

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

Наночастицы металлов и их соединений

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

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 (ОК-3).
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основные понятия и термины химии наночастиц. Обладать теоретическими знаниями о физико-химических методах получения металлосодержащих наночастиц.

Должен уметь:

Понимать модели стабилизации наночастиц металлов.

Иметь представление о способах практического применения металлосодержащих наночастиц.

Должен владеть:

Владеть навыками использования знаний в получения наночастиц металлов для решения задач дизайна лекарственных препаратов нового поколения, разработки новых гибридных материалов и покрытий.

Должен демонстрировать способность и готовность:

показать навыки химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования наночастиц металлов

### 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 супрамолекулярных нано- и биосистем)" 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 1 зачетных(ые) единиц(ы) на 36 часа(ов).

Контактная работа - 18 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 8 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 18 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. Наночастицы, кластерные системы различного размера.	3	2	0	0	2
2.	Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.	3	0	2	0	2
3.	Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.	3	2	0	0	2
4.	Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.	3	2	0	0	2
5.	Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.	3	2	0	0	2
6.	Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Интерактивный опрос.	3	2	0	0	2
7.	Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.	3	0	2	0	2
8.	Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.	3	0	2	0	2
9.	Тема 9. Круглый стол: Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов?	3	0	2	0	2
	Итого		10	8	0	18

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера.

Термин ?нано? происходит от греческого ?нанос? (карлик) и соответствует одной миллиардной части единицы. Таким образом, нанотехнологии и науки о наноструктурах и наноматериалах имеют дело с объектами размером от 1 до 100 нм, и рассматривают процессы и совершаемые действия, происходящие в нанометровом диапазоне пространственных размеров (Размер атома составляет несколько десятых нанометра).

Нанотехнологией называется междисциплинарная область науки, в которой изучаются закономерности физико-химических процессов в пространственных областях нанометровых размеров с целью управления отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами при создании новых молекул, наноструктур, наноустройств и материалов со специальными физическими, химическими и биологическими свойствами. Сущность нанотехнологии состоит в возможности работать на атомарном и молекулярном уровне, в масштабе длин 1-100 нм, для того, чтобы создавать и использовать материалы и устройства, имеющие новые свойства и функции благодаря малой шкале их структуры. Таким образом, термин "нанотехнология" относится к размерам именно структурных элементов. Наука о малоразмерных объектах (nanoscience) – это совокупность знаний о свойствах веществ и явлений в нанометровом масштабе.

Нанообъект – это физический объект исследований (и разработок), размеры которого принято измерять в нанометрах.

Кластер представляет собой группу из небольшого (счетного) и, в общем случае, переменного числа взаимодействующих атомов (ионов, молекул). Ясно, что минимальное число атомов в кластере равно двум. Верхней границе кластера соответствует такое число атомов, когда добавление еще одного атома уже не меняет свойства кластера, так как переход количественных изменений в качественные уже закончился. Положение верхней границы кластера неоднозначно, но с химической точки зрения большая часть изменений заканчивается, когда число атомов в группе не превышает 1 - 2 тысячи. Верхнюю границу размеров кластера можно рассматривать как границу между кластером и изолированной наночастицей.

Наночастица – это квази-нульмерный (0D) нанообъект, у которого все характерные линейные размеры имеют один порядок величины; как правило, наночастицы имеют сферическую форму; если в наночастице наблюдается ярко выраженное упорядоченное расположение атомов (или ионов), то такие наночастицы называют нанокристаллитами.

## **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 описывает классическая теория зародышеобразования, основанная на предположении, что зарождающиеся кластеры новой фазы ведут себя как сферические жидкие капли, находящиеся в атмосфере пересыщенного пара [4]. Свободная энергия этих кластеров складывается из положительной свободной поверхностной энергии  $E_s$  и отрицательной свободной объемной энергии  $E_v$ . Для кластера, состоящего из  $n$  атомов или молекул, поверхностная энергия может быть вычислена по формуле (1). Вклад объемной энергии вычисляется по формуле (2).

Таким образом, свободная энергия формирования нанокластера, состоящего из  $n$  атомов или молекул вычисляется по формуле (4).

Положительное значение энергии поверхности раздела фаз препятствует начальному зародышеобразованию. Это приводит к существованию энергетического барьера, который должна преодолеть система для инициирования процесса образования наночастиц. Минимальный размер нанокластера или зародыша рассчитывается по формуле (5).

(5)

Зародыши и кластеры с меньшим размером термодинамически неустойчивы. Величина энергетического барьера, который надо преодолеть системе для начала процесса зародышеобразования вычисляется по формуле (6).

Оптические свойства наночастиц металлов. Спектр поглощения коллоидного раствора не зависит от размера частиц дисперсной фазы ( $D$ ), если их размер намного меньше длины волны падающего света ( $\lambda$ ). Для наносистем, в которых  $1 < D < 100$  нм, диапазон длин волн видимого света  $300 > \lambda > 700$  нм, экспериментально наблюдаемые полосы поглощения обусловлены резонансным поглощением плазмонов. Под плазмоном понимают квазичастицу, отвечающую коллективным колебаниям свободных электронов в металле. Размер частицы, диэлектрическая проницаемость наночастицы и окружающей среды определяют индивидуальную частоту колебаний электронной плотности. Совпадение частоты падающего излучения с собственной частотой колебаний электронной плотности наночастицы металла приводит к возникновению резонансного поглощения, т.е. к появлению в электронных спектрах пддлс плазмонного резонанса (ППР). Положение и полуширина ППР определяется 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.**

Из химических методов наиболее распространены известные уже свыше ста лет методы синтеза НРЧМ в процессе восстановления соединений металлов в присутствии разнообразных стабилизаторов, осаждение НРЧ солей и оксидов металлов из коллоидных растворов. В качестве восстановителей используются гидриды легких металлов, алюмогидриды, борогидриды, некоторые amino- и гидразинобораны, гипофосфиты, формальдегид, соли щавелевой и винной кислот, гидрохинон, декстрины и ряд других неорганических соединений, например  $CS_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $SnCl_2$ , но чаще всего водород и некоторые водородсодержащие соединения (аммиак, гидразин и его производные,  $H_2S$ ,  $H_2O_2$ ). Осаждение из коллоидных растворов. 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. 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. Интерактивный опрос.**

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 нанокompозитов 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. Практически все методы формирования изолированных НРЧ можно использовать и для получения наночастиц, заключенных в полимерные матрицы. Описанные методы обычно двухстадийны: молекулярное диспергирование, атомизация либо восстановление и последующая конденсация атомного металла до НРЧ. Однако эти реакции весьма быстро следуют одна за другой и практически не могут быть разделены. По сути это один сложный процесс возникновения зародышей и роста твердой фазы.



Без присутствия специальным образом подготовленной матрицы невозможен синтез структурно-однородных НРЧ, а на их основе ? материалов с оптимальными электрическими, магнитными, оптическими и физико-механическими свойствами. По формальным признакам методы получения композитных материалов, представляющих собой полимерную матрицу, в которой случайным образом распределены ультрадисперсные частицы или кластеры (совокупность прилегающих друг к другу дискретных частиц металла в виде агрегатов неопределенной формы и величины) могут быть разделены на три большие группы: физические, физико-химические и химические. Как правило, такое деление весьма условно и основывается главным образом на способе формирования НРЧ и на характере их взаимодействия с матрицей. 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. Восстанавливающими агентами, как и в процессах без полимеров, служат водород, тетрагидроборат натрия, гидразин, гидразин гидрат, гидразинборан, фенилгидразин, фотографические восстановители (гидрохинон, п-фенилендиамин, пирогаллол и др.). Для восстановления ионов металлов в полимерных системах используют также очень эффективный гомогенный восстановитель триэтилсилан (гомогенный, но медленно восстанавливающий агент), различные спирты (чаще многоатомные). Типичные металлы для формирования НРЧ этим методом находятся в ряду до водорода, ионы металлов с более высоким потенциалом восстанавливаются легче, восстановление водородом ионов металлов с положительным электрохимическим электродным потенциалом термодинамически более выгодно.

Представляют особый интерес исследования возможностей использования в качестве восстанавливающих агентов высокомолекулярных восстановителей, которые могли бы выполнять одновременно функции как восстановителя ионов металлов, так и стабилизатора образующейся суспензии наночастиц. В частности, показана возможность восстановления золотохлороводородной кислоты ПЭИ, ПЭГ и ПВПр.

Обычно восстановитель медленно прибавляют в инертной атмосфере при комнатной температуре или чуть выше в случае благородных металлов: при кипячении в спиртовых, водных, спиртоводных и других средах. Восстанавливаемое вещество можно вводить непосредственно с полимером (и тогда вероятность предварительного формирования в системе макромолекулярных металлокомплексов больше) либо использовать раствор восстанавливающего агента с полимером. При умеренных скоростях подачи ионов металлов иногда происходит последовательное увеличение среднего размера НРЧ в полимерах, металлокомплексах. Несмотря на то, что концентрация ионов металла, связываемых функциональными группами полимера, определяющаяся составом формирующихся комплексов (сорбционная емкость), невелика, в многоцикловых процессах степень связывания металла может достигать десятков, а иногда и сотен процентов по отношению к полимеру. Это происходит вследствие того, что в восстановительных средах комплексообразующая способность большинства функциональных групп полимера (например, карбоксильных в случае ПАК) после образования фазы металла, его оксида либо сульфида практически полностью восстанавливается (хотя не исключено, что часть функциональных групп полимера участвует в образовании химических связей с поверхностными атомами НРЧ).

Восстановление в растворах полимеров. Восстановление в блок-сополимерах. Формирование НРЧ в гетерогенных полимерных системах

### **Тема 9. Круглый стол: 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.

### **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)**

Homeopathic Medicine is Nanopharmacology - <http://www.i-sis.org.uk/nanopharmacology.php>

Krause C. Laser ablation: opening door to the new materials for industry - <http://www.ornl.gov/info/ornlreview/rev27-12/text/lasarmain.html>



Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. ? М.: Машиностроение, 2012. ? 656 с. -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5793)

Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. ? 416 с. -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)

Кластеры - [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_1670.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_1670.html)

Нанометр - [http://www.nanometer.ru/2010/09/27/obrazovatelnij\\_portal\\_www\\_nanoopen\\_ru\\_sekcia\\_nsm\\_218161.html](http://www.nanometer.ru/2010/09/27/obrazovatelnij_portal_www_nanoopen_ru_sekcia_nsm_218161.html)

Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - -

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

Форум нанотехнологий - <http://e-science.ru/forum/index.php?showforum=73>

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

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 'НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ'**

К выполнению контрольных работ рекомендуется приступать только после усвоения всего учебного материала дисциплины. Задания на контрольные работы разрабатываются в нескольких вариантах. Порядок выбора варианта задания приводится в методических указаниях по изучению данной дисциплины.

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;
  - предпочтительно оформление текста и иллюстраций контрольной работы с использованием компьютера;
  - 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.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ ' НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ'**

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.

#### **Методические указания по организации самостоятельной работы**

Рабочей программой дисциплины 'Наночастицы металлов' предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 36 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов.

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 'Наночастицы металлов'. 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.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К УСТНОМУ ОПРОСУ

Рекомендации по подготовке к устному опросу:

- ознакомиться с темой и вопросами для устного опроса;
- работа с рекомендованной литературой;
- работа с конспектами лекций;
- работа с интернет-источниками;
- составление в тезисной форме конспекта ответов на поставленные вопросы.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПИСЬМЕННЫХ ДОМАШНИХ РАБОТ

К выполнению письменных домашних работ рекомендуется приступать только после усвоения учебного материала дисциплины по изучаемой теме.

Рекомендации по оформлению письменных домашних работ:

- домашнюю 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 к рекомендуемым источникам (список основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсы);
- ответы в письменных работах излагать ясно, точно и полно, таким образом, чтобы преподавателю был ясен весь ход рассуждений;
- не следует переписывать в письменные 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;
- предпочтительно оформление текста и иллюстраций контрольной работы с использованием компьютера;
- 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 письменной 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 письменной 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.

Рекомендации по подготовке научного доклада для публичного выступления

Аннотация. Навыки публичных выступлений нарабатываются постепенно, и для того, чтобы стать действительно хорошим оратором, нужно постоянно работать над собой и учитывать правила выступления перед публикой, которые изложены ниже.

Доклад о выполненных научно-производственных исследованиях автора или с участием автора - это публичное выступление, в котором кратко излагаются основное содержание, главные идеи и выводы по проделанной работе, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость полученных результатов.

Основное назначение доклада - дать информацию научной общественности о полученных автором (группой авторов) научных и производственных результатах. По приводимым в докладе сведениям судят о глубине исследований и о научной квалификации докладчика. Поэтому здесь должно быть предельно сжато и точно изложено содержание проделанной работы. Автор, анализируя текст, выделяет то, что с его точки зрения является главным в его работе. На доклад отводится, как правило, от 10 до 20 минут. Таблицы, графики, рисунки, наглядные пособия, используемые при выступлении с докладом, должны быть тщательно продуманы. Следует отобрать только то, что действительно необходимо при изложении материала. Перегруженность демонстрационными средствами рассеивает внимание слушателей и может снизить общее впечатление от выступления. Следует обратить особое внимание на то, как демонстрационные средства будут вписываться в устное сообщение, раскрывать и дополнять его. Таблицы, графики должны быть выполнены таким образом, чтобы аудитория могла рассмотреть, что на них изображено и написано. Вполне приемлемой формой являются записи на доске (не очень длинные), сопровождающие устное изложение. Наглядные материалы необходимо демонстрировать аудитории, а не самому себе. Необходимо делать паузу в выступлении, если аудитория занята рассматриванием наглядных материалов. Несмотря на то, что форма доклада является произвольной и представляет собой одну из характеристик интеллекта и творческих способностей автора, имеется, так называемая, классическая схема доклада.

Обычно доклад следует декомпозировать на три части.

1. В первой части необходимо обосновать актуальность темы исследования и ее значимость для науки и практики; указать проблему (гипотезу), цель, задачи исследования; сформулировать методологическую базу исследований и перечислить использованные методы (методики); обосновать достоверность полученных результатов; указать научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы (иллюстрируются с помощью плакатов или слайдов).

Как видим, изложение первой части доклада следует начинать с обоснования актуальности темы. Кратко очертив актуальность, автор должен сформулировать объект и предмет исследования, а также представить на плакате или слайде (не зачитывая) перечень конкретных задач, решавшихся им в порядке исследований. При этом обязательно характеризуются методологическая основа работы и применявшиеся методы исследования. Далее, как указывалось, необходимо отметить достоверность полученных результатов и четко сформулировать, в чем заключается их новизна. Здесь необходимо реально оценить значимость своего вклада, причем сделать это так, чтобы, с одной стороны, не выглядеть нескромно, а с другой - не упустить чего-то важного и остаться в рамках объективности. Для этого лучше всего прибегнуть к таким оборотам, которые позволяют четко выделить новизну, не покидая почвы академической корректности: 'Нам представляется, что новизна полученных результатов состоит в следующем...', 'По мнению автора, новыми являются...' и т.д.

2. Во второй части следует осветить основное содержание работы в соответствии с ее структурным членением и привести заключение.

3. Третья часть должна состоять из краткого библиографического описания публикаций автора по теме выполненного исследования. Выводы, как правило, в целях экономии времени не докладываются, поэтому они могут входить в раздаточный материал вместе с другой информацией, либо печатаются в нескольких экземплярах отдельно. Доклад обычно оканчивается словами: 'Выводы разрешите не зачитывать, так как они логично вытекают из приведенного доклада. Доклад окончен. Спасибо за внимание'.

Время 20-минутного доклада можно распределить следующим образом: Вступление - 2?3 минуты. Излагаются актуальность, цель, (редко задачи), проблема или гипотеза исследования, положения, выносимые на защиту.

Методы исследования - 1?2 минуты, а еще лучше просто проиллюстрировать методы плакатом или слайдом и сказать о них лишь несколько слов ('Выбор и обоснование методов исследования приведены на ?').

Результаты исследования - 12?13 минут.

Заключение - 1?2 минуты.

Часто вступительная часть доклада растягивается, занимая большую часть времени. Такое происходит, в основном, в случаях, когда докладчик не готов рассказать о результатах исследования. Основное время присутствующие слушают о достоинствах представленной работы, её актуальности, научной новизне, а до ее сути дело не доходит. Если Вы хотите произвести хорошее впечатление, то не нужно хвалить свою работу, а следует показать ее содержание и реальные результаты. Говоря о себе, в докладе принято употреблять множественное число: 'Мы провели исследование, мы получили данные и т.д.' Этим подчеркивается Ваша скромность, а также то, что Вы цените оказываемую Вам помощь, которую Вы наверняка получили от своих преподавателей, руководителей, консультантов, старших (а значит более опытных) коллег. Докладывайте, не читая написанного на бумаге текста (прочитать можно только цель, задачи, гипотезу, положения, выносимые на защиту, и то это делать лучше, используя плакат или слайд). Устный (то есть не читаемый) доклад сформирует о Вас благоприятное впечатление аудитории, создаст очень важное представление, что работа выполнена Вами самостоятельно. Тем более, что бумажка в Ваших руках будет выглядеть несолодино, если Вы стоите возле плаката или слайда. Верный способ докладывать без бумажки - выучить доклад наизусть, причем, выучить достаточно 'твёрдо'. В противном случае, Вы непременно растеряетесь. Кроме того, знание доклада наизусть поможет Вам при ответах на вопросы присутствующих. В докладе должны делаться отображающие логику исследований паузы, чтобы мысли слушающих могли следовать за Вашими мыслями, наиболее значимые моменты должны выделяться голосовыми акцентами (потренируйтесь, какими). При изложении доклада постарайтесь несколько раз посмотреть в глаза каждому слушающему.

Надо помнить, что не только содержание доклада, но и стиль его изложения самим автором и уверенная манера поведения во время ответов на вопросы присутствующих на заседании создают благоприятную атмосферу для положительной оценки.

Обобщение накопленного опыта позволяет сформулировать следующие рекомендации:

1. Речь соискателя должна быть спокойной, неторопливой, ясной, грамматически точной и уверенной, что позволит сделать ее убедительной и понятной слушателям, при этом надо помнить, что торопливость, 'проглатывание' окончаний слов значительно снижает впечатление от выступления;
2. Доклад не должен быть упрощенным, в нем должна сочетаться научная строгость аргументирования с пониманием широкой аудиторией специалистов рассматриваемых вопросов;
3. Необходимо четко соблюдать нормы литературного произношения, в частности правила применения ударений в словах и словосочетаниях, особенно сложных для восприятия;
4. Следует во время доклада повторять существительные, избегая местоимения;
5. Желательно использовать четкие и короткие утвердительные предложения;
6. Не следует перегружать доклад сложноподчиненными предложениями.

Вопросы ? это уникальная возможность узнать мнение специалистов и более широкой аудитории о вашей работе. Во-первых, не надо забывать про зрительный контакт с людьми, которые задают вопросы. Во-вторых, необходимо повторить вопрос теми же словами так, чтобы каждый мог его услышать (часто регулировка микрофонов на сцене и в зале разная, и другие слушатели могут не понять или не расслышать вопроса). Это также даст вам дополнительное время, чтобы лучше понять смысл сказанного. Проверьте по реакции оппонента, поняли ли вы смысл вопроса, и если нет - не стесняйтесь попросить объяснить ещё раз или переформулировать вопрос (особенно это актуально, если вопрос задаётся не на родном языке). Очень важен первый вопрос, потому что ваша манера отвечать определит тон последующей дискуссии. Именно началу этой части выступления уделите максимум времени и внимания. И конечно, обязательно учтите все заданные вопросы при подготовке к следующему выступлению (начните опять с подготовительной фазы). Таким образом, вы предупредите появление одних и тех же вопросов снова и снова и сможете перейти к вопросам 'следующего уровня'.

Методические рекомендации по подготовке к тестированию

Тесты - это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов.

При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо: а) готовясь к тестированию, проработайте информационный материал по дисциплине. Проконсультируйтесь с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы; б) четко выясните все условия тестирования заранее. Вы должны знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д. в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам; г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце. е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок. Тестирование - позволяет оценить знание фактического материала, умение логически мыслить, способность к рефлексии и творчески подходить к решению поставленной задачи. При проверке знаний, умений, качества овладения компетенциями используются две группы тестов: а) тесты специальных способностей и достижений (задания с несколькими вариантами выбора). в) тесты со свободными ответами (предполагают элементы творчества и личностного самовыражения, проявляют сверх нормативные знания и умения учащихся).

#### Методические рекомендации по подготовке к зачету

На зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения, а также умение работать с нормативными документами в рамках дисциплины. Он может проводиться в устной или письменной формах. Форму проведения определяет кафедра. Подготовка к зачету - процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Залогом успешной сдачи зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение семестра. Подготовку желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Целесообразно пошаговое освоение материала, выполнение различных заданий по мере изучения соответствующих содержательных разделов дисциплины. Если, готовясь к зачету, вы испытываете затруднения, обращайтесь за советом к преподавателю, тем более что при систематической подготовке у вас есть такая возможность. Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение теоретических вопросов с выполнением практических заданий. Требования к знаниям студентов определены федеральным государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины. Цель зачета? проверка и оценка уровня полученных студентом специальных познаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации, дефиниций и категорий права. Оценке подлежат правильность и грамотность речи студента, а также его достижения в течение семестра. Дополнительной целью зачета является формирование у студентов таких качеств, как организованность, ответственность, трудолюбие, принципиальность, самостоятельность. Таким образом, проверяется сложившаяся у студента система знаний по дисциплине, что играет большую роль в подготовке будущего специалиста, способствует получению им фундаментальной и профессиональной подготовки. При подготовке к зачету важно правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть на качественно высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки к зачету студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении основных тем курса в течение семестра. Это позволяет им уяснить логическую структуру дисциплины, объединить отдельные темы единую систему, увидеть перспективы ее развития. Самостоятельная работа по подготовке к зачету во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на зачет, так, чтобы за предоставленный для подготовки срок он смог равномерно распределить приблизительно равное количество вопросов для ежедневного изучения (повторения). Важно, чтобы один последний день (либо часть его) был выделен для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

#### **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 супрамолекулярных нано- и биосистем".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Наночастицы металлов и их соединений

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

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Основы нанотехнологии: учебник [Электронный ресурс] : учеб. / Н.Т. Кузнецов [и др.]. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 400 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>. ? Загл. с экрана.
2. Андриевский, Р.А. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. ? 105 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90253>. ? Загл. с экрана.
3. Евтюгин, Геннадий Артурович. Электрохимические (био)сенсоры на основе супрамолекулярных структур .? Казань : [Издательство Казанского университета], 2016 .? 296 с. : ил. ; 26 .? Библиогр.: .? ISBN 978-5-00019-722-6
4. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. ? 368 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94117>. ? Загл. с экрана.

**Дополнительная литература:**

1. Биометаллоорганическая химия / пер. с англ. В. П. Дядченко и К. В. Зайцева ; под ред. Е. Р. Милаевой .? Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2009 .? 494
2. Кластеры и малые частицы / Ю. И. Петров ; Под ред. М. Я. Ген .? Москва : Наука, 1986 .? 368с.
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Изд-во Книжный дом Университет, 2009.- 333 с.
4. Наноструктурные материалы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 651800 'Физ. материаловедение' / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля .? Москва : Академия, 2005 .? 178, [9] с.
5. 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> ? Загл. с экрана.
6. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)
7. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Наночастицы металлов и их соединений

**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 супрамолекулярных нано- и биосистем

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 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.