

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**НАНОСТРУКТУРНЫЕ СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
АЛМАЗОПОДОБНЫЕ ПЛЕНКИ**

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

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» 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.

Сивенков А.В.

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 «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» дать будущим магистрам по материаловедению и технологии материалов современные знания о структуре и свойствах наноструктурных сверхтвердых материалов, необходимые для решения материаловедческих задач, совершенствования и создания новых конструкционных (в том числе нано-) материалов.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о кристаллографическом описании поверхности;
- изучение методов исследования химического состава и структуры поверхности материалов;
- знакомство с атомной структурой поверхности и научными представлениями о физических явлениях, связанных с поверхностью;
- изучение взаимосвязи структуры и свойств поверхности со свойствами составляющих ее атомов;
- формирование знаний о природе явлений, происходящих при образовании тонких плёнок и других наноразмерных твёрдотельных образований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» 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 «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» являются «Физико-механические свойства наноструктурированных материалов и покрытий»; «Материаловедение и технология современных и перспективных материалов».

Дисциплина «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» 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 структуре и свойствах наноструктурных сверхтвердых материалов, необходимые для решения материаловедческих задач при разработке технологий получения инновационных материалов.

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

Процесс изучения дисциплины «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» 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	ПКР-1	ПКР-1.2. Уметь адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики, включая

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
производства и разрабатывать специальные методики.		оформление технической документации.
Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них; формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции.	ПКР-4	ПКР-4.1. Знать основные технологии производства, обработки материалов и изделий из них, методы анализа и контроля качества 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 «Наноструктурные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	45	45
Лекции (Л)	15	15
Практические занятия (ПЗ)	30	30
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	63	63
Подготовка к практическим занятиям	30	30
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка дифф. зачету	33	33
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

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 «Введение»	16	2	4	-	10
Раздел 2 «Методы анализа поверхности»	14	2	2	-	10
Раздел 3 «Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами. Структурные дефекты поверхности»	16	2	4	-	10
Раздел 4 «Элементарные процессы на поверхности»	16	2	4	-	10
Раздел 5 «Рост тонких пленок на поверхности»	21	3	8	-	10
Раздел 6 «Атомные манипуляции на поверхности и формирование наноструктур»	25	4	8	-	13
Итого:	108	15	30	-	63

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение	Значение исследований поверхности. Методы получения чистой поверхности. Термодинамика поверхности. Двумерная кристаллическая решетка, двумерные решетки Браве. Индексы Миллера плоскостей и направлений. Матричная запись и запись Вуда для поверхностных структур. Двумерная обратная решетка. Двумерные зоны Бриллюэна.	2
2.	Методы анализа поверхности	Дифракционные методы: дифракция электронов; рентгеновская дифракция под скользящими углами; фотоэлектронная дифракция; электронная оже-дифракция. Спектроскопические методы: электронная оже-спектроскопия; фотоэлектронная спектроскопия; вторичная ионная масс-спектроскопия. Микроскопические методы: полевая эмиссионная и ионная микроскопия; просвечивающая и отражательная электронная микроскопия; сканирующая электронная и туннельная микроскопия; атомно-силовая микроскопия.	2
3.	Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами.	Релаксация и реконструкция. Релаксированные и реконструированные поверхности металлов, графита, элементарных и сложных полупроводников.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	Структурные дефекты поверхности	Поверхностные фазы в субмонослойных системах адсорбат/подложка. Состав поверхностных фаз. Поверхности металлов и полупроводников с адсорбатами. Точечные дефекты (адатомы, вакансии, дефекты замещения). Дислокации, доменные границы, ступени, фасетирование. Критерий устойчивости поверхности. Морфология поверхности.	
4.	Элементарные процессы на поверхности	Адсорбция и десорбция атомов на поверхности. Кинетика адсорбции. Полимолекулярная адсорбция. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции. Особенности химической связи на поверхности. Взаимодействие адатомов. Структура адсорбированных слоев. Изменение работы выхода при адсорбции. Термическая десорбция. Кинетика десорбции. Нетермическая десорбция. Поверхностная диффузия: основные уравнения, константы, анизотропия. Атомные механизмы поверхностной диффузии. Поверхностная диффузия и формирование фаз. Поверхностная электро-миграция.	2
5.	Рост тонких пленок на поверхности	Механизмы роста пленок. Эпитаксия. Ориентационные соотношения. Кинетические эффекты в гомоэпитаксии. Эффекты механических напряжений при гетероэпитаксии. Зародыши и их образование. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.	3
6.	Атомные манипуляции на поверхности и формирование наноструктур	Объекты нанометрового масштаба и пониженной размерности. Атомные манипуляции: перемещение атомов вдоль поверхности, удаление атомов, осаждение атомов. Самоорганизация и начальная стадия роста пленок на поверхности. Фуллерены и углеродные нанотрубки.	4
Итого:			15

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Методы получения чистой поверхности.	2
		Матричная запись и запись Вуда для поверхностных структур	2
2.	Раздел 2.	Методы анализа поверхности	2
3.	Раздел 3.	Структурные дефекты поверхности	4
4.	Раздел 4.	Адсорбция, десорбция и поверхностная	2

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
		диффузия	
		Поверхностная диффузия и формирование фаз	2
5.	Раздел 5.	Механизмы роста и методы выращивания тонких пленок	2
		Кинетические эффекты в гомоэпитаксии	2
		Эффекты механических напряжений при гетероэпитаксии	2
		Влияние условий роста на размеры кристаллитов	2
6.	Раздел 6.	Атомные манипуляции с помощью сканирующей туннельной микроскопии	2
		Самоорганизация и начальная стадия роста пленок на поверхности	4
		Фуллерены и углеродные нанотрубки	2
Итого:			30

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. Введение

1. Назначение и роль наноструктурных покрытий.
2. Перечислите методы получения чистой поверхности.
3. Понятие термодинамики поверхности.
4. Опишите двумерную решетку Браве.
5. Охарактеризуйте двумерную обратную решетку.

Раздел 2. Методы анализа поверхности

1. Перечислите дифракционные методы анализа поверхности.
2. Перечислите спектроскопические методы анализа поверхности.
3. Перечислите микроскопические методы анализа поверхности.
4. Укажите преимущества фотоэлектронной дифракции.
5. Укажите недостатки отражательной электронной микроскопии.

Раздел 3. Атомная структура чистых поверхностей и поверхностей с адсорбатами.

Структурные дефекты поверхности

1. Дайте определение понятию «релаксация».
2. Дайте определение понятию «реконструкция».
3. Релаксированные и реконструированные поверхности графита.
4. Охарактеризуйте субмонослойные системы.
5. Состав поверхностных фаз.
6. Критерий устойчивости поверхности.
7. Точечные дефекты.
8. Дайте определение понятию «адатомы».

Раздел 4. Элементарные процессы на поверхности

1. Чем характеризуется кинетика адсорбции.
2. Что представляет собой полимолекулярная адсорбция.
3. Особенности химической связи на поверхности.
4. Термическая десорбция.
5. Атомные механизмы поверхностной диффузии.
6. Поверхностная электро-миграция.

Раздел 5. Рост тонких пленок на поверхности

1. Перечислите механизмы роста пленок.
2. Дайте определение понятию «эпитаксия».
3. Что представляют собой ориентационные соотношения.
4. Кинетические эффекты в гомоэпитаксии.
5. Влияние условий роста на размеры кристаллитов.
6. Эффекты механических напряжений при гетероэпитаксии.

Раздел 6. Атомные манипуляции на поверхности и формирование наноструктур

1. Что подразумевает понятие «атомные манипуляции».
2. Перечислите объекты пониженной размерности
3. Чем характеризуется начальная стадия роста пленок на поверхности.
4. Что представляют собой фуллерены.

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. Опишите модель строения нанокристаллического материала?
2. Что такое малые атомные агрегации?
3. Дайте определение понятию «релаксация».
4. Дайте определение понятию «реконструкция».
5. Основа методов газофазного осаждения.
6. Основа методов физического осаждения.
7. Дайте определение понятия «нанотехнология»

8. Охарактеризуйте основные разновидности материалов.
9. В чем сходство и различие кластеров, наночастиц и нанопорошков?
10. Охарактеризуйте основные механизмы роста пленок.
11. Сравните достоинства и недостатки методов просвечивающей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа.
12. Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
13. Каковы особенности поверхностей раздела в наноматериалах?
14. Охарактеризуйте классификацию консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структуры.
15. Перечислите основные методы получения ультрадисперсных порошков.
16. Охарактеризуйте основные схемы получения ультрадисперсных порошков и наноматериалов конденсационными методами.
17. Перечислите достоинства и недостатки высокоэнергетического измельчения, механохимического и плазмохимического синтеза.
18. В чем состоят основные особенности методов консолидации наноматериалов?
19. Охарактеризуйте получение наноматериалов методами интенсивной пластической деформации и контролируемой кристаллизации из аморфного состояния.
20. В чем достоинства и недостатки технологии пленок и покрытий как метода изготовления наноматериалов?
21. Охарактеризуйте основные методы получения нанополупроводников.
22. Каковы механизмы роста пленок из пара?
23. Как формируются гетероструктуры с квантовыми точками?
24. В чем особенности получения гибридных, пористых и супрамолекулярных наноматериалов?
25. Охарактеризуйте методы получения углеродных наноструктур.
26. Охарактеризуйте методы самосборки наноструктур.

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.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Метод модификации свойств поверхности <u>изделия</u> путем нанесения на его поверхность слоя <u>металла</u> 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 расплавленного металла на оплавленную поверхность детали или изделия называется:	1. диффузионным насыщением. 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.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		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. 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.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	Способ нанесения порошковых смесей на поверхность деталей без нагрева называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. холодное напыление. 2. высокоскоростное напыление. 3. изотермическое напыление. 4. антитермическое напыление.
8.	При ионно-плазменном напылении образуется покрытия состава:	<ol style="list-style-type: none"> 1. карбонитрид титана. 2. нитрид алюминия. 3. карбид титана. 4. нитрид титана.
9.	По виду технологического процесса не бывает способа нанесения покрытий:	<ol style="list-style-type: none"> 1. гальванического. 2. вакуумного. 3. наплавкой. 4. эмульсионного.
10.	Оксидирование – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. метод обработки для получения пленок оксидов на поверхности металлических изделий. 2. нанесение аморфного покрытия путем совместного нагрева защищаемого металла 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 ...	<ol style="list-style-type: none"> 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 ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. способ нанесения защитного покрытия на основе алюминия. 2. способ нанесения стеклоэмалевого защитного покрытия. 3. способ нанесения защитного покрытия на основе кремния. 4. самопроизвольное разрушение металлов и сплавов вследствие их взаимодействия с окружающей средой

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
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 покрытий относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 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 плакирования относится к ... методу получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. термомеханическому. 3. электрохимическому. 4. термическому.
20.	Способ плакирования 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	1. химико-термическому.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	разряде относится к ... методу получения покрытий.	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 получения покрытий.	1. химико-термическому. 2. электрохимическому. 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	1. длительный высокий нагрев. 2. невысокая прочность сцепления.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	является...	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 покрытий является ...	1. высокая прочность сцепления. 2. длительный нагрев. 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. 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. Нанотехнологии и специальные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев [и др.] ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2009. - 334 с.

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>

3. Солнцев Ю. П. Материаловедение специальных отраслей машиностроения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, В. Ю. Пирайнен, С. А. Вологжанина ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2007. - 782 с.

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082939.html>

4. 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>

5. 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>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Изд. Центр «Академия», 2005.– 192 с.

2. Металлополимерные нанокомпозиты (получение, свойства, применение): Монография / Бузник В.Н., Фомин В.М., Алхимов А.П. - Новосиб.: СО РАН, 2005. - 260 с.

3. Тринеева В.В. Вахрушина М.А. Кодолов В.И. Получение металл/углеродных нанокомпозитов и возможности применения / Вестник Удмуртского университета. Серия 4. Физика и химия, Вып. 1, 2012

4. Квеглис, Л. И. Диссипативные структуры в тонких нанокристаллических пленках [Электронный ресурс]: монография / Л. И. Квеглис, В. Б. Кашкин; отв. ред. В. Ф. Шабанов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 204 с.

5. Теория и технология формирования неорганических покрытий: Монография / Г.В. Бобров, А.А. Ильин, В.С. Спектор. - М.: Альфа-М, 2014. - 928 с.

6. С.А., Петров. Осаждение наноструктурных алмазоподобных пленок из лазерно-эрозионной плазмы в вакууме. [Электронный ресурс] / П. С.А., Ш. Г.В. — Электрон. дан. // Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика. — 2010. — № 3. — С. 37-41.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Наноструктурные материалы [Электронный ресурс] / под ред. Ханнинка Р.. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2009. — 488 с.

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

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий

Специализированная аудитория, 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-А4 – 1 шт., комплекс лазерный МиниМаркер 2-М20 – 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 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

1. Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», 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