

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

Приложение 4  
к ОПОП ВО 19.04.01 Биотехнология,  
профиль "Нейроинженерия и тераностика"

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Методы исследования материалов

Закреплена за подразделением	Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии
Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Профиль	Нейроинженерия и тераностика

Квалификация	<b>Магистр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	72	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		зачет 2
аудиторные занятия	8	
самостоятельная работа	64	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр ( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр на курсе&gt;</b> )	<b>2 (1.2)</b>		Итого	
Неделя	18			
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, Сенатов Ф.С.*

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 19.04.01 Биотехнология (приказ от 28.09.2023 г. № 411 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

19.04.01 Биотехнология, 19.04.01-МБТ-24-1.plx Нейроинженерия и тераностика, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

19.04.01 Биотехнология, Нейроинженерия и тераностика, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Научно-образовательный центр биомедицинской инженерии**

Протокол от 21.06.2023 г., №10

Руководитель подразделения Сенатов Фёдор Святославович, к.ф-м.н.

**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	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

**ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем**

**Знать:**

ПК-1-31 Основные методы исследования материалов в различных состояниях

**Уметь:**

ПК-1-У3 Применять полученные знания для обоснованного выбора метода анализа

ПК-1-У2 Применять полученные знания для решения биоматериаловедческих задач профессиональной деятельности при выполнении комплексных междисциплинарных исследований

ПК-1-У1 Устанавливать с использованием различных методов исследования материалов возможные причины изменения свойств, а также брака производителя и давать рекомендации по его устранению

**Владеть:**

ПК-1-В1 Навыками сопоставления результатов исследований различными методами и опыт оценки полученных результатов

**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/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	2	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р1

2.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	2	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	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/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р2
3.2	Подготовка к проведению практических занятий /Ср/	2	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л2.1 Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р2
	<b>Раздел 4. Методы исследования</b>							
4.1	Выполнения индивидуального задания /Ср/	2	48	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р4
4.2	Защита индивидуального задания /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1			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-1-31	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
Р1	Практическая работа № 1	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	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-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	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-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	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-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1	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.

Вопросы к зачету:

1. Основные характеристики ПЭМ
2. Правила работы на микроскопе
3. Образцы для исследования в ПЭМ
4. Основные режимы работы ПЭМ
5. Основные характеристики СЭМ
6. Образцы для исследования в СЭМ
7. Основные режимы работы СЭМ
8. Основные задачи, решаемые растровой электронной микроскопией
9. Микро рентгеноспектральный анализ
10. Основные характеристики, приборы, приставки
11. Правила работы, техника безопасности
12. Образцы и способы их приготовления, в зависимости от исследования, задачи
13. Схемы съемки
14. Задачи, решаемые с помощью рентгеновской дифракции
15. Суть и возможности метода рентгеновская спектроскопии, образцы, задачи

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

По дисциплине предусмотрена аттестация в форме зачета.

Для получения зачета 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="http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html">http://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	eLIBRARY.RU: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
И.2	SpringLink <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
И.3	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
И.4	ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
И.5	Электронный фонд <a href="https://docs.cntd.ru/?ysclid=lp5ebi7lkx985720114">https://docs.cntd.ru/?ysclid=lp5ebi7lkx985720114</a>
И.6	Подписки на базы данных в НИТУ МИСИС <a href="https://research.misis.ru/library">https://research.misis.ru/library</a>
И.7	<a href="http://nano.nature.com/">http://nano.nature.com/</a>
И.8	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>
И.9	<a href="http://www.iucr.org/resources/data">http://www.iucr.org/resources/data</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

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.
Б-0023	Лаборатория "Биомедицинские наноматериалы":	Биологический блок: ламинарный шкаф II класса защиты для проведения работ с клеточными культурами в стерильных условиях; CO <sub>2</sub> -инкубатор, автоматический счетчик клеток; водяная баня; центрифуга; кельвинатор (-80°C) и сосуд Дьюара с жидким азотом (-196°C) для длительного хранения клеточных линий в замороженном состоянии; холодильные и морозильные камеры; необходимое вспомогательное оборудование; инвертированный флуоресцентный микроскоп; инвертированный оптический микроскоп; автоклав и уникальная установка для генерации низкочастотного магнитного поля.
Б-008	Лаборатория "Биомедицинские наноматериалы":	Химический блок: 3 вытяжных шкафа для работы с летучими и токсичными веществами; лабораторные столы с химически стойким покрытием; вакуумный роторный испаритель; препаративные центрифуги и ультрацентрифуги (5 шт.); лабораторные плитки с магнитным перемешиванием для получения наноструктурных материалов; ультразвуковая баня и ультразвуковой щуп для гомогенизации растворов; лабораторный реактор для крупномасштабного синтеза наночастиц; спектрофотометр; прибор для измерения динамического светорассеяния и поверхностного заряда наночастиц; pH-метр; холодильные и морозильные камеры; лиофильная сушилка; сушильный шкаф; деионизатор воды; аналитические весы; автоматические дозаторы.
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели

## 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.

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

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации преподавателей