

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: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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
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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и термины химии наночастиц;
- основные виды нанообъектов и наноматериалов, уметь прогнозировать их устойчивость и физико-химические свойства; иметь представления о приборах и устройствах, разрабатываемых на основе наноматериалов
- теоретические основы физико-химических методов получения металлосодержащих наночастиц;
- модели стабилизации наночастиц металлов;
- основные методы характеристики наночастиц и гибридных материалов;
- способы практического применения металлосодержащих наночастиц

Должен уметь:

- 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;
- показать навыки химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования наночастиц металлов;
- 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 методик синтеза и характеристики функционального наноматериала с учетом его целевых характеристик.

Должен владеть:

- теоретическими и практическими знаниями о свойствах функциональных наноматериалов;
- основными методами получения наночастиц металлов и металлосодержащих функциональных наноматериалов для решения задач дизайна лекарственных препаратов нового поколения, разработки новых гибридных материалов и покрытий;
- 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.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Химия композиционных материалов)" и относится к обязательным дисциплинам.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 30 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет и экзамен 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. Наночастицы, кластерные системы различного размера	3	2	0	0	3
2.	Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.	3	2	0	0	3
3.	Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.	3	2	2	0	3
4.	Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.	3	2	2	0	3
5.	Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.	3	2	2	0	3
6.	Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров	3	2	2	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.	3	2	2	0	3
8.	Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц	3	2	2	0	3
9.	Тема 9. Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов.	3	2	2	0	3
10.	Тема 10. Полимераналогичные превращения и иммобилизация металлокластеров.	3	2	0	0	3
11.	Тема 11. Термолиз прекурсоров - матриц для получения полимер-стабилизированных наночастиц металлов.	3	2	0	0	3
12.	Тема 12. Наногибридные полимер-неорганические композиты.	3	2	0	0	3
13.	Тема 13. Золь-гель метод получения наночастиц металлов. Методы исследования и характеристики функциональных наноматериалов	3	2	4	0	6
14.	Тема 14. Нанокompозиты включения полимер-халькогениды металлов.	3	2	2	0	6
15.	Тема 15. Металлоструктуры (полиядерные, кластерные и наноразмерные) в биополимерах. Темплатный синтез нанобиокompозитов. Основные области применения материалов на основе наноразмерных и кластерных частиц металлов.	3	2	4	0	6
	Итого		30	24	0	54

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера

Основные понятия и термины : ?нано?объект, нанотехнология, наноструктуры, наноустройства. Нанообъекты. Кластерные системы. Наночастицы. Нанотехнология.

Тема 2. Модели образования металлосодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.

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. Оптические свойства наночастиц металлов. Плазмон, плазмонный резонанс. Положение и полуширина полосы плазмонного резонанса во взаимосвязи с размером и однородностью наночастиц металла.

Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.

Методы получения наноразмерных частиц (НРЧ). Особенности получения наноструктур. Условия получения наноматериалов: неравновесность систем, однородность наночастиц, монодисперсность наночастиц. Классификация методов получения наноструктур и наноматериалов (методы наносборки и групповые методы, ~сверху-вниз~, снизу-вверх, химические и физические). Методы молекулярных пучков (молекулярные пучки малой интенсивности, сверхзвуковое истечение газов из сопла). Аэрозольный метод (газофазный синтез), вакуумное испарение, ионная бомбардировка, катодное распыление, низкотемпературная плазма (плазмохимический синтез).

Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.

Химический синтез наночастиц металлов в растворе. Восстановление в присутствии стабилизаторов, осаждение НРЧ солей и оксидов металлов из коллоидных растворов. Восстановители для синтеза наночастиц металлов: гидриды легких металлов, алюмогидриды, борогидриды, некоторые amino- и гидразинобораны, гипофосфиты, формальдегид, соли щавелевой и винной кислот, гидрохинон, декстрины, ряд неорганических соединений (CS_2 , CO , NO , $SnCl_2$, аммиак, гидразин и его производные, H_2S , H_2O_2). Синтез НРЧ в реакциях восстановления. Восстановление водородом и газообразными водородсодержащими соединениями. Химическое восстановление в жидких средах. Общие закономерности. Восстановление ионов металлов тетрагидроборатами щелочных металлов и боразотоводородными соединениями. Восстановление металлов гипофосфитом. Восстановление металлов азотоводородными соединениями. Восстановление металлов органическими соединениями. Осаждение из коллоидных растворов. Получение НРЧ в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением. Электрохимические методы получения НРЧ. Криохимический синтез.

Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.

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

Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров

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 нанокмозитов методом полимеризационного наполнения. Инкорпорирование неорганического полимера в органическую полимерную матрицу по типу ВПС

Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.

Общая характеристика методов синтеза наночастиц в полимерах. Общие свойства и выбор полимерной матрицы для синтеза наночастиц. Механохимическое диспергирование. Микрокапсулирование наночастиц полимерами. Напыление атомного металла на полимеры. Криохимический метод. Термические способы испарения атомов металла на полимеры. Напыление металла при полимеризации в плазме.

Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц

Восстановители и восстановительные процессы для синтеза полимер-связанных наночастиц. Восстановление водородом, тетрагидроборатом натрия, гидразином, гидразин гидратом, гидразинбораном, фенилгидразином, фотографические восстановителями (гидрохинон, п-фенилендиамин, пиригаллол и др.), триэтилсиланом, спиртами. Морфология полимер-связанных наночастиц металлов, синтезированных методами химического восстановления: влияние природы реагентов и условий синтеза.

Тема 9. Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов.

Понятия дендример, гиперразветвленный полимер. Методы синтеза и свойства наночастиц на платформе дендримеров. Методы синтеза и свойства наночастиц на платформе гиперразветвленных полимеров. Диоксид кремния как матрица для синтеза наночастиц металлов.

Тема 10. Полимераналогичные превращения и иммобилизация металлокластеров.

Иммобилизация кластеров монометаллического типа. Гетерополиядерные кластеры, химически связанные с полимерами. Полимеризация и сополимеризация металлосодержащих мономеров. 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 нанокмозитов методом полимеризационного наполнения. Инкорпорирование неорганического полимера в органическую полимерную матрицу по типу ВПС.

Тема 11. Термолиз прекурсоров - матриц для получения полимер-стабилизированных наночастиц металлов.

Разложение карбониллов металлов в растворах полимеров. Синтез ферромагнитных полимер-стабилизированных наночастиц. Полимерные матрицы для синтеза наночастиц методом термолиза. Влияние природы прекурсора и температуры на морфологию наночастиц. Физико-химические свойства наночастиц, синтезированных методом термолиза.

Тема 12. Наногибридные полимер-неорганические композиты.

Гибридные органо-неорганические наноматериалы. Синтез органо-неорганических тных материалов. Методом сополимеризации, 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 силоксановой сетки, гидрогелевые полимерные композиции. Физико-химические свойства гибридных наночастиц.

Тема 13. Золь-гель метод получения наночастиц металлов. Методы исследования и характеристики функциональных наноматериалов

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.

Тема 14. Нанокомпозиты включения полимер-халькогениды металлов.

Нанокомпозиты, структурным элементом (?хозяйном?) 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 PbNb₂S₅ или SmNbS₄. Коллоидные системы с MMo₃Se₃ (M = Li, Na, In). Основные эффекты, сопутствующие процессам формирования нанокомпозитов включения полимер-халькогенидов металлов. Физико-химические свойства наночастиц халькогенидов металлов.

Тема 15. Металлоструктуры (полиядерные, кластерные и наноразмерные) в биополимерах. Темплатный синтез нанобиокомпозитов. Основные области применения материалов на основе наноразмерных и кластерных частиц металлов.

Синтез наночастиц металлов в биомолекулах. Магнетит и ферригидрит (минеральное ядро ферритина). Процессы формирования неорганических структур в биологических системах. Культуры бактерий *Pseudomonas stutzeri*, *Dacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, дрожжей *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia jadinii* и грибов *Verticillium dahliae*, *Verticillium luteoablium*, *Fusarium oxysporum* в плане их возможностей в биосинтезе наночастиц золота. Биосинтез наночастиц платины с использованием клеток сульфатредуцирующих бактерий в анаэробных условиях, с учетом и без учета вклада ферментативных процессов. Влияние ферментативных процессов в сульфатредуцирующих бактериях на образование фрактальных кристаллитов Pt(0) различной морфологии. Клетки плесневых грибов *Aspergillus flavus* в синтезе наночастиц серебра. Механизм биосорбции наночастиц, стадии иного обмена, преципитации и комплексообразования. Синтез наночастиц в сферических и несферических мицеллах, микроэмульсиях. Основные факторы, влияющие на размер и форму, синтезируемых наночастиц. Синтез наночастиц в микроэмульсиях в сверхкритическом оксиде углерода. Использование гексагональных и кубических жидкокристаллических фазах в качестве матрицы для синтеза наноматериалов. Бактерии *Bacillus subtilis* как биоорганические темплаты. Синтез наночастиц в сферических и несферических мицеллах, микроэмульсиях. Основные факторы, влияющие на размер и форму, синтезируемых наночастиц. Синтез наночастиц в микроэмульсиях в сверхкритическом оксиде углерода. Использование гексагональных и кубических жидкокристаллических фазах в качестве матрицы для синтеза наноматериалов. *Bacillus subtilis* как биоорганический темплат.

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)

Работа студента заключается в четкой организованности своей деятельности. Слушание лекции требует напряженного, сосредоточенного внимания, поэтому надо подготовиться к записи до начала занятий. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы, работы с учебниками и научной литературой.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя в учебной аудитории. Они направлены на усвоение и углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются, в том числе, и практические умения (вычисления, расчеты, использование таблиц, справочников, диаграмм, навыки проведения лабораторных опытов).

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только к получению правильного ответа, но и усвоить общий метод решения подобных задач. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную общую тетрадь.

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 "Химия композиционных материалов".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев .? Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013] .? 589 с.
2. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление / М. Халл, Д. Боумен ; пер. с англ. В.Н. Егорова, Е.В. Гуляевой .? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .? 344 с.
3. Халл, М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление. [Электронный ресурс] / М. Халл, Д. Боумен. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 347 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70723>
3. 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.
5. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию. [Электронный ресурс] / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2012. ? 464 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4310>
6. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы. [Электронный ресурс] / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2010. ? 456 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59578>

Дополнительная литература:

1. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев .? Москва : URSS : КомКнига, 2006 .? 589 с.
2. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев .? Издание 2-е, исправленное .? Москва : Физматлит, 2009 .? 416 с.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 416 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2173>
4. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. ? 368 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66207>
5. Годымчук, А.Ю. Экология наноматериалов. [Электронный ресурс] / А.Ю. Годымчук, Г.Г. Савельева, А.П. Зыкова. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 275 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66234>
6. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 480 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70727>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.9 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: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.