

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

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) Современные материалы медицинского назначения

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Физико-химия процессов и материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Формы контроля в семестрах: экзамен 3
в том числе:		
аудиторные занятия	34	
самостоятельная работа	65	
часов на контроль	45	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	Неделя			
	19			
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	65	65	65	65
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
*дтн, Профессор, Филонов М.Р.*

Рабочая программа

**Современные материалы медицинского назначения**

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 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – научить студентов-магистров методам изучения биосовместимых материалов (в том числе наноматериалов), принципам их разработки, анализу различных факторов, влияющих на поведение материалов, оценке потенциальных рисков.
1.2	Задачи: научить
1.3	1) базовым теоретическим знаниям в области наук о биосовместимых материалах;
1.4	2) закономерностям взаимодействия организма с материалами;
1.5	3) методам исследования свойств биосовместимых материалов;
1.6	4) оценивать потенциальные риски для здоровья человека.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Производственная практика	
2.1.2	Технологии получения материалов	
2.1.3	Фазовые превращения при получении металлов и соединений	
2.1.4	Физико-химия эволюции твердого вещества	
2.1.5	Энерго- и ресурсосберегающие технологии в производстве и использовании материалов	
2.1.6	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.7	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.8	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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**

<b>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</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-5-31 основные классы и свойства материалов для применения в медицине	
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-6-31 наноструктурные материалы и наномедицина	
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-5-31 Модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 основы биосовместимости материалов	
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>	

<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Управлять рабочими параметрами лабораторного технологического оборудования таким образом, чтобы они обеспечивали максимальное соответствие технологического процесса, проводимого в ходе лабораторного моделирования, производственному технологическому процессу
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 систематизировать научно-техническую и справочную информации по теме курса с использованием книг, периодической литературы, интернета
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 применять методы анализа и обработки экспериментальных данных
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 применять на практике знания фундаментальных основ
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-6-В1 подходом к выбору материалов с оптимальными свойствами для различных медицинских применений
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 навыками использования теоретических знаний для научно-технического анализа биосовместимых систем
<b>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</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 методами критического мышления и синтеза новых знаний на основе анализа результатов исследований
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 методами получения и исследования свойств пробных партий биосовместимых образцов

#### 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. Основные классы материалов медицинского назначения</b>							

1.1	Введение. Основные свойства биологических тканей. Требования, предъявляемые к биосовместимым материалам. Обзор мирового рынка биоматериалов /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.2	Металлические биосовместимые материалы: основные классы, особенности применения. Потенциальные риски для здоровья от использования наноразмерных материалов /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.3	Керамические, полимерные, углеродные материалы. Биосовместимые покрытия /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.4	Материалы для костных имплантатов и сердечнососудистой хирургии /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.5	Направления в разработке композиционных биоматериалов /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.6	Взаимодействие имплантата с организмом человека /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.7	Биомеханическая совместимость металлических материалов /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.8	Каким должен быть идеальный биосовместимый материал? /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.9	Подбор материала для протеза бедра /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.10	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий и рефератов. /Ср/	3	28	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
	<b>Раздел 2. Методы получения и исследования свойств биосовместимых материалов</b>							
2.1	Изучение химического состава и структуры биосовместимых материалов /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2

2.2	Изучение механического поведения и коррозионно-электрохимических характеристик биосовместимых материалов /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.3	Методы исследования поверхности биосовместимых материалов /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.4	Стандартизация биосовместимых материалов в России и за рубежом /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.5	Изучение структуры металлического биосовместимого материала /Пр/	3	2	ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.6	Оценка биосовместимости стоматологической конструкции /Пр/	3	2	ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.7	Системы адресной доставки лекарственных средств /Пр/	3	2	ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.8	Медико-биологические методы исследования in vivo /Пр/	3	2	ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.9	Принципы разработки биосенсоров /Пр/	3	1	ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2
2.10	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий и рефератов. /Ср/	3	37	ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2

## 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		ОПК-5-31;ОПК-1-31;ПК-6-31;ПК-5-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение понятия «биоматериал» (не менее трех).</li> <li>2. Важнейшие свойства различных типов живых тканей.</li> <li>3. Основные коррозионно-активные среды организма человека.</li> <li>4. Основные причины разрушения медицинских имплантатов, работающих под нагрузкой.</li> <li>5. Особенности применения керамических материалов для изготовления медицинских конструкций.</li> <li>6. Основные типы композиционных материалов медицинского назначения.</li> <li>7. Преимущества и недостатки подходов к созданию медицинских изделий и устройств по принципам top-down и bottom-up.</li> <li>8. Основные свойства титана как биосовместимого металла.</li> <li>9. Биорезорбируемые сплавы на основе Mg и Fe.</li> <li>10. Применение пористых скаффолдов для регенерации тканей.</li> <li>11. Анализ диаграмм деформации вязкоупругого материала.</li> <li>12. Механические нагрузки, испытываемые различными частями скелета человека.</li> <li>13. Термические свойства биоматериалов.</li> <li>14. Структурный анализ кристаллических и аморфных биосовместимых материалов.</li> <li>15. Методы определения плотности и пористости биоматериалов.</li> <li>16. Методы оценки усталостных свойств биоматериалов.</li> <li>17. Спектроскопические методы изучения тонкой структуры поверхности биоматериалов.</li> <li>18. Методы оценки биологической совместимости медицинских материалов.</li> <li>19. Методы повышения биомеханической совместимости металлических биоматериалов.</li> <li>20. Критические свойства поверхности биоматериала и методы ее модификации.</li> <li>21. Основные виды функциональных покрытий на различных типах медицинских материалов.</li> <li>22. Основные этапы остеоинтеграции имплантата.</li> <li>23. Постановка комплексного эксперимента по изучению свойств новых биосовместимых материалов.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1		ОПК-5-У1;ОПК-1-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Биомедицинская инженерия: «Будущее ближе, чем кажется».</li> <li>2. Костная ткань – исключительно «умный» материал.</li> <li>3. Биомиметика: основные принципы и применение в технике.</li> <li>4. Полимеры в медицине.</li> <li>5. Нанотехнологии открывают новые горизонты в медицине.</li> <li>6. Рентген, электроны, нейтроны – невидимые помощники материалововеда.</li> <li>7. Кристаллическая структура металлов и сплавов.</li> <li>8. Рентгенодифракционный анализ: просто и информативно.</li> <li>9. Оборудование для изучения механических свойств материалов.</li> <li>10. Электронная микроскопия: «Вижу всё!»</li> <li>11. Оценка биологической совместимости металлов in vitro.</li> <li>12. Термическая обработка металлов и сплавов – «возможны варианты».</li> </ol>

P2		ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-5-В1;ПК-5-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка металлов давлением.</li> <li>2. «Великолепная четверка» в биосовместимых сплавах – титан, ниобий, тантал, цирконий.</li> <li>3. Производство медицинских сплавов.</li> <li>4. Как можно заменить недостающий зуб?</li> <li>5. «Керамика бывает разная...» Классификация керамических материалов.</li> <li>6. «Пробежала волна горения...» Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.</li> <li>7. Получение керамики медицинского назначения.</li> <li>8. Тигли для металлургии и для медицины.</li> <li>9. Поверхность материала и связанные с ней явления.</li> <li>10. Как происходит остеоинтеграция?</li> <li>11. Микродуговые покрытия.</li> <li>12. Модификация поверхности титановых имплантов (3 метода на выбор).</li> </ol>
----	--	---------------------------------	---

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

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре. Пример типового экзаменационного билета представлен в Приложении.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Сироткин А. С., Жукова В. Б.	Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010
Л1.2	Дубинский С. М., Жукова Ю. С., Шереметьев В. А., др.	Сплавы с памятью формы. Биосовместимые безникелевые сплавы с памятью формы на основе титана (N 3701): учебное пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Тихонов Г. П., Минаева И. А.	Основы биотехнологии: методические рекомендации: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Альгаир МГАВТ, 2009
Л2.2	Абатурова А. М., Багров Д. В., Байжуманов А. А., Бонарцев А. П., Браже А. Р., Рубин А. Б.	Нанобиотехнологии: практикум	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015

### 6.3 Перечень программного обеспечения



П.1	Microsoft Office
П.2	MATLAB
П.3	MATCAD
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	

#### 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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 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, ПКс 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

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов. Практические занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

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.