

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 19:47:25

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)

Новые углеродные материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Магистр-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	34	34	34	34
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.; кфмн, Доцент, Иржак А.В.

Рабочая программа

Новые углеродные материалы

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, 22.04.01-ММТМ-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от г., №

Руководитель подразделения А.Р. Оганов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствие с учебным планом: получение студентами базовых знаний и навыков в области новых функциональных и конструктивных 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.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур	
2.2.2	Кристаллы в квантовой электронике	
2.2.3	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.4	Оптические элементы лазерных систем. Часть 1	
2.2.5	Применение лазерных систем	
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.7	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.2.8	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.2.9	Кристаллические компоненты акустоэлектроники	
2.2.10	Микросхемотехника	
2.2.11	Наноматериалы в современной твердотельной электронике	
2.2.12	Нелинейные кристаллы	
2.2.13	Оптические элементы лазерных систем. Часть 2	
2.2.14	Солнечная энергетика	
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками	
Знать:	
ПК-3-31 Свойства функциональных материалов и структур микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками, технологических процессов получения и методик исследования функциональных материалов и структур микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками	
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-31 современные достижения в области материаловедения и технологии новых углеродных материалов, смежных областях	
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками	
Уметь:	
ПК-3-У1 Осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов для создания функциональных материалов и структур микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками	
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	
Уметь:	
ОПК-5-У1 оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков,	

обосновывать выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии новых углеродных материалов, смежных областях

Владеть:

ОПК-5-В1 навыками проведения научных исследований, выполнения анализа и представления их результатов в области новых углеродных материалов

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. /Пр/	1	5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	
1.2	Синтез углеродных наноматериалов при помощи метода химического осаждения из газовой фазы /Пр/	1	5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Э1			
1.3	Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/	1	24	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	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, IIb, IIIa. 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 IIb (легированных бором). Особенности роста и структуры IIb 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 IIb 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. /Пр/</p>	1	7	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	
2.2	<p>Анализ углеродных наноструктур при помощи метода спектроскопии комбинационного рассеяния света /Пр/</p>	1	7	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Э1			
2.3	<p>Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/</p>	1	26	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	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.</p> <p>Преобразователи энергии на базе альфа- и бета-излучений. Термодатчики. Фуллерены C60, C70 и другие. Особенности электронного строения, [sp²+sp³] – связь, p-T 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.</p> <p>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.</p> <p>Получение материалов для использования в экстремальных условиях: радиационная стойкость, химическая устойчивость, высокие температуры и т.д. Керамика на основе C60 + [бориды, карбиды, нитриды, оксиды].</p> <p>Возможность получения беспористых керамидов. Параметры синтеза. /Пр/</p>	1	5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.Л2.1 Э1		КМ1	

3.2	Анализ электрофизических свойств углеродных наноструктур /Пр/	1	5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Э1			
3.3	Подготовка к практическим занятиям; Сбор материала для написания реферата и написание реферата /Ср/	1	24	ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	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-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1	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-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1	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**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

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой.

Проведение лекционных занятий и практических работ осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Проведение практических работ может осуществляться с использованием технологического и исследовательского оборудования соответствующих лабораторий.

Практические занятия должны быть нацелены на изучение особенностей реального технологического и исследовательского оборудования, особенностей и технологических ограничений, а также способов их преодоления.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: - при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав технологического и исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Подготовка к контрольным работам проводится в часы самостоятельной работы и, при необходимости, в часы консультаций лектора.

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется путем индивидуального опроса и тестирования студентов во время практических занятий, коллоквиумов, подготовки и написания реферата.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) могут приводиться в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.

Перед началом занятий студенты получают график выдачи и сдачи реферата.

Рекомендуется на каждом практическом занятии проводить экспресс опрос (с простановкой оценки) либо тестирование по пройденной теме, с целью установления усвояемости дисциплины.

Рекомендуется проведение защиты реферата в виде краткого доклада с предоставлением иллюстративного материала (презентации) и совместного обсуждения доклада.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации.

При самостоятельной работе целесообразно пользоваться, помимо основной литературы, следующими источниками:

- 1 С.Н. Колокольцев. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения. Учебное пособие. Интеллект, 2012
- 2 С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение. М.: Машиностроение, 2008

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)
 - Список использованных источников
7. Реферат должен раскрывать тему полностью и не содержать лишней информации.
8. Объем не должен быть меньше 7 и не больше 15 листов А4 вместе с титульным листом. Шрифт 12-14 Times New Roman; полуторный межстрочный интервал; абзац 1,25 см; выравнивание текста - по ширине страницы; выравнивание заголовков – по центру страницы; поля сверху и снизу - 2 см, справа – 1,5 см, слева – 3 см.