

**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**

### ***СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ И СПОСОБЫ ИХ НАНЕСЕНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	<i>магистратура</i>
<b>Направление подготовки:</b>	<i>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i>
<b>Направленность (профиль):</b>	<i>Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий</i>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<i>Магистр</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Составители:</b>	<i>Доцент Сивенков А.В.</i>

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Специальные покрытия и способы их нанесения»** разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 «**Материаловедение и технологии материалов**», утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24.04.2018;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**» направленность (профиль) «Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий».

Составитель

\_\_\_\_\_

к.т.н. А.В. Сивенков

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 15.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

профессор, д.т.н. Е.И. Пряхин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – дать будущим магистрам по материаловедению и технологии материалов современные знания о специальных покрытиях и способах их нанесения, необходимые для решения материаловедческих и металлургических задач, совершенствования и создания новых конструкционных (в том числе нано-) материалов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение способов нанесения наноструктурированных специальных пленок и покрытий;
- изучение строения и свойства наноструктурных покрытий, применяемых в машиностроении;
- рассмотрение особенностей высокопрочных, износостойких и антифрикционных покрытий; теплозащитных, жаростойких и коррозионностойких покрытий; покрытий с высокой электропроводностью.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Специальные покрытия и способы их нанесения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» (дисциплины «по выбору») по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Специальные покрытия и способы их нанесения» являются «Физико-механические свойства наноструктурированных материалов и покрытий»; «Материаловедение и технология современных и перспективных материалов».

Дисциплина «Специальные покрытия и способы их нанесения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы порошковой металлургии / Основы технологии сыпучих материалов», а также для прохождения практик: «Производственная практика - технологическая (проектно-технологическая) практика - Производственная практика, часть 1», «Производственная практика - преддипломная практика - Преддипломная практика».

Особенностью дисциплины является получение знаний о специальных покрытиях и способах их нанесения для решения материаловедческих и металлургических задач.

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

Процесс изучения дисциплины «Специальные покрытия и способы их нанесения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.	ПКР-1	ПКР-1.2. Уметь адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики, включая оформление технической документации.
Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них; формулировать рекомендации по повышению	ПКР-4	ПКР-4.1. Знать основные технологии производства, обработки материалов и изделий из них, методы анализа и контроля качества продукции.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
конкурентоспособности выпускаемой продукции.		ПКР-4.2. Уметь выполнять расчеты технологических параметров оборудования, анализировать и контролировать качество продукции.
		ПКР-4.3. Владеть навыками разработки рекомендаций по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции на основе энерго- и ресурсосбережений.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость дисциплины «Специальные покрытия и способы их нанесения» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>45</b>	<b>45</b>
Лекции (Л)	15	15
Практические занятия (ПЗ)	30	30
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>63</b>	<b>63</b>
Подготовка к практическим занятиям	30	30
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка дифф. зачету	33	33
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>3</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 «Специальные покрытия»	32	4	8	-	20
Раздел 2 «Получение покрытий осаждением из паровой фазы»	22	4	4	-	14

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 3 «Способы нанесения покрытий»	54	7	18	-	29
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>63</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Специальные покрытия	Металлические покрытия. Керамические покрытия. Композиционные покрытия. Аморфные покрытия. Физические, механические, химические свойства. Аттестация, восстановление и назначение покрытий. Перспективы технологии покрытий.	4
2.	Получение покрытий осаждением из паровой фазы	Физическое осаждение из паровой фазы. Процесс испарения, распыления. Ионное осаждение и ионная имплантация. Химическое осаждение из паровой фазы. Общая характеристика процесса. Аппаратура. Схемы реакторов CVD (chemical vapor deposition). Продукты технологии CVD. Плазма в технологии CVD. Лазеры в технологии CVD.	4
3.	Способы нанесения покрытий	Диффузионное насыщение. Шликерный метод. Золь-гель технология. Горячее окунание. Электрохимический и химический методы. Лазерная технология. Быстрое закаливание. Напыление покрытий. Плазменное напыление. Другие методы термического напыления. Наплавка. Плакирование. Диффузионная сварка.	7
<b>Итого:</b>			<b>15</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Высокотемпературные покрытия	8
2.	Раздел 2.	Получение покрытий методом CVD	4
3.	Раздел 3.	Покрытия, нанесенные из легкоплавких расплавов	18
<b>Итого:</b>			<b>30</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовая работа (проект)

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 дифф. 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 текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Специальные покрытия

1. Металлические покрытия: диффузионные, внешние, на керамических материалах.
2. Керамические покрытия: стойкие к окислению, твердые внешние, трущиеся уплотнения, теплозащитные, эрозионно-стойкие, диффузионные барьерные.
3. Композиционные покрытия: керметы, карбид тантала.
4. Аморфные покрытия: силицидные, алюминидные, платинидные.
5. Теплопроводность, теплозащитные покрытия.
6. Твердость как показатель сопротивления износу и эрозии.
7. Влияние окружающей среды на деградацию системы покрытие-подложка.
8. Окисление и высокотемпературная коррозия.
9. Деградация покрытий (алюминиевых, силицидных,  $MCrAl$ ).
10. Усовершенствование покрытий и растущие требования к ним.

#### Раздел 2. Получение покрытий осаждением из паровой фазы

1. Оборудование, используемое в процессе физического осаждения из паровой фазы.
2. Методы испарения: прямое, активированное, реакционное.
3. Методы распыления: планарное диодное, магнетронное, высокочастотное, ионным пучком.
4. Процесс PVD (physical vapor deposition), протекающий с образованием плазмы.
5. Оптимизация технологии CVD.
6. Метод CVD, активируемый плазмой.
7. Лазерная техника в методе CVD.
8. Продукты технологии CVD.

#### Раздел 3. Способы нанесения покрытий

1. Диффузионное насыщение: технология насыщения из засыпок, вакуумное осаждение, метод реакционного спекания.
2. Золь-гель технология: этапы процесса, приготовление коллоидных суспензий.
3. Электрохимический и химический методы: электроосаждение из водных растворов, химическое осаждение, электроосаждение из солевых расплавов.
4. Лазерная технология и применение данной технологии совместно с другими методами.
5. Напыление покрытий: плазменное напыление, термическое напыление.
6. Плакирование: прокатка и экструзия, плакирование взрывом, ударное электромагнитное плакирование. диффузионная сварка, горячее изостатическое прессование.

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

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):**

1. Как повышение температуры подложки влияет на диффузионные процессы?
2. Назовите четыре параметра, которые характеризуют процесс лазерной обработки поверхности.
3. Из чего состоит типичная простая смесь для засыпки в технологии диффузионного насыщения?
4. Назовите три стадии взаимодействия подложки с засыпкой в технологии диффузионного насыщения.
5. Какие покрытия традиционно наносят на черные металлы методом горячего окунаения?
6. Какой метод нанесения является наиболее экономичным для производства высокотемпературных керамических покрытий?
7. Назовите два способа приготовления золя.
8. От коррозии в какой атмосфере алюминиевые покрытия защищают сталь?
9. Каковы области применения керамических покрытий?
10. Опишите процесс подготовки поверхности стали перед нанесением покрытия.
11. Какое покрытие является лучшей алюминидной системой для газовых турбин?
12. Что представляют собой композиционные покрытия? Что такое кермет?
13. Какими характерными свойствами обладают аморфные покрытия?
14. Какие преимущества имеет процесс CVD перед другими методами нанесения покрытий?
15. Перечислите области применения процесса CVD, активируемого или усиливаемого лазерным излучением.
16. Каков главный недостаток электролитических покрытий?
17. По каким параметрам производят выбор сплава для поверхностной наплавки?
18. На какие три группы делятся методы плакирования по скорости образования связи между покрытием и подложкой?
19. Каковы особенности методов прокатки и экструзии?
20. Назовите причины полного или частичного отслаивания поверхностного слоя от поверхности, на которую он был нанесен.
21. Какие металлы имеют хорошее сцепление со стеклом и керамикой?
22. Какие покрытия можно использовать для защиты углерод-углеродного композита при температурах около 1800°C?
23. Приведите механизмы улучшения износостойкости и повышения прочности металлических материалов в результате ионной имплантации.
24. Назовите наиболее распространенный способ создания износостойкого электролитического покрытия. Какова толщина осаждаемой пленки?
25. Опишите процесс типичной карбидизации.
26. Какова типичная морфология коррозионных продуктов, образующихся на силицированном суперсплаве?

27. Из-за каких факторов начинается разрушение теплозащитных барьерных покрытий?
28. Перечислите новые методы для исследования адгезии, твердости и стойкости к износу пленок, полученных методом PVD.
29. Назовите методы неразрушающего контроля качества покрытий.
30. Какой вид спектроскопии высокой чувствительности широко применяется для анализа поверхности?
31. Приведите области применения высокотемпературных покрытий.
32. Какой металл используется для плазменного напыления на внутреннюю поверхность прямых труб для повышения сопротивления науглероживанию?
33. Что такое «припудривание металла»?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	В результате азотирования коррозионная стойкость стали:	1. уменьшается. 2. остаётся прежней. 3. увеличивается. 4. изменяется неопределённо.
2.	В материаловедении нанесённый на объект относительно тонкий поверхностный слой из другого материала называется:	1. покрытие. 2. напыление. 3. пропитка. 4. насыщение.
3.	Цементация стали заключается в:	1. насыщении поверхностного слоя деталей углеродом. 2. покрытии деталей слоем цемента. 3. насыщении поверхностного слоя деталей кремнием. 4. насыщении поверхностного слоя деталей бором.
4.	В результате азотирования износостойкость стали:	1. увеличивается. 2. остаётся прежней. 3. уменьшается. 4. изменяется неопределённо.
5.	Метод модификации свойств поверхности изделия путем нанесения на его поверхность слоя металла называется ...	1. напыление. 2. металлизация. 3. пропитка. 4. насыщение.
6.	Металлизации подвергаются:	1. любые поверхности. 2. только металлические. 3. только неметаллические. 4. только шероховатые.
7.	Для наращивания металла изношенной поверхности стальных и чугунных деталей при восстановлении их размеров наиболее широкое применение получило:	1. цементация. 2. алитирование. 3. железнение. 4. силицирование.
8.	Поверхностное насыщение стали алюминием, хромом, цинком, кремнием и другими элементами происходит за счет:	1. диффузионного насыщения. 2. гальванического насыщения. 3. вакуумного насыщения. 4. наплавки.
9.	Технологический процесс нанесения слоя	1. диффузионным насыщением.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	расплавленного металла на оплавленную поверхность детали или изделия называется:	2. наплавкой. 3. ингибирование. 4. алитирование.
10.	Покрытие поверхности стальных деталей алюминием – это:	1. цианирование. 2. азотирование. 3. алитирование. 4. силицирование.
11.	Для защиты поверхности стальных деталей от окисления при высоких температурах (700-900 °С и выше) и сопротивления атмосферной коррозии применяют:	1. цианирование. 2. азотирование. 3. силицирование. 4. алитирование.
12.	Для повышения твёрдости (до HV = 1400), теплостойкости и износостойкости (особенно абразивной) поверхности изделий из стали и некоторых других металлов...	1. насыщают бором. 2. отбеливают. 3. азотируют. 4. хромируют.
13.	Образование структуры белого чугуна на поверхности отливки из серого чугуна, соприкасающейся со стенкой формы называется:	1. карбюризация. 2. наплавка. 3. отбел. 4. науглероживание.
14.	Насыщение поверхности металлом происходит за счет:	1. наплавки. 2. ингибирования. 3. алитирования. 4. диффузии.
15.	Наиболее часто азотированию подвергают:	1. стали обыкновенного качества. 2. легированные стали. 3. чугуны. 4. алюминиевые сплавы.
16.	Твердость покрытия можно измерить методом:	1. Роквелла. 2. Виккерса. 3. Бринелля. 4. Супер-Роквелла.
17.	По виду технологического процесса не бывает способа нанесения покрытий:	1. гальванического. 2. вакуумного. 3. наплавкой. 4. эмульсионного.
18.	Осаждение металлического слоя под воздействием электрического тока из электролита на любую электропроводящую поверхность – это:	1. алитирование. 2. гальваника. 3. плакирование. 4. дисперсное напыление.
19.	Какой из компонентов входит в состав ванны при химическом никелировании?	1. сернокислый никель. 2. хлористый натрий. 3. борная кислота. 4. все перечисленное.
20.	Для придания красно-коричневого цвета латуни применяется...	1. уксусная кислота. 2. борная кислота. 3. водный раствор хлористого цинка и медного купороса.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. водный раствор серной кислоты.

**Вариант 2**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Молочные покрытия при хромировании получают при температуре электролита:	1. более 100 °С. 2. 55-80 °С. 3. менее 35 °С. 4. 35-55 °С.
2.	Температура электролита при химическом никелировании составляет:	1. 18-25 °С. 2. 50 °С. 3. 85-95 °С. 4. 100 °С.
3.	Для придания черного или серого цвета меди применяется:	1. хлористое олово. 2. уксусная кислота. 3. водный раствор серной кислоты. 4. водный раствор борной кислоты.
4.	Какого вида оксидирования не существует?	1. Термического. 2. Плазменного. 3. Электрохимического. 4. Газового.
5.	К защитно-декоративным покрытиям металлов относится:	1. золочение. 2. серебрение. 3. чернение. 4. все перечисленное.
6.	Способ нанесения покрытий с использованием в качестве транспортного средства расплава легкоплавких металлов называется ...	1. химико-термическим насыщением поверхности. 2. жидкометаллическим поверхностным легированием. 3. диффузионным поверхностным насыщением. 4. жидкостным нанесением покрытий.
7.	Способ нанесения порошковых смесей на поверхность деталей без нагрева называется...	1. холодное напыление. 2. высокоскоростное напыление. 3. изотермическое напыление. 4. антитермическое напыление.
8.	При йонно-плазменном напылении образуется покрытия состава:	1. карбонитрид титана. 2. нитрид алюминия. 3. карбид титана. 4. нитрид титана.
9.	По виду технологического процесса не бывает способа нанесения покрытий:	1. гальванического. 2. вакуумного. 3. наплавкой. 4. эмульсионного.
10.	Оксидирование – это ...	1. метод обработки для получения пленок оксидов на поверхности металлических изделий. 2. нанесение аморфного покрытия путем совместного нагрева защищаемого металла

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		и стекла до температуры его размягчения и адгезии. 3. химическая защита, состоящая в нанесении малорастворимых фосфатов железа, марганца или цинка на поверхность черных и цветных металлов. 4. самопроизвольное разрушение металлов и сплавов вследствие их взаимодействия с окружающей средой
11.	Фосфатирование – это ...	1. химическая защита, состоящая в нанесении малорастворимых фосфатов железа, марганца или цинка на поверхность черных и цветных металлов. 2. нанесение аморфного покрытия путем совместного нагрева защищаемого металла и стекла до температуры его размягчения и адгезии. 3. метод электрохимической обработки для получения оксидных пленок на поверхности металлических изделий. 4. самопроизвольное разрушение металлов и сплавов вследствие их взаимодействия с окружающей средой
12.	Алитирование – это ...	1. способ нанесения защитного покрытия на основе алюминия. 2. способ нанесения стекломалевого защитного покрытия. 3. способ нанесения защитного покрытия на основе кремния. 4. самопроизвольное разрушение металлов и сплавов вследствие их взаимодействия с окружающей средой
13.	Способ вакуумного напыления относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
14.	Способ электродугового напыления относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
15.	Способ плазменного напыления относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
16.	Способ детанационного напыления относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
17.	Газопламенная технология напыления	1. химико-термическому.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	покрытий относится к ... методу получения покрытий.	2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
18.	Ионно-плазменная технология напыления покрытий относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
19.	Способ механического лакирования относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
20.	Способ лакирования взрывом относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Диффузионный способ из расплавов солей относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
2.	Гальванический способ из водных растворов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
3.	Способ электронатирием из водных растворов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
4.	Способ из газовой фазы в тлеющем разряде относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
5.	Способ электроискровой из газовой фазы относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
6.	Способ восстановления из растворов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. химическому.
7.	Способ контактного обмена из растворов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. химическому.
8.	Способ пиролитическим разложением из газовой фазы относится к ... методу	1. химико-термическому. 2. электрохимическому.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	получения покрытий.	3. химическому. 4. термическому.
9.	Способ из твердой фазы порошковых смесей относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
10.	Способ из твердой фазы предварительно нанесенных слоев относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
11.	Способ из жидкой фазы расплавов солей относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
12.	Способ из жидкой фазы расплавов чистых металлов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
13.	Способ из жидкой фазы легкоплавких расплавов относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
14.	Контактный способ из газовой фазы относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
15.	Неконтактный способ из газовой фазы относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
16.	Недостатком химико-термического метода получения металлических покрытий является...	1. длительный высокий нагрев. 2. невысокая прочность сцепления. 3. наводораживание. 4. пористость.
17.	Недостатком термомеханического метода получения металлических покрытий является ...	1. длительный нагрев. 2. невысокая прочность сцепления, пористость. 3. наводораживание. 4. ограничения по составу покрытий.
18.	Недостатком электрохимического метода получения металлических покрытий является ....	1. длительный нагрев. 2. высокие температуры нагрева. 3. наводораживание. 4. пористость.
19.	Недостатком химического метода получения металлических покрытий является ...	1. длительный нагрев. 2. высокие температуры нагрева 3. наводораживание. 4. ограничения по составу покрытий.
20.	Достоинством химико-термического метода получения металлических	1. высокая прочность сцепления. 2. длительный нагрев.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	покрытий является ...	3. малые потери материала покрытия. 4. высокие температуры нагрева.

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно) Не зачтено	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) зачтено	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) зачтено	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) зачтено
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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 вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных 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
Не владеет навыками, большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Посредственно владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Хорошо владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Отлично владеет навыками, 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:

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492077>

2. Крупин, Ю.А. Материаловедение спецсплавов. Коррозионностойкие материалы. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Крупин, В.Б. Филиппова. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2008. — 152 с. <https://e.lanbook.com/book/1839>

3. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415572>

4. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: Учебное пособие / М.Г. Киселев и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 389 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441209>

5. Пряхин Е. И., Вологжанина С.А., Петкова А.П., Ганзуленко О.Ю. Наноматериалы и нанотехнологии. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Казакевич, А.В. Защитные покрытия на металлопродукции. Металлические покрытия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Казакевич, Ю.Я. Андреев, А.Ф. Ковалев. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2007. — 109 с.

<https://e.lanbook.com/book/1835>

2. Кузнецов, Г.Д. Ионно-плазменная обработка металлов. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Д. Кузнецов, А.Р. Кушхов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2008. — 180 с.

<https://e.lanbook.com/book/1840>

3. Коррозия и защита материалов: Учебное пособие / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

4. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин [Электронный ресурс]: учебник / И.М. Жарский [и др.]. – Минск : Выш. шк., 2010. – 336 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506971>

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирайнен ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2004. - 640 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=34%2E4%2F%D0%A1%20601%2D743473<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E4%2F%D0%A1%20601%2D743473<.>)

2. Шпак, И. Е. Химическая металлизация [Электронный ресурс] : учеб. пособие по курсу общей химии / И. Е. Шпак, Т. Н. Чеголя. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 1993. - 71 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=24%2E1%D1%8F73%2F%D0%A883%2D009998<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=24%2E1%D1%8F73%2F%D0%A883%2D009998<.>)

### 7.2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

4. Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

5. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированная аудитория 5412, используемая при проведении занятий лекционного типа и практических занятий, оснащена комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы, рассчитана на 6 посадочных мест.

Мебель:

комплект (жалюзи верт. беж, карниз) 280×224 см, шкаф-гардероб, стол аудиторный для студентов – 3 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 2 шт., стул ИЗО - 2 шт., кресло компьютерное 7873 A2S – 4 шт.

Оборудование:

верстак для лазерной установки – 1 шт., комплекс лазерный Speedy-100R C 25 – 1 шт., комплекс лазерный МиниМаркер 2-A4 – 1 шт., комплекс лазерный МиниМаркер 2-M20 – 1 шт., система ручной лазерной маркировки МиниМаркер 2 P20 – 1 шт., анализатор АГПМ-6 – 1 шт., термоскоп - 100 – НГ – 1 шт., ножницы рычажные – 1 шт., станок сверлильный – 1 шт.

Компьютерная техника:

ПЭВМ RAMEC, ПЭВМ Кей P911, ПЭВМ HP 6200 Pro тип 3, монитор ЖК Samsung 24.В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов.

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

Аудитория 7215, рассчитана на 13 посадочных мест.

Мебель:

стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт.

Компьютерная техника:

АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

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

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)

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

Аудитория 5412, 7215

1. Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

2. Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года))

3. Trotec JobControl 10.1.0.1. «S1-2R79» с возможностью доступа к сети «Интернет»

4. Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года), ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года), ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года), договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012

Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года))

5. Microsoft Office 2010 Standard (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года))

6. Kaspersky antivirus 6.0.4.142