

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 18:18:21
Уникальный идентификатор документа:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Полиграфического института
И.В. Нагорнова/
« 30 » июня 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Нанотехнологии»

Направление подготовки

22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль

Многофункциональные материалы

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Москва – 2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Нанотехнологии» следует отнести:

- формирование основных приемов познавательной деятельности специалистов в nanoиндустрии;
- формирование навыков, необходимых для участия в создании новых материалов и технологий производства.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Нанотехнологии» следует отнести:

- расширение и закрепление теоретических и практических знаний по неорганической, органической, физической и коллоидной химии, необходимых для проведения научных исследований и постановки оптимизационных задач;
- изучение сущности физико-химических и химических процессов, происходящих в производстве на наноуровне;
- формирование представлений об основных этапах решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии в материаловедении;
- ознакомление с современными достижениями по созданию, применению и перспективам развития нанотехнологий.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина Б1.В.ЭД.2.2 «Нанотехнологии» относится к **элективным дисциплинам** основной образовательной программы магистратуры, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Нанотехнологии» взаимосвязана логически и содержательно–методически со следующими дисциплинами ООП:

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

- Управление свойствами материалов;
- Средства и методы исследования, контроля и испытания материалов;
- Материаловедение и технологии многофункциональных материалов (полимерные материалы);
- Принципы создания интеллектуальных материалов и конструкций.

В элективных дисциплинах (Б1.2.ЭД.):

- Методология выбора материалов и технологий;
- Фотохимические технологии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способностью осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов, исходя из фундаментальных знаний и конкретных задач производства	ИПК - 1.1. Применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов. ИПК - 1.2. Умеет выбирать методы научного исследования. ИПК - 1.3. Владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач. ИПК - 1.4. Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.
ПК-2	способностью осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности	ИПК-2.1. Знает требования к материалам для рационального выбора материалов; ИПК-2.2. Умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения. ИПК-2.3. Владеет разработками инновационных технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 108 часов самостоятельная работа обучающихся).

Дисциплина изучается **в третьем семестре на втором курсе**: лекции – 18 часов, практические занятия – 18 часов.

Форма контроля – **зачёт**.

Структура и содержание дисциплины «Нанотехнологии» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Наноматериалы. Нанотехнология

Введение и терминология. Основные этапы развития нанотехнологий. Особенности поведения объектов наномира. Примеры наноматериалов и

наноустройств. Примеры нанотехнологических процессов: нанопечатная литография, литографически индуцированная самосборка. Обзор учебно-научной литературы по проблемам нанотехнологий.

Тема 2. Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки

2.1. Фуллерены

Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода: фуллерены, нанотрубки.

История открытия фуллеренов, связь с астрофизическими исследованиями. Структура фуллеренов C_{60} и C_{70} : геометрия, тип связей, формула Эйлера. Другие кластеры углерода. Методы синтеза и очистки фуллеренов.

Основные физико-химические свойства фуллеренов. Соединения на основе фуллеренов: фуллероиды, фуллериты, фуллериды, интеркаллированные и эндодздральные структуры. Области применения фуллеренов.

2.2. Нанотрубки

Структура одностенных нанотрубок, индексы хиральности, основные типы хиральности. Архитипичные нанотрубки.

Структура многослойных нанотрубок: трубки типа свиток, коаксиально вложенные нанотрубки, канаты из нанотрубок.

Влияние дефектов в структуре нанотрубок на геометрию и проводимость нанотрубок.

Получение нанотрубок. Методы дугового разряда, лазерного испарения, осаждения из газовой фазы. Возможности методов по синтезу однослойных и многослойных нанотрубок. Стадии очистки нанотрубок. Основные механические, электрические и магнитные свойства нанотрубок. Применение нанотрубок.

Другие углеродные наноструктуры, углеродные нанолуковицы. Нанотрубки других материалов: дисульфид вольфрама, хризотил.

Тема 3. Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки

3.1. Нанокристаллические материалы

Классификация твердых тел по агрегатному состоянию: моно- и поликристаллические материалы, аморфные материалы. Нанокристаллическое состояние как переход от аморфного состояния к поликристаллическому. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллических материалах.

Методы получения нанокристаллических материалов. Осаждение из газовой и жидкой фазы. Быстрое отвердевание из расплава. Интенсивные пластические деформации. Рекристаллизация из аморфного состояния. Преимущества и недостатки различных методик.

Основные физические свойства нанокристаллических материалов: механическая прочность и пластичность, диффузионные свойства. Метастабильность нанокристаллического состояния. Основные применения нанокристаллических материалов.

3.2. Нанокompозиты, нанопористые материалы

Композиты: от алхимии к современным нанотехнологиям.

Молекулярные композиты, «умные» полимерные материалы. Свойства нанокompозитов. Полимерные нанокompозит. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты с сетчатой структурой. Нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники. Полимеры, модифицированные углеродными нанотрубками. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ).

Получение и применение нанокompозитов. Нанопористые материалы. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний.

Тема 4. Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки

Технологический процесс фотолитографии. Резисты. Фотошаблоны. Экспозиция. Разрешение фотолитографии. Эволюция методов фотолитографии. Современная фотолитография. Литография в области глубокого УФ, рентгеновская и электронная литография. Электронная литография с прямой записью электронным пучком.

Нанолитография. Оптические методы нанолитографии. Нанолитография с помощью СЗМ. Наноимпринт литография.

Тема 5. Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковки

5.1. Сканирующая туннельная микроскопия

Устройство и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа: туннельный сенсор, режимы постоянного тока и постоянной высоты. Ограничения сканирующей туннельной микроскопии. Основные типы сканеров, применяемых в сканирующем зондовом микроскопе. Используемые свойства пьезокерамики, триподные, трубчатые и гибридные сканеры. Основные типы кантилеверов, используемых в контактном и бесконтактном режимах атомно-силовой микроскопии. Параметры, влияющие на качество получаемых изображений.

5.2. Атомно-силовая и рентгеновская фотоэлектронная микроскопии

Устройство и принцип действия сканирующего атомно-силового микроскопа: оптический силовой сенсор, силы межатомного взаимодействия, диапазоны сил при работе в контактном и бесконтактном режимах. Назначение и принципы работы обратной связи. Рентгеновская фотоэлектронная микроскопия.

Тема 6. Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке

Нанобумага, которая по прочности не уступает чугуну. Негорючая нанобумага из титана. Нанобумага, на которой можно писать без чернил. Нанобумага хранит электричество. Нанобумага из нанотрубок. Нанобумага способна остановить пулю. За нанобумагой будущее электроники. Молекулярная бумага.

Упаковочные наноматериалы. Нанопакетирование с улучшенными барьерными свойствами. Нанотехнологии в упаковке: нанокапсулы для лекарств и ядов, клатраты профессора Яковлева. Упаковка с высоким уровнем защиты.

Использование нанотехнологий для производства бумаги и картона.

Наноструктурированные краски и чернила. Наноплоттер.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Нанотехнологии» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение практических (семинарских) занятий;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме бланкового тестирования (контрольные работы);
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка и выполнение контрольной работы в аудиториях вуза.

Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы обучающихся, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению практических работ и их защита.
- реферат по теме: «Нанотехнологии» (индивидуально для каждого обучающегося);
- примерные вопросы к зачету.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины и защита рефератов.

Образцы тем рефератов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля, билеты, приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	способностью осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов, исходя из фундаментальных знаний и конкретных задач производства
ПК-2	способностью осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-1 – способность осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов, исходя из фундаментальных знаний и конкретных задач производства

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ИПК - 1.1. Применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся не умеет применять знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся имеет представления о методах применения знаний при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся способен применять знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Обучающийся на высоком уровне способен применять знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
ИПК - 1.2. Умеет выбирать методы научного исследования.	Обучающийся не умеет выбирать методы научного исследования.	Обучающийся в ограниченном объеме умеет выбирать методы научного исследования.	Обучающийся в большинстве случаев умеет выбирать методы научного исследования.	Обучающийся в полном объеме умеет выбирать методы научного исследования.
ИПК - 1.3. Владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.	Обучающийся не владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.	Обучающийся в ограниченном объеме владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.	Обучающийся в большинстве случаев владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.	Обучающийся в полном объеме владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.
ИПК - 1.4. Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или публикаций.	Обучающийся не умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.	Обучающийся с трудом умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.	Обучающийся умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.	Обучающийся в совершенстве умеет обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.

научных публикаций.				публикаций.
ПК-2 – способность осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ИПК-2.1. Знает требования к материалам для рационального выбора материалов	Обучающийся не знает требования к материалам для рационального выбора материалов	Обучающийся имеет представление о требованиях к материалам для рационального выбора материалов	Обучающийся знает требования к материалам для рационального выбора материалов	Обучающийся в совершенстве знает требования к материалам для рационального выбора материалов
ИПК-2.2. Умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Обучающийся не умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Обучающийся с трудом умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Обучающийся умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	Обучающийся в совершенстве умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения
ИПК-2.3. Владеет разработками и инновационных технологических процессов	Обучающийся не владеет разработками инновационных технологических процессов	Обучающийся с трудом владеет разработками инновационных технологических процессов	Обучающийся владеет разработками инновационных технологических процессов	Обучающийся в совершенстве владеет разработками инновационных технологических процессов

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рогов В.А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии: учебник для студентов высших учеб. заведений, 2-е изд., пер.и доп. Юрайт, 2018, 190 с.
2. Воронов В.К. Ким Де Ч., Янюшкин А.С. Свойства и применение наноматериалов: учебник для студентов высших учеб. заведений, 5-е изд. 2018, 210 с.

3. Бенда, А.Ф. Материалы нанотехнологий в полиграфии: учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений, обучающихся по направлению 150100.62 – Материаловедение и технологии материалов. Ч.1. Введение в материалы нанотехнологий. Углеродные наноструктуры / А. Ф. Бенда; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова". – М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2013. – 138 с.
4. Бенда, А.Ф. Материалы нанотехнологий в полиграфии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям: 150100.62 – Материаловедение и технологии материалов; 261700.62 – Технология полиграфического и упаковочного производства; 051000.62 – Профессиональное обучение. Ч. 2. Наноматериалы. Проблемы безопасности, экологии и этики в применении наноматериалов / А. Ф. Бенда; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова". – М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2014. – 130 с.
5. Бенда, А.Ф. Материалы нанотехнологий в полиграфии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям: 92.03.03 – Технология полиграфического и упаковочного производства; 22.03.01– Материаловедение и технологии материалов; 44.03.04 – Профессиональное обучение. Ч. 3. Нанолитография. Нанотехнологии и материалы нанотехнологий в полиграфии / А. Ф. Бенда; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова". – М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2015. – 220 с.
6. Бенда, А.Ф. Материалы нанотехнологий в полиграфии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям: 29.03.03 – Технология полиграфического и упаковочного производства; 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов; 44.03.04 – Профессиональное обучение (по отраслям). Ч. 4. Сканирующая зондовая микроскопия и другие методы диагностики запечатываемых материалов на микро- и наноуровне / А. Ф. Бенда, П. Ф. Поташников; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова". – М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2015. – 136 с.
7. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику. [Электронный ресурс] — Электрон.дан. — М.: Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/802>

7.2. Дополнительная литература

1. Васильева, Л.Ю. Некоторые проблемы нанотехнологий. Исследования и моделирование наноконплексов: учебное пособие / Л.Ю. Васильева, Соловьев, П.В., Романова Е.Ю.; М-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, МГУП. – М. : МГУП, 2009. – 114 с.
2. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии : учебник [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – Электрон. дан. – М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2014. – 400 с. – URL : <http://e.lanbook.com/book/66210>
3. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Г. Морачевский. – 2-е изд., стер. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2015. – 160 с. – URL : <http://e.lanbook.com/book/64335>

7.3. Программное обеспечение не предусмотрено

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
ресурсы Интернета

7.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях #1 в России
2. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
3. <http://nauka.name/category/nano/> - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках
4. <http://www.nanorf.ru/> - журнал «Российские нанотехнологии»
5. <http://www.nanojournal.ru/> - Российский электронный наножурнал
6. <http://www.nanoware.ru/> - официальный сайт потребителей нанотоваров
<http://kbogdanov1.narod.ru/> - «Что могут нанотехнологии?», научно-популярный сайт о нанотехнологиях.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные занятия проводятся в специализированных помещениях, оснащенных приборами, необходимыми для выполнения работ из всех разделов курса. Перечень основных приборов и оборудования используемых при изучении дисциплины:

- Оптические микроскопы;
- Атомно-силовой микроскоп;
- Сканирующий электронный микроскоп JSM-7500F;
- Прибор для нанесения тонких слоев полупроводника - Спинкоатинг;
- Дифференциальный сканирующий калориметр;
- Спектрофотометр – Spectro Eye Gretag Macbeth;
- Спектрофотометр СФ-200;
- 4-х зондовое устройство для измерения электропроводности;

Лабораторная установка для определения краевого угла смачивания.

Лабораторное оборудование, шкафы для хранения химикатов, шкафы для хранения образцов материалов.

В случае отсутствия необходимых приборов обучающиеся используют интерактивный материал.

Занятия обеспечиваются современными техническими средствами обучения: *профессиональной аудио и видео аппаратурой, проектором.*

Обучающимся должен быть обеспечен свободный доступ к средствам информационных технологий.

Лабораторные помещения расположены в учебном корпусе по адресу г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2 а, ауд. 1207, 1209, 1303, 1202.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся

В основе самостоятельной работы обучающихся лежат: содержание рабочей учебной программы, вопросы для подготовки к контрольным работам, а также самостоятельное изучение Интернет-ресурсов по вопросам нанотехнологии.

Рекомендуется повторить содержание лекции по ее конспекту; изучить разделы и параграфы основной и дополнительной литературы, указанные преподавателем на лекции. Готовиться к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины, используя конспект лекций, литературные источники, в том числе ресурсы Интернета.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Рекомендовано широкое использование активных и интерактивных методов обучения, научной и справочной литературы при подготовке учебно-методических материалов, возможностей современных информационных технологий.

Демонстрация на лекционных занятиях видеофрагментов научно-познавательных видеофильмов и содержания телетрансляций, посвященных вопросам нанотехнологии.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**, утвержденным приказом МОН РФ от 24 апреля 2018 г. № 306.

Программу составили:

профессор, д.х.н., профессор



/В.Ю. Конюхов/

Программа на 2022 г. приема утверждена на заседании кафедры “Инновационные материалы притмедиаиндустрии” «22» июня 2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой
профессор, д.т.н.



/А.П. Кондратов/

**Структура и содержание дисциплины «Нанотехнологии» по направлению подготовки
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(магистр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Третий семестр														
1.1	Наноматериалы. Нанотехнология	3		2			6								
1.2	<i>Практическое занятие «Нанотехнологии в полиграфии». Выдача задания на реферат</i>	3			2		6								
1.3	Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки. Фуллерены	3		2			6								
1.4	<i>Практическое занятие «Органические полупроводниковые наноматериалы»</i>	3			2		6								
1.5	Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки. Нанотрубки	3		2			6								
1.6	<i>Практическое занятие «Изучение наноструктурированных фотопроводящих покрытий на основе красителей».</i>	3			2		6						+		
1.7	Перспективные	3		2			6								

	консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки. Нанокристаллические материалы													
1.8	<i>Практическое занятие «Изучение наноразмерных характеристик капиллярно-пористой структуры различных видов»</i>	3		2		6								
1.9	Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки. Наноконпозиты, нанопористые материалы	3		2		6								
1.10	<i>Практическое занятие «Получение электропроводящих элементов микросхем печатным способом».</i>	3		2		6								
1.11	Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки	3		2		6								
1.12	<i>Практическое занятие «Изучение методов исследования поверхности материалов с помощью виртуальных средств»</i>	3		2		6								
1.13	Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке. Сканирующая туннельная микроскопия	3		2		6								
1.14	<i>Практическое занятие «Изучение морфологических свойств</i>	3		2		6								

	углеродных и неорганических наноматериалов»														
1.15	Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в полиграфии и упаковке. Атомно-силовая и рентгеновская фотоэлектронная микроскопии	3		2			6								
1.16	<i>Практическое занятие «Изучение свойств наноматериалов с помощью атомно-силовой и растровой электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии»</i>	3			2		6						+		
1.17	Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	3		2			6								
1.18	Практическое занятие Защита реферата	3			2		6						+		
	<i>Форма аттестации</i>														3
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			18	18		108								

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ

ОП (профиль): «Многофункциональные материалы»

Форма обучения: очная

Тип профессиональной деятельности: научно-исследовательский и технологический

Кафедра: Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Нанотехнологии»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель:

профессор, д.х.н., профессор Колюхов В.Ю.,

Москва, 2022 г.

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ
НАНОТЕХНОЛОГИИ**

ФГОС ВО 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие компетенции:

Компетенции		Код и индикатор достижения компетенции		Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
Код	Формулировка	Код	Формулировка			
ПК-1	<i>способность осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов, исходя из фундаментальных знаний и конкретных задач производства</i>	ИПК-1.1.	Применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов. Повышенный уровень: применяет знания при разработке моделей (карт) технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов с высокой самостоятельностью.
		ИПК-1.2.	Умеет выбирать методы научного исследования.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: умеет выбирать методы научного исследования. Повышенный уровень: Умеет выбирать методы научного исследования с высокой самостоятельностью.
		ИПК-1.3.	Владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач.

			задач.			Повышенный уровень: владеет научными исследованиями структуры и свойств материалов, изделий для решения профессиональных задач на высоком научно-методическом уровне.
		ИПК-1.4.	Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций. Повышенный уровень: обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов или научных публикаций на высоком научно-методическом уровне.
ПК-2	<i>способность осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности</i>	ИПК-2.1.	Знает требования к материалам для рационального выбора материалов.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: знает требования к материалам для рационального выбора материалов. Повышенный уровень: знает требования к материалам для рационального выбора материалов с высокой самостоятельностью.
		ИПК-2.2.	Умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их

			эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.			надежности, экономичности и экологических последствий применения. Повышенный уровень: Умеет выполнять расчеты оптимального расходования материала на основе анализа условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения с высокой самостоятельностью.
		ИПК-2.3.	Владеет разработками инновационных технологических процессов.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	ПЗ, К/Р, Т, Р, З	Базовый уровень: владеет разработками инновационных технологических процессов. Повышенный уровень: владеет разработками инновационных технологических процессов на высоком научно-методическом уровне.

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Нанотехнологии»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практическое занятие (ПЗ)	Средство проверки умений обучающегося самостоятельно решать практические задачи и оценки уровня освоения обучающимся практических навыков	Индивидуальные задания практической направленности
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки знаний и умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплекты вариантов контрольных заданий
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
4	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-	Темы рефератов
5	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации обучающегося, определяемая учебным планом подготовки по направлению	Комплект тестовых заданий

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Нанотехнологии»**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Наноматериалы. Нанотехнология	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З
2	Тема 2. Перспективные углеродные наноструктуры для полиграфии и упаковки	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З
3	Тема 3. Перспективные консолидированные наноматериалы для полиграфии и упаковки	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З
4	Тема 4. Перспективные методы микро- и нанолитографии для полиграфии и упаковки	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З
5	Тема 5 Перспективность использования сканирующей зондовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной микроскопии в	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З

	полиграфии и упаковки		
6	Тема 6 Перспективные материалы нанотехнологий в полиграфии и упаковке	ПК-1, ПК-2	ПЗ, Т, К/Р, Р, З

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	Код по ФГОС	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
Способность осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов, исходя из фундаментальных знаний и конкретных задач производства	ПК-1	Промежуточный контроль: зачет Текущий контроль: выполненное индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы
Способность осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности	ПК-2	Промежуточный контроль: зачет Текущий контроль: выполненное индивидуальное задание на практическом занятии; контрольная работа.	Все разделы

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии выставления зачета по дисциплине

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

зачтено:

выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

не зачтено:

не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

2.2. Критерии оценки выполнения обучающимся индивидуального задания на практическом занятии

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

– **индивидуальное задание выполнено:** разработан и оформлен реферат по теме

занятия, подготовлена презентация доклада на занятии, произведены без ошибок все необходимые расчеты и сделаны обоснованные выводы;

– **индивидуальное задание не выполнено:** не разработан и/или не оформлен реферат по теме занятия, не подготовлена презентация доклада на занятии, расчеты произведены с ошибками и отсутствуют обоснованные выводы.

2.3. Критерии оценки выполнения контрольной работы (формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Контрольная работа выполняется по вариантам, включающим вопросы по изученному материалу. Выполнение контрольной работы оценивается в соответствии с процентом правильных ответов.

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- «неудовлетворительно» - от 0 до 55% правильных ответов

Каждый вопрос контрольной работы оценивается по пятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выставляется, исходя из суммы баллов, полученных за три задания.

«5» (пять баллов): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает грамотно и полно, задачу решает без ошибок и с необходимыми пояснениями.

«4» (четыре балла): обучающийся с небольшими неточностями демонстрирует системные теоретические знания: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает грамотно и полно, задачу решает без грубых ошибок и с необходимыми пояснениями

«3» (три балла): обучающийся не демонстрирует системных теоретических знаний: на теоретический вопрос контрольной работы отвечает частично и с существенными ошибками, задачу решает с существенными ошибками и не дает необходимых пояснений.

«2» (два балла): обучающийся не имеет системных теоретических знаний: на вопрос контрольной работы отвечает частично и с грубыми ошибками, задачу решает с грубыми ошибками и не дает необходимых пояснений.

«1» (один балл): обучающийся не имеет системных теоретических знаний: на теоретический вопрос контрольной работы не отвечает, задачу не решает.

2.4 Критерии оценки бланкового тестирования (формирование компетенции ПК-1, ПК-2)

Бланковое тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных обучающимся на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Регламент тестирования включает:

- количество вопросов – 20;
- продолжительность тестирования – 40 минут;

«5» (отлично): тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«4» (хорошо): тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«3» (удовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами и на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«2» (неудовлетворительно): системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией он не владеет и на вопросы теста реагирует медленно.

Правила проведения тестовых работ по дисциплине «Нанотехнологии»

1. Тесты пишутся индивидуально, без консультаций во время проведения теста с преподавателем или с другими студентами.
2. Преподавателю можно задать вопрос во время проведения теста в том случае, если есть неясности в вопросе теста.
3. Время выполнения заданий теста строго ограничено – обычно 30-40 минут, но вполне достаточно для спокойного ответа на все вопросы. Время окончания теста сообщается преподавателем до начала теста.
4. На каждый вопрос теста имеются несколько вариантов ответа. Среди них есть правильные и неправильные ответы. Задача обучающегося найти правильные ответы.
5. Вопросы теста подобраны таким образом, чтобы в каждом варианте были более простые и более сложные вопросы.
6. Некоторые вопросы теста содержат не один правильный ответ. Положительным результатом ответа на такой вопрос является нахождение обучающимся всех правильных ответов. Если отмечены не все правильные ответы или отмечены как правильный, так и неправильный ответ, то такой результат ответа на вопрос считается неправильным.
7. Обучающийся может написать свои комментарии и дополнения к любому вопросу теста. Если при этом будет продемонстрировано хорошее знание сути вопроса, то такие дополнения являются основанием для добавления преподавателем дополнительных баллов к общей рейтинговой оценке за прохождение теста. Комментарии и дополнения не заменяют собой ответа на соответствующий вопрос теста.

2.5. Критерии оценки реферата

(формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

Реферат оценивается в диапазоне от 0 до 40 баллов. Баллы за реферат начисляются следующим образом:

№	Результаты контрольных мероприятий	Количество баллов	Конечный результат по контрольной точке
1.	В реферате тема раскрыта полностью; работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы соответствуют предъявляемым требованиям к текстовым документам; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите работы. Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа материала в своей профессиональной деятельности	40	зачтено
2.	Тема реферата раскрыта с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; даны правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите работы.	30	зачтено

	Обучающийся владеет навыками поиска, анализа и использования обзоров, нормативных документов в своей профессиональной деятельности		
3.	Тема реферата раскрыта не полностью; работа выполнена с нарушениями графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; при защите работы получены ответы не на все вопросы. Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных документов	от 22 до 25	зачтено
4.	Разделы реферата выполнены не полностью или выполнены неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; оформление работы не соответствует предъявляемым требованиям; нет ответов на вопросы преподавателя при защите работы. Обучающийся не владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных документов в своей профессиональной деятельности).	от 0 до 21	не зачтено

2.6. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций ПК-1, ПК-2 по дисциплине:

Уровень сформированности компетенции	Оценка	Пояснение
Высокий	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне; компетенции сформированы
Средний	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями; компетенции в целом сформированы
Удовлетворительный	зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены частично, но пробелы не носят существенного характера; большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки; компетенции сформированы частично
Неудовлетворительный	не зачтено	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине не освоены; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не приводит к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий; компетенции не сформированы

Вопросы тестовых заданий для проведения текущего контроля (компетенции ПК-1, ПК-2)

Приведённый ниже перечень контрольных вопросов используется в качестве вопросов при подготовке обучающихся к выполнению задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, а также в качестве вопросов билетов на зачете.

Примерные вопросы задания для контрольной работы

1. Основные этапы развития нанотехнологий.
2. Развитие нанотехнологий в России.
3. Особенности объектов наномира.
4. Два основных принципа получения наночастиц и наноструктур.
5. Химические и физические методы получения наночастиц и наноструктур.
6. Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий.
7. Нанотрубки: геометрия и структура фуллерена C_{60} .
8. Фуллерены: геометрия и структура фуллерена C_{60} .
9. Фуллерен C_{70} и другие кластеры фуллеренов.
10. Димеры и полимеры фуллеренов.
11. Некоторые свойства фуллерена C_{60} .
12. Фуллероиды. Химические свойства фуллеренов.
13. Гиперфуллерены. Гетерофуллерены.
14. Методы получения фуллеренов. Получение фуллеренов термическим разложением графита
15. Методы очистки и детектирования фуллеренов.
16. Методы получения малых и высших фуллеренов.
17. Интеркалированные соединения фуллеренов Фуллериды C_{60} .
18. Сверхпроводимость фуллеридов.
19. Сферы применения фуллеренов и фуллереносодержащих смесей.
20. Неорганический «фуллерен».
21. Нанотрубки. Структура и дефекты углеродных нанотрубок. Хиральность УНТ.
22. Многослойные углеродные нанотрубки. Химически модифицированные УНТ.
23. Методы получения нанотрубок: дуговой разряд, лазерное распыление, осаждение из газовой фазы.
24. Стадии очистки углеродных нанотрубок.
25. Механические, электрические, оптические, эмиссионные и другие свойства УНТ.
26. УНТ как квантовые резисторы. Баллистическая проводимость УНТ.
27. Сверхпроводимость в нанотрубках.
28. Возможные сферы применения нанотрубок.
29. Применение наноматериалов в качестве конструкционных и инструментальных материалов.
30. Применение наноматериалов в производственных технологиях в качестве износостойких материалов.
31. Применение наноматериалов в электронной технике.
32. Применение наноматериалов для защиты материалов.
33. Ограничения в использовании наноматериалов.
34. Классификации твердых тел, структура нанокристаллических материалов (НКМ).
35. Проявление размерных эффектов в НКМ.

36. Проблема стабильности НКМ.
37. Свойства НКМ: прочность и суперпластичность НКМ.
38. Получение НКМ осаждением из газовой фазы, осаждением из жидкой фазы, быстрым отвердеванием из расплава, интенсивной деформацией, рекристаллизацией из аморфного состояния.
39. Композиционные материалы, классификация и особенности свойств.
40. Свойства нанокompозитов.
41. Нанокompозиты как катализаторы.
42. Полимерные нанокompозиты, их определение и типы.
43. Барьерные свойства полимерных нанокompозитов.
44. Слоистые полимерные нанокompозиты.
45. Полимерные нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники.
46. Полимеры и углеродные нанотрубки.
47. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.
48. Получение нанокompозитов.
49. Нанопористые материалы.

Примерные вопросы задания для зачета

1. Эра нанотехнологий, суть молекулярных нанотехнологий.
2. Нанороботы нанофабрики и проблемы их создания
3. Успехи в создании наноустройств: шагающий наноробот, молекулярный тормоз для наномашин, молекулярный «процессор», управляемая ДНК-машина, молекулярный автомобиль, молекулярный автомобиль с мотором, маркированный молекулярный автомобиль с мотором, двигатели для нанороботов, детектор молекул
4. Перспективы молекулярных нанотехнологий в медицине, в геронтологии, в промышленности, в сельском хозяйстве, в биологии, в экологии, в освоении космоса, в кибернетике.
5. Фотолитография, её суть, этапы процесса фотолитографии, альтернативные способы фотолитографии. Фоторезист и фотошаблон. Соотношение Релея.
6. Нанолитография с помощью СЗМ: СТМ литография, АСМ анодно-окислительная литография, АСМ статическая литография – гравировка, АСМ динамическая литография – наночеканка, термохимическая АСМ-нанолитография .
7. Литография в области глубокого УФ.
8. Электронная (электронно-лучевая) литография.
9. Наноимпринт литография.
10. Нанопечатная литография.
11. Литография наносферами.
12. Оптическая нанолитография.
13. Атомная нанолитография.
14. Классификация методов сканирующей зондовой микроскопии.
15. Основы сканирующей зондовой микроскопии.
16. Источники искажений СЗМ микроскопии. Преимущества и недостатки сканирующей зондовой микроскопии.
17. Общие сведения о сканирующей туннельной микроскопии. Схема работы.
18. Общие сведения о туннельном токе.
19. Два режима работы СТМ.
20. Технические возможности сканирующего туннельного микроскопа.
21. Ограничения в использовании сканирующего туннельного микроскопа. Области использования СТМ.
22. Общие сведения и принцип действия атомно-силовой микроскопии.
23. АСМ кантилеверы.
24. Режимы сканирования в АСМ.

25. Нанография - новая технология цифровой печати.
26. Новая технология нанопечати - лучевая литография.
27. Использование нанотехнологий для производства бумаги и картона с улучшенными свойствами.
28. Нанотехнологии в полиграфическом оборудовании.
29. Нанотехнологии в упаковке.
30. Нанобумага и ее разновидности.
31. Электронная бумага.
32. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Правило Дюкло-Траубе.
33. Адсорбция на границе раздела фаз. Образование мономолекулярного слоя.
34. Наноструктурированная фотополимеризующаяся композиция.
35. Наноструктурированные пигменты.
36. Нанокраски для индустрии дизайна.
37. Наноэмульсии, их строение и применение для синтеза нанокластеров.
38. Нанокраска с наночастицами диоксида титана уничтожает микробов.
39. Нанокраска с частицами серебра с дезинфицирующими свойствами.
40. Нанокраска делает самолеты невидимыми для радара.

Тематика рефератов

Тема реферата для каждого обучающегося утверждается преподавателем в индивидуальном порядке.

Цель написания реферата – привитие обучающемуся навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

1. Солнечные батареи: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.
2. Транзисторы: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.
3. Фотонные кристаллы: получение, свойства, технологии нанесения, области и примеры применения в полиграфическом и упаковочном производстве.
4. Неорганические наночастицы: получение, свойства, области и примеры применения в полиграфическом и упаковочном производстве (в том числе при производстве печатных красок).
5. Функциональные упаковочные материалы с использованием наноматериалов и нанотехнологий: свойства, технологии изготовления и/или нанесения, включая печатные.
6. OLED: используемые для производства материалы и технологии изготовления, включая печатные.
7. Опалоподобные структуры: свойства, технологии получения, области применения в полиграфическом и упаковочном производстве.
8. Наноматериалы и технологии для изготовления защищенных от фальсификации полиграфических материалов.
9. Использование нанотехнологий для изготовления скрытой маркировки полиграфической и упаковочной продукции.
10. Сенсоры: используемые при производстве наноматериалы, технологии изготовления, включая печатные, основные проблемы производства и эксплуатации.

11. Наноматериалы и технологии для изготовления бактерицидных упаковочных материалов
12. Композитные наноматериалы в полиграфическом и упаковочном производстве
13. Супрамолекулярные ансамбли, разновидности, возможность использования в полиграфическом и упаковочном производстве
14. Наноструктурированные полимерные материалы, способы получения и области использования в полиграфическом и упаковочном производстве
15. Биоразлагаемые и барьерные упаковочные материалы, получаемые с использованием нанотехнологий.
16. Армированные упаковочные материалы, получаемые с использованием нанотехнологий

Обучающийся самостоятельно изучает литературные источники (монографии, научные статьи и т.д.) по конкретной теме, систематизирует материал и кратко его излагает и представляет в виде реферата на 6-10 страницах.

Правила проведения тестовых контрольных работ по дисциплине «Нанотехнологии»

Тесты пишутся индивидуально, без консультаций во время проведения теста с преподавателем или с другими обучающимися.

Преподавателю можно задать вопрос во время проведения теста в том случае, если есть неясности в вопросе теста.

Время выполнения заданий теста строго ограничено – обычно 30-40 минут, но вполне достаточно для спокойного ответа на все вопросы. Время окончания теста сообщается преподавателем до начала теста.

На каждый вопрос теста имеются четыре варианта ответов. Среди них есть правильные и неправильные ответы. Задача обучающегося найти правильные ответы.

Вопросы теста подобраны таким образом, чтобы в каждом варианте были более простые и более сложные вопросы.

Некоторые вопросы теста содержат не один правильный ответ. Положительным результатом ответа на такой вопрос является нахождение обучающимся всех правильных ответов. Если отмечены не все правильные ответы, или отмечены как правильный, так и неправильный ответ, то такой результат ответа на вопрос считается неправильным.

Обучающийся может написать свои комментарии и дополнения к любому вопросу теста. Если при этом будет продемонстрировано хорошее знание сути вопроса, то такие дополнения являются основанием для добавления преподавателем дополнительных баллов к общей рейтинговой оценке за прохождение теста. Комментарии и дополнения не заменяют собой ответа на соответствующий вопрос теста.

Примерный перечень тестов

1. К нанодисперсным материалам относятся
Частицы с размерами от 1 до 100 нм
0-D структуры с размерами от 1 до 100 нм
Нанообъекты, диспергированные в матрице
Протяженные нанообъекты
2. Отличие свойств нанообъектов от объемных объектов того же состава связано с
Дискретностью наносред
Большой поверхностной энергией
Электромагнитным взаимодействием между нанообъектами

Изменением соотношения поверхностных и объемных атомов

3. К поверхностным методам анализа относятся

Энерго-дисперсионный анализ

Масс-спектрометрия

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

Атомно-силовая микроскопия

4. К наноразмерным аллотропным формам углерода относятся

Сажа

Графит

Графен

Карбин

5. В фуллеренах содержится

60 атомов углерода

70 атомов углерода

От 60 до 540 атомов углерода

Менее 60 атомов углерода

6. Фуллероиды – это

Кристаллы, состоящие из фуллеренов

Фуллерены с частично замещенными атомами углерода

Полимерная форма соединения фуллеренов

Химические соединения фуллеренов с другими элементами или комплексами

7. Хиральность углеродных нанотрубок определяет

Диаметр нанотрубок

Вторичную структуру

Дефектность нанотрубок

Электропроводность нанотрубок

8. Блок-сополимеры формируют наноструктуры в результате

Макрофазного разделения

Микрофазного разделения

Полимеризации

Поликонденсации

Билеты

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический институт
Кафедра инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина «Нанотехнологии»
Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Курс 2, группа _____, форма обучения очная

БИЛЕТ № 1

1. Углеродные наноматериалы. Фуллериты.
2. Сферы применения фуллеренов и фуллеренсодержащих смесей.
3. Наноматериалы, нанотехнологии в полиграфии и упаковке.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 20 ____ г., протокол № ____.
Зав. кафедрой _____ / Кондратов А.П./

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический институт
Кафедра инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина «Нанотехнологии»
Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Курс 2, группа _____, форма обучения очная

БИЛЕТ № 2

1. Фуллерены: геометрия и структура фуллерена C₆₀. Некоторые свойства фуллерена C₆₀
2. Возможные сферы применения нанотрубок.
3. Нанография - новая технология цифровой печати.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 20 ____ г., протокол № ____.
Зав. кафедрой _____ / Кондратов А.П./

Утверждаю
Заведующий кафедрой «ИМП»
профессор А.П. Кондратов
«___» _____ 2022 г.

Методические указания

по проведению зачета по дисциплине «Нанотехнологии»

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Многофункциональные материалы»
Форма обучения - очная

1. Зачет является формой промежуточной аттестации по итогам выполнения обучающимися всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Нанотехнологии».

2. Зачет может быть выставлен только обучающимся, выполнившим все виды учебной работы, предусмотренной рабочей программой по дисциплине: выполнили на положительную оценку контрольные работы, выполнили индивидуальные задания на практических занятиях.

3. Зачет принимает преподаватель, проводивший лекционные и практические занятия с аттестуемыми обучающимися, и только в аудиториях или кабинетах Высшей школы печати и принтмедиаиндустрии.

4. Зачет проводится, как правило, на последнем предусмотренным расписанием занятии или в день, предусмотренным расписанием зачетов в ВУЗе Оценка «зачтено» выставляется в зачетную книжку «автоматически» обучающемуся при условии, указанном в п. 2.

5. В случае неявки обучающегося на зачет в зачетно-экзаменационной ведомости преподавателем записывается – «не явился».

6. После зачета преподаватель обязан оформить зачетно-экзаменационную ведомость установленной формы и сдать ее в учебную часть института в день проведения зачета.

7. Проведение зачета путем дополнительного опроса обучающихся в форме экзамена недопустимо.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры «___» _____ 202__ года, протокол № __ .