



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ИЗДЕЛИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль/специализация) программы  
Объемные наноматериалы, наноструктуры и изделия из них

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	2
Семестр	3, 4

Магнитогорск  
2021 год

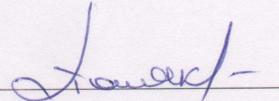
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 968)

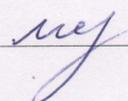
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов  
19.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А. Полякова

Рецензент:  
зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук  И.Ю. Мезин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Основы производства порошковых материалов и изделий» являются:

- формирование у студентов знаний теоретических основ и технологий получения порошковых материалов и изделий; формирование представлений о связи способа и технологии получения порошка с его свойствами; формирование у студентов представлений о связи технологических параметров со структурой и свойствами порошковых материалов и изделий.

- освоение студентами навыков построения технологических процессов получения порошковых материалов и изделий, современных методов контроля за технологическим процессом и качеством изделий.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Основы производства порошковых материалов и изделий входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методы математического анализа и моделирования

Основы металлургического производства

Физика

История материаловедения

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов

Технология материалов

Функциональные наноматериалы

Конструирование наноматериалов

Основы деформационного наноструктурирования

Оптимизация технологических процессов и свойств материалов

Процессы и оборудование для получения наноматериалов

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы производства порошковых материалов и изделий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать и интегрировать технологические процессы в области создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-2.1	Осуществляет оптимальный выбор технологического оборудования для реализации процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-2.2	Реализовывает разработанные режимы технологических процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-2.3	Формулирует предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам объемных

	наноматериалов, наноструктур и изделий из них в целях более эффективной реализации свойств материалов или технологических процессов их создания
--	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 149,1 акад. часов;
- аудиторная – 144 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 103,2 акад. часов;
  
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы производства порошковых материалов								
1.1 Общие сведения о порошковой металлургии. Типовая технологическая схема получения порошковых материалов и изделий.	3	2			10	Поиск научной и учебной литературы по теме лекции.	Собеседование.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.2 Методы получения порошков. Физические и химические основы получения порошков металлов и сплавов.		4			13			ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.3 Методы прессования. Дискретные и непрерывные методы прессования порошков.		4	6	16/8И	10			ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.4 Спекание порошковых материалов. Твердофазное и		4		2/2И	10			ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.5 Методы определения свойств порошковых материалов. Виды брака порошковых материалов и изделий.		4	12/4,4И		10	Поиск дополнительной информации о видах брака порошковых материалов по операциям технологического процесса производства. Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Собеседование. Сдача лабораторных работ.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		18	18/4,4И	18/10И	53			
Итого за семестр		18	18/4,4И	18/10И	53		зачёт	

2. Основы производства порошковых изделий								
2.1 Конструкционные порошковые материалы и изделия. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.	4	6	4	4/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче лабораторной и практической работ.	Устный опрос. Сдача лабораторной и практической работ.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2 Антифрикционные порошковые материалы и изделия. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		6	4	4/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче лабораторной и практической работ.	Устный опрос. Сдача лабораторной и практической работ.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.3 Фрикционные порошковые материалы и изделия. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		4	4	4/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче лабораторной и практической работ.	Устный опрос. Сдача лабораторной и практической работ.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.4 Пористые порошковые материалы и изделия. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		2	4/2И	2	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче практической работы	Устный опрос. Сдача практической работы	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.5 Порошковые материалы и изделия с электротехническими и магнитными свойствами. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		6	4	4/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче практической работы.	Устный опрос. Сдача практической работы.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.6 Твердые сплавы. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		6	4/4И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче лабораторной работы	Устный опрос. Сдача лабораторной работы.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.7 Материалы для ядерной энергетики. Типовая схема производства. Свойства. Области применения.		2	4/4И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к сдаче лабораторной работы	Устный опрос. Сдача лабораторной работы	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

2.8 Стандартизация в области порошковой металлургии.		4	8/3,6И		8,2	Работа с базой данных Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.	Сдача лабораторной работы.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		36	36/13,6И	18/8И	50,2			
Итого за семестр		36	36/13,6И	18/8И	50,2		экзамен	
Итого по дисциплине		54	54/18И	36/18И	103,2		зачет, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Основы производства порошковых материалов и изделий» применяются традиционная и компетентностно-модульная технологии обучения, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на индивидуальное речевое проговаривание известных законов физики и химии, правил, определений; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по свойствам порошковых материалов и изделий и т.п.; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Волкогон, Г. М. Современные процессы порошковой металлургии : учебное пособие / Г. М. Волкогон, Ж. В. Еремеева, Д. А. Дедовской. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-9729-0509-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=361729>

2. Капустин, В. И. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5c359a09b32044.60767097](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c359a09b32044.60767097). - ISBN 978-5-16-013806-0. - Текст : электронный. - <https://znanium.com/catalog/document?id=339390>

3. Гаршин, А. П. Материаловедение. Техническая керамика в машиностроении : учебник для вузов / А. П. Гаршин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 296 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01484-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451808> (дата обращения: 26.04.2021).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Нестеров, А. А. Технология синтеза порошков сегнетоэлектрических фаз: учебное пособие / А.А. Нестеров, А.Е. Панич. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2010. - 226 с. ISBN 978-5-9275-0721-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=20581>

2. Серенко, О. А. Измельчение как способ получения наноразмерных материалов [Электронный ресурс] : метод. пособие / О. А. Серенко, Л. М. Полухина. - Москва : РИО МГУДТ, 2013. - 33 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=293265>

3. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12043-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446755> (дата обращения: 26.04.2021).

4. Гаршин, А. П. Материаловедение. Техническая керамика в машиностроении : учебник для вузов / А. П. Гаршин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство

Юрайт, 2020. — 296 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01484-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451808> (дата обращения: 26.04.2021).

4. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12043-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446755> (дата обращения: 26.04.2021).

**в) Методические указания:**

1. Технологические свойства металлических порошков: метод. указ. / Полякова М.А., Голубчик Э.М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 11 с.

2. Плотность и пористость изделий из некомпактных материалов: Метод. указ. / Ильина Н.Н. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 5 с.

3. Исследование уплотняемости металлических порошков: Метод. указ. / Гун Г.С., Ильина Н.Н., Полякова М.А / Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 8 с.

4. Ситовый анализ: Метод. указ. / Рубин Г.Ш., Ильина Н.Н., Полякова М.А - Магнитогорск: МГТУ, 2007. – 12 с.

5. Кинематические параметры процесса деформирования некомпактных керамических масс: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Бакаев Д.Р. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 25 с.

6. Влияние различных технологических факторов на процесс усадки пористых тел при спекании: Метод. указ. / Чукин М.В., Ильина Н.Н., Закиров Д.М. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 11 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория прокатки и волочения» оснащена лабораторным оборудованием:
  - лабораторное оборудование (Прибор для измерения текучести порошков. Волюмометр. Набор сит для ситового анализа. Оборудование для ситового анализа. Микроскоп инструментальный. Пресс-форма для прессования порошков. Мерительный инструмент. Набор разновесов. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание. Пресс гидравлический. Набор демонстрационных пресс-форм. Прокатный стан для прокатки металлических порошков. Специализированная мебель).
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Основы производства порошковых материалов и изделий» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в устном опросе, разбор практических вопросов разработки новых порошковых материалов и производства изделий из них.

Собеседование.

Тема 1. Историческое развитие порошковой металлургии. Перспективы применения технологии порошковой металлургии для производства изделий функционального назначения.

Тема 2. Особенности дополнительной обработки порошковых материалов и изделий.

Устный опрос.

Тема 1. Физико-химические основы методов получения порошков.

Тема 2. Теории прессования.

Тема 3. Теории спекания.

Тема 4. Виды брака порошковых изделий по операциям технологического процесса. Методы устранения брака порошковых изделий.

Тема 5. Действующие стандарты в области порошковой металлургии.

Тема 6. Эффект самосмазывания порошковых антифрикционных материалов.

Тема 7. Особенности технологического процесса получения порошковых фрикционных изделий.

Тема 8. Порошковые стали: особенности структуры и свойств.

Тема 9. Области применения порошковых металлических фильтров.

Тема 10. Особенности свойств порошковых изделий электротехнического назначения.

Тема 11. Особенности создания композиций порошковых твердых сплавов.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения учебной и научной литературы, материалов интернет-ресурсов по соответствующей теме для выбора материала для участия в собеседованиях и устных опросах.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: Способен разрабатывать и интегрировать технологические процессы в области создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них		
ПК-2.1	Осуществляет оптимальный выбор технологического оборудования для реализации процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности порошковой металлургии. Достоинства и недостатки. Типовой технологический процесс получения изделий методом порошковой металлургии.</li> <li>2. Классификация методов получения порошков металлов и неметаллов.</li> <li>3. Механические методы получения порошков. Достоинства, недостатки, виды получаемых порошков.</li> <li>4. Физико-химические методы получения порошков. Достоинства, недостатки, виды получаемых порошков.</li> <li>5. Особенности получения механолегированных порошков. Преимущества механолегированных порошков. Атриттор.</li> <li>6. Виды мельниц для получения порошков. Принцип устройства вибрационных мельниц. Основные виды шаровых мельниц.</li> <li>7. Основные группы методов диспергирования расплавов. Основные технологические операции распыления расплавов энергоносителями. Схемы распыления металлических расплавов энергоносителями.</li> <li>8. Сущность карбонильного метода получения порошков. Операции получения карбонильных порошков.</li> <li>9. Назначение и сущность процесса формования. Основные методы</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>формования.</p> <p>10. Основные этапы уплотнения порошкового тела. Идеализированная и реальная кривые уплотнения порошкового тела.</p> <p>11. Трение при прессовании. Упругое последствие.</p> <p>12. Холодное и горячее изостатическое формование. Основные операции цикла при ХИП и ГИП. Установки, применяемые при ХИП и ГИП порошков.</p> <p>13. Шликерное литье. Свойства шликеров. Основные операции технологического цикла литья изделий в адсорбирующие и неадсорбирующие формы.</p> <p>14. Мундштучное и инжекционное формование. Способы получения изделий методом мундштучного и инжекционного формования.</p> <p>15. Метод импульсного формования порошков, сущность, преимущества. Типовые схемы взрывного формования в соответствии с расположением заряда. Факторы, определяющие качество формовок при применении методов импульсного формования.</p> <p>16. Получение порошковых изделий прокаткой порошков. Основные виды прокатки порошков. Схемы подачи порошка в валки при горизонтальной и вертикальной прокатке.</p> <p>17. Основные стадии процесса спекания. Основные движущие силы процесса спекания. Механизмы транспорта вещества при спекании порошков.</p> <p>18. Основные этапы твердофазного спекания порошкового тела. Характеристика этапов твердофазного спекания.</p> <p>19. Основные стадии уплотнения порошкового тела при спекании.</p> <p>20. Факторы спекания, влияющие на свойства получаемых изделий (температура спекания, длительности выдержки при изотермическом спекании, среда спекания). Влияние свойств порошка на спекание.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>21. Виды твердофазного спекания многокомпонентных и однокомпонентных систем.</p> <p>22. Усадка и рост при спекании. Виды брака при спекании.</p> <p>23. Методы окончательной обработки порошковых изделий.</p> <p>24. Отличительные особенности свойств порошковых изделий по сравнению с литыми. Методы определения пористости.</p> <p>25. Технологические свойства порошковых материалов. Методы определения технологических свойств порошков.</p> <p>26. Методы определения гранулометрического состава порошков.</p> <p>27. Виды дополнительной обработки порошковых изделий.</p> <p>28. Получение железного порошка восстановлением прокатной окалины.</p> <p>29. Получение порошка меди электролизом.</p> <p>30. Стандартизация в области порошковой металлургии.</p> <p>31. Укажите основные переделы и преимущества порошковой металлургии перед традиционной металлургией.</p> <p>32. Международные стандарты в области порошковой металлургии. Задачи международных стандартов серии ИСО в области порошковой металлургии.</p> <p>33. Механизм измельчения материалов в вихревых и струйных мельницах. Измельчение в вибрационных мельницах. Принцип действия центробежных и гироскопических мельниц.</p> <p>34. Основные методы получения порошков железа. Технологические свойства порошка железа, полученного различными методами.</p> <p>35. Получение порошков восстановлением химических соединений металлов из растворов солей и газообразных соединений металлов.</p> <p>36. Сущность карбонильного метода получения порошков. Операции получения карбонильных порошков.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>37. Получение порошка меди электролитическим методом. Сущность метода, технологические режимы, свойства порошка меди.</p> <p>38. Основные методы подготовки порошков перед формованием.</p> <p>39. Количественные зависимости плотности прессовки от давления прессования. Факторы, влияющие на распределение плотности по высоте прессовки.</p> <p>40. Антифрикционные материалы и изделия. Особенности технологического процесса получения. Отличительные свойства. Области применения.</p> <p>41. Фрикционные порошковые материалы и изделия. Особенности технологического процесса получения. Отличительные свойства. Области применения.</p> <p>42. Пористые порошковые материалы и изделия. Особенности технологического процесса получения. Отличительные свойства. Области применения.</p> <p>43. Конструкционные порошковые материалы и изделия. Особенности технологического процесса получения. Отличительные свойства. Области применения.</p> <p>44. Твердые сплавы. Особенности технологического процесса получения. Отличительные свойства. Области применения.</p> <p>45. Порошковые материалы и изделия с электротехническими и магнитными свойствами. Порошковые материалы и изделия с электротехническими и магнитными свойствами.</p>
ПК-2.2	Реализовывает разработанные режимы технологических процессов производства объемных наноматериалов, наноструктур и	<p style="text-align: center;"><b><i>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет реакционного спекания.</li> <li>2. Стандартизация металлических порошков.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	изделий из них	3. Выбор антифрикционного материала. 4. Выбор фрикционного материала. 5. Выбор конструкционной порошковой стали. 6. Выбор металлического порошкового фильтра. 7. Выбор твердого сплава.
ПК-2.3	Формулирует предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них в целях более эффективной реализации свойств материалов или технологических процессов их создания	<b><i>Примерный перечень заданий для подготовки к собеседованиям и устным опросам.</i></b> 1. Анализ действующих стандартов на термины и определения в области порошковой металлургии. 2. Поиск специальной научно-технической литературы, патентной информации, тематических Интернет-ресурсов, специализирующихся в области порошковой металлургии. 3. Изучение основных технологических процессов получения порошковых материалов и изделий из них. 4. Установление междисциплинарных связей, необходимых для анализа существующих видов порошковых материалов и изделий из них. 5. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора видов порошковых материалов различного функционального назначения. 6. Поиск научно-технической информации и анализ вредных и опасных факторов технологии порошковой металлургии, оказывающих влияние на окружающую среду и здоровье человека.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Критерии оценки (в соответствии с планируемыми результатами обучения):

- на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и навыки решения проблем и задач, нахождения ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и навыки решения проблем и задач, нахождения ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать навыки решения простых задач.