Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.10.2023 17:28:14
Уникальный программный ключ:
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

«Материалы нанотехнологий»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
«Материаловедение и цифровые технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2022

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Материалы нанотехнологий» следует отнести:

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

К основным задачам освоения дисциплины «Материалы нанотехнологий» 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 Б1.2.01.4 «Материалы нанотехнологий» относится к дисциплинам основной образовательной программы магистратуры, формируемой участниками образовательных отношений.

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

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

– Методы управления поверхностными свойствами материалов;
– Методы исследования, контроля и испытания материалов;
– Материаловедение и полиграфического и упаковочного производства;
– Фотополимеризуемые композиции в полиграфии.

В элективных дисциплинах (Б1.2.ЭД.):

– Принципы создания материалов для защищенной полиграфии;
– Коррозия, старение и защита материалов.

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

В рамках освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Материалы нанотехнологий»:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	ИПК-1.1 Разрабатывает технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов. ИПК-1.2 Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства. ИПК-1.3 Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов. ИПК-1.4 Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Материалы нанотехнологий» составляет 3 зачетные единицы.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) – очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	-
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**	-
В том числе:	-	-	-
Лекции	18	18	-
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36	-
Самостоятельная работа (всего)	**54**	**54**	-
В том числе:	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-
Реферат	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	-	-	-
Тестирование	-	-	-
Вид промежуточной аттестации – экзамен	-	-	
Общая трудоемкость час / зач. ед.	**108/3**	**108/3**	-

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий

№ п/п	Раздел/тема Дисциплины	Общая трудоёмкс	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, час

			Контактная работа		Самостоятельная работа обучающихся
		Всего	лекции	Лабораторные работы (ЛР)	
1.	Раздел 1. Введение в дисциплину. Классификация нанообъектов	8	2	4	2
2.	Раздел 2. Свойства наноструктурированных материалов	8	2	4	4
3.	Раздел 3. Методы исследования наноструктур	8	2	4	8
4.	Раздел 4. Методы получения и очистки нанообъектов с заданными свойствами	8	2	4	8
5.	Раздел 5. Углеродные и неорганические наноструктуры	8	2	4	8
6.	Раздел 6. Полимерные наноструктурированные и композиционные материалы	8	2	4	8
7.	Раздел 7. Микро- и нанолитография	8	2	6	8
8.	Раздел 8. Применение наноматериалов в полиграфии и упаковке	8	4	6	8
Всего		**108**	**18**	**36**	**54**
Экзамен		**36**	**-**	**-**	**-**
Итого		**108**	**18**	**36**	**54**

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в дисциплину. Классификация нанообъектов

Краткий обзор содержания курса. Определения и терминология. Критерии определения нанообъектов: размер и функциональные свойства. Основные этапы развития нанотехнологий. Классификация нанообъектов. Основы субмикронной технологии и технологии изделий наноэлектроники. Обзор учебно-научной литературы по проблемам нанотехнологий.

Раздел 2. Свойства наноструктурированных материалов

Основные физико-химические свойства наночастиц, их отличительные особенности по сравнению с объемными материалами.

Основные механические, электрические и магнитные свойства наночастиц.

Исследование механических и магнитных свойств материалов. Высокотемпературная сверхпроводимость и высокотемпературные сверхпроводники. Исследование электрических свойств материалов.

Раздел 3. Методы исследования наноструктур

Объемные и поверхностные методы анализа наноматериалов. Исследование морфологии, химического состава и структуры, атомной структуры наноматериалов. Электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Рентгеновская электронная спектроскопия.

Раздел 4. Методы получения и очистки нанообъектов с заданными свойствами

Общие методы получения наноматериалов. Создание объектов по принципу «сверху – вниз» и «снизу - вверх». Эпитаксиальные методы самоорганизации квантовых точек.

Получение углеродных наноструктур. Методы дугового разряда, лазерной абляции, химического осаждения из газовой фазы. Возможности методов по синтезу однослойных и многослойных нанотрубок. Стадии очистки нанотрубок. Самоорганизация нанотрубок.

Методы получения полимерных композиционных наноструктурированных покрытий. Методы получения неорганических наноматериалов, покрытий, слоев и элементов микроэлектроники.

Раздел 5. Углеродные и неорганические наноструктуры

Фуллерены. Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода: графит, алмаз, карбин, графен, аморфный углерод, фуллерены, нанотрубки. Структура фуллеренов C_{60} и C_{70}: геометрия, тип связей. Другие кластеры углерода. Методы синтеза и очистки фуллеренов. Соединения на основе фуллеренов: фуллероиды, фуллериты, фуллериды, интеркаллированные и эндоэдральные структуры. Области применения фуллеренов.

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

Структура многослойных нанотрубок. Дефекты в структуре нанотрубок и их влияние на геометрию и проводимость нанотрубок.

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

Наноалмазы. Структура и свойства наноалмазных пленок и покрытий, их применение в микроэлектронике.

Нанонити. Нанонити на основе углерода и металлов. Методы их получения и механизмы роста. Нанонити, состоящие из двух и более металлов. Соединения нанонитей в сложные структуры. Физико-химические свойства нанонитей.

Наночастицы золота и серебра. Методы получения, структура, физико-химические и оптические свойства, поверхностный плазмонный резонанс

Алюмосиликаты. Основные физико-химические свойства, структура. Монтмориллонит, упаковочные композиционные материалы.

Раздел 6. Полимерные наноструктурированные и композиционные материалы

Полимерные наноструктурированные и композиционные материалы и покрытия, их свойства и области применения в микроэлектронике. Электропроводящие покрытия.

Раздел 7. Микро- и нанолитография

Введение, определение понятий «микролитография» и «нанолитография». Типы микро- и нанолитографии.

Технологический процесс фотолитографии. Закон Мура, современный транзистор. Резисты. Фотошаблоны. Экспозиция. Разрешение фотолитографии. 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.

Раздел 8. Применение наноматериалов в полиграфии и упаковке

Печатная электроника, функциональные полиграфические и упаковочные материалы. Солнечные батареи, транзисторы, OLED, сенсоры: свойства, технологии изготовления, включая печатные способы, основные проблемы производства и эксплуатации.

4.3. Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Исследование свойств наноматериалов с помощью атомно-силовой и растровой электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии

Лабораторная работа 2. Органические полупроводниковые наноматериалы. Получение наноструктурированных фотопроводящих покрытий на основе красителей

Лабораторная работа 3. Получение золей (нанообъектов) методом химической конденсации (методом снизу-вверх).

Лабораторная работа 4. Исследование наноразмерных характеристик капиллярно-пористой структуры различных видов.

Лабораторная работа 5. Исследование морфологических свойств углеродных и неорганических наноматериалов.

Лабораторная работа 6. Выделение фуллеренов из углеродного материала и идентификация их с помощью электронного микроскопа.

Лабораторная работа 7. Исследование адсорбционных свойств наноалмазов хроматографическим методом.

Лабораторная работа 8. Определение физико-химических свойств краски, содержащей наноалмазы.
Лабораторная работа 9. Определение оптических свойств красочного слоя, содержащего наноалмазы.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. 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.

5.2. Дополнительная литература:

1. **Рыжонков, Д.И.** Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, Лёвина, В.В., Дзидзигури, Э.Л. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 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

5.3. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 10 Pro
2. Microsoft Office 2007

3. KasperskyAnti-Virus

5.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
3. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru4
4. http://www.sciencedirect.com
5. http://www.researchgate.com
6. http://www.ammrf.org.au/myscope
7. учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/ebooks/ в разделе «Библиотека».
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
9. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
10. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Две специализированные учебные лаборатории кафедры «Инновационные материалы принтмедиатехнологии» Ауд. 1209, 1202 оснащенные световым микроскопом, ИК-спектрометром.

- Специализированная учебная лаборатория кафедры «Инновационные технологии полиграфического и упаковочного производства» Ауд. 2702, оснащенные атомно-силовым микроскопом, профилометром.
- Специализированные научно-исследовательские лаборатории НТЦ «Полиграфические и инновационные технологии» ауд. 1037, 1038, 2202А, 1306, 2669, оснащенные сканирующим электронным микроскопом, рентгеновским фотоэлектронным спектрометром, устройствами обработки материалов в коронном разряде, в тлеющем разряде, пробопечатным устройством, устройством 3D-печати.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

7.1. Методические рекомендации преподавателю

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Материалы нанотехнологий» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов.

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

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Материалы нанотехнологий», приведен в п.5 настоящей рабочей программы.

7.2. Методические указания обучающимся

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на лабораторных занятиях. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины.

Посещение лекционных занятий является обязательным.

Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Посещение лабораторных занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к лабораторным занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное лабораторное занятие.

8. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ПК-1 Способен использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	ИПК-1.1 Разрабатывает технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов. ИПК-1.2 Выполняет исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства. ИПК-1.3 Выбирает и использует методы и средства исследования и испытания материалов. ИПК-1.4 Обрабатывает, анализирует и представляет результаты исследований в виде отчетов.	Промежуточный контроль: экзамен Текущий контроль: опрос на лабораторных занятиях;	Темы 1-8

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

8.2.1 Критерии оценки ответа на экзамене

(формирование компетенции ПК-1, индикаторы ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ИПК-1.4).

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

8.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях

(формирование компетенции ПК-15, индикаторы ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ИПК-1.4)

«5» (отлично): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на занятиях.

«4» (хорошо): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

«3» (удовлетворительно): выполнены все лабораторные работы, предусмотренные планом занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно лабораторные работы, предусмотренные планом; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

8.2.5. Итоговое соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированности компетенций по дисциплине:

Уровень сформированности компетенции	Оценка	Пояснение
Высокий	«5» (отлично)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены на высоком уровне; компетенции сформированы
Средний	«4» (хорошо)	теоретическое содержание и практические навыки по дисциплине освоены полностью;

		все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями; компетенции в целом сформированы
Удовлетвори-тельный	«3» (удовлетворительно)	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
Неудовлетвори-тельный	«2» (неудовлетворительно)	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

8.3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденным приказом МОН РФ от 24 апреля 2020 г. № 701.**

Программу составил:

д.х.н., профессор  /В.Ю. Конюхов /

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

Заведующий кафедрой ИМП
профессор, д.т.н.,  /А.П. Кондратов/

Приложение 1
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ООП (профиль): «Материаловедение и цифровые технологии»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательсий

Кафедра: Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Материалы нанотехнологий»

Состав: 1. Перечень оценочных средств
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины
3. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания
4. Примеры тестовых заданий контрольных работ

Составитель:

д.х.н. В.Ю. Конюхов.

Москва, 2022 год

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Материалы нанотехнологий» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавр)

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
	Пятый семестр														
1.1	**Введение. Основные термины и определения.** Классификация нанообъектов	**6**	**1**	**2**			**2**								
1.2	Вводное занятие. ***Выдача задания на реферат***	**6**	2			2	4					+			
1.3	**Инструментальное обеспечение нанотехнологий**	**6**	**3**	**2**			**2**								
1.4	*Практическое занятие* «Методы исследования наноструктур» Изучение методов исследования поверхности материалов с помощью виртуальных средств	**6**	4			4	4					+			
1.5	**Общие свойства наноструктурных и нанодисперсных материалов**	**6**	**5**	**2**			**2**								
1.6	*Лабораторная работа* «Исследование свойств наноматериалов с помощью	**6**	6			4	4					+			

	атомно-силовой и растровой электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии»														
1.7	**Методы получения и очистки нанообъектов с заданными свойствами**	**6**	**7**	**2**			**2**								
1.8	*Практическое занятие* «Органические полупроводниковые наноматериалы. Получение наноструктурированных фотопроводящих покрытий на основе красителей».	**6**	8			4	4					+			
1.9	**Углеродные наноматериалы. Наноалмазы, фуллерены и их соединения**	**6**	**9**	**2**			**2**								
1.10	*Лабораторная работа* «Органические полупроводниковые наноматериалы. Получение наноструктурированных фотопроводящих покрытий на основе красителей».	**6**	10			4	4					+			
1.11	**Углеродные наноматериалы. Нанотрубки, графены**	**6**	**11**	**2**			**2**								
1.12	*Лабораторная работа* «Исследование морфологических свойств углеродных и неорганических наноматериалов. *Практическое занятие* Получение электропроводящих элементов микросхем печатным	**6**	12			8	2					+			

	способом».														
1.13	**Неорганические наноматериалы**	**6**	**13**	**2**			**2**								
1.14	*Лабораторная работа* «Исследование наноразмерных характеристик капиллярно-пористой структуры различных видов»	**6**	14			6	4					+			
1.15	**Полимерные композиционные и наноструктурированные материалы**	**6**	**15**	**2**			**2**								
1.16	*Практическое занятие* «Нанотехнологии в полиграфии»	**6**	16			2	2					+			
1.17	**Микро-нанолитография. Нанотехнологии в полиграфии, упаковке и печатной электронике**	**6**	**17**	**2**			**2**								
1.18	Практическое занятие **Защита реферата**	**6**	18			2	4					+			
	Форма аттестации														**З**
	Всего часов по дисциплине в пятом семестре			18		36	54					Один реферат			

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

МАТЕРИАЛЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛИГРАФИИ И УПАКОВКЕ					
ФГОС ВО **22.03.011 «Материаловедение и технологии материалов»**					
В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-1	Способен использовать на практике знания об основных типах материалов различного назначения, выполнять исследования и испытания материалов, изделий и процессов их производства, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований	**Знать:** подходы и методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях; эффективные направления применения наноматериалов; перспективы развития наноиндустрии **Уметь:** применять полученные знания для решения задач исследовательского и прикладного характера; использовать знания для разработки новых материалов, оценки и прогнозирования производства; применять методы исследования свойств материалов и качества готовой продукции **Владеть*:*** навыками подходов и методов получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях; необходимым для адекватного общения с коллегами уровнем знаний физико-химической	лекция, самостоятельная работа, лабораторные занятия,	Л/Р УО, К, Р ДС	**Базовый уровень** - способен анализировать подходы и методы получения результатов в стандартных учебных ситуациях **Повышенный уровень** - способен анализировать подходы и методы получения результатов на основе анализа различных источников

		терминологии в области нанотехнологий с грамотной последующей интерпретацией результатов			

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Материалы нанотехнологий»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
3	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
4	Устный опрос-собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
5	Зачет (З)	Средство контроля усвоения учебного материала дисциплины, организованное как учебное занятие в письменной форме с последующим собеседованием педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Формы контроля

Предусмотрены лабораторные занятия, на которых осуществляется промежуточный контроль: обучающемуся необходимо выполнить лабораторные работы к сроку, указанному в плане изучения дисциплины.

Выполнение лабораторных работ требует заполнения отчетов. В отчетах должна быть представлена следующая информация: тема работы; цель работы; используемое оборудование и материалы, результаты выполнения работы: расчеты, схемы, таблицы, выводы.

Критерии оценки лабораторных работ

«5» (отлично): выполнены все предусмотренные лабораторные работы, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся:

- На высоком уровне проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- На высоком уровне проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«4» (хорошо): выполнены все задания, предусмотренные лабораторными работами, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на лабораторных занятиях.

Обучающийся:

- Хорошо проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- Хорошо проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

«3» (удовлетворительно): выполнены все лабораторные работы с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Обучающийся:

- удовлетворительно проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- удовлетворительно проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства

материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно лабораторные работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся:

- не способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- не способен использовать практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

Критерии оценки устного опроса

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения и быстро реагирует на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне:

- проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся:

- хорошо проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- хорошо проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение

монологической речью, терминами, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся:

- удовлетворительно проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- удовлетворительно проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся:

- не способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- не способен использовать практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)
-

Критерии оценки работы обучающегося на коллоквиуме

«5» (отлично): обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

Обучающийся на высоком уровне:

- проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«4» (хорошо): обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы.

Обучающийся:

- хорошо проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- хорошо проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их

взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«3» (удовлетворительно): обучающийся ответил на большинство контрольных вопросов с замечаниями.

Обучающийся:

- удовлетворительно проявляет способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- удовлетворительно проявляет способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

«2» (неудовлетворительно): обучающийся ответил на более, чем половину контрольных вопросов с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся:

- не способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- не способен использовать практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

Критерии оценки реферата обучающегося

«зачтено»: обучающийся раскрыл тему реферата, провел поиск и анализ литературных источников, сделал выводы.

Обучающийся:

- способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6).

«не зачтено»: обучающийся нераскрыл тему реферата, не провел анализ литературных источников, сделал неверные выводы.

Обучающийся:

- не способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- не способен использовать практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6)

Приложение 3
к рабочей программе

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 отчётам, 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. Опалподобные 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 «Материалы нанотехнологий»

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

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 нанобъектов 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

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

Методические указания
по проведению зачета по дисциплине «Материалы нанотехнологий»
Направление подготовки: 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

1. Зачет проводится в письменном виде.

2. Каждый обучающийся получает свой вариант билета, содержащий 3 вопроса по изученным темам дисциплины.

3. В течение одного академического часа обучающиеся выполняют в письменном виде ответы на вопросы.

4. В течение последующего часа преподаватель проверяет правильность данных ответов на вопросы билета и выставляет предварительную оценку в соответствии с критериями оценки качества ответа по шкале, предусмотренной БРС:

- за правильный ответ на каждый вопрос обучающиеся получают 33 балла
- за аккуратность оформления работы обучающийся получает 1 балл.

Максимальное количество баллов на зачете составляет **100 баллов.**

5. Преподаватель имеет право попросить обучающегося ответить на дополнительный вопрос по данной конкретной теме вопроса билета. В случае отказа от ответа или неправильного ответа результат всего ответа снижается в бальном выражении и может аннулироваться с нулевой оценкой.

6. Положительная оценка выставляется только при условии успешного выполнения обучающимся всех предусмотренных программой практических занятий и контрольных мероприятий.

7. Предварительная оценка объявляется обучающемуся. В случае несогласия обучающегося с объявленной оценкой с ним проводится индивидуальное собеседование с учетом результатов его ответа.

Дополнительного времени на подготовку по возможным дополнительным вопросам при этом не предоставляется. Решение об окончательной оценке принимает экзаменатор на основании результатов письменного ответа обучающегося и его ответов на дополнительные вопросы, причем приоритет при этом отдается качеству ответа на дополнительные вопросы.

8. Лектору предоставляется право отлично успевающим в ходе семестра обучающимся, сдавшим все контрольные мероприятия, выставить оценку «зачтено» без проведения итогового зачета.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры «ИМП»
« » _____ 2022 года, протокол №
_

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Наноматериалы: общие понятия, классификация, методы получения.
2. Графен: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Просвечивающая электронная микроскопия.
4. Общие свойства нанообъектов, причины отличия свойств нанообъектов от объемных тел.
5. Нанотрубки: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
6. Сканирующая электронная микроскопия.
7. Углеродные наноматериалы: классификация, методы получения.
8. Квантовые точки: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
9. Атомно-силовая микроскопия.
10. Полимерные наноматериалы, формирование наноструктур в процессе фазового разделения, свойства.
11. Фуллерены: структура, свойства, синтез, соединения, применение в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
12. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
13. Полимерные композитные материалы с углеродными наноматериалами: разновидности, методы получения, свойства.
14. Наноглина: структура, разновидности, свойства монтмориллонита, синтез,
15. применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
16. Конфокальная микроскопия.
17. Неорганические наноматериалы: классификация, методы получения, свойства.
18. Наноалмазы: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
19. Энерго-дисперсионный микроанализ.
20. Полимерные композитные материалы с неорганическими наноматериалами: разновидности, методы получения, свойства.
21. Наночастицы золота: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
22. Объемные и поверхностные методы анализа поверхности твердых тел.

23. Фотонные кристаллы: структура, свойства, методы получения.
24. Наночастицы серебра: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
25. Масс-спектрометрия.

Примеры билетов зачета

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

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 1

9. Наноматериалы: общие понятия, классификация, методы получения.
10. Графен: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
11. Просвечивающая электронная микроскопия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 201 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии
форма обучения очная

БИЛЕТ № 2

1. Общие свойства нанообъектов, причины отличия свойств нанообъектов от объемных тел
2. Нанотрубки: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Сканирующая электронная микроскопия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 201 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

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

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 3

1. Углеродные наноматериалы: классификация, методы получения.
2. Квантовые точки: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Атомно-силовая микроскопия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 201 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

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

Институт полиграфический
Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 4

1. Полимерные наноматериалы, формирование наноструктур в процессе фазового разделения, свойства.
2. Фуллерены: структура, свойства, синтез, соединения, применение в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 5

1. Полимерные композитные материалы с углеродными наноматериалами: разновидности, методы получения, свойства.
2. Наноглина: структура, разновидности, свойства монтмориллонита, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Конфокальная микроскопия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

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

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 6

1. Неорганические наноматериалы: классификация, методы получения, свойства.
2. Наноалмазы: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Энерго-дисперсионный микроанализ.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

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

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии

Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 7

1. Полимерные композитные материалы с неорганическими наноматериалами: разновидности, методы получения, свойства
2. Наночастицы золота: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Объемные и поверхностные методы анализа поверхности твердых тел.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /

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

Кафедра Инновационные материалы принтмедиаиндустрии
Дисциплина Материалы нанотехнологий
Направление подготовки 22.03.01–Материаловедение и технологии материалов
Профиль «Материаловедение и цифровые технологии»
форма обучения очная

БИЛЕТ № 8

1. Фотонные кристаллы: структура, свойства, методы получения
2. Наночастицы серебра: структура, свойства, синтез, применение, в том числе в полиграфическом и упаковочном производстве.
3. Масс-спектрометрия.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2022 г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ / А.П. Кондратов /