

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Е.И. Пряхин

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности  
доцент Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
<b>Направленность (профиль):</b>	Материаловедение и технологии новых материалов
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	проф. Вологжанина С.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** «Технологические основы производства порошковых материалов» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 701 от 02 июня 2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов», направленность (профиль) «Материаловедение и технологии новых материалов».

Составитель \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Вологжанина С.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий** от «04» февраля 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н, проф. Е.И. Пряхин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- приобретение знаний в области выбора и разработки эффективных технологических процессов производства полуфабрикатов, заготовок и изделий из порошковых материалов, условий формирования структуры и обеспечения конструктивной прочности изделий из них;

- изучение особенностей классификации и маркировки порошковых материалов различного назначения, их важнейших свойств, отличительных особенностей и областей рационального применения материалов.

Основные задачи дисциплины:

- усвоение основных технологических приёмов получения и обработки существующих видов и групп металлических и неметаллических материалов;

- обоснование выбора и рационального применения материалов для изготовления конкретной детали, конструкции или изделия в зависимости от условий эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологические основы производства порошковых материалов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» направленность (профиль) «Материаловедение и технологии новых материалов» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технология материалов и покрытий» являются «Физика», «Химия», «Общее материаловедение и технологии материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Механические и физические свойства материалов», «Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей».

Дисциплина «Технология материалов и покрытий» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методология выбора материалов и технологий в машиностроении».

Особенностью дисциплины является получение навыков по рациональному выбору материала и способу его обработки для получения деталей технологического оборудования с учетом их возможностей и назначения.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технологические основы производства порошковых материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<i>Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в проектной деятельности в области материаловедения и технологии материалов</i>	<i>ПКС-1.4</i>	Владеет навыками использования технических средств для измерения и контроля основных механических и физических свойств материалов и изделий из них

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	ПКС-3.5	Пользуется методами построения математических, физических и химических моделей при решении производственных задач.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	30	30
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	34	34
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к диф.зачету	10	10
<b>Промежуточная аттестация – диф.зачет</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>Всего:</b>	
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Технологические основы производства металлических порошков и изделий из них	89	14	15	-	60
Раздел 2. Технологические основы производства композиционных материалов и изделий из них	19	3	2	-	14
<b>Всего:</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>74</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. Часах
1	Технологические основы производства металлических порошков и изделий из них	Способы получения металлических порошков. Свойства металлических порошков. Способы формования-прессования порошковых заготовок. Спекание порошковых заготовок и изделий. Свойства и области практического применения порошковых материалов и изделий из них. Закалённые из жидкого состояния (ЗЖС) ленты и порошки с аморфным, микро – или нанокристаллическим строением.	14
2	Технологические основы производства композиционных материалов и изделий из них	Общие сведения, классификация и области применения композиционных материалов и изделий из них.	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Определение гранулометрического состава, насыпной плотности и исходной пористости порошковой смеси	5
		Основные свойства металлических порошков и способы прессования порошковых заготовок	5
		Изучение теоретических и технологических основ процесса спекания порошковых заготовок	5
2	Раздел 2.	Изучение теоретических и технологических основ процесса получения композиционных заготовок	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета* является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Технологические основы производства металлических порошков и изделий из них**

1. Основные способы получения однокомпонентных порошков.
2. Технологические свойства порошков. Перечислите основные подготовительные операции порошковой технологии.
3. Твердофазные и жидкофазные методы спекания порошковых и композиционных заготовок и изделий.
4. Основные свойства и области применения наплавочных порошковых материалов.
5. Особенности техпроцессов получения пористых антифрикционных порошковых изделий и области их применения.
6. Условия получения, составы порошковых инструментальных быстрорежущих сталей.
7. Области применения, составы техпроцессов получения спечённых алюминиевых порошков.
8. Условия получения, составы аморфных порошков и лент.

#### **Раздел 2. Технологические основы производства композиционных материалов и изделий из них**

1. Особенности техпроцессов получения композиционных материалов.
2. Общие представления о композиционных материалах.
3. Эксплуатационные требования к матричным материалам.
4. Особенности строения дисперсноупрочнённых композиционных материалов.
5. Особенности строения волокнистых композиционных материалов и техпроцессов их получения.
6. Области применения, составы и особенности техпроцессов получения спечённых композиционных материалов с керамической матрицей.
7. Особенности строения и свойств волокнистых углерод-углеродных композиционных материалов и техпроцессов их получения.
8. Особенности строения и свойств композиционных материалов на полимерной основе. Техпроцессы их получения.
9. Особенности механической обработки композиционных материалов.
10. Виды разрушения композитов.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (диф. зачета)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к диф. зачету по дисциплине «Технологические основы производства порошковых материалов»:**

##### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифференцированному зачету:**

1. Дайте характеристику физико-химическим способам получения порошков.
2. Объясните суть металлотермического способа получения порошков.

3. Перечислите способы и технологические особенности получения многокомпонентных порошков.
4. Поясните сущность процесса восстановления металлов из окислов.
5. Объясните суть способа получения порошков электролизом.
6. Поясните сущность карбонил-процесса получения порошков и его возможности.
7. Перечислите физические свойства порошков. Взаимосвязь технологии получения и формы частиц порошков.
8. Из каких стадий состоит процесс формования заготовок, опишите каждую из них для варианта одностороннего прессования? То же для двустороннего.
9. Опишите процесс уплотнения порошков в прессформе. Почему ограничивают высоту прессовок?
10. Влияние внешнего и внутреннего трения при прессовании. Как уменьшить эти силы трения?
11. Дайте сравнительный анализ вариантам изостатического прессования.
12. В каких случаях необходимо применять капсулирование порошков? Какова при этом роль геттеров? Какие существуют виды геттеров?
13. Перечислите основные виды брака при прессовании и спекании порошковых изделий. Какие виды брака исправимы?
14. Какие основные процессы, происходящие при спекании порошковых заготовок и изделий?
15. Какие температурные условия требуются для спекания порошковых заготовок и изделий?
16. Какие существуют виды (варианты) спекания порошковых заготовок и изделий, какие их температурные и технологические особенности, каково влияние атмосфер и засыпок?
17. Перечислите основные условия получения пористых и беспористых порошковых заготовок и изделий.
18. Какие основные температурные условия требуются для спекания порошковых изделий из твердых сплавов. Особенности маркировки твердых сплавов?
19. Перечислите основные условия получения пористых фильтров.
20. Какие основные температурные условия требуются для спекания и области применения порошковых электротехнических материалов и изделий?
21. Какие тенденции и перспективы использования порошковых и композиционных материалов и изделий из них?
22. Перечислите особенности строения и свойств композиционных материалов на полимерной основе и техпроцессы их получения.
23. Какие особенности имеет механическая обработка композиционных материалов?
24. Назовите виды разрушения композитов.
25. Перечислите виды и способы соединений отдельных частей из композиционных материалов в конструкцию. Какова работоспособность таких конструкций?
26. Какие особенности имеет строение матричных и армирующих составляющих композиционных материалов?
27. Назовите характерные свойства матричных и армирующих составляющих композиционных материалов.
28. Какие эксплуатационные требования предъявляют к матричным материалам?
29. Назовите характерные свойства дисперсноупрочненных композиционных материалов.
30. Какие особенности строения у волокнистых композиционных материалов и какие существуют техпроцессы их получения?
31. Назовите свойства волокнистых композиционных материалов.
32. Приведите примеры техпроцессов волокнистых композиционных материалов
33. Какие области применения, составы и особенности техпроцессов получения спечённых композиционных материалов с керамической матрицей?

34. Какие особенности строения и свойств волокнистых углерод-углеродных композиционных материалов и процессов их получения?
35. Назовите области применения композиционных материалов.
36. Назовите особенности строения дисперсноупрочненных композиционных материалов.

### 6.2.2 Примерные тестовые задания к диф. зачету

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Порошок - это совокупность мелких тел с размером:	1.0,001-1000 мкм 2.менее 0,001мкм 3.более 1000 мкм 4.вся эта совокупность
2.	Какой размер имеют гранулы?	1.0,001 мкм 2.менее 0,001 мкм 3.1000мкм 4.более 1000 мкм
3.	Какие существуют методы получения порошков?	1. химический 2. электролитический 3. механический размол 4. все перечисленные методы
4.	Путем распыления жидкого металла получают:	1. пудру 2. мелкие порошки 3. крупные порошки 4. гранулы
5.	Пирофорность и токсичность относят к:	1.физическим свойствам порошков 2.химическим свойствам порошков 3.механическим свойствам порошков 4.физико-химическим свойствам
6.	Пирофорность – это способность порошков при длительном лежании...	1.возгораться самопроизвольно 2.ухудшать свои свойства 3.изменять свою структуру 4.изменять свой цвет
7.	Гранулометрический состав порошковой смеси - это	1.размеры порошков в смеси. 2.процентное содержание разных размеров порошков в смеси 3.разновидности порошков в смеси 4.общее содержание порошка
8.	Насыпная плотность – это:	1.общее количество порошка 2.общая плотность порошковой смеси 3.удельная плотность порошковой смеси 4.масса единицы объема свободно насыпанного порошка
9.	Какая из перечисленных структур обеспечивает высокие механические свойства в металлах?	1.макроструктура 2.микроструктура 3.наноструктура 4.субструктура
10.	Способы формирования наноструктуры в металлах:	1.ультравысокая деформация металлов 2.сверхбыстрая закалка 3.высокий отпуск



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4.обработка холодом
11.	Порошковая металлургия-это:	1.производство металлических порошков 2.изготовление деталей из металлических порошков 3.обработка металлических порошков 4.классификация порошков
12.	Допустимая величина пористости в изделиях из металлических порошков:	1. 18% 2. 10% 3. 2-3% 4. 0%
13.	Что из перечисленного не относится к технологическим свойствам порошков?	1.насыпная плотность порошка 2.относительная плотность порошка 3.текучесть порошка 4.удельная поверхность частиц порошка
14.	Способность порошка под давлением сжимающих усилий образовывать заготовку формы и размеров – это...?	1.плотность 2.уплотняемость 3.сжимаемость 4.текучесть
15.	В маркировке порошков по ГОСТ-9721-79 цифрой обозначается...	1.процентное содержание углерода 2. процентное содержание железа 3.группа химического состава 4. номер сплава
16.	Для чего может быть использована порошковая конструкционная сталь?	1. для валов 2. для малонагруженных изделий 3. для нагруженных изделий 4. для изделий сложной формы
17.	Какие бывают смазки, вводящиеся в состав порошковой шихты?	1 инертные 2.бескислородные 3.активные 4.1 и 3
18.	Какие смазки оказывают дополнительное влияние на деформационную прочность частиц порошка?	1 инертные 2.бескислородные 3.активные 4.1 и 3
19.	Что не является добавкой, облегчающей скольжение и склеивание частиц порошка?	1.камфара 2.парафин 3.олеин 4.каучук
20.	Какова остаточная пористость прессованных заготовок, полученных холодным изостатическим прессованием?	1.2% 2.10-30% 3.3-5% 4.44%

## Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Способ нанесения порошковых смесей на поверхность деталей без нагрева	1. холодное напыление. 2. высокоскоростное напыление.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	называется...	3. изотермическое напыление. 4. антитермическое напыление.
2.	Влажность пресс-порошка составляет:	1. 14-25%. 2. 4-8%. 3. 29-33%. 4. 15-20%.
3.	Шликер – это:	1. сухая смесь компонентов. 2. глиняная масса, затворенная водой. 3. пресс-порошок. 4. пластичная масса.
4.	Каков коэффициент использования материала при применении технологий порошковой металлургии?	1. 50-60% 2. 96-98 % 3. 70-80% 4. 10-15%
5.	Совокупность находящихся в соприкосновении индивидуальных твердых тел размеров от 0,001 до 1000 мкм <sup>2</sup> – это...	1. гранула 2. пудра 3. порошок 4. кластер
6.	Какой формы частиц порошков не существует?	1. лепестковая 2. губчатая 3. дендритная 4. звездчатая
7.	Что из перечисленного не является основным сырьем в порошковой металлургии?	1. порошки чистых металлов 2. порошки сплавов 3. порошки неметаллических элементов 4. нанокластеры
8.	Не является методом получения порошков:	1. химический метод 2. электролитический метод 3. метод Странски 4. метод распыления сплавов в жидком состоянии
9.	К химическим методам получения порошков относят:	1. карбонильный метод 2. распыление ультразвуком жидкой струи 3. естественная грануляция 4. центробежное распыление
10.	К механическим методам не относится:	1. распыление ультразвуком жидкой струи 2. диспергирование ультразвуком жидкой струи 3. электролитический метод 4. центробежное распыление
11.	Каким методом получают порошки губчатой формы и размером 40-750 мкм?	1. механическим методом 2. методом восстановления из окислов 3. электролитическим методом 4. карбонильным методом
12.	При каком методе получения порошков на первом этапе исходный продукт обрабатывают газом СО?	1. механический метод 2. метод восстановления из окислов 3. электролитический метод 4. карбонильный метод

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Каким методом получают порошки чистых металлов строго сферической формы?	1. механическим методом 2. методом восстановления из окислов 3. электролитическим методом 4. карбонильным методом
14.	Какой метод получения порошков осуществляется осаждением на катоде ионов Me из водных растворов солей?	1. физический метод 2. электролитический метод 3. метод Странски 4. метод распыления сплавов в жидком состоянии
15.	Недостатком электролитического метода является...	1. низкая производительность 2. получение порошков каплеобразной формы 3. использование тока 4. использование термического разложения
16.	Каким методом получают порошки чистых металлов дендритной формы?	1. механическим методом 2. методом восстановления из окислов 3. электролитическим методом 4. карбонильным методом
17.	Каким процессом не осуществляют механическое измельчение металлов в твердом состоянии?	1. резанием 2. трением 3. дроблением 4. размолотом
18.	Порошки какой формы получают в шаровых мельницах?	1. лепестковой 2. осколочной 3. дендритной 4. звездчатой
19.	Какой метод позволяет получать тонкие пленки покрытий на любых нагретых поверхностях?	1. механический метод 2. метод восстановления из окислов 3. электролитический метод 4. карбонильный метод
20.	Какой процесс позволяет получать частицы каплеобразной формы размером 500-1000 мкм?	1. естественная грануляция 2. центробежное распыление 3. электролитический метод 4. карбонильный метод

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Что является общим недостатком всех способов измельчения в твердом состоянии?	1. загрязнение порошка мелкими остатками мелющих тех 2. получение порошков каплеобразной формы 3. использование сложного оборудования 4. использование термического разложения
2.	Какой размер частиц получают при шаровом размолотом?	1. 40-300 мкм 2. 50-200 мкм 3. до 60 мкм

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. 5 мкм
3.	Какой размер частиц получают при вихревом размоле?	1. 40-300 мкм 2. 50-200 мкм 3. до 60 мкм 4. 5 мкм
4.	Какой размер частиц получают при размоле с использованием вибромельниц?	1. 40-300 мкм 2. 50-200 мкм 3. до 60 мкм 4. 5 мкм
5.	Какого типа мельниц для измельчения порошков не существует?	1. шаровых 2. вихревых 3. конусо-инерционных 4. конусо-вибрационных
6.	Что используется для разбивания тонкой струи жидкого металла в методе распыления?	1. поток воздуха 2. поток электролита 3. мельница 4. дробилка
7.	В какой среде происходит распыление расплавленного металла в методе центробежного распыления?	1. в щелочной среде 2. в кислотной среде 3. в вакууме 4. в электролите
8.	В каком методе используется распыление струи жидкого металла между вращающимися навстречу друг другу зубцами валков?	1. естественная грануляция 2. ударно-центробежное распыление 3. электролитический метод 4. карбонильный метод
9.	Как называется разбрызгивание частиц каплеобразной формы при коротком замыкании тока через струю жидкого металла?	1. электрическое разбрызгивание 2. физическое разбрызгивание 3. электроимпульсное разбрызгивание 4. катодное разбрызгивание
10.	Какие процессы характеризуются высокой производительностью и появлением на поверхности частиц пленки окислов?	1. процессы распыления 2. процессы размола 3. процессы разложения 4. процессы растирания
11.	Не является способом получения многокомпонентных порошков сплавов:	1. метод совместного осаждения при электролизе 2. метод совместного осаждения при разложении легколетучих карбониллов 3. метод межкристаллической коррозии 4. метод фреттинг-коррозии
12.	Какой метод применяется в основном для получения многокомпонентных порошков нержавеющей сталей?	1. метод совместного осаждения при электролизе 2. метод совместного осаждения при разложении легколетучих карбониллов 3. метод межкристаллической коррозии 4. метод фреттинг-коррозии
13.	Являются критерием для выбора оптимального метода получения порошков:	1. возможность получения порошка необходимого качества по химическому составу 2. экономическая целесообразность применения метода

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. стоимость порошка 4. все вышеперечисленные
14.	При удалении каких окислов в процессе восстановления улучшается спекаемость порошков?	1. легковосстановимых 2. трудновосстановимых 3. окислов хрома 4. окислов титана
15.	Что относится к химическим свойствам порошков?	1. пирофорность 2. токсичность 3. наводороживание 4. 1 и 2
16.	Как называются вещества, изолирующие порошок от реагирующего с ним газа?	1. ингибиторы 2. катализаторы 3. флегматизаторы 4. сангивинизаторы
17.	Как называются вещества, подавляющие химическую реакцию горения порошка?	1. ингибиторы 2. катализаторы 3. флегматизаторы 4. сангивинизаторы
18.	В какой среде производят брикетирование с целью закрытия устьев пор порошка?	1. в щелочной среде 2. в среде инертного газа водорода 3. в вакууме 4. в среде инертного газа аргона
19.	Для каких порошков характерна токсичность?	1. для мелких порошков 2. для крупных порошков 3. для порошков чистых металлов 4. для порошков неметаллов
20.	Сколько существует категорий зернистости порошка?	1. 5 2. 3 3. 10 4. 7

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (диф.зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на во-	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существен-

<b>Оценка</b>			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий и лабораторных работ
	вопрос	прос.	ных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

***Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:***

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630>.

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303>.

2. Носов, В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия : учебное пособие / В. В. Носов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1496-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168573>.

#### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Звягин В. Б. Технологии материалов и покрытий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Б. Звягин, А.В. Сивенков. - СПб.: Горн. ун-т, 2013.- 71с. - [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D044050<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D044050<.>)

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
10. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
14. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

52 посадочных места

Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий**

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

52 посадочных места

Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных работ**

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

Специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного и практического типа оснащена следующим оборудованием:

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий обеспечена следующими лицензионными программами:

Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники"

Microsoft Office 2007 Professional Plus

Microsoft Open License 46431107



от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5

Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk  
product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17),

7-zip (свободно распространяемое ПО),

Foxit Reader (свободно распространяемое ПО),

Foxit Reader (свободно распространяемое ПО),

SeaMonkey (свободно распространяемое ПО),

Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).