

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Основы нанохимии и нанотехнологий

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия  
Профиль подготовки: не предусмотрено  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## 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) профессор, д.н. (профессор) Стойков И.И. (Кафедра органической химии, 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
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-3	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

предмет нанохимии и нанотехнологии, основные виды нанобъектов 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 нанобъектов и наноматериалов; ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по нанохимии и нанотехнологии; самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению нанобъектов 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.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах.

### 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 4 семестре; зачет в 5 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.	4	2	0	0	0
2.	Тема 2. Основные понятия нанохимии и нанотехнологии.	4	2	0	0	0
3.	Тема 3. История развития нанотехнологий.	4	2	0	0	0
4.	Тема 4. Инструментарий нанотехнолога.	4	2	0	0	0
5.	Тема 5. Супрамолекулярная химия и самосборка основные термины и понятия.	4	2	0	0	0
6.	Тема 6. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.	4	2	0	0	0
7.	Тема 7. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения и строение атома.	4	2	0	0	0
8.	Тема 8. Квантовые размерные эффекты. Контрольная работа	4	2	0	0	18
9.	Тема 9. Квантовые точки, проволоки и плоскости.	4	2	0	0	0
10.	Тема 10. Объекты нанохимии. Классификации наночастиц.	5	2	0	0	0
11.	Тема 11. Способы получения наночастиц.	5	2	0	0	0
12.	Тема 12. Углеродные наноматериалы - получение, характеристика, свойства.	5	2	0	0	0
13.	Тема 13. "Умные" наноматериалы.	5	2	0	0	0
14.	Тема 14. Принципы функционирования полупроводниковой электроники. ДНК-компьютер.	5	2	0	0	0
15.	Тема 15. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки.	5	2	0	0	0
16.	Тема 16. Нанодиагностика. ДНК-чипы и биочипы.	5	2	0	0	0
17.	Тема 17. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Контрольная работа	5	2	0	0	18
18.	Тема 18. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.	5	2	0	0	0
	Итого		36	0	0	36

##### 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. Электростатические эффекты, локальный тепловой нагрев, пластическая деформация, полевое испарение положительных и отрицательных ионов, пондеромоторный эффект, эффект электронного ветра.

### **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

### **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.

### **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.

### **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.

### **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. Контрольная работа**

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

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

Квантовые точки, 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. Классификации наночастиц. Нанопечатная литография. Изготовление штампов. Выбор резистов, полиметилметакрилат. Реактивное ионное травление.

### **Тема 11. Способы получения наночастиц.**

Способы получения наночастиц. Эпитаксиальные методы. Химическое осаждение из паровой фазы (CVD): его виды, основные закономерности и методика. Эпитаксия из металлоорганических соединений и летучих неорганических гидридов (MOCVD). Наиболее распространенные системы веществ - источников компонент полупроводниковых материалов и твердых растворов.

### **Тема 12. Углеродные наноматериалы - получение, характеристика, свойства.**

Углеродные наноматериалы - получение, характеристика, свойства. Самоорганизация нанотрубок. Преобразование планарных напряженных гетероструктур в трехмерные, имеющие радиальную симметрию (нанотрубки). Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок.

### **Тема 13. "Умные" наноматериалы.**

Умные наноматериалы. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.

### **Тема 14. 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

### **Тема 15. Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки.**

Нанообъекты как основа новых лекарств и систем их направленной доставки. Ионный синтез наноструктур на поверхности и в объёме 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 16. Нанодиагностика. ДНК-чипы и биочипы.**

Нанодиагностика. ДНК-чипы и биочипы. Литографически-индуцированная самосборка наноструктур. Понятие о литографически-индуцированной самосборке наноструктур. Кремниевые подложки, гомополимер, требования к маске.

#### **Тема 17. Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Контрольная работа**

Генная терапия и электропорация. Рекомбинантные ДНК. Генная инженерия. Мутации. Рестрикция. Трансдукция. Обмен генетическим материалом.

#### **Тема 18. Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе.**

Нанотехнологии и биомиметика: подражая природе. Конструируя из белков. Поделки из молекул ДНК. РНК-наномшины. Вирусы.

### **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 3++ - 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 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)**

Методические рекомендации по самостоятельной работе для студентов по дисциплине 'Основы нанохимии и нанотехнологий'

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

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.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Рабочей программой дисциплины 'Основы нанохимии и нанотехнологий' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 36 час. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к устным опросам и контрольным работам;

- работу с Интернет-источниками;

- подготовку реферата, подготовку к защите реферата, сдаче зачета.

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.

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.

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.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

К выполнению контрольных работ рекомендуется приступать только после усвоения всего учебного материала дисциплины. Задания на контрольные работы разрабатываются в нескольких вариантах.

Рекомендации по освоению контрольных работ:

- контрольную работу следует выполнять полностью, т.е. решить все задачи и ответить на все вопросы задания; непонятный вопрос или задачу не следует пропускать; в этом случае необходимо обратиться за помощью к преподавателю;
- ответы в контрольных работах излагать ясно, точно и полно, таким образом, чтобы преподавателю был ясен весь ход рассуждений;
- не следует переписывать в контрольные работы текст из учебников или учебных пособий;
- решения задачи работы необходимо представлять вместе со всеми промежуточными преобразованиями и ссылками на используемые справочные материалы;
- при выполнении расчётов необходимо внимательно относиться к единицам измерения всех величин, входящих в ту или иную формулу, и проверять, в каких единицах измерения должен быть результат;
- допускается оформление эскизов и текста работы от руки;
- не допускаются перечёркивания, вставки, произвольное сокращение слов и каких-либо обозначений, не применяемых в литературе по изучаемой дисциплине;
- неудовлетворительное оформление контрольной работы может быть причиной её незачёта; небрежность письма и грамматические ошибки недопустимы;
- на каждой странице работы необходимо оставлять поля на каждой странице работы
- необходимо оставлять поля 4-5 см. для замечаний рецензента и одну - две страницы в конце работы для заключительной рецензии;
- на обложке контрольной работы необходимо написать фамилию, инициалы, учебный шифр, специальность, курс, наименование дисциплины, номер контрольного задания;
- в списке литературы указать, какие учебники и пособия использовались при выполнении работы; ссылки на использованные источники приводятся в тексте работы.

#### **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 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.4 Основы нанохимии и нанотехнологий

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] - М.:Машиностроение, 2012. - 656 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5793)
2. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.:Физматлит, 2009. - 456 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2291)

**Дополнительная литература:**

1. Рамбиди Н.Г. Нанотехнология и молекулярные компьютеры. - М.:Физматлит, 2007. - 256 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2290](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2290)
2. Головин, Ю.И. Наномир без формул [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 546 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70736>. ? Загл. с экрана.
3. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - 237 с.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.4 Основы нанохимии и нанотехнологий

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

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.