания порошковых цветных материалов. Маркировка. Технология ренделей в заготовительном производстве.	2	-	-	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	
	Работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2	-	-	2			
	Раздел 4 Порошковые материалы на основе тугоплавких соединений.							
	Тема 4.1 Порошковые материалы на основе тугоплавких соединений. Керметы. Структура керметов. Свойства. Технологии приготовления.	2	-	-	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)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Правила проектирования составов для керметов. Оксидная составляющая керметов. Горячее прессование и пропитка.							
	Работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	2	-	-	2			
	Раздел 5 Дисперсноупрочненные порошковые материалы. Износостойкие порошковые материалы							
	Тема 5.1 Дисперсноупрочненные порошковые материалы. Классификация и назначение дисперсноупрочненных порошковых материалов. Особенности структуры (агрегатная и дисперсная). Поведение дисперсноупрочненных порошковых материалов при повышенных температурах испытания.	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;	
	Тема 5.2 Формование заготовок. Спекание. Уплотнение заготовок до беспористого состояния. Термическая обработка.	0,5	-	2	1	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	
	Тема 5.3 Определение износостойких порошковых материалов. Основные требования к износостойким материалам. Принципы создания конструкционных износостойких порошковых материалов.	0,5		3	1	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				
	Работа по освоению 5 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	2	-	6	4			
	Раздел 6 Антифрикционные порошковые материалы							
	Тема 6.1 Классификация антифрикционных порошковых материалов. Структура и свойства. Особенности технологии уплотнительных материалов. Особенности технологии поршневых колец.	2	-	3	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	
	Работа по освоению 6 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	2	-	3	3			
	Раздел 7 Порошковые материалы инструментального назначения.							
	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	-	3	1,5	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	

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				
	Тема 7.2 Определение твердых сплавов. Особенности спекания твердых сплавов. Технология изготовления твердых сплавов и изделий из них.	1	-	3	1,5	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	
	Работа по освоению 7 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	2	-	6	3			
	Раздел 8 Высокопористые порошковые материалы.							
	Тема 8.1 Определение высокопористых порошковых материалов. Порошковые и сетчатые высокопористые материалы. Назначение высокопористых материалов.	2	-	6	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	
	Работа по освоению 8 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 8 разделу	2	-	6	2			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	-	51	43			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)	17	-	51	43			

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 карбониллов
- 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. Выберите 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 формуемости по Айзенкольбу. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	γ_n , г/см ³	γ_{min} , г/см ³	P_{min} , МПа	P_{max} , %
1	2	3	4	5
–125 + 90	1,98	4,35	5,0	55,3

- 2. Проведите вычисления критериев формуемости по Швальбе. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	γ_n , г/см ³	γ_{min} , г/см ³	P_{min} , МПа	P_{max} , %
1	2	3	4	5
–125 + 90	1,98	4,35	5,0	55,3

- 3. Проведите вычисления критериев формуемости по Сорокину. Исходные данные:

Фракция порошка, мкм	γ_n , г/см ³	γ_{min} , г/см ³	P_{min} , МПа	P_{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 θ (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 θ (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 θ (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 θ (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
$96 < R \leq 100$	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 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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		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
ПК-2 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 билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; программные материал в основном излагается, но допущены фактические ошибки; ответ носит репродуктивный характер; студент не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность 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 « 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 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/
- 7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>
- 7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — 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://elibrary.ru/defaultx.asp) [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 – Загл. с экрана.

14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: 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	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

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) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
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	Учебная аудитория № 1153 учебного корпуса № 1	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор	Microsoft Windows 10 P7 office(C/н 5260001439) Dr.Web (c/н ZNFC-CR5D-

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		(BenQ); 4. Переносной ноутбук 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел.	5U3U-JKGP от 20.05.2024) Adobe Acrobat Reader DC-Russian

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 студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

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.

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».