

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:22:40

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Углеродосодержащие материалы, композиты

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль

Технология наноструктурированных композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дфмн, Профессор, Бланк В.Д.

Рабочая программа

Углеродосодержащие материалы, композиты

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ от 30.11.2022 г. № 636 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.04.01 Химическая технология, 18.04.01 МХТ-23-1.plx Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.04.01 Химическая технология, Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствии с учебным планом: получение студентами базовых знаний и навыков в области новых функциональных и конструкционных углеродных материалов. Научить оценивать поведение углеродных материалов, в том числе наноматериалов различного назначения, при воздействии на них различных эксплуатационных факторов, обоснованно выбирать методы их получения и исследования.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дифракционные методы исследования	
2.1.2	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.3	Основы конструирования накопителей электрической энергии	
2.1.4	Системы хранения и преобразования энергии	
2.1.5	Электрохимические процессы	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Современные химические технологии	
2.2.2	Физико-химия композиционных материалов	
2.2.3	Научно-педагогическая практика	
2.2.4	Преддипломная практика	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов	
Знать:	
ПК-1-31 Основные зависимости эксплуатационных свойств деталей машин и приборов, инструментов от технологических факторов типовых режимов термической и химико-термической обработки	
Уметь:	
ПК-1-У2 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки	
ПК-1-У1 Выбирать конструкционные и инструментальные материалы, в том числе с использованием информационных технологий	
ОПК-3: Способен разрабатывать, проектировать новые и сложные объекты (устройства, артефакты и др.), процессы и системы с не полностью определенными и / или конкурирующими спецификациями, которые требуют интеграции знаний из разных областей и нетехнических ограничений, включая нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
Уметь:	
ОПК-3-У1 контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов	
Владеть:	
ПК-1-В3 Выбор технологического оборудования термической и химико-термической обработки	
ПК-1-В2 Выбор способа термической или химико-термической обработки	
ПК-1-В1 Изучение технической документации на обрабатываемые изделия, инструмент	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	Раздел 1. Классификация углеродных материалов. Физические основы получения							
1.1	Углеродные материалы, в том числе наноструктурированные. Многообразие структур на основе углерода. Типы связей и их архитектура: sp,sp ² ,sp ³ . Равновесная фазовая диаграмма (p-T) углерода (Лейпунского-Банди). Классификация углеродных материалов: графит, алмаз, в том числе наноалмаз, фуллерены, нанотрубки, онионы, конусы, тороиды. Уравнение неравновесной термодинамики. Неравновесное состояние и устойчивость фаз. Кинетические особенности синтеза углеродных материалов, в том числе алмаза. Современные методы синтеза углеродных материалов: фуллеренов, алмазов, нанотрубок, онионов и т.д. /Лек/	2	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	
1.2	Синтез углеродных наноматериалов при помощи метода химического осаждения из газовой фазы /Пр/	2	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			
1.3	Освоение лекционного материала; Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/	2	24	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			Р1
	Раздел 2. Свойства и способы получения углеродных материалов							

2.1	<p>Методы исследования и оценки свойств углеродных материалов: оптическая спектроскопия, в том числе рамановская; рентгеновский дифракционный анализ, топография; электронная сканирующая и просвечивающая микроскопия; другие физические методы и их особенности применительно к углеродным материалам. Синтез монокристаллов алмаза: Ib, Ib, Ia. HPHT и CVD – синтез. Особенности методов роста. Достоинства и недостатки. Аппараты для роста кристаллов. Взрывной метод. Термическое разложение и др. Характерные особенности структуры и морфологии наноалмазов. Формирование облика наночастиц. Теория и эксперимент. Выращивание полупроводниковых алмазов типа Ib (легированных бором). Особенности роста и структуры Ib алмазов при росте из газовой фазы и высоких давлениях. Зонная структура легированных бором алмазов. Возможность получения n-типа проводимости в монокристалле алмаза и получение p-n перехода. Модулированная структура Ib алмаза. Расчет предельной растворимости бора в решетке алмаза. Спинодальный распад твердого раствора. Период модуляции структуры в легированном бором алмазе. Распределение легирующей примеси на границе растущего кристалла и формирование поверхности алмаза при охлаждении. /Лек/</p>	2	7	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	
2.2	<p>Анализ углеродных наноструктур при помощи метода спектроскопии комбинационного рассеяния света /Пр/</p>	2	7	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			

2.3	Освоение лекционного материала; Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/	2	26	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			Р1
	Раздел 3. Применение углеродных материалов. Композиты на основе углеродных материалов							

3.1	<p>Полупроводниковые алмазы. Диоды Шоттки. Детекторы ионизирующих излучений. Преобразователи энергии на базе альфа- и бета-излучений. Термодатчики. Фуллерены C60, C70 и другие. Особенности электронного строения, [sp²+sp³] – связь, p-Г диаграмма [синтеза] структур на основе C60, C70. Полимеризация фуллеренов. Модель О'Кифи для трехмерной полимеризации и расчеты Руоффов о возможности получения материалов на базе C60 более жестких, чем алмаз. Современные экспериментальные данные о трехмерной полимеризации. Каталитическая полимеризация фуллеренов. Возможности получения «углеродных» сплавов при каталитической полимеризации фуллеренов, эндофуллеренов, онионов и нанотрубок. Композиционные материалы на основе УНТ, фуллеренов и др. Углеродное волокно. Механическая прочность и модуль Юнга. Возможности улучшения их свойств при использовании в композиционных материалах. Лечение углеродного волокна с помощью фуллерена C60. Получение гибридных структур: волокно + УНТ. Керамические материалы с углеродными наноструктурами. Получение материалов для использования в экстремальных условиях: радиационная стойкость, химическая устойчивость, высокие температуры и т.д. Керамика на основе C60 + [бориды, карбиды, нитриды, оксиды]. Возможность получения беспористых керамидов. Параметры синтеза. /Лек/</p>	2	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	
3.2	Анализ электрофизических свойств углеродных наноструктур /Пр/	2	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			

3.3	Освоение лекционного материала; Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/	2	24	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			Р1
-----	--	---	----	--	----------------	--	--	----

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Защита реферата	ОПК-3-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Требования и рекомендации к оформлению реферата: 1. Реферат – оригинальное произведение, основанное на общедоступных источниках. 2. Количество источников в реферате должно быть не менее 10. Если источник взят из сети Интернет, в списке использованных источников следует указывать полностью адрес страницы и дату обращения. 3. Прямые цитаты в тексте должны быть помещены в двойные кавычки («» или ""), в конце цитаты ставится номер ссылки в списке использованных источников. 4. Количество оригинального текста должно быть более 1/2 от объема реферата. Объем заимствований проверяется в системе «Антиплагиат МИСиС». 5. Количество процитированного текста на странице не должно быть более чем 1/2 страницы. 6. Реферат должен состоять из следующих разделов: - Титульный лист - Введение (актуальность, постановка задачи) - Основная часть - Заключение (выводы)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Реферат	ОПК-3-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Темы реферата: 1. Классификация УМ: 0-, 1-, 2-, 3-мерные 2. Классификация УМ: функциональные и конструкционные 3. Наноструктурированные объемные УМ 4. Равновесная Р-Т диаграмма углерода. 5. Синтез алмаза 6. Синтез фуллерена 7. Синтез УНТ 8. Особенности роста полупроводникового алмаза 9. Методы исследований УМ 10. Применение УМ в микроэлектронике: алмаз 11. Применение УМ в микроэлектронике: УНТ 12. Электронная структура алмаза, наноалмаза 13. Электронная структура УНТ 14. Электронная структура фуллерена 15. Углеродные волокна и ткани на основе УМ: особенности получения 16. Углеродные волокна и ткани на основе УМ: свойства и области применения 17. Керамика на основе УМ: особенности получения 18. Керамика на основе УМ: свойства и области применения

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Студент получает оценку за зачет на основании средней оценки по всем работам, выполняемым в течении семестра (опросы на занятиях, реферат, защита реферата), по следующей методике:

"отлично" - более 85 %;

"хорошо" - от 75% до 85 %;

"удовлетворительно" - от 50 % до 75 %;

"неудовлетворительно" - менее 50 % либо при невыполнении хотя бы одной работы из перечня работ по дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Столяров Р. А., Буракова И. В., Бураков А. Е.	Нанокуглеродные функциональные материалы и покрытия: учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Харрис П., Чернозатонский Л. А.	Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Нанометр. Нанотехнологическое сообщество	www.nanometr.ru
----	--	-----------------

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	MS Teams
П.4	LMS Canvas

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.