

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 76

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 11

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>11 (6.1)</b>		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., ст.преп., Жукова Ю.С.*

Рабочая программа

**Современные материалы медицинского назначения**

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 функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2023 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич, к.т.н., доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – научить студентов-бакалавров методам изучения материалов медицинского назначения (в том числе наноматериалов), принципам их разработки, анализу различных факторов, влияющих на поведение материалов, оценке биосовместимости, 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 биосовместимость материалов и потенциально опасные факторы, связанные с их эксплуатацией.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.39
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Бионаномедицина	
2.1.2	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.3	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.1.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.8	Современные конструкционные материалы	
2.1.9	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.1.10	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.1.11	Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах	
2.1.12	Компьютерная металлография	
2.1.13	Методы физико-химических исследований	
2.1.14	Основы физики поверхности	
2.1.15	Современные методы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.16	Защита интеллектуальной собственности и патентование	
2.1.17	Коррозия и защита металлов	
2.1.18	Металловедение инновационных материалов	
2.1.19	Методы исследования материалов	
2.1.20	Механические свойства материалов	
2.1.21	Статистическая физика	
2.1.22	Физика металлов	
2.1.23	Физика полупроводников	
2.1.24	Физические свойства твердых тел	
2.1.25	Методы вычислительной физики	
2.1.26	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.27	Физические свойства кристаллов	
2.1.28	Введение в квантовую механику	
2.1.29	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных 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	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	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-2-32 основы биосовместимости материалов

ПК-2-31 основные классы и свойства материалов для применения в медицине

**Уметь:**

ПК-2-У2 применять методы анализа и обработки экспериментальных данных

ПК-2-У1 систематизировать научно-техническую и справочную информации по теме курса с использованием книг, периодической литературы, интернета

**Владеть:**

ПК-2-В2 подходом к выбору материалов с оптимальными свойствами для различных медицинских применений

ПК-2-В1 методами критического мышления и синтеза новых знаний на основе анализа результатов исследований

### 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 биомедицинское материаловедение. Получение биосовместимых материалов</b>							
1.1	Биомедицинское материаловедение как: основные понятия и термины. Требования, предъявляемые к биосовместимым материалам /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.2	Основные классы биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.3	Металлические биосовместимые материалы: основные классы, особенности применения /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.4	Потенциальные риски для здоровья от использования металлических, в том числе наноразмерных материалов. /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.5	Методы получения и обработки металлических биоматериалов: литье, выплавка /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.6	Методы получения и обработки металлических биоматериалов: термомеханическая обработка, методы порошковой металлургии /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.7	Методы получения и обработки металлических биоматериалов: аддитивные технологии /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		

1.8	Полимерные и композитные биоматериалы /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.9	Керамические материалы медицинского назначения /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.10	Методы модификация свойств поверхности металлических биоматериалов. Управление морфологией, физико-химическими и биологическими свойствами поверхности металлов /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.11	Основные области применения металлических биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.12	Биомеханическая совместимость материалов медицинского назначения /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.13	Биохимическая совместимость материалов медицинского назначения /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.14	Взаимодействие имплантата с организмом человека. Каким должен быть идеальный биосовместимый материал? /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.15	Физико-химические и механические свойства тканей и сред организма человека: опорно-двигательный аппарат /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.16	Физико-химические и механические свойства тканей и сред организма человека: мягкие ткани и жидкости тела /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
1.17	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий и рефератов. /Ср/	11	38	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-	КМ2	
	<b>Раздел 2. Исследование свойств биосовместимых материалов</b>							
2.1	Изучение химического состава биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.2	Изучение механических свойств биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.3	Изучение структуры биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.4	Исследование свойств поверхности биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.5	Коррозия металлических биоматериалов /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		

2.6	Деградация изделий в ходе эксплуатации. Биосовместимость, оценка биосовместимости. /Лек/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.7	Неизвестный биоматериал - с чего начать? /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.8	Оценка биосовместимости стоматологической конструкции /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.9	Дизайн медицинских устройств. Цифровые технологии производства /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.10	Особенности проектирования и оценки служебных свойств ортопедических имплантатов /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.11	Медико-биологические методы исследования in vitro /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.12	Медико-биологические методы исследования in vivo /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.13	Наиболее распространенные стоматологические материалы и конструкции /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.14	Подбор материала для сердечного клапана /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.15	Подбор материала для протеза бедра /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.16	Тренды рынка биоматериалов /Пр/	11	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.17	Оценка рисков отказа различных медицинских устройств /Пр/	11	2	ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.18	Регламенты и стандарты в биомедицинском материаловедении в России и за рубежом /Пр/	11	2	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-		
2.19	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий и рефератов. /Ср/	11	38	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	-	КМ2	

## 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	тест	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-В2	<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>
-----	------	---------------------------------	--

КМ2	экзамен	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать определение термину «биоматериал»</li> <li>2. Дать определение термину «биосовместимость»</li> <li>3. Дать определение термину «имплантат», основная классификация</li> <li>4. Основные области применения имплантатов в медицине</li> <li>5. Основные материалы, используемые для создания медицинских имплантатов, основные преимущества и недостатки</li> <li>6. Биоинертные, биотолерантные, биоактивные материалы. Возможный отклик организма на имплантат</li> <li>7. Требования к постоянным имплантатам</li> <li>8. Требования к временным имплантатам</li> <li>9. Биомеханическая и биохимическая совместимость имплантатов</li> <li>10. Основные металлы и сплавы, используемые в медицине</li> <li>11. Титан и его сплавы в медицине</li> <li>12. Литейное производство и технологии выплавки для получения металлических биоматериалов</li> <li>13. Термомеханическая обработка металлических биоматериалов</li> <li>14. Обработка металлов давлением</li> <li>15. Методы интенсивной пластической деформации для получения металлических биоматериалов</li> <li>16. Методы порошковой металлургии для получения металлических биоматериалов</li> <li>17. Аддитивные технологии в производстве медицинских изделий</li> <li>18. Механические методы модификации поверхности металлических биоматериалов</li> <li>19. Химические методы модификации поверхности металлических биоматериалов</li> <li>20. Физические методы модификации поверхности металлических биоматериалов</li> <li>21. Методы исследования химического состава объема металлических биоматериалов</li> <li>22. Методы исследования структуры объема металлических биоматериалов</li> <li>23. Методы исследования химического состава поверхности металлических биоматериалов</li> <li>24. Методы исследования структуры поверхности металлических биоматериалов</li> <li>25. Деградация свойств металлических биоматериалов под действием окружающей среды: электрохимический фактор</li> <li>26. Деградация свойств металлических биоматериалов под действием окружающей среды: механический фактор</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

P1	реферат	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<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>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> <li>10. Электронная микроскопия: «Вижу всё!»</li> <li>11. Оценка биологической совместимости металлов in vitro.</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 национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010
Л1.2	Тихонов Г. П., Минаева И. А.	Основы биотехнологии: методические рекомендации: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Дубинский Сергей Михайлович, Жукова Юлия Сергеевна, Шереметьев Вадим Алексеевич, 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	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 Visio 2016
П.2	Microsoft Office
П.3	MS Teams
П.4	Google Chrome
П.5	Acrobat Reader DC

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

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
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, 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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

### 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.