

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 02.08.2023 12:37:07

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Методы исследования материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для современной инженерии материалов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

72

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 3

аудиторные занятия

17

самостоятельная работа

55

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	17	17	17	17
Контактная работа	17	17	17	17
Сам. работа	55	55	55	55
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

*кфмн, доцент, Подгорный Дмитрий Андреевич*

Рабочая программа

**Методы исследования материалов**

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 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02\_МФ3-22-3А.plx Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для современной инженерии материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Quantum Physics for Advanced Materials Engineering/ Квантовая физика для современной инженерии материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков**

Протокол от 14.06.2022 г., №13-21/22

Руководитель подразделения Оганов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить современным методам исследования материалов, пониманию возможностей дифракционных, микроскопических и спектроскопических методов, их точности, чувствительности, локальности и применимости с целью изучения связи между составом, структурой и свойствами; контроля качества материалов; технологических процессов их производства&
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		ФТД
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Scientific research / Научно-исследовательская практика	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Master's Thesis / Преддипломная практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические исследования физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций**

**Знать:**

ПК-2-31 основные методы исследования материалов в различных состояниях

**Уметь:**

ПК-2-У3 применять полученные знания для решения материаловедческих и физических задач профессиональной деятельности при выполнении комплексных междисциплинарных исследований

ПК-2-У2 устанавливать с использованием различных методов исследования материалов возможные причины изменения свойств, а также брака производителя и давать рекомендации по его устранению

ПК-2-У1 применять полученные знания для обоснованного выбора метода анализа фазового и элементного состава, а также структуры и превращений материалов после различных видов термической и механической обработки

**Владеть:**

ПК-2-В2 навыками сопоставления результатов исследований различными методами и опыт оценки полученных результатов

ПК-2-В1 навыками выбора и правильного применения способа подготовки проб для анализа состава, структуры

**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
	<b>Раздел 1. Рентгеновская дифрактометрия. Рентгеноспектральный анализ</b>							
1.1	Пробоподготовка. Основные режимы работы /Пр/	3	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	3	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р3
	<b>Раздел 2. Просвечивающая Электронная Микроскопия. Пробоподготовка. Основные режимы работы.</b>							

2.1	Пробоподготовка. Основные режимы работы /Пр/	3	5	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			P1
2.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	3	4	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			P1
<b>Раздел 3. Растовая (Сканирующая) Электронная Микроскопия. Образцы для исследования. Режимы работы.</b>								
3.1	Пробоподготовка. Основные режимы работы /Пр/	3	5	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			P2
3.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	3	4	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			P2
<b>Раздел 4. Методы исследования</b>								
4.1	Выполнения индивидуального задания /Ср/	3	39	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			P4
4.2	Защита индивидуального задания /Пр/	3	2	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2- -В1 ПК-2-В2			КМ1	

### 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 индивидуального задания	ПК-2-31;ПК-2- У1;ПК-2-У2;ПК-2- У3;ПК-2-В1;ПК-2- В2	Какие методы исследования были выбраны и почему? Ограничения выбранных методов? Достоинства и недостатки выбранных методов? Какая подготовка образцов необходима? На каком оборудовании проводилось исследование? Характеристики оборудования? Какова чувствительность каждого метода? Какова погрешность измерений? Сравнить результаты, полученные разными методами.

#### 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
P1	Практическая работа № 1	ПК-2-31;ПК-2- У1;ПК-2-У2;ПК-2- У3;ПК-2-В1;ПК-2- В2	Просвечивающая электронная микроскопия. Пробоподготовка. Основные режимы работы. Вопросы для подготовки: - основные характеристики ПЭМ; - правила работы на микроскопе; - образцы для исследования в ПЭМ; - основные режимы работы ПЭМ;

P2	Практическая работа № 2	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Растровая электронная микроскопия. Пробоподготовка. Основные режимы работы. Вопросы для подготовки: - основные характеристики СЭМ; - образцы для исследования в СЭМ; - основные режимы работы СЭМ; - основные задачи, решаемые растровой электронной микроскопией; - микро рентгеноспектральный анализ.
P3	Практическая работа № 3	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Рентгеновская дифрактометрия. Рентгеноспектральный анализ. Пробоподготовка. Основные режимы работы. Вопросы для подготовки: - основные характеристики, приборы, приставки; - правила работы, техника безопасности; - образцы и способы их приготовления, в зависимости от исследования, задачи; - схемы съемки; - задачи, решаемые с помощью рентгеновской дифракции; - суть и возможности метода рентгеновская спектроскопии, образцы, задачи.
P4	Индивидуальное задание	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Подобрать и обосновать методы исследования материалов для выполнения своей научно-исследовательской работы. Приготовить образцы. Провести исследование. Оценить чувствительность каждого метода, и погрешность измерений. Сравнить результаты, полученные разными методами.

### 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)

Обучающийся должен выполнить индивидуальное задание и все практические работы, указанные в данном разделе. оценка "зачет" студент выполнил все практические работы, индивидуальное задание не ниже оценки "удовлетворительно"; оценка "незачет" студент не справился с выполнением календарного плана, выполнил не все практические работы, индивидуальное задание выполнил на оценку "неудовлетворительно"; оценка "не явка" студент не явился на занятия в семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.2	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Жданов Г. С., Илюшин А. С., Никитина С. В., Жданов Г. С.	Дифракционный и резонансный структурный анализ: Рентгено-, электроно-, нейтроно-мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	International Centre for Diffraction Data	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>
Э2	Inorganic Crystal Structure Database:	<a href="https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html">https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html</a>
Э3	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э4	РЕСУРСЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА Springer Nano -ресурс содержит информацию о наноматериалах и наноустройствах	<a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a>
Э5	International Union of CRYSTALLOGRAPHY:	<a href="http://www.iucr.org/resources/data">http://www.iucr.org/resources/data</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft Office
П.4	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.5	ESET NOD32 Antivirus

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a>
И.2	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>
И.3	<a href="http://www.iucr.org/resources/data">http://www.iucr.org/resources/data</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Б-009	Центр коллективного пользования "Материаловедение и металлургия":	установка фокусированного ионного пучка Strata FEI 205 , просвечивающий электронный микроскоп GEM 2100 JEOL
Б-011	Центр коллективного пользования "Материаловедение и металлургия":	сканирующий электронный микроскоп JSM 6700 F JEOL, сканирующий электронный микроскоп JSM 6480 LV JEOL, электронный оже-спектрометр PHI-680 Physical electronics
К-404	Научно-исследовательская лаборатория рентгеновской дифрактометрии	рентгеновский дифрактометр D8 Discover Bruker

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении курса "Методы исследования материалов» большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса.

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических занятий, выдачи и сдачи индивидуальных занятий.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации преподавателей в компьютерном классе