

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 19:47:35

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)

# Методы исследования материалов

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 **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72

в том числе:

аудиторные занятия 8

самостоятельная работа 64

Формы контроля в семестрах:  
зачет 4

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	8	8	8	8
Контактная работа	8	8	8	8
Сам. работа	64	64	64	64
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 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 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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики	
2.1.2	Микросхемотехника	
2.1.3	Научно-исследовательская работа	
2.1.4	Нелинейные кристаллы	
2.1.5	Оптические элементы лазерных систем. Часть 2	
2.1.6	Оптические явления в кристаллах. Часть 2	
2.1.7	Солнечная энергетика	
2.1.8	Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур	
2.1.9	Оптические элементы лазерных систем. Часть 1	
2.1.10	Применение лазерных систем	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.1.13	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.14	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.1.15	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

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

<b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 основные методы исследования материалов в различных состояниях	
<b>Уметь:</b>	
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	
<b>Владеть:</b>	
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/	4	2	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/	4	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/	4	2	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			Р1
2.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	4	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			Р1
	<b>Раздел 3. Растровая (Сканирующая) Электронная Микроскопия. Образцы для исследования. Режимы работы.</b>							
3.1	Пробоподготовка. Основные режимы работы /Пр/	4	2	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			Р2
3.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	4	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			Р2
	<b>Раздел 4. Методы исследования</b>							
4.1	Выполнения индивидуального задания /Ср/	4	48	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			Р4
4.2	Защита индивидуального задания /Пр/	4	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 рентгеновской 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
---------------------	----------	------------	-------------------

	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
Л3.1	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/icdd.html">https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icdd.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