

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

Функциональные наноматериалы

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## 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) доцент, к.н. (доцент) Кутырева М.П. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Marianna.Kutyreva@kpfu.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:

- основные понятия и термины химии наноматериалов;
- основные виды и свойства нанообъектов и наноматериалов;
- теоретические основы физико-химических методов получения наноматериалов;
- модели стабилизации наночастиц;
- основные методы характеристики наночастиц и гибридных материалов;
- направления практического применения наноматериалов;

Должен уметь:

- прогнозировать устойчивость и физико-химические свойства наноматериалов;
- использовать знания в получении и стабилизации наночастиц металлов и металлосодержащих функциональных наноматериалов для решения задач дизайна лекарственных препаратов нового поколения, разработки новых гибридных материалов и покрытий;
- давать характеристику различным видам материалов, делать обоснованные выводы о преимуществах и недостатках использования того или иного материала в определенных областях;
- самостоятельно анализировать знания по данной дисциплине, применять их при изучении других дисциплин и в профессиональной деятельности, делать обоснованный выбор методик синтеза и характеристики функционального наноматериала с учетом его целевых характеристик.

Должен владеть:

- теоретическими и практическими знаниями о свойствах функциональных наноматериалов;
- навыками химического эксперимента и основными синтетическими методами получения и исследования наноматериалов;
- навыками получения и исследования металлосодержащих наночастиц и гибридных наноматериалов;
- информацией о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов
- информацией о последних достижениях науки в области функциональных наноматериалов

Должен демонстрировать способность и готовность:

ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

ОПК-1

способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

ПК-2 владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Инновационные материалы и методы их исследования)" 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 - 33 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 75 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. Наноматериалы, наночастицы кластерные системы. История развития нанотехнологий, основные термины и понятия.	3	2	0	0	3
2.	Тема 2. Модели образования и специфические свойства наночастиц.	3	2	0	0	4
3.	Тема 3. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов. Классификация методов синтеза наночастиц. Физические методы получения наноразмерных частиц.	3	3	0	0	4
4.	Тема 4. Химические и гибридные методы получения наноразмерных частиц .	3	3	0	0	5
5.	Тема 5. Методы стабилизации наноразмерного состояния частиц. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния.	3	3	0	0	5
6.	Тема 6. Методы исследования физико-химических свойств и морфологии наноматериалов.	3	3	0	0	5
7.	Тема 7. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования наночастиц металлов и их соединений	3	0	4	0	7
8.	Тема 8. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования наночастиц неметаллов и их соединений	3	0	2	0	7
9.	Тема 9. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования углеродных наноматериалов	3	0	2	0	7

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования органических и гибридных органо-неорганических наноматериалов	3	0	2	0	7
11.	Тема 11. Биосовместимые наноматериалы	3	0	2	0	7
12.	Тема 12. Функциональные наноматериалы и композитные наноматериалы для техники и производственной технологии	3	0	2	0	7
13.	Тема 13. Токсичность наноматериалов	3	0	2	0	7
	Итого		16	16	0	75

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Введение. Наноматериалы, наночастицы кластерные системы. История развития нанотехнологий, основные термины и понятия.**

История развития нанотехнологии в мире и России. Основные понятия и термины : нанообъект, нанотехнология, наноструктуры, наноустройства, наночастица, нанокompозит. Кластерные системы. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, по размерам, по мерности ( нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные системы). Основные виды металлосодержащих материалов.

##### **Тема 2. Модели образования и специфические свойства наночастиц.**

Механизмы формирования нанокластеров, формулы для вычисления поверхностной энергии, объемной энергии формирования нанокластера, состоящего из  $n$  атомов или молекул. Формула для расчета минимального размера нанокластера или зародыша. Устойчивость зародышей и кластеров. Термодинамические, структурные, дисперсные, морфологические, механические, электрические, магнитные, тепловые, химические свойства наноматериалов. Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмон, плазмонный резонанс. Положение и полуширина полосы плазмонного резонанса во взаимосвязи с размером и однородностью наночастиц металла. Квантоворазмерный эффект и оптические свойства полупроводниковых наночастиц металлов.

##### **Тема 3. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов. Классификация методов синтеза наночастиц. Физические методы получения наноразмерных частиц.**

Общие термодинамические закономерности синтеза наноразмерных частиц, классификация методов получения наночастиц и наноматериалов. Классификация методов получения наноструктур и наноматериалов (методы наносборки и групповые методы, ~сверху-вниз~, снизу-вверх, химические и физические). Физические методы синтеза наноматериалов: аэрозольный метод (газофазный синтез), механохимический синтез, детонационный синтез (электровзрыв), методы молекулярных пучков ( молекулярные пучки малой интенсивности, сверхзвуковое истечение газов из сопла), вакуумное испарение, ионная бомбардировка, катодное распыление, низкотемпературная плазма (плазмохимический синтез).

##### **Тема 4. Химические и гибридные методы получения наноразмерных частиц .**

Химический синтез наночастиц в конденсированных средах (общие закономерности). Метод осаждения и соосаждения. Метод химического восстановления в растворах: влияние компонентов внешней среды, условия синтеза и природа восстановителя (гидриды легких металлов, алюмогидриды, борогидриды, некоторые amino- и гидразинобораны, гипофосфиты, формальдегид, соли щавелевой и винной кислот, гидрохинон, декстрины, ряд неорганических соединений). Метод термолитиза. Золь-гель метод. Электрохимические методы синтеза. Гидро- и сольвотермальный синтез. Сонохимический синтез. Криохимический синтез.

##### **Тема 5. Методы стабилизации наноразмерного состояния частиц. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния.**

Общие закономерности и типы стабилизации ультрадисперсных частиц. Матрицы для стабилизации наночастиц ( неорганические, органические, биологические, полимерные).

Надмолекулярные структуры в полимерах. Примеры некоторых типов надмолекулярных образований в полимерах. Управление характером морфологии ПЭ в условиях ионно-координационной полимеризации на комплексных катализаторах. Синтез сверхвысокомолекулярного ПЭ в суспензионном режиме. Введение наноразмерных наполнителей. Инкорпорирование кластеров неорганического полимера в органическую полимерную матрицу. Получение нанокомпозитов методом полимеризационного наполнения. Инкорпорирование неорганического полимера в органическую полимерную матрицу. Стабилизация организованными структурами ПАВ и полимеров. Методы синтеза и стабилизации наночастиц на платформе дендримеров.

#### **Тема 6. Методы исследования физико-химических свойств и морфологии наноматериалов.**

Методы исследования размерных характеристик наноматериалов: адсорбционные методы, просвечивающая электронная микроскопия, растровая электронная микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, сканирующая атомно-силовая микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей, дифракционные методы. Оценка элементного состава наноматериалов: химические, гравиметрические, спектральные методы (эмиссионная спектроскопия, абсорбционная спектроскопия, ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия); масс-спектрометрия, рентгеноспектральный анализ. Определение фазового состава наноматериалов: рентгенодифракционный анализ, Месбауэровская спектроскопия. Оценка морфологии поверхности наноматериалов.

#### **Тема 7. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования наночастиц металлов и их соединений**

Методы химического синтеза наночастиц металлов (восстановление в растворе). Синтез наночастиц благородных металлов, переходных металлов. Условия термического распада металлосодержащих соединений в различных агрегатных состояниях. Газофазный пиролиз для получения наночастиц металлов I, IV-VIII групп (стационарные и нестационарные условия, в вакууме, в атмосфере инертного газа). Химические аспекты газофазного пиролиза M-L-связей. Способы термического разложения в растворах. Твердофазный термолиз органических и неорганических веществ. Термолиз карбоксилатов металлов, Особенности строения карбоксилатов металлов. Кинетика термолиза карбоксилатов, деградация кристаллогидратов карбоксилатов переходных металлов. Термолиз безводных карбоксилатов переходных металлов. Синтез магнитных частиц металлов и их оксидов.

#### **Тема 8. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования наночастиц неметаллов и их соединений**

Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направлений практического использования наночастиц диоксида кремния, наноцеолитов. Коллоидные нанореакторы. Получение гибридных нанокомпозитов золь-гель методом. Пленки Легмюра-Блуджет. Применение наночастиц неметаллов для создания молекулярных шаблонов и диагностических систем.

#### **Тема 9. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования углеродных наноматериалов**

Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направлений практического использования фуллеренов (методы получения и разделения), углеродных нанотрубок (виды углеродных нанотрубок, дуглвой синтез, лазерный синтез, пиролиз углеводородов, очистка и раскрытие нанотрубок), графена, лентгюровских молекулярных пленок.

#### **Тема 10. Синтез, оценка физико-химических свойств, морфологии и направления практического использования органических и гибридных органо-неорганических наноматериалов**

Гибридные органо-неорганические наноматериалы. Синтез органо-неорганических тных материалов. Методом соолимеризации, метод полимеризационного наполнения. Инкорпорирование неорганического полимера в органическую полимерную матрицу по типу ВПС. Получение гибридных органо-неорганических полимерных систем путем инкорпорирования в органическую полимерную фазу другого полимера, имеющего неорганическую природу, по типу взаимопроникающих сеток или полимерных систем типа "сетка в сетке". Синтез силикоановой сетки, гидрогелевые полимерные композиции. Физико-химические свойства гибридных наночастиц.

Получение гибридных нанокомпозитов золь-гель-методом. Стадийность реакций полимеризации: 1) приготовление раствора (в качестве растворителей служит алкоголь (Alk) - спирты разной природы); 2) образование геля; 3) сушка; 4) термообработка. Основные процессы золь-гель-синтеза наночастиц: гидролиз, полимеризация (химически контролируемая конденсация) гелепрекурсора, нуклеация (образование зародышей) и рост частиц с их последующей агломерацией. Основные прекурсоры золь-гель синтеза наночастиц: тетраметилоксисилан (ТМОС) или тетраэтоксисилан (ТЭОС). Интеркаляция полимеров в пористые и слоистые наноструктуры. Типы интеркаляционных систем. Системы с электронной проводимостью (полупроводники, металлы). Физико-химические свойства наночастиц, синтезированных золь-гель методом.

Нанокомпозиты, структурным элементом ("хозяином") которых является халькогенид металла. Нанокристаллы полупроводников на основе халькогенидов металлов, их люминесцентные свойства, нанокристаллы CdSe, CdS-Ag, ZnS или ZnS-CuS. Халькогениды металлов со сложной слоистой структурой PbNb<sub>2</sub>S<sub>5</sub> или SmNbS<sub>4</sub>. Коллоидные системы с MMo<sub>3</sub>Se<sub>3</sub> (M = Li, Na, In). Основные эффекты, сопутствующие процессам формирования нанокомпозитов включения полимер-халькогенидов металлов. Физико-химические свойства наночастиц халькогенидов металлов.

#### **Тема 11. Биосовместимые наноматериалы**

Наноразмерные системы доставки лекарственных препаратов, нанотехнологические подходы к регулированию биологических свойств медицинских изделий (литография, биоимитирование, ДНК-покрытие). Наноструктуры в тканевой инженерии и регенеративной медицине. Наноструктуры в диагностике и лечении рака. Диагностические реагенты и лекарственные препараты на основе наноматериалов. Наноструктуры в диагностике и лечении рака.

### **Тема 12. Функциональные наноматериалы и композитные наноматериалы для техники и производственной технологии**

Стратегия развития нанотехнологий в мире и России. Применение полимер-матричных нанокомпозитов, металл-матричных нанокомпозитов, стекло-матричных нанокомпозитов, керамических нанокомпозитов, гибридных нанокомпозитов и композитных наноматериалов в конструкционных материалах, металлургии, нефтяной отрасли, водоочистительных сооружениях и фильтрах, биологии и медицине.

### **Тема 13. Токсичность наноматериалов**

Особые свойства и биологическая безопасность наночастиц. Пассивация, хранение и транспортировка наноматериалов. Методы анализа наночастиц и оценка их концентрации в тканях и органах. Методы аттестации наночастиц. Механизмы биологического действия и токсичность веществ в нанодисперсном состоянии. Токсичность наночастиц металлов.

## **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

<http://nanoblog.ru/> - <http://nanoblog.ru/>

<http://www.nano-technology.org> - <http://www.nano-technology.org>

<http://www.nanoware.ru/> - <http://www.nanoware.ru/>

## **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)

<http://nanoblog.ru/> - <http://nanoblog.ru/>

<http://www.nano-technology.org> - <http://www.nano-technology.org>

<http://www.nanoware.ru/> - <http://www.nanoware.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднение 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.
практические занятия	На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите: - название работы; - заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений; - уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента; - расчетные формулы.
самостоятельная работа	Рабочей программой дисциплины 'Химия' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 18 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к лабораторно-практическим занятиям; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, сдаче экзамена. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентами 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 'Химия?'. 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.



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Изучение темы завершается зачетом (в соответствии с учебным планом образовательной программы). Зачет как форма промежуточного контроля и организации обучения служит приемом проверки степени усвоения учебного материала и лекционных занятий, качества усвоения обучающимися отдельных разделов учебной программы, сформированных умений и навыков. Зачет проводится письменно, в объеме учебной программы. В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение процесса обучения; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса; подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем. Зачет в письменной форме проводится по билетам, охватывающим весь пройденный по данной теме материал. По окончании ответа преподаватель может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 1 час 30 минут с момента получения им билета. Результаты зачета объявляются обучающемуся после проверки ответов.

#### **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 "Инновационные материалы и методы их исследования".

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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

#### Основная литература:

1. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография / [д-р Рик Брайдсон, проф. Майк Р. Дж. Гиббс, д-р Мартин Грелл и др.] ; под ред. Р. Келсалла [и др.] ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 527 с.
2. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник / Под ред. Келсалл Р. - Долгопрудный:Интеллект, 2011. - 528 с.ISBN 978-5-91559-048-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/319358> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-1318-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4310> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под редакцией Б. Д. Третьякова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59578> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - изд. 2-е, испр. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с.
2. 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: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - ISBN 978-5-00101-474-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94117> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова ; под редакцией Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 275 с. - ISBN 978-5-00101-838-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135540> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э. Г. Раков. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - ISBN 978-5-00101-741-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135513> (дата обращения: 11.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.08.03 Функциональные наноматериалы

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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.