



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  
20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ТЕХНОЛОГИИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Металлургия черных металлов

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

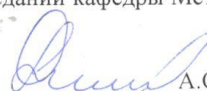
|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра             | Металлургии и химических технологий                       |
| Курс                | 3                                                         |
| Семестр             | 5                                                         |

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallurgy and chemical technologies

18.02.2020, protocol № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук

 И.В. Макарова

Рецензент:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук

 Е.Ю. Звягина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

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

Цель освоения дисциплины «Технологии порошковой металлургии»:

- 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 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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Технологии порошковой металлургии входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Введение в направление

Введение в специальность

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Учебная - ознакомительная практика

История металлургии

История техники

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

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологии порошковой металлургии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-10                           | способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке |

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать                                                                                                     | основы создания и получения новых материалов и покрытий с заданными свойствами<br>процессы производства порошковых и композиционных материалов;<br>методы и приборы для контроля свойств порошков;<br>процессы подготовки порошков;<br>процессы формования изделий из порошков;<br>процессы спекания;<br>порошковые материалы;<br>композиционные материалы; |
| Уметь                                                                                                     | решать теоретические и прикладные проблемы процессов получения и применения порошковых и композиционных материалов                                                                                                                                                                                                                                          |
| Владеть                                                                                                   | опытом в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных порошковых и композиционных материалов, в том числе наноматериалов.                                                                                                                                                                                            |
| ПК-13 готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Знать                                                                                                     | принципы основных современных экологических технологических процессов производства порошков                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Уметь                                                                                                     | выбирать рациональные способы производства и обработки порошков                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Владеть                                                                                                   | принципами разработки и применения экологически безопасных технологических процессов производства и обработки порошков                                                                                                                                                                                                                                      |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 88,15 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,15 акад. часов
- самостоятельная работа – 92,15 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - 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. Физические и физико-химические основы и технологические процессы производства порошков, спеченных материалов и изделий |         |                                              |           |             |                                 |                                                |                                                                 |                 |
| 1.1 Процессы производства. Методы и приборы для контроля свойств порошков                                                 | 5       | 2                                            | 4/2И      | 4/2И        | 6                               | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| 1.2 Процессы формования изделий из порошков                                                                               |         | 2                                            | 6/2И      | 6/2И        | 10                              | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| Итого по разделу                                                                                                          |         | 4                                            | 10/4И     | 10/4И       | 16                              |                                                |                                                                 |                 |
| 2. Композиционные и порошковые материалы                                                                                  |         |                                              |           |             |                                 |                                                |                                                                 |                 |
| 2.1 Классификация композитов                                                                                              | 5       | 1                                            | 2         | 2           | 10                              | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| 2.2 Дисперсно-упрочненные композиты                                                                                       |         | 1                                            | 2/1И      | 2           | 10                              | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| 2.3 Волокнистые композиты                                                                                                 |         | 1                                            | 2/1И      | 2           | 10                              | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| 2.4 Многослойные композиты                                                                                                |         | 1                                            | 2/1И      | 2           | 10                              | Многослойные композиты                         | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| 2.5 Порошковые материалы                                                                                                  |         | 4                                            | 8/4И      | 8/4И        | 20                              | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос                                                    | ПК-10, ПК-13    |
| Итого по разделу                                                                                                          |         | 8                                            | 16/7И     | 16/4И       | 60                              |                                                |                                                                 |                 |

|                                                                                            |   |    |        |        |       |                                                |              |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------|--------|-------|------------------------------------------------|--------------|--------------|
| 3. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий                     |   |    |        |        |       |                                                |              |              |
| 3.1 Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности | 5 | 2  | 2/1И   | 2/2И   | 5     | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| 3.2 Физико-химические основы процессов формирования покрытий                               |   | 1  | 2/1И   | 2/2И   | 2     | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| 3.3 Технология и оборудование для нанесения покрытий                                       |   | 1  | 2/1И   | 2/2И   | 5     | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| 3.4 Служебные свойства и методы контроля качества покрытий                                 |   | 1  | 2      | 2      | 4,15  | Поиск дополнительной информации по теме лекции | Устный опрос | ПК-10, ПК-13 |
| Итого по разделу                                                                           |   | 5  | 8/3И   | 8/6И   | 16,15 |                                                |              |              |
| Итого за семестр                                                                           |   | 17 | 34/14И | 34/14И | 92,15 |                                                | экзамен      |              |
| Итого по дисциплине                                                                        |   | 17 | 34/14И | 34/14И | 92,15 |                                                | экзамен      | ПК-10,ПК-13  |

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технологии порошковой металлургии» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного и интерактивного обучения.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Лекции проходят как форме информационных лекций, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда лекции проходят в виде проблемной лекции с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

На лабораторных занятиях студенты закрепляют знания, полученные на лекционных парах.

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так проблемной и интерактивной образовательных технологий.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:



- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;

- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;

- самостоятельное решение проблем обучающимися под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;

- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;

- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Технологии порошковой металлургии», относятся использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.), а также создание электронных продуктов (презентаций).

## **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. Либенсон, Г.А. Процессы порошковой металлургии : учебник / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарницкий. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Том 2 : Формование и спекание — 2002. — 320 с. — ISBN 5-87623-098-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1826>

2. Шайнович, О.И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О.И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117401>

3. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Нарва, В.К. Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них: Конструкционные материалы: Курс лекций : учебное пособие / В.К. Нарва. — Москва : МИСИС, 2010. — 124 с. — ISBN 978-5-87623-303-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2068>

2. Васильев, В.Ю. Коррозионная стойкость и защита от коррозии

металлических, по-рошковых и композиционных материалов : учебное пособие / В.Ю. Васильев, Ю.А. Пустов. — Москва : МИСИС, 2005. — 130 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1833>

**в) Методические указания:**

1. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. — Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. — 36 с.

2. 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.

**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 Office 2007 Professional            | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| FAR Manager                            | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| 7Zip                                   | 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>                                      |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</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 практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория доменного производства» оснащена лабораторным оборудованием:
  - физические модели доменных печей;
  - лабораторные установки для исследований процессов, протекающих в доменных печах: модель конусного загрузочного устройства, модель горна доменной печи
  - 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**

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для оценки использования производственных и технологических данных. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развёрнутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Технологии порошковой металлургии» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### **Перечень вопросов для подготовки для устного опроса**

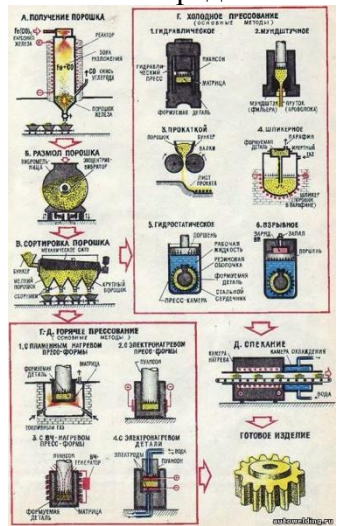
1. Теоретические и прикладные проблемы процессов формирования покрытий
2. Классификация композитов
3. Композиционные материалы
4. Порошковые материалы
5. Механические методы производства порошков, получение порошков распылением жидких металлов, сплавов и соединений.
6. Электрохимические процессы получения порошков
7. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
8. Состав, структура и основные свойства порошков
9. Процессы подготовки порошков.
10. Процессы формования изделий из порошков.
11. Уравнения прессования
12. Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах
13. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневматического прессования.
14. Спекание
15. Механические методы производства порошков, получение порошков распылением жидких металлов, сплавов и соединений.
16. Электрохимические процессы получения порошков
17. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
18. Состав, структура и основные свойства порошков
19. Процессы подготовки порошков.
20. Процессы формования изделий из порошков.
21. Уравнения прессования
22. Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах
23. Различные виды взрывного, электрогидравлического, электромагнитного и пневматического прессования.
24. Спекание  
Огнеупорные материалы.
25. Классификация композитов
26. Технологические схемы получения композитов.
27. Технологическое оборудование.
28. Механизм деформации и разрушения многослойных композитов.
29. Основные представления о процессе направленной кристаллизации.
30. Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности.
31. Физико-химические основы процессов формирования покрытий.

32. Структурные закономерности формирования покрытий.
33. Дефекты в покрытиях
34. Макродефекты
35. Технология и оборудование для нанесения покрытий.
36. Основные принципы формирования многокомпонентных, многослойных и градиентных покрытий.
37. Основные стадии процесса вакуумного напыления, принципиальные схемы устройств для вакуумного напыления, основные типы серийного оборудования.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

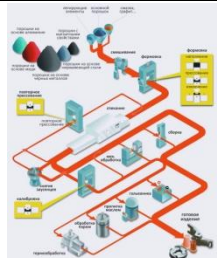
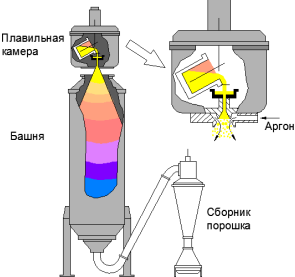
## а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции                                                                              | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-10 способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Знать                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы создания и получения новых материалов и покрытий с заданными свойствами</li> <li>– процессы производства порошковых и композиционных материалов;</li> <li>– методы и приборы для контроля свойств порошков;</li> <li>– процессы подготовки порошков;</li> <li>– процессы формования изделий из порошков;</li> <li>– спекание;</li> <li>– порошковые материалы;</li> <li>– композиционные материалы;</li> </ul> | <p>Примерные теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процессы подготовки порошков</li> <li>2. Процессы формования изделий из порошков</li> <li>3. Технология холодного прессования в закрытых пресс-формах</li> <li>4. Технологические схемы получения композитов.</li> <li>5. Технологическое оборудование.</li> <li>6. Основные представления о процессе направленной кристаллизации.</li> <li>7. Общая характеристика основных методов нанесения покрытий и модифицирования поверхности.</li> <li>8. Физико-химические основы процессов формирования покрытий.</li> </ol> |
| Уметь                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать теоретические и прикладные проблемы процессов получения и применения порошковых и композиционных материалов;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Примерные практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Представить уравнения прессования</li> <li>2. Выявить закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы</li> <li>3. Объяснить зависимость механических свойств от размера частиц и расстояния между ними</li> <li>4. Описать представленную технологию. Указать исходное сырье</li> </ol>                                                                                                                                                                                                             |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                           | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                                                                                                                                           |  <p>СНС - самораспространяющийся высокотемпературный синтез</p> <p>а) б) в) г) д) е)</p> <p>А. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова<br/>Б. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова<br/>В. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова<br/>Г. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова<br/>Д. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова<br/>Е. Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Бочкова</p> |
| Владеть                         | <p>– опытом в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных порошковых и композиционных материалов, в том числе наноматериалов.</p> | <p>Задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>1. Описать представленную технологию</p>  <p>Порошковая металлургия</p> <p>2. Описать представленную технологию</p>  <p>Технологический процесс порошковой металлургии</p> <p>А. ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКА<br/>Б. РАЗМЕР ПОРОШКА<br/>В. СОРТИРОВКА ПОРОШКА<br/>Г. Д. ПОРШНЕВЫЕ ПРЕССОВАНИЕ<br/>Д. СПЕКАНИЕ</p>                                   |

| Структурный элемент компетенции                                                                           | Планируемые результаты обучения                                                             | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                           |                                                                                             | <p>3. Описать представленную технологию</p>                                                                                                                                                                                             |
| ПК-13 готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Знать                                                                                                     | – принципы основных современных экологичных технологических процессов производства порошков | <p>Примерные теоретические вопросы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнения прессования</li> <li>2. Закономерности и кинетика спекания систем в присутствии жидкой фазы</li> <li>3. Физикохимия керметов.</li> <li>4. Зависимость механических свойств от размера частиц и расстояния между ними</li> </ol> |
| Уметь                                                                                                     | – выбирать рациональные способы производства и обработки порошков                           | <p>Примерные практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описать представленную технологию</li> </ol>                                                                                                          |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                 | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Владеть                         | <p>— принципами разработки и применения экологически безопасных технологических процессов производства и обработки порошков</p> | <p>Задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>1. Описать представленную технологию, дать оценку экологической безопасности процесса</p> <div data-bbox="1084 647 1377 924">  <p>Плавильная камера</p> <p>Башня</p> <p>Аргон</p> <p>Сборник порошка</p> </div> <div data-bbox="1084 959 1357 1118">  <p>СХЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КИСЛОСЛАВЛИЯ УГЛЕРОДА</p> <p>1 - непрерывный плавильщик<br/>2 - плавильная печь<br/>3 - печь<br/>4 - выхлопная газовая установка<br/>5 - печь</p> </div> <div data-bbox="1084 1147 1299 1307">  <p>Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС)</p> <p>Система: СВС-Система 1.0<br/>Платформа: СВС-Система 1.0<br/>Материал: СВС-Система 1.0<br/>Система: СВС-Система 1.0<br/>Платформа: СВС-Система 1.0<br/>Материал: СВС-Система 1.0<br/>Система: СВС-Система 1.0<br/>Платформа: СВС-Система 1.0<br/>Материал: СВС-Система 1.0</p> </div> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологии порошковой металлургии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме вопросам к устному опросу.

##### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.