

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:14:59

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)

### Бионаномедицина

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 10

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	51	51	51	51
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кхн, доцент, Абакумов М.А.*

Рабочая программа

**Бионаномедицина**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

Руководитель подразделения А.Г. Савченко

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, предусмотренных учебным планом, приобретение знаний, необходимых для производственно-технологической, проектной и исследовательской деятельности в области разработки и использования продуктов бионанотехнологии, принципов биологической наносамосборки и организации для разработки и создания новых нанопродуктов медицинского назначения.
1.2	Задачи дисциплины – научить представлению об организме человека, о его строении и функции в норме и патологии, о патологических состояниях, методах их диагностики, коррекции и лечения; научить основным принципам слежения, исправления, конструирования и контроля над биологическими системами человека на молекулярном уровне с использованием наноустройств и наноструктур, дать представление о возможностях и перспективах применения нанотехнологий в медицине, в частности их значимости при терапии и диагностики заболеваний.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

	Блок ОП:	Б1.В.ДВ.33
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Методы исследования материалов	
2.1.2	Физика металлов	
2.1.3	Физические свойства твердых тел	
2.1.4	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.5	Компьютерная металлография	
2.1.6	Методы физико-химических исследований	
2.1.7	Основы физики поверхности	
2.1.8	Современные методы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.9	Защита интеллектуальной собственности и патентование	
2.1.10	Коррозия и защита металлов	
2.1.11	Металловедение инновационных материалов	
2.1.12	Механические свойства материалов	
2.1.13	Статистическая физика	
2.1.14	Физика полупроводников	
2.1.15	Методы вычислительной физики	
2.1.16	Физические свойства кристаллов	
2.1.17	Введение в квантовую механику	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Современные материалы медицинского назначения	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Инновационные конструкционные материалы для медицины	
2.2.5	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.6	Практическое применение методов анализа Big data	
2.2.7	Применение лазерных систем	
2.2.8	Физические методы исследования материалов	
2.2.9	Цифровая электроника	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

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

**ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**Знать:**

ПК-2-37 свойства различных лекарств, влияющие на их взаимодействие с клетками органов и тканей-мишеней;
ПК-2-36 нанотехнологические аспекты адресной доставки диагностических и лекарственных препаратов к органам-мишеням;
ПК-2-38 механизмы интернализации различных наночастиц клетками;
ПК-2-310 фундаментальные вопросы нанотоксикологии;
ПК-2-39 фундаментальные основы биологических процессов при тех или иных патологических состояниях;
ПК-2-32 механизмы пассивного и активного таргетинга наночастиц в область патологии;
ПК-2-31 наноструктурные основы патогенеза того или иного заболевания;
ПК-2-33 разнообразии бионаномедицинских наночастиц и наноматериалов и их свойства (размеры, форму, материал, возможности функционализации);
ПК-2-35 методы изучения наноструктур;
ПК-2-34 примеры наносистем доставки лекарственных препаратов;
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У4 исследовать биораспределение наночастиц в организме, фармакокинетику и фармакодинамику наночастиц, пути выведения наночастиц из организма;
ПК-2-У5 спланировать и осуществить функционализацию тех или иных наноматериалов для специфических биомедицинских задач;
ПК-2-У3 подобрать способы увеличения концентрации лекарственного вещества в области патологии;
ПК-2-У1 сопоставлять возможности функционализации различных наноматериалов для решения тех или иных биомедицинских задач;
ПК-2-У2 оценивать последствия применения наноматериалов в биомедицине с точки зрения законодательства, регулирующего оборот наноматериалов и воздействия на окружающую среду;
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В4 методами синтеза, характеристики, функционализации наночастиц золота и их применения для диагностики и лечения различных патологий.
ПК-2-В5 методами синтеза, характеристике магнитных наноматериалов для биомедицины - наночастиц на основе оксида железа, и владеть возможностями их применения при МРТ-диагностике, магнитной гипертермии, функционализации и адресной доставки лекарств, в том числе с применением низкочастотного магнитного поля для локального высвобождения лекарства в области патологии.
ПК-2-В6 методами применения наноматериалов в регенеративной медицине (наноскаффолдов, нановолокон);
ПК-2-В1 методами оценки потенциальной цитотоксичности наноматериалов при применении в биомедицине;
ПК-2-В2 методами синтеза наночастиц для бионаномедицины.
ПК-2-В3 методами синтеза, характеристики и применения липосом в биомедицине для доставки лекарств;

#### 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. Введение в медицинские нанотехнологии</b>							

1.1	Введение в медицинские нанотехнологии. Цели новых подходов в медицине. Повышение уровня жизни, уменьшение побочных эффектов лекарственных препаратов. Фундаментальные исследования биологических процессов с помощью новых инструментов и междисциплинарных подходов. /Пр/	10	2	ПК-2-33 ПК-2-31 ПК-2-310 ПК-2-У2 ПК-2-38 ПК-2-37 ПК-2-39	Л1.6 Л1.8 Л1.10 Л1.11 Л2.1 Э1			
1.2	Освоение материалов раздела 1 /Ср/	10	8	ПК-2-31 ПК-2-33 ПК-2-37 ПК-2-38 ПК-2-39 ПК-2-310	Л1.1 Л1.6 Л1.8 Л1.10 Л1.11 Л2.1 Э1			
	<b>Раздел 2. Методы изучения наноструктур</b>							
2.1	Виды электронной микроскопии. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Атомно-силовая микроскопия. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-35	Л1.2 Л1.7 Л1.9 Л2.3 Л3.1 Э2			
2.2	Освоение материалов раздела 2 /Ср/	10	10	ПК-2-33 ПК-2-35	Л1.2 Л1.7 Л1.9 Л2.3 Л3.1 Э2			
	<b>Раздел 3. Наночастицы и наноструктурированные наноматериалы в биомедицинских исследованиях и биомедицинской практике</b>							
3.1	Способы синтеза наночастиц для наномедицины. Свойства биомедицинских наночастиц и наноматериалов (их размеры, форма, состав, возможности функционализации). Разнообразие наночастиц, применяемых бионаномедицинских исследованиях. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-35 ПК-2-У5 ПК-2-В2	Л1.6 Л1.8 Э3			

3.2	Липосомы. Общие сведения о строении липосом. Влияние состава на свойства липосом (жесткость, проницаемость). Формирование мицелл и липосом при повышении концентрации липидов в растворе. Классификация липосом по размеру и строению стенки. Загрузка гидрофильных лекарств и других агентов внутрь липосом. Загрузка гидрофобных лекарств и других веществ в стенку липосом. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-В2 ПК-2-У1 ПК-2-В3	Л1.6 Л1.8 Э4			
3.3	Наноматериалы на основе золота. Синтез наночастиц золота. Поверхностный плазмонный резонанс золотых наночастиц. Механизм сульфидной связи для функционализации наночастиц золота. Радиоактивные изотопы золота. Биоинертность наночастиц золота. Способы визуализация наночастиц золота. Золотые нанорешетки (nanosages) – синтез, возможности визуализации. Фототермальная терапия с помощью нанорешеток золота. Нанорешетки золота в качестве контрастного агента для фотоакустической визуализации. Возможности загрузки свободных радикалов нанорешетки золота. Загрузка Си-64 в нанорешетки золота для позитронно-эмиссионной томографии. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-В2 ПК-2-В4	Л1.8 Э5			
3.4	Магнитные наноматериалы – наночастицы на основе оксида железа. МРТ диагностика, адресная доставка. Магнитная гипертермия. Воздействие низкочастотного магнитного поля на высвобождение загруженного на магнитные наночастицы лекарства. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-В2 ПК-2-В5	Л1.1 Л1.3 Л1.8 Л1.12 Э6			

3.5	Наночипы. Наномолекулярная диагностика, способы обнаружить болезнь по минимальному количеству сигнальных молекул (в т.ч. от раковых клеток). Биосенсоры по капле крови (определение уровня сахара, инсулина, тест на малярию). /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-В2	Л1.6 Э7			
3.6	Наноматериалы в регенеративной медицине: наноскаффолды, нановолокна. Биодеградация скаффолда. Углеродные нанотрубки с хитозановым покрытием. /Пр/	10	4	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У4 ПК-2-В2 ПК-2-В6	Л1.8 Э8			
3.7	Освоение теоретического материала раздела /Ср/	10	40	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-36 ПК-2-35 ПК-2-37 ПК-2-38 ПК-2-39 ПК-2-310	Л1.1 Л1.3 Л1.6 Л1.8 Л1.12 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	<b>Раздел 4. Наноструктурные основы патогенеза</b>							
4.1	Наноструктурные основы патогенеза, механизмы пассивный и активный таргетинг наночастиц в область патологии (опухоли). Особенности строения «протекающих» опухолевых сосудов (EPR-эффект). Методика изучения EPR-эффекта в реальном времени с помощью конфокальной флуоресцентной интравитальной микроскопии. /Пр/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-38 ПК-2-39 ПК-2-У3	Л1.10 Л1.11 Э9			
4.2	Механизмы интернализации наночастиц внутрь клеток, влияние размера, формы, функциональных групп наночастиц на эти процессы. Биораспределение наночастиц в организме. Фармакокинетика наночастиц в организме. Таргетинг. Выведение наночастиц из организма. Взаимодействие печени и селезенки с наночастицами, возможности влияния на эти взаимодействия. /Пр/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-36 ПК-2-У4 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Л1.10 Л1.12 Э10			

4.3	Цитотоксичность наночастиц. Механизмы цитотоксичности. Воздействие наноматериалов на микрофлору кишечника человека. Механизмы антибиотической активности дендримерных наночастиц с ионами серебра и меди. Атомно-силовая микроскопия для изучения взаимодействия иаких наночастиц с поверхностью бактериальной клетки. /Пр/	10	4	ПК-2-310 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э11			
4.4	Освоение материалов раздела 4 /Ср/	10	14	ПК-2-31 ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-36 ПК-2-38 ПК-2-39 ПК-2-310	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.11 Л1.12 Э9 Э10 Э11			
<b>Раздел 5. Нанотехнологии в генодиагностике и генотерапии</b>								
5.1	Доставка ДНК и РНК с помощью наночастиц в клетки-мишени. /Пр/	10	2	ПК-2-34	Л1.5Л2.2 Э12			P12
5.2	Освоение материалов раздела 5 /Ср/	10	6	ПК-2-34	Л1.5Л2.2 Э12			
<b>Раздел 6. Нанотехнологические аспекты адресной доставки диагностических и лекарственных препаратов к органам-мишеням</b>								
6.1	Способы увеличение концентрации лекарственного вещества в области патологии. Активный таргетинг наночастиц с помощью специфических лигандов. /Пр/	10	4	ПК-2-34 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-38 ПК-2-У5 ПК-2-У3	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Э13			P13
6.2	Лиганды к специфическим рецепторам (PSMA, LDL-рецептор). Увеличение загрузки лекарства на наночастицу. /Пр/	10	3	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-34 ПК-2-38 ПК-2-У3 ПК-2-У5	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Э13			
6.3	Освоение материалов раздела 6 /Ср/	10	15	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-34 ПК-2-38	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Э13			

### 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	Зачет с оценкой	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-35;ПК-2-	1. Наноструктурные основы патогенеза того или иного заболевания. Какие свойства опухолевых сосудов позволяют наночастицам



	37;ПК-2-36;ПК-2-38;ПК-2-39;ПК-2-310;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-В3;ПК-2-В2;ПК-2-В4;ПК-2-У5;ПК-2-В1;ПК-2-В5;ПК-2-В6	<p>избирательно накапливаться в опухоли в отличие от здоровых органов и тканей?  Чем физиология опухолевых клеток отличается от здоровых клеток и как эти особенности можно использовать при разработке подходов к лечению?</p> <p>2. Механизмы пассивного и активного таргетинга наночастиц в область патологии;  Как происходит пассивный транспорт наночастиц в область патологии?  Как осуществляется активная адресная доставка наноформуляций лекарственных препаратов?</p> <p>3. Фундаментальные вопросы нанотоксикологии;  Как различные наночастицы могут оказывать токсичное действие на организм?  Предложите способы уменьшить потенциальное токсичное действие наноматериалов при использовании в биомедицине.</p> <p>4. Сопоставлять возможности функционализации различных наноматериалов для решения тех или иных биомедицинских задач;  Приведите примеры способов функционализации тех или иных наночастиц для адресной доставки в различные опухоли.</p> <p>5. Оценивать последствия применения наноматериалов в биомедицине с точки зрения законодательства, регулирующее оборот наноматериалов и воздействия на окружающую среду;  Опишите потенциальные риски воздействия наноматериалов на окружающую среду (при массовом производстве в качестве его отходов).</p> <p>6. Методы оценки потенциальной цитотоксичности наноматериалов при применении в биомедицине;  Расскажите, как в лабораторных исследованиях изучают цитотоксичность наночастиц на примере MTS-теста.  Как оценивают продукцию активных форм кислорода и активность лактатдегидрогеназы при изучении воздействия наночастиц на клетки <i>in vitro</i>?</p> <p>7. Разнообразие бионаномедицинских наночастиц и наноматериалов и их свойства (размеры, форму, материал, возможности функционализации).  Приведите примеры различных наночастиц, используемых в биомедицинских исследованиях. Какие их физические и химические свойства определяют возможности их применения для тех или иных задач?</p> <p>8. Примеры наносистем доставки лекарственных препаратов;  Приведите примеры используемых в клинической практике наносистемы доставки лекарств, опишите преимущества наноформуляций над традиционными формами лекарственных средств.</p> <p>9. Методы изучения наноструктур.  Какими физическими методами определяют форму наночастиц, их размерный состав, а также загрузку метки и/или лекарственных препаратов на наночастицы?</p> <p>10. Спланировать и осуществить функционализацию тех или иных наноматериалов для специфических биомедицинских задач;  Какие факторы необходимо принимать во внимание для успешной функционализации наночастиц для применения в биомедицине, на примере наночастиц магнетит-золото («гантели») опишите возможные подходы к их функционализации.</p> <p>11. Какими методами получают наночастицы из оксидов железа?  Опишите метод синтеза наночастиц из кобальтового феррита, применяемых для гипертермии.  Как синтезируют липосомы с заданными характеристиками размера и липидного состава?</p>
--	---	--

			<p>12. Нанотехнологические аспекты адресной доставки диагностических и лекарственных препаратов к органам-мишеням; Как липосомы с магнитными наночастицами могут служить диагностическим агентом для выбора стратегии лечения опухолевых заболеваний? Как клетки иммунной системы взаимодействуют с наночастицами в кровотоке? Есть ли возможность использовать иммунные клетки для доставки наночастиц в органы-мишени, как это сделать?</p> <p>13. Свойства различных лекарств, влияющие на их взаимодействие с клетками органов и тканей-мишеней; Чем обусловлена пониженная эффективность и наличие побочных эффектов применяемых противоопухолевых лекарственных средств?</p> <p>14. Механизмы интернализации различных наночастиц клетками; Опишите, как наночастицы могут взаимодействовать с внешней мембраной клетки и проникать в цитоплазму, а также ядро клетки?</p> <p>15. Фундаментальные основы биологических процессов при тех или иных патологических состояниях; Чем клетки опухоли принципиально отличаются от здоровых клеток? Как опухолевые клетки формируют микроокружение опухоли? Как воздействие на микроокружение с помощью наночастиц может влиять на развитие опухоли?</p> <p>16. Подобрать способы увеличения концентрации лекарственного вещества в области патологии; Предложите несколько стратегий увеличения концентрации лекарственного препарата в зоне интереса в организме. Почему критически важно сконцентрировать лекарственный препарат в зоне его действия? Как магнитные наночастицы и магнитное поле могут помочь увеличить локальную концентрацию лекарственного препарата в зоне патологии?</p> <p>17. Исследовать биораспределение наночастиц в организме, фармакокинетику и фармакодинамику наночастиц, пути выведения наночастиц из организма; Предложите схему эксперимента для определения биораспределения наночастиц по органам. Как можно оценить фармакокинетику и фармакодинамику наночастиц лекарственного препарата? Как можно выявить пути выведения наночастиц из организма после их системного введения?</p> <p>18. Методы синтеза, характеристики и применения липосом в биомедицине для доставки лекарств; Опишите схему синтеза и методы характеристики липосом.</p> <p>19. Методы синтеза, характеристики, функционализации наночастиц золота и их применения для диагностики и лечения различных патологий. Опишите схему синтеза наночастиц на основе золота и магнетит-золото. Какие свойства золотых наночастиц позволяют их использовать для диагностики и лечения различных заболеваний?</p> <p>20. Методы синтеза, характеристика магнитных наноматериалов для биомедицины - наночастиц на основе оксида железа, и владеть возможностями их применения при МРТ-диагностике, магнитной гипертермии, функционализации и адресной доставки лекарств, в том числе с применением низкочастотного магнитного поля для локального высвобождения лекарства в области патологии. Опишите один из возможных методов синтеза магнитных наночастиц из оксида железа. Как магнитные наночастицы применяются при МРТ-диагностике</p>
--	--	--	--

			заболеваний печени, опухолевых заболеваний. Опишите принцип действия магнитной гипертермии с помощью магнитных наночастиц для борьбы с опухолями. Как может быть применено переменное низкочастотное магнитное поле при использовании магнитных наночастиц для доставки лекарственных препаратов? Опишите принцип данного эффекта с точки зрения физики.  21. Методы применения наноматериалов в регенеративной медицине (наноскафолдов, нановолокон); Как в регенеративной медицине костной ткани используют нанотехнологии? Почему в регенеративной медицине при выращивании искусственных тканей необходимо применение наноскафолдов (подложек), что это такое?
<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
P1	Практическая работа №1. Введение в медицинские нанотехнологии.	ПК-2-32;ПК-2-310;ПК-2-38;ПК-2-У2;ПК-2-В6	Цели новых подходов в медицине. Повышение уровня жизни, уменьшение побочных эффектов лекарственных препаратов. Фундаментальные исследования биологических процессов с помощью новых инструментов и междисциплинарных подходов.
P2	Практическая работа №2. Микроскопия. Микроскопия сверхвысокого разрешения.	ПК-2-35	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Атомно- силовая микроскопия.
P3	Практическая работа №3. Способы синтеза наночастиц для наномедицины.	ПК-2-В4;ПК-2-В5	Свойства биомедицинских наночастиц и наноматериалов (их размеры, форма, состав, возможности функционализации). Разнообразие наночастиц, применяемых бионаномедицинских исследованиях.
P4	Практическая работа №4. Липосомы.	ПК-2-У2;ПК-2-35;ПК-2-34;ПК-2-33;ПК-2-У5;ПК-2-В2;ПК-2-38;ПК-2-У4;ПК-2-В3	Общие сведения о строении липосом. Влияние состава на свойства липосом (жесткость, проницаемость). Формирование мицелл и липосом при повышении концентрации липидов в растворе. Классификация липосом по размеру и строению стенки. Загрузка гидрофильных лекарств и других агентов внутрь липосом. Загрузка гидрофобных лекарств и других веществ в стенку липосом.
P5	Практическая работа №5. Золотые наночастицы.	ПК-2-В2;ПК-2-В4;ПК-2-В5	Синтез наночастиц золота. Поверхностный плазмонный резонанс золотых наночастиц. Механизм сульфидной связи для функционализации наночастиц золота. Радиоактивные изотопы золота. Биоинертность наночастиц золота. Способы визуализация наночастиц золота. Золотые нанорешетки (nanosages) – синтез, возможности визуализации. Фототермальная терапия с помощью нанорешеток золота. Нанорешетки золота в качестве контрастного агента для фотоакустической визуализации. Возможности загрузки свободных радикалов нанорешетки золота. Загрузка Cu-64 в нанорешетки золота для позитронно-эмиссионной томографии.
P6	Практическая работа №6. Магнитные наноматериалы.	ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-35;ПК-2-У5;ПК-2-В2;ПК-2-38;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-В5	Наночастицы на основе оксида железа. МРТ диагностика, адресная доставка. Магнитная гипертермия. Воздействие низкочастотного магнитного поля на высвобождение загруженного на магнитные наночастицы лекарства.
P7	Практическая работа № 7. Наночипы.	ПК-2-35;ПК-2-У5	Наномолекулярная диагностика, способы обнаружить болезнь по минимальному количеству сигнальных молекул (в т.ч. от раковых клеток). Биосенсоры по капле крови (определение уровня сахара, инсулина, тест на малярию).

P8	Практическая работа №8. Наноматериалы в регенеративной медицине:	ПК-2-31;ПК-2-310;ПК-2-34;ПК-2-35;ПК-2-33;ПК-2-У5;ПК-2-В2;ПК-2-38;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-В5	Наноматериалы в регенеративной медицине: наноскаффолды, нановолокна. Биодegradация скаффолда. Углеродные нанотрубки с хитозановым покрытием.
P9	Практическая работа №9. Основы патогенеза.	ПК-2-31	Наноструктурные основы патогенеза, механизмы пассивный и активный таргетинг наночастиц в область патологии (опухоли). Особенности строения «протекающих» опухолевых сосудов (EPR-эффект). Методика изучения EPR- эффекта в реальном времени с помощью конфокальной флуоресцентной интравитальной микроскопии.
P10	Практическая работа №10. Интернализация наночастиц.	ПК-2-36	Механизмы интернализации наночастиц внутрь клеток, влияние размера, формы, функциональных групп наночастиц на эти процессы. Биораспределение наночастиц в организме. Фармакокинетика наночастиц в организме. Таргетинг. Выведение наночастиц из организма. Взаимодействие печени и селезенки с наночастицами, возможности влияния на эти взаимодействия.
P11	Практическая работа №11. Цитотоксичность наночастиц.	ПК-2-В1;ПК-2-310	Цитотоксичность наночастиц. Механизмы цитотоксичности. Воздействие наноматериалов на микрофлору кишечника человека. Механизмы антибиотической активности дендримерных наночастиц с ионами серебра и меди. Атомно-силовая микроскопия для изучения взаимодействия иаких наночастиц с поверхностью бактериальной клетки.
P12	Практическая работа №12. Внутриклеточная доставка ДНК и РНК.	ПК-2-32	Доставка ДНК и РНК с помощью наночастиц в клетки-мишени.
P13	Практическая работа №13. Активный таргетинг.	ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-34;ПК-2-У5	Способы увеличение концентрации лекарственного вещества в области патологии. Активный таргетинг наночастиц с помощью специфических лигандов. Лиганды к специфическим рецепторам (PSMA, LDL- рецептор). Увеличение загрузки лекаства на наночастицу.
P14	Домашняя работа №1. Наночастицы и наноструктурированные наноматериалы в биомедицинских исследованиях и биомедицинской практике.	ПК-2-У2;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6	Подготовить доклад в формате презентации PowerPoint по любой выбранной студентом теме, относящейся к тому или иному примеру применения наночастиц в клинической практике. В докладе студент должен отразить краткую информация об объекте или теме исследования, результаты, достигнутые лабораториями или коллективами, а так же указать применяемые методы создания и исследования или контроля свойств, создаваемых материалов. Приводятся данные по статистике роста числа публикаций, новых достижениях, новых методах создания и новых сферах применения. Так же приводится список всех использованных источников

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

Экзамен по курсу не предусмотрен

Билет зачетной работы содержит в себе два теоретических вопроса.

Примерный тип вопросов дан в разделе Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету с оценкой.

Пример экзаменационного билета приведен в приложении.

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

Шкала оценок:

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	Семашко Н. А.	Большая медицинская энциклопедия: энциклопедия	Электронная библиотека	Москва: Мосполиграф, 1928
Л1.2	Клементьев С. Д.	Электронный микроскоп: научно-популярное издание	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953
Л1.3	Преображенский А. А.	Магнитные материалы	Электронная библиотека	Москва: Высш. школа, 1955
Л1.4	Завалеева С.	Цитология и гистология: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012
Л1.5		Биохимия и молекулярная биология: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015
Л1.6	Поляков В. В.	Биомедицинские нанотехнологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л1.7	Моргунов Р. Б., Коплак О. В., Безверхний А. И., Дмитриев О. С.	Магнетизм на острие иглы. Основы атомно-силовой и магнитно-силовой микроскопии: научное электронное издание: монография	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018
Л1.8	Хачоян А. В., Бусев С. А., Мосолова Т. П., Гонсалвес К. Е., Хальберштадт К. Р., Лоренсин К. Т., Наир Л. С.	Наноструктуры в биомедицине: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.9	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.10	Бадирова Земфира Абдуловна	Основы медицинских знаний: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л1.11	Мурашова Наталья Михайловна	Биология. Биологические наноструктуры: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.12	Рогачев Станислав Олегович	Металлические наноматериалы для медицины: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шустиков А. А., Ханнинк Р., Хилл А.	Наноструктурные материалы: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2009
Л2.2	Фомина М. В., Бибарцева Е. В., Соколова О. Я.	Фармацевтическая биохимия: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Бублик Владимир Тимофеевич, Горелик Семен Самуилович	Основные принципы просвечивающей электронной микроскопии: Конспект лекций для спец. 'Полупроводники и диэлектрики'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1970
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Валянский Сергей Иванович, Наими Евгений Кадырович, Капуккин Дмитрий Ефимович	Современные методы исследования наноструктур. Метод оптической поверхностно-плазмонной микроскопии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Видеозапись лекции "Введение в наномедицину" <a href="https://youtu.be/mUeyBc7r3c8">https://youtu.be/mUeyBc7r3c8</a>		<a href="https://youtu.be/mUeyBc7r3c8">https://youtu.be/mUeyBc7r3c8</a>	
Э2	Видеозапись лекции "Нанотехнологии" <a href="https://youtu.be/XZfUJuSmBAs">https://youtu.be/XZfUJuSmBAs</a>		<a href="https://youtu.be/XZfUJuSmBAs">https://youtu.be/XZfUJuSmBAs</a>	
Э3	Видеозапись лекции "Производство наноматериалов" <a href="https://youtu.be/IyhjoYen5rI">https://youtu.be/IyhjoYen5rI</a>		<a href="https://youtu.be/IyhjoYen5rI">https://youtu.be/IyhjoYen5rI</a>	
Э4	Видеоролик "Липосомы" <a href="https://youtu.be/6oml_EArMo8">https://youtu.be/6oml_EArMo8</a>		<a href="https://youtu.be/6oml_EArMo8">https://youtu.be/6oml_EArMo8</a>	
Э5	Видеозапись вебинара "Золотые наночастицы" <a href="https://youtu.be/mu6xlf9M8tY">https://youtu.be/mu6xlf9M8tY</a>		<a href="https://youtu.be/mu6xlf9M8tY">https://youtu.be/mu6xlf9M8tY</a>	
Э6	Видеозапись лекции "Наночастицы из оксида железа" <a href="https://youtu.be/nEsdyeUJIEk">https://youtu.be/nEsdyeUJIEk</a>		<a href="https://youtu.be/nEsdyeUJIEk">https://youtu.be/nEsdyeUJIEk</a>	
Э7	Видеозапись вебинара "Вакцины с помощью наночипов" <a href="https://youtu.be/zLlgbXIEB7U">https://youtu.be/zLlgbXIEB7U</a>		<a href="https://youtu.be/zLlgbXIEB7U">https://youtu.be/zLlgbXIEB7U</a>	
Э8	Видеозапись "Материалы будущего // Физик Федор Сенатов на ПостНауке" <a href="https://youtu.be/-baF04WkwhQ">https://youtu.be/-baF04WkwhQ</a>		<a href="https://youtu.be/-baF04WkwhQ">https://youtu.be/-baF04WkwhQ</a>	
Э9	Видеозапись доклада "EPR-эффект и его действие в наномедицине и терапии рака" <a href="https://youtu.be/Ve6zIdANao0">https://youtu.be/Ve6zIdANao0</a>		<a href="https://youtu.be/Ve6zIdANao0">https://youtu.be/Ve6zIdANao0</a>	
Э10	Видеозапись доклада "Что происходит с наночастицами после интернализации в клетку" <a href="https://youtu.be/tgCK14Nr59Y">https://youtu.be/tgCK14Nr59Y</a>		<a href="https://youtu.be/tgCK14Nr59Y">https://youtu.be/tgCK14Nr59Y</a>	
Э11	Видеозапись доклада "Наномедицина - возможности и трудности" <a href="https://youtu.be/5F4rXXUI2C8">https://youtu.be/5F4rXXUI2C8</a>		<a href="https://youtu.be/5F4rXXUI2C8">https://youtu.be/5F4rXXUI2C8</a>	
Э12	Видеозапись лекции Липидные наноматериалы для доставки siRNA и mRNA при терапии" <a href="https://youtu.be/v1R2xnWywtE">https://youtu.be/v1R2xnWywtE</a>		<a href="https://youtu.be/v1R2xnWywtE">https://youtu.be/v1R2xnWywtE</a>	
Э13	Видеозапись лекции "Наномедицина - концепция, успехи, возможности, трудности" <a href="https://youtu.be/nWZDLOKgan8">https://youtu.be/nWZDLOKgan8</a>		<a href="https://youtu.be/nWZDLOKgan8">https://youtu.be/nWZDLOKgan8</a>	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	ESET NOD32 Antivirus			
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit			
П.4	Microsoft Office			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>			
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			

И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
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.
Б-052	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 шуп для гомогенизации растворов; лабораторный реактор для крупномасштабного синтеза наночастиц; спектрофотометр; прибор для измерения динамического светорассеяния и поверхностного заряда наночастиц; рН-метр; холодильные и морозильные камеры; лиофильная сушилка; сушильный шкаф; деионизатор воды; аналитические весы; автоматические дозаторы. Биологический блок: ламинарный шкаф II класса защиты для проведения работ с клеточными культурами в стерильных условиях; СО2-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

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

По курсу предусмотрены практические занятия нацеленные на изучение студентами общих вопросов курса "Бионаномедицина".

Проведение работ осуществляется в специализированных лабораториях (Б-052), при проведении занятий группы разбиваются на подгруппы, численностью обучающихся не более 12 студентов.

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 занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов.

Дисциплина относится к основополагающим и требует значительного объёма 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.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет.