

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 30.08.2023 16:43:58

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)

### Основы нанохимии

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 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	19			
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

**Основы нанохимии**

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-23-8.plx Биомедицинские наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Биомедицинские наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

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 в соответствии с учебным планом, а также комплекса фундаментальных представлений, составляющих основу дисциплин нанохимии и нанотехнологии, формирование понимания основных научно-технических проблем нанотехнологии и перспектив развития данной фундаментальной области знаний.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Биоорганическая химия	
2.1.2	Биофизика. Часть 2. Молекулярная биофизика	
2.1.3	Дифракционные и микроскопические методы	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Органические наноматериалы	
2.1.6	Основы физической и коллоидной химии	
2.1.7	Производственная практика	
2.1.8	Биофизика. Часть 1. Биофизика биологических процессов	
2.1.9	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.10	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.11	Основы органической химии	
2.1.12	Основы химии высокомолекулярных соединений	
2.1.13	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.14	Учебная практика	
2.1.15	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	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 знать основные физические и химические термины, понятия и принципы нанохимии и нанотехнологии для осуществления разработки наноструктурированных лекарственных средств	
<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-4-32 осознавать междисциплинарный характер нанохимии и нанотехнологии;	
ПК-4-31 знать и понимать причины, обуславливающие изменение многих физических и химических свойств вещества в нанометровом диапазоне при разработке технологии производства 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 виды нанообъектов и наноматериалов, уметь прогнозировать их устойчивость и физико-химические свойства; иметь представления о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов	
<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 уметь анализировать процессы, явления и материалы с использованием современных аналитических методов;	
ПК-4-У2 уметь анализировать и обрабатывать полученные результаты с применением программных средств и	

персональной компьютерной техники;
<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 уметь применять полученные фундаментальные знания для решения практических научных задач
<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У2 уметь самостоятельно работать с литературой;
ПК-3-У1 использовать подходы и техники в современных научных исследованиях при разработке методов получения функциональных наноматериалов;
<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 владеть основными методами исследования физико-химических свойств наноматериалов (электронная микроскопия и атомно-силовая микроскопия, рентгеноструктурный анализ, спектроскопия);
<b>ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 владеть методами и средствами измерений физических, химических и биологических свойств 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 владеть методами получения функциональных наноматериалов на основе принципов нанохимии и нанотехнологии (химические, физические и биологические методы получения, подходы «снизу-вверх» и «сверху-вниз»);

#### 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 нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия.</b>							
1.1	Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р1
1.2	Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р2
1.3	Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р3

1.4	Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р4
	<b>Раздел 2. История развития. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.</b>							
2.1	История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р5
2.2	История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р6
2.3	Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р7
2.4	Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р8
2.5	Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) . /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р9
2.6	Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС). /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2			Р10
	<b>Раздел 3. Объекты нанохимии</b>							
3.1	Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			Р11
3.2	Объекты нанохимии. Классификации наночастиц. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-У2 ПК-4-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			Р12

3.3	Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур. /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			P13
3.4	Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			P14
3.5	Квантовые наноструктуры различной размерности. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			P15
3.6	Квантовые наноструктуры различной размерности. /Ср/	3	8	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			P16
3.7	Углеродные наноструктуры /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1Л2.1			P17
3.8	Углеродные наноструктуры /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1Л2.1			P18
3.9	Порошковые наноматериалы. /Пр/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			P19
3.10	Порошковые наноматериалы. /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			P20
3.11	Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы. /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			P21
3.12	Примеры наноструктур в живых организмах /Пр/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		KM2	P22

3.13	Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы. Примеры наноструктур в живых организмах. /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р23
------	--	---	---	--	------------------	--	-----	-----

### 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-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Вопросы к зачету.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные классы наноразмерных систем .</li> <li>2. Нанотрубки и их свойства. Использование нанотрубок в качестве элементной базы микроэлектроники.</li> <li>3. Углеродные наноструктуры. Фуллерен. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.</li> <li>4. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.</li> <li>5. Наноматериалы на основе блок-сополимеров. Возможности практического использования.</li> <li>6. Супрамолекулярные структуры. Структуры с переходными металлами. Дендритные молекулы. Супрамолекулярные дендримеры. Возможности практического использования.</li> <li>7. Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.</li> <li>8. Биологические наноматериалы.</li> <li>9. Пористые наноструктуры. Методы получения и возможности практического использования.</li> <li>10. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы. Основные принципы приготовления квантовых наноструктур.</li> <li>11. Нанoeлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.</li> <li>12. Роль нанотехнологий в развитии фотоники.</li> <li>13. Применение наноматериалов в медицине и биологии: хирургический и стоматологический инструментарий, диагностика, искусственные органы и ткани.</li> <li>14. Применение наноструктур в химии и химической технологии. Катализ на наночастицах.</li> <li>15. Примеры конструкционных и инструментальных материалов, изготовленных с использованием нанотехнологий.</li> <li>16. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов .</li> <li>17. Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.</li> <li>18. Нанoeнергетика. Возможности использования нанотехнологий для создания топливных элементов и устройств для хранения энергии.</li> <li>19. Нанoeлектромеханические системы: наномашини и наноприборы. Принципы изготовления, возможности применения.</li> <li>20. Нанотехнология. Основные технологические принципы: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.</li> <li>21. Физические методы синтеза нанопорошков .</li> </ol>

КМ2	Домашнее задание	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-4-32;ПК-4-В1;ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-4-У2;ПК-4-31;ОПК-1-У1;ПК-4-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1	<p>Письменное домашнее задание.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определения терминов: наночастица, наносистема, нанокompозит, нанонаука, нанотехнология.</li> <li>2. Классификация наноразмерных систем.</li> <li>3. Квантовые наноструктуры с размерностью 0D-, 1D-, 2D-. Возможно ли получение структур с дробной размерностью: <math>1 &lt; D &lt; 2</math> или <math>2 &lt; D &lt; 3</math>? Приведите примеры.</li> <li>4. К каким типам наноразмерных систем следует отнести фуллериты, нанопористый кремний и стекла, содержащие небольшое количество диспергированных наноразмерных частиц металла? .</li> <li>5. Можно ли и на основании каких критериев молекулу ДНК рассматривать как нанообъект?</li> <li>6. Типы композиционных наноматериалов. Костная ткань как биологический нанокompозит.</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	Практическая работа 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия. Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы.	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия. Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы.
P2	Самостоятельная работа 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия. Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы.	ОПК-1-У1;ПК-4-32;ПК-4-31	Введение в нанохимию и нанотехнологию. Основные понятия. Введение в нанотехнологию. Понятия нанонаука, нанотехнология, наночастица, наноструктура. Наноматериалы.
P3	Практическая работа 2. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.	ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.



P4	Самостоятельная работа 2. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.	ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.
P5	Практическая работа 3. История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-32	История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры
P6	Самостоятельная работа 3. История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры	ОПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-1-У1;ПК-4-32	История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры
P7	Практическая работа 4. Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов.	ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов.

P8	Самостоятельная работа 4. Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов	ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-У2	Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов
P9	Практическая работа 5. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) .	ОПК-1-У1;ПК-4-У2	Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) .
P10	Самостоятельная работа 5. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) .	ОПК-1-У1;ПК-4-У2	Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) .
P11	Практическая работа 6. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.	ОПК-1-31	Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.
P12	Самостоятельная работа 6. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.	ОПК-1-31	Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.
P13	Практическая работа 7. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур.	ПК-3-31;ПК-4-В1	Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур.
P14	Самостоятельная работа 7. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур.	ПК-3-31;ПК-3-У1	Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Синтез наноструктур.
P15	Практическая работа 8. Квантовые наноструктуры различной размерности.	ПК-3-31;ПК-4-В1	Квантовые наноструктуры различной размерности.
P16	Самостоятельная работа 8. Квантовые наноструктуры различной размерности.	ПК-3-31;ПК-4-В1	Квантовые наноструктуры различной размерности.
P17	Практическая работа 9. Углеродные наноструктуры	ПК-4-32;ПК-3-В1;ПК-3-У2;ПК-3-У1	Углеродные наноструктуры

P18	Самостоятельная работа 9. Углеродные наноструктуры	ПК-4-32;ПК-3-В1;ПК-3-У2;ПК-3-У1	Углеродные наноструктуры
P19	Практическая работа 10. Порошковые наноматериалы.	ПК-4-31;ОПК-1-В1	Порошковые наноматериалы.
P20	Самостоятельная работа 10. Порошковые наноматериалы.	ПК-4-31;ОПК-1-В1	Порошковые наноматериалы.
P21	Практическая работа 11. Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы.	ОПК-1-В1;ПК-4-31	Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы.
P22	Практическая работа 12. Примеры наноструктур в живых организмах	ПК-4-31;ОПК-1-В1	Примеры наноструктур в живых организмах
P23	Самостоятельная работа 11. Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы. Примеры наноструктур в живых организмах.	ПК-3-У2;ПК-3-У1;ПК-4-32	Наноматериалы на основе органических веществ, биологические наноматериалы. Примеры наноструктур в живых организмах.

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

Экзамен по курсу не предусмотрен.

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

По курсу предусмотрен зачет.

Обучающийся должен выполнить все практические и самостоятельные работы указанные в данном разделе.

оценка "зачет" студент выполнит и защитит все практические работы, выполнил все контрольные мероприятия;

оценка "незачет" студент не справился с выполнением календарного плана, выполнил и/или защитил не все практические работы, контрольные мероприятия выполнены на оценку "неудовлетворительно";

оценка "неявка" студент не явился на контрольные мероприятия 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	Раков Э. Г.	Неорганические наноматериалы	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.2	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Сигов А. С.	Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П., Солнцев Ю. П.	Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Рябкова Г. В.	Biotechnology: (Биотехнология): учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012
Л3.2	Шарощенко В. С.	Организация и проведение занятий по изучению вопросов нанотехнологии в рамках основной и вариативной программы обучения студентов педагогического вуза: методическое пособие для преподавателей педагогических вузов: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Библио-Глобус, 2018

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

Э1	Основы нанотехнологии : учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – 2-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2017. – 400 с. : ил. – (Учебник для высшей школы).	URL: <a href="http://lib.biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=462147">http://lib.biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=462147</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	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams

### 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	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-420	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., 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
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов курса "Основы нанохимии".

Предусматриваются домашние задания по всему разделу курса в форме письменного ответа.

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 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.

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. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория Б-416, при численности менее 14 человек - Б-429.