

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.09.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Органические наноматериалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Биомедицинские наноматериалы

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кхн, доцент, Абакумов Максим Артемович*

Рабочая программа

**Органические наноматериалы**

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-22-8.plx Биомедицинские наноматериалы, 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, Биомедицинские наноматериалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование компетенций, предусмотренных учебным планом, а также получение студентами знаний и навыков в области нанохимии, в частности формирование представления о нанообъектах, их многообразии, классификации, свойствах и применении с углубленным рассмотрением органических наноматериалов, их свойств, методов их получения, перспектив применения.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1. научить представлениям о различных органических наноматериалах, об основных методах синтеза одномерных и двумерных органических наноматериалов: полимерных наночастиц, металлических частиц, стабилизированных органическими лигандами, производных фуллерена, графена и углеродных нанотрубок.
1.4	2. дать представление об использовании, а также о перспективах применения различных органических наноматериалов.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Биофизика. Часть 1. Биофизика биологических процессов	
2.1.2	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.3	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.4	Основы органической химии	
2.1.5	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.6	Учебная практика	
2.1.7	Физические свойства наноматериалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Бионаномедицина	
2.2.2	Медицинская химия	
2.2.3	Основы клеточной биологии	
2.2.4	Спектроскопические и зондовые методы	
2.2.5	Физические методы исследования материалов	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	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 понятия органических наноматериалов и возможности их практического применения;
ОПК-5-32 роль и место органических наноматериалов в иерархии структурных элементов материи;
<b>ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 экологические и токсикологические аспекты применения органических наноматериалов для разработки наноструктурированных лекарственных средств;
<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 основные принципы получения и методы исследования органических наноматериалов, применение их в биологии, медицине, технике;
<b>ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>

<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 определять перспективные направления исследований и разработок в области органических наноматериалов применительно к задачам биологии и медицины;
ПК-4-У2 выбирать необходимые методы исследования материалов, исходя из особенностей технологий производства различных наноструктурированных лекарственных средств;
<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 представлять итоги самостоятельной работы в виде отчетов, докладов с использованием компьютерных презентаций;
<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 осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, осуществлять содержательную интерпретацию результатов;
<b>ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 методами анализа и обобщения результатов комплексных исследований органических наноматериалов для разработки наноструктурированных лекарственных средств;
<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 терминологией в области органических наноматериалов;
<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 методами сбора междисциплинарных сведений в области органических наноматериалов, квалифицированного обобщения научных данных;

#### 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
	Раздел 1. Введение, история изучения наноматериалов							

1.1	Процессы и объекты нанодиапазона. Методы визуализации и регистрации нанообъектов. ТЭМ, СЭМ, АСМ, Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), оптические методы. Общие сведения о наноразмерных объектах и их свойствах. Наночастицы, нанопластины, нанопровода. Свойства наноразмерных материалов. Свойства поверхности нанообъектов. Разупорядоченность диполей. Квантовые эффекты, туннельный эффект. Электронные, химические, физические свойства нанообъектов. Примеры органических наноматериалов. /Пр/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-5-32 ОПК-5-В1	Л1.14 Л1.15 Л1.16Л2.2Л3 .1 Э5 Э6 Э7			Р1
<b>Раздел 2. Липосомы</b>								
2.1	Фосфолипидный состав липосом, его влияние на физические, химические, биологические свойства липосом. Пэгиллированные липосомы. Меченные липосомы для адресной доставки. Катионные липосомы для доставки ДНК. Термочувствительные липосомы. рН-чувствительные липосомы. /Пр/	2	4	ОПК-1-31 ПК-4-У1	Л1.5 Л1.15 Э4			Р2
2.2	Свойства лекарств, являющиеся их недостатками при применении в клинике. Преимущества использования липосом в качестве систем доставки лекарств. Характеристики «идеальной» системы доставки. Базовое строение липосом. История открытия и применения липосом в терапии. Классификация липосом по размеру, строению липидной мембраны, методу производства. Фосфолипидный бислой в воде. Транзитная температура (температура перехода-плавления). /Ср/	2	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.8 Л1.10 Э4			Р3

2.3	Методы синтеза (дисперсии) липосом. Метод загрузки лекарств в липосомы, пассивная загрузка, активная загрузка. Характеризация липосом, физические свойства, химические свойства. Производство и масштабирование производства липосом. /Пр/	2	8	ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.6Л2.1 Э3			Р4
<b>Раздел 3. Мицеллы</b>								
3.1	Принципы образования мицелл из оксипропилена, оксиэтилена, полиоксозалинов. Примеры использования мицелл в медицине для солюбилизации нерастворимых лекарств, для антиретровирусной терапии, для лечения туберкулеза, онкотерапии. /Пр/	2	5	ОПК-5-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.12 Э2			Р5
3.2	Преимущества мицеллярной формы лекарственных препаратов перед их традиционной формуляцией. Недостатки и нестабильность мицелл в низкой концентрации. Мицеллы из полилактида, блок-сополимеры. Транспорт мицелл через эпителии живого организма. /Ср/	2	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.8 Э2			Р6
<b>Раздел 4. Углеродные наноматериалы</b>								
4.1	История открытия фуллеренов C60 и C70, Установка Хафмана и Кречмана, работы Керла, Крото, Смолли. Общие принципы метода масс-спектропии. Методы разделения различных фуллеренов друг от друга из фуллеренсодержащей сажи. /Пр/	2	4	ОПК-1-31	Л1.16 Э1			Р7
4.2	Особенности технологии и способы удешевления синтеза фуллеренов, разделение фракций фуллеренов C60 и C70. Возможности функционализации фуллеренов, возможности применения фуллеренов в медицине в качестве эффективных компонентов специфических лекарств. Антиоксидантная активность фуллеренов. /Ср/	2	10	ОПК-1-31 ПК-4-У2	Л1.16 Э1			Р9

4.3	Углеродные нанотрубки (УНТ). Открытие УНТ. Классификация УНТ. Схема образования многослойных УНТ сверток или русская матрешка. Уникальные физические (механические, теплопроводные, элетрические) свойства УНТ. /Ср/	2	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.16 Э8 Э9			P10
4.4	Методы синтеза УНТ (элетрическая дуга, лазерное распыление, метод разложение метана и ацетилена в присутствии катализаторов, электролитический синтез УНТ). Очистка УНТ от наночастиц и углеродных обломков. Сравнение методов получения УНТ, преимущества и недостатки. Основные свойства и применение УНТ в атомно-силовой микроскопии, наноэлектронике, в качестве носителей для катализаторов, водорода и других газов. /Пр/	2	5	ОПК-1-31 ПК-4-31	Л1.16 Э9			
4.5	Графен. История открытия графена. Свойства графена. Методы получения графена. (Механическое расщепление графита. Химический метод на основе интеркаляции графита. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Синтез на SiC. Лазерная абляция.  /Пр/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.16 Э10			P11
4.6	Применение графена (Полевые транзисторы для высокочастотных аналоговых устройств. Прозрачные электропроводящие материалы. Фотодетекторы. Катоды для холодной эмиссии. Суперконденсаторы. Химические сенсоры. Антикоррозионное покрытие. Фильтры для очистки морской воды. Топливные элементы для водородной энергетики.). Производные графена Оксид графен, методы получения оксидов графена и области применения. /Ср/	2	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-4-У1	Л1.16 Э10			P12
	<b>Раздел 5. Биомедицинские приложения органических наноматериалов</b>							

5.1	Синтез органических соединений - прекурсоров при получении наноматериалов. Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Использование органических наноматериалов для доставки терапевтических агентов. . /Ср/	2	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Э11 Э12			Р13
5.2	Использование органических наноматериалов для доставки терапевтических агентов. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве «подложки» для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. /Ср/	2	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ПК -4-31	Л1.4 Л1.7 Л1.9 Л1.11 Л1.13 Э11 Э12 Э13		КМ1	Р14

### 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.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите основные свойства фуллеренов и их области применения.</li> <li>2. Что такое фуллерит и каковы его свойства?</li> <li>3. Как Вы думаете, какие особенности некоторых органических молекул сближают их с искусственно создаваемыми наноструктурами? (ОПК-5-32)</li> <li>4. Приведите примеры органических нанообъектов и наносистем, каковы их технические приложения и возможности применения в биомедицине?</li> <li>5. Что такое мицелла?</li> <li>6. Что такое липосома?</li> <li>7. Что такое и как устроена углеродная нанотрубка?</li> <li>8. Опишите строение фуллерена.</li> <li>9. Какие существуют методы получения графена?</li> <li>10. Какие существуют производные углеродных нанотрубок и как их применяют в биомедицинских исследованиях?</li> <li>11. (в ходе работы по темам самостоятельных работ должны быть подготовлены конспекты в виде презентаций по данным разделам)</li> <li>12. Какими методами получают различные органические наноматериалы (мицеллы, липосомы, углеродные нанотрубки), как проводят их стабилизацию?</li> <li>13. В чем потенциальная опасность углеродных нанотрубок при хроническом контакте человека с ними, например, на производстве?</li> <li>14. Какие органические наноматериалы и как применяют для адресной доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов, приведите примеры из клинической практики?</li> <li>15. Расскажите о возможных путях загрузки лекарственных веществ в липосомы для создания их наноструктурированной формы?</li> <li>16. Как идет взаимодействие лекарственных веществ и мицелл? Какими методами анализа можно проследить за этими процессами?</li> <li>17. Расскажите схему создания наноформуляции какого-либо препарата с использованием липосом, фуллерена или мицелл.</li> </ol>
-----	--------	---------------------------------	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие №1. Процессы и объекты нанодиапазона.	ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Методы визуализации и регистрации нанообъектов. ТЭМ, СЭМ, АСМ, Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), оптические методы.</p> <p>Общие сведения о наноразмерных объектах и их свойствах. Наночастицы, нанопластины, нанопровода.</p> <p>Свойства наноразмерных материалов. Свойства поверхности нанообъектов. Разупорядоченность диполей. Квантовые эффекты, туннельный эффект. Электронные, химические, физические свойства нанообъектов.</p> <p>Примеры органических наноматериалов.</p>
P2	Практическая работа №2. Липосомы.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Фосфолипидный состав липосом, его влияние на физические, химические, биологические свойства липосом. Пэгиллированные липосомы. Меченные липосомы для адресной доставки. Катионные липосомы для доставки ДНК. Термочувствительные липосомы. рН- чувствительные липосомы.</p>
P3	Самостоятельная работа №1. Свойства лекарств на основе липосом.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Свойства лекарств, являющиеся их недостатками при применении в клинике. Преимущества использования липосом в качестве систем доставки лекарств. Характеристики «идеальной» системы доставки. Базовое строение липосом. История открытия и применения липосом в терапии. Классификация липосом по размеру, строению липидной мембраны, методу производства. Фосфолипидный бислои в воде. Транзитная температура (температура перехода- плавления).</p>

P4	Практическая работа №3. Методы синтеза (дисперсии) липосом.	ПК-4-В1	Методы синтеза (дисперсии) липосом. Метод загрузки лекарств в липосомы, пассивная загрузка, активная загрузка. Характеризация липосом, физические свойства, химические свойства. Производство и масштабирование производства липосом.
P5	Практическая работа №4. Мицеллы.	ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	Принципы образования мицелл из оксипропилена, оксиэтилена, полиоксозалинов. Примеры использования мицелл в медицине для солюбилизации нерастворимых лекарств, для антиретровирусной терапии, для лечения туберкулеза, онкотерапии.
P6	Самостоятельная работа №2. Мицелярная форма лекарственных препаратов.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Преимущества мицелярной формы лекарственных препаратов перед их традиционной формуляцией. Недостатки и нестабильность мицелл в низкой концентрации. Мицеллы из полилактида, блок-сополимеры. Транспорт мицелл через эпителии живого организма.
P7	Практическая работа №5. Углеродные наноматериалы.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2	История открытия фуллеренов C60 и C70, Установка Хафмана и Кречмана, работы Керла, Крото, Смолли. Общие принципы метода масс-спектропии. Методы разделения различных фуллеренов друг от друга из фуллереносодержащей сажи
P8	Самостоятельная работа №3. Синтез фуллеренов.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Особенности технологии и способы удешевления синтеза фуллеренов, разделение фракций фуллеренов C60 и C70. Возможности функционализации фуллеренов, возможности применения фуллеренов в медицине в качестве эффективных компонентов специфических лекарств. Антиоксидантная активность фуллеренов.
P9	Самостоятельная работа №4. Углеродные нанотрубки.	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Углеродные нанотрубки (УНТ). Открытие УНТ. Классификация УНТ. Схема образования многослойных УНТ сверток или русская матрешка. Уникальные физические (механические, теплопроводные, элетрические) свойства УНТ.
P10	Практическая работа №6. Методы синтеза нанотрубок.	ПК-4-У2	Методы синтеза УНТ (элетрическая дуга, лазерное распыление, метод разложение метана и ацетилен в присутствии катализаторов, электролитический синтез УНТ). Очистка УНТ от наночастиц и углеродных обломков. Сравнение методов получения УНТ, преимущества и недостатки. Основные свойства и применение УНТ в атомно- силовой микроскопии, наноэлектронике, в качестве носителей для катализаторов, водорода и других газов
P11	Практическая работа №7. Графен.	ПК-4-У2	Графен. История открытия графена. Свойства графена. Методы получения графена. (Механическое расщепление графита. Химический метод на основе интеркаляции графита. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Синтез на SiC. Лазерная абляция
P12	Самостоятельная работа №5. Применение графена.	ПК-4-У2;ПК-4-31	Применение графена (Полевые транзисторы для высокочастотных аналоговых устройств. Прозрачные электропроводящие материалы. Фотодетекторы. Катоды для холодной эмиссии. Суперконденсаторы. Химические сенсоры. Антикоррозионное покрытие. Фильтры для очистки морской воды. Топливные элементы для водородной энергетики.). Производные графена Оксид графен, методы получения оксидов графена и области применения.
P13	Практическая работа №8. Биомедицинские приложения органических наноматериалов	ПК-4-У2;ПК-4-31	Синтез органических соединений - прекурсоров при получении наноматериалов. Применение нанотехнологий в биологии и медицине. Использование органических наноматериалов для доставки терапевтических агентов.
P14	Самостоятельная работа №6. Использование органических наноматериалов для доставки терапевтических агентов.	ПК-4-У2	Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве «подложки» для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов.

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

Экзамен не предусмотрен

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой.

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 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
Л1.1	Ким А. М.	Органическая химия: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004
Л1.2	Менделеев Д. И.	Органическая химия	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Типография товарищества Общественная польза, 1863
Л1.3	Реугов О. А.	Органический синтез: научно-популярное издание	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953
Л1.4	Илясов Л. В.	Биомедицинская аналитическая техника: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Политехника, 2012
Л1.5	Стволинская Н. С.	Цитология: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2012
Л1.6	Грищенко Т. Н.	Липиды: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009
Л1.7	Корнеева О. С., Калаев В. Н., Нечаева М. С., Гойкалова О. Ю.	Молекулярная биология: лабораторный практикум: учебное пособие	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015
Л1.8	Фомина М. В., Бибарцева Е. В., Соколова О. Я.	Фармацевтическая биохимия. Учебно-методическое пособие: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015
Л1.9		Биохимия и молекулярная биология: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015
Л1.10		Химико-фармацевтический анализ: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2018
Л1.11	Поляков В. В.	Биомедицинские нанотехнологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.12	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
Л1.13	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
Л1.14	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.15	Хартманн У.	Очарование нанотехнологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.16	Харрис П., Чернозатонский Л. А.	Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Гумеров Т. Ю., Решетник О. А.	Комплексообразование в процессах коагуляции и флокуляции белково- липидных коллоидных систем: монография	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016
Л2.2	Тараненко С. Б.	Многоликое нано. Надежды и заблуждения: научно- популярное издание	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1		Наноматериалы и наноструктуры	Библиотека МИСиС	,

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Видеозапись лекции "Новые углеродные наноматериалы" <a href="https://youtu.be/NlnGXLzJF34">https://youtu.be/NlnGXLzJF34</a>	<a href="https://youtu.be/NlnGXLzJF34">https://youtu.be/NlnGXLzJF34</a>	
Э2	Видеозапись лекции "Полимерные мицеллы высокой загрузки противоопухолевых лекарств" <a href="https://youtu.be/ONUc-90tAPU">https://youtu.be/ONUc-90tAPU</a>	<a href="https://youtu.be/ONUc-90tAPU">https://youtu.be/ONUc-90tAPU</a>	
Э3	Видеоролик "Синтез и характеристика липосом" <a href="https://youtu.be/YGI0cX8GODo">https://youtu.be/YGI0cX8GODo</a>	<a href="https://youtu.be/YGI0cX8GODo">https://youtu.be/YGI0cX8GODo</a>	
Э4	Видеозапись лекции "Липосомы для доставки лекарств" <a href="https://youtu.be/jHiesdhxfLY">https://youtu.be/jHiesdhxfLY</a>	<a href="https://youtu.be/jHiesdhxfLY">https://youtu.be/jHiesdhxfLY</a>	
Э5	Видеозапись лекции "Что такое нано, ч.1" <a href="https://youtu.be/vzleKjPEBTU">https://youtu.be/vzleKjPEBTU</a>	<a href="https://youtu.be/vzleKjPEBTU">https://youtu.be/vzleKjPEBTU</a>	
Э6	Видеозапись лекции "Что такое нано, ч.2". <a href="https://youtu.be/pMqb5V7hM2M">https://youtu.be/pMqb5V7hM2M</a>	<a href="https://youtu.be/pMqb5V7hM2M">https://youtu.be/pMqb5V7hM2M</a>	
Э7	Видеозапись лекции "Что такое нано, ч.3" <a href="https://youtu.be/dG6T_kPh000">https://youtu.be/dG6T_kPh000</a>	<a href="https://youtu.be/dG6T_kPh000">https://youtu.be/dG6T_kPh000</a>	
Э8	Видеозапись "Углеродные наноматериалы" <a href="https://youtu.be/jTi27pP00UI">https://youtu.be/jTi27pP00UI</a>	<a href="https://youtu.be/jTi27pP00UI">https://youtu.be/jTi27pP00UI</a>	
Э9	Видеозапись лекции "Углеродные нанотрубки: от синтеза к применениям " <a href="https://youtu.be/tSIPZVi9zLE">https://youtu.be/tSIPZVi9zLE</a>	<a href="https://youtu.be/tSIPZVi9zLE">https://youtu.be/tSIPZVi9zLE</a>	
Э10	Видеозапись лекции "Графен. Физика и история открытия" <a href="https://youtu.be/SFpq1N6v7jw">https://youtu.be/SFpq1N6v7jw</a>	<a href="https://youtu.be/SFpq1N6v7jw">https://youtu.be/SFpq1N6v7jw</a>	

Э11	Видеозапись лекции ""Биотехнологии. Нанотехнологии" <a href="https://youtu.be/XZfUJuSmBAs">https://youtu.be/XZfUJuSmBAs</a>	<a href="https://youtu.be/XZfUJuSmBAs">https://youtu.be/XZfUJuSmBAs</a>
Э12	Видеозапись выступления "Бионанотехнологии - Новые рубежи в молекулярной инженерии" <a href="https://youtu.be/sjV7NNwm1GU">https://youtu.be/sjV7NNwm1GU</a>	<a href="https://youtu.be/sjV7NNwm1GU">https://youtu.be/sjV7NNwm1GU</a>
Э13	Видеозапись лекции "Нанотехнологии в медицине и окружающей среде" <a href="https://youtu.be/pJVRto7D2rE">https://youtu.be/pJVRto7D2rE</a>	<a href="https://youtu.be/pJVRto7D2rE">https://youtu.be/pJVRto7D2rE</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

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	Microsoft Office

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

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 информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностраные 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
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Б-416	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии:	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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. Практические занятия проводятся с использованием имеющегося лабораторного оборудования и средств компьютерной обработки и представления результатов.