

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы нанохимии и нанотехнологий

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Органическая, элементоорганическая и медицинская химия

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) директор химического института Стойков И.И. (директорат химического института им. А.М. Бутлерова, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Ivan.Stoikov@mail.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ современной химии и смежных наук при решении профессиональных задач
ПК-3	Способен анализировать новую научную проблематику, применять методы и средства планирования, организации и проведения научных исследований в выбранной области химии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет нанохимии и нанотехнологии, основные виды нанообъектов и наноматериалов, приборы и устройства, разрабатываемые на основе наноматериалов, принцип размерного квантования и условия наблюдения квантово-размерных явлений, физические и химические системы пониженной размерности, особенности энергетического спектра и переноса частиц в многослойных структурах с резкими потенциальными границами, основные научно-технические проблемы нанотехнологии и перспективы развития данной фундаментальной области знаний.

Должен уметь:

прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства нанообъектов и наноматериалов; ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по нанохимии и нанотехнологии; самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению нанообъектов и наноматериалов для решения конкретных задач нанотехнологии; ориентироваться в методах получения и исследования наноструктур: сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии;

Должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне, понимать механизм возникновения размерных физических и химических эффектов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Органическая, элементоорганическая и медицинская химия)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию.	3	2	0	0	0
2.	Тема 2. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии.	3	2	0	0	0
3.	Тема 3. История развития нанотехнологий.	3	2	0	0	0
4.	Тема 4. Инструментарий нанотехнолога.	3	2	0	0	0
5.	Тема 5. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия.	3	0	2	0	0
6.	Тема 6. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.	3	2	0	0	0
7.	Тема 7. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома.	3	2	0	0	0
8.	Тема 8. Квантовые размерные эффекты.	3	0	2	0	36
9.	Тема 9. Квантовые точки, проволоки и плоскости.	3	0	2	0	0
10.	Тема 10. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.	3	2	2	0	0
11.	Тема 11. "Умные" наноматериалы.	3	0	2	0	0
12.	Тема 12. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.	3	2	2	0	0
13.	Тема 13. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Нанодиагностика. ДНК-чипы и биочипы.	3	0	4	0	0
14.	Тема 14. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.	3	0	4	0	36
	Итого		16	20	0	72

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение в нанохимию и нанотехнологию.

Введение в нанотехнологию. Цели и задачи нанотехнологии. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств. Применение методов нанотехнологии для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Визуализация и контроль результатов нанотехнологий - обязательное условие для их реализации и развития.

###### Тема 2. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии.

Основные понятия нанохимии и нанотехнологии. Нанохимия - область науки, связанная с получением и изучением физико-химических свойств частиц, имеющих размеры в несколько нанометров. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра. Классификация объектов нанохимии. Основные типы нанообъектов и наносистемы на их основе.

###### Тема 3. История развития нанотехнологий.

История развития нанотехнологий. Наноструктурные элементы вещества. Наноструктурные элементы вещества: атомы, молекулы, фуллерены, нанотрубки, кластеры. Квантовые точки (КТ) - искусственные молекулы. Наноструктурные полимеры. Пленки Ленгмюра - Блоджетт. Коллоидные растворы. Наноструктурированные пленки.

#### **Тема 4. Инструментарий нанотехнолога.**

Инструментарий нанотехнолога. Материалы на основе наноструктурных элементов. Нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Углеродные нанотрубки, технология изготовления, структура и свойства. Методы получения и исследования.

#### **Тема 5. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия.**

Супрамолекулярная химия и самосборка - основные термины и понятия. Материалы электроники для нанотехнологий. Кремний и его модификации, в том числе, кремний на изоляторе, пористый кремний, нанокристаллы кремния в диоксиде кремния. супрамолекулярные ансамбли. супермолекулы. Вискеры. Манганиты.

#### **Тема 6. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.**

Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Гетероструктуры (ГС) и наиболее распространенные системы полупроводниковых материалов на основе твердых растворов АЗВ5. Тройные и четверные соединения на основе АЗВ5. Материалы на основе нитридов и их применение. Особый интерес представляют соединения металлов с азотом, так называемые

нитриды, среди которых многие обладают высокой огнеупорностью, диэлектрическими и полупроводниковыми свойствами, способностью переходить в сверхпроводники при относительно высоких температурах, высокой химической устойчивостью в различных агрессивных средах. Многие из нитридов уже успешно используются в электронике, атомной промышленности, технике полупроводников и диэлектриков, в космической технике, современном машиностроении, металлургии, в электротехнике и других отраслях.

#### **Тема 7. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома.**

Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома. Субмикронные технологии. Уменьшение размеров элементов методами традиционной планарной технологии за счет разработки, создания и применения экстремальных ультрафиолетовых источников излучения со сверхкороткой длиной волны (13.5 нм) при процессах литографии.

#### **Тема 8. Квантовые размерные эффекты.**

Квантовые размерные эффекты. Источники экстремального ультрафиолета. Лазерное излучение: взаимодействие с поверхностью и применение в НТ. Нанолитография. Основные виды нанолитографии и ее применение в изготовлении интегральных приоров. Электронная, ионная и рентгеновская литографии. Изготовление наноточек и нанопроволок литографическими методами.

#### **Тема 9. Квантовые точки, проволоки и плоскости.**

Квантовые точки (трехмерная потенциальная яма для квантовой частицы, ограничивающая движение последней в трех направлениях, и имеющая размеры порядка длины волны де-Бройля квантовой частицы), проволоки и плоскости. Самоорганизация квантовых точек и нитей. Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странски-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ.

#### **Тема 10. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.**

Объекты нанохимии (Единичные атомы, Кластеры, Наночастицы, Компактное вещество). Количество атомов, определяющих верхнюю границу наночастиц, индивидуально для каждого соединения. Классификации наночастиц. Нанопечатная литография. Изготовление штампов. Выбор резистов, полиметилметакрилат. Реактивное ионное травление.

#### **Тема 11. "Умные" наноматериалы.**

Умные наноматериалы. Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странского-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях.

Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ. Периодические структуры плоских доменов. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками.

#### **Тема 12. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.**

Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер. Периодические структуры плоских доменов. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками. Гетероструктуры с квантовыми ямами (КЯ). Принципы выбора полупроводниковых материалов. Модуляционное и d-легирование. Гетероструктуры с высокой плотностью двумерного электронного газа (ДЭГ). Транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ-транзисторы). Сверхрешетки (СР) квантовых ям. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми ямами.

### **Тема 13. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Нанодиагностика. ДНК-чипы и биочипы.**

Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Ионный синтез наноструктур на поверхности и в объеме полупроводников. Формирование нанокристаллов кремния и германия в диоксиде кремния и полимерных материалах при ионной бомбардировке. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. Анизотропное распыление поверхности полупроводниковых материалов при воздействии ионных пучков.

### **Тема 14. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.**

Генная терапия и электропорация (создание пор в бислоистой липидной мембране под действием электрического поля. Это явление используется в биотехнологии для внедрения макромолекул (обычно ДНК или РНК) в клетки млекопитающих, бактерий или растений). Рекомбинантные ДНК. Генная инженерия. Мутации. Рестрикция. Трансдукция. Обмен генетическим материалом.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**



Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС З++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Вся правда о нанотехнологиях и наноматериалах в России - <http://www.nanoware.ru/>

Нанотехнологии Nanonewsnet - <http://www.nanonewsnet.ru>

Нанотехнологии и их применение - <http://nanoblog.ru>

Нанотехнологии Нанотехнологическое сообщество-Нанометр - <http://www.nanometer.ru>

Подробно о нанотехнологиях - Новости - <http://www.nano-technology.org>

Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение) - <http://www.nanojournal.ru>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.</p> <p>Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.</p>
практические занятия	<p>Подготовка к практическим занятиям является важной частью самостоятельной работы.</p> <p>Приступая к подготовке к занятиям по конкретной теме, на начальном этапе самостоятельной работы, студент должен подробно изучить основные вопросы темы, их последовательность, список рекомендуемой литературы, повторить материал лекции. После изучения основной и дополнительной литературы по конкретной теме наступает самый творческий этап процесса подготовки к семинарским занятиям ? самостоятельное обдумывание материала. На этом этапе окончательно осваивается материал, информация приобретает форму знаний, а продолжение этого процесса приводит к формированию выводов.</p> <p>Завершающий этап подготовки к практическим занятиям ? ответы на контрольные вопросы и выполнение заданий для самостоятельной работы, которые помогут правильно осмыслить изученный материал и проверить приобретенные знания. Очень важно самостоятельно выполнить все задания, только такой подход дает возможность стать грамотным, современно мыслящим специалистом.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины 'Основы нанохимии и нанотехнологий'. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.</p> <p>Изучаемый материал следует заносить в рабочую тетрадь в виде конспекта, включающего краткое последовательное изложение наиболее важной информации: новые термины, даты, имена ученых и их достижения и т.д. Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, полезно составлять схемы и таблицы, 'свертывая' информацию в удобную, компактную форму.</p> <p>Составление конспектов, особенно в форме таблиц, схем, опорных сигналов, способствует эффективному запоминанию изученного материала, поскольку здесь привлекается логическое запоминание и используются зрительный и двигательный типы памяти.</p>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>Подготовку к экзамену (зачету) необходимо целесообразно начать с планирования и подбора нормативно-правовых источников и литературы. Прежде всего следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену (зачету), чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на экзамен (зачет). Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные моторные ресурсы памяти.</p> <p>Предложенная методика непосредственной подготовки к зачету может быть и изменена. Так, для студентов, которые считают, что они усвоили программный материал в полном объеме и уверены в прочности своих знаний, достаточно быстрого повторения учебного материала. Основное время они могут уделить углубленному изучению отдельных, наиболее сложных, дискуссионных проблем.</p> <p>Литература для подготовки к экзамену (зачету) обычно рекомендуется преподавателем. Она также может быть указана в программе курса и учебно-методических пособиях.</p> <p>Однозначно сказать, каким именно учебником нужно пользоваться для подготовки к экзамену (зачету), нельзя, потому что учебники пишутся разными авторами, представляющими свою, иногда отличную от других, точку зрения по различным научным проблемам. Поэтому для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников (учебных пособий). Студент сам вправе придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от позиции преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации. Наиболее оптимальны для подготовки к экзамену (зачету) учебники и учебные пособия по экологическому праву, рекомендованные Министерством образования и науки.</p> <p>Нормативные источники должны быть в объеме учебной программы. Хорошим подспорьем здесь могут быть справочные правовые системы.</p> <p>Основным источником подготовки к экзамену (зачету) является конспект лекций. Учебный материал в лекции дается в систематизированном виде, основные его положения детализируются, подкрепляются современными фактами и нормативной информацией, которые в силу новизны, возможно, еще не вошли в опубликованные печатные источники. Правильно составленный конспект лекций содержит тот оптимальный объем информации, на основе которого студент сможет представить себе весь учебный материал.</p> <p>Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.</p> <p>В ходе подготовки к экзамену (зачету) студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных юридических проблем. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных, систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену (зачету) должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.</p> <p>В этот период полезным может быть общение студентов с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Органическая, элементоорганическая и медицинская химия".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.01 Основы нанохимии и нанотехнологий

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Органическая, элементоорганическая и медицинская химия

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Основная литература:**

1. Наноструктуры в биомедицине / под редакцией К. Гонсалвес [и др.] ; перевод с английского С. А. Бусева [и др.]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 538 с. - ISBN 978-5-00101-729-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135509> (дата обращения: 14.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94129> (дата обращения: 14.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Сергеев Г.Б., Нанохимия / Сергеев Г.Б. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Московского государственного университета, 2007. - 336 с. - ISBN 978-5-211-05372-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211053724.html> (дата обращения: 14.03.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - 237 с.
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : учебное пособие / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2173> (дата обращения: 14.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Евтюгин Г.А., Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур / Г.А. Евтюгин, И.И. Стойков - Казань : Казанский федеральный университет, 2016. - 298 с. - ISBN 978-5-00019-722-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000197226.html> (дата обращения: 14.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.01 Основы нанохимии и нанотехнологий

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Органическая, элементоорганическая и медицинская химия

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.