

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)


Утверждаю
декан факультета
« 3 » 09 2012 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.05. НАНОХИМИЯ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 5

Шифр и направление подготовки: 050100.68 Педагогическое образование

Магистерская программа: Химическое образование

Квалификация (степень): магистр

1. Цели изучения дисциплины: сформировать у студентов комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу одной из наиболее востребованных в настоящее время дисциплин – нанохимии.

Задачи дисциплины:

- получение студентами фундаментальных физико-химических знаний и представлений о зависимости физических и химических свойств вещества от количества атомов в его частице,
- рассмотрение способов получения наночастиц и наноструктурированных материалов, объединения наночастиц в функциональные ансамбли,
- изучение основных методов исследования и применения наноматериалов.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Основой для изучения дисциплины являются курсы «Общая химия», «Неорганическая химия», «Физика», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Коллоидная химия».

Полученные знания являются основой успешного выполнения магистерских диссертационных работ, а также сдачи выпускного государственного экзамена.

3. Требования к уровню освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие **общекультурных компетенций:**

- способность совершенствовать и развивать свой общеинтеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- готовность использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач (ОК-2);
- способность к самостоятельному освоению новых методов исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-3);
- способность формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач (ОК-4);
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);
- готовность работать с текстами профессиональной направленности на иностранном языке (ОК-6).

профессиональных компетенций:

общепрофессиональных (ОПК):

- способность осуществлять профессиональное и личностное самообразование, проектировать дальнейший образовательный маршрут и профессиональную карьеру (ОПК-2);

в области педагогической деятельности:

- способность формировать образовательную среду и использовать свои способности в реализации задач инновационной образовательной политики (ПК-3);
- способность руководить исследовательской работой обучающихся (ПК-4);

в области научно-исследовательской деятельности:

- способность анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач (ПК-5);

- готовность использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач (ПК-6);
- готовность самостоятельно осуществлять научное исследование с использованием современных методов науки (ПК-7);
- **в области методической деятельности:**
- готовность к систематизации, обобщению и распространению методического опыта (отечественного и зарубежного) в профессиональной области (ПК-9);
- **в области проектной деятельности:**
- готовность проектировать новое учебное содержание, технологии и конкретные методики обучения (ПК-16);
- **в области культурно-просветительской деятельности:**
- способность изучать и формировать культурные потребности и повышать культурно-образовательный уровень различных групп населения (ПК-17);
- готовность разрабатывать стратегии просветительской деятельности (ПК-18);
- способность разрабатывать и реализовывать просветительские программы в целях популяризации научных знаний и культурных традиций (ПК-19);
- готовность к использованию современных информационно-коммуникационных технологий и СМИ для решения культурно-просветительских задач (ПК-20);
- способность формировать художественно-культурную среду (ПК-21).

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- классификацию наноматериалов по геометрической размерности; функциональному назначению, по природе составляющих компонентов;
- основные методы диагностики нанообъектов и наносистем;
- известные методы получения различных видов наноматериалов, их принципы, методические подходы, преимущества и ограничения;
- основные размерные свойства нанообъектов;
- основные направления нанотехнологий и области их применения;

уметь:

- классифицировать наноматериалы по их назначению, способам получения и свойствам;
- выбирать необходимые методы исследования наноматериалов, исходя из задач конкретного исследования;
- формулировать научно-техническую проблему в той или иной области нанохимии; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по изучаемой дисциплине;
- представлять итоги самостоятельной работы в виде отчетов, докладов на семинарах, с использованием компьютерных презентаций;

владеть:

- методами подготовки данных для составления обзоров, отчетов и докладов о научно-исследовательской работе;
- методами организации Интернет-ресурсов для сбора междисциплинарных знаний в области современной науки о наноматериалах, квалифицированного обобщения научных данных.

4. Общая трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
	Всего	Семестр 2
Аудиторные занятия	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия	34	34
Семинары		
Лабораторные работы		
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	22	22
Другие виды работ: экзамен	27	27
Самостоятельная работа	102	102
Курсовой проект (работа)		
Реферат		
Расчётно-графические работы		
Формы текущего контроля		Коллоквиумы, индивидуальные задания, тестирование-
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		экзамен

5. Содержание учебной дисциплины.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	Лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
1	Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии	10	4	6		4	14
2	Классификация нанообъектов и методы их получения	10	4	6		4	16
3	Методы визуализации и исследования наночастиц	8	2	6		2	12
4	Нанотехнологии	5	1	4		3	10
5	Углеродные наноматериалы	6	2	4		3	10
6	Наноматериалы для энергетики	3	1	2		1	10
7	Нанокатализ	3	1	2		1	10
8	Наноэлектронные элементы информационных	3	1	2		1	10

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	Лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
	систем						
9	Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке	3	1	2		1	10
	<i>Итого</i>	51	17	34		22	102

5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1. *Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии.* Условия и причины возникновения размерных эффектов. Внутренний и внешний размерный эффект. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).

5.2.2. *Классификация нанобъектов и методы их получения.* Наночастицы, кластеры, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки). Методы синтеза наночастиц; принципы снизу–вверх и сверху–вниз. Химические методы синтеза. Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах. Радиационно-химические методы. Золь-гель-метод и его модификации. Принципы получения монодисперсных частиц. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.

5.2.3. *Методы визуализации и исследования наночастиц.* Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.

5.2.4. *Нанотехнологии.* Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологии. Механические наноустройства. Магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в медицине.

5.2. 5. *Углеродные наноматериалы.* Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерен C_{60} : получение, строение, свойства и его аналоги. Основные виды производных фуллеренов. Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.

5.2.6. *Наноматериалы для энергетики.* Фотосинтетическое преобразование световой энергии. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для водородной энергетики.

5.2.7. *Нанокатализ.* Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров. Возможности молекулярного дизайна активных центров. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.

5.2.8. *Нанoeлектронные элементы информационных систем.* Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).

5.2.9. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке. Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями науки. Перспективы применения достижений нанотехнологии. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий

5.3. Практические работы (семинары):

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ (семинаров)
1	5.2.1	Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии
2	5.2.2	Классификация нанообъектов и методы их получения
3	5.2.3	Методы визуализации и исследования наночастиц
4	5.2.4	Нанотехнологии
5	5.2.5	Углеродные наноматериалы
6	5.2.6	Наноматериалы для энергетики
7	5.2.7	Нанокатализ
8	5.2.8	Нанoeлектронные элементы информационных систем
9	5.2.9	Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

6.1. Основная литература:

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс.- М.: Техносфера, 2009.- 335 с.
2. Сергеев Г.Б. Нанохимия / Г.Б. Сергеев.- М.: КДУ. 2006.- 333 с.
3. Суздаев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур, наноматериалов /И.П. Суздаев.- М.: КомКнига, 2009.- 589 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси.- М.: Бином. Лаб. знаний, 2007.- 134 с.
2. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие. / Н.И. Минько [и др.]. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 163 с.
3. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2008. – 375 с.
4. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2008. - 368 с.
5. Рожонков Д.И., Левшин В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы / Р.И. Рожонков, В.В. Левшин, Э.Л. Дзидзигури.- М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008.- 365 с.
6. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / В.В. Старостин.- М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010.- 431 с.
7. Уильямс Л. Адамс У. Нанотехнологии без тайн / Л. Уильямс, У. Адамс.- М.: McGraw-Hill, Изд-во Эксмо, 2010.- 364 с.
8. Фостер Л. Э. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л.Э. Фостер.- М.: Техносфера, 2008.- 349 с.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

- <http://www.nanoware.ru> - Сайт о нанотехнологиях в России
- <http://www.nanometer.ru> - Нанотехнологическое сообщество
- <http://www.nanodigest.ru> - Интернет-журнал о нанотехнологиях
- http://www.community.livejournal.com/ru_nanobiotech - нанобиотехнология.
- <http://www.nanorf.ru> - Российский электронный НАНОЖУРНАЛ

- <http://www.nano-info.ru> - Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям
- <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina> - Нанотехнологии: сегодня и будущее.
- <http://www.portalnano.ru> - Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы"
- <http://www.ntsр.info> - Портал нанотехнологического общества России
- <http://www.rusnano.com> - Сайт Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехно-логий» (РОСНАНО)

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Мультимедийные материалы. Специализированная аудитория; компьютерный класс, имеющий выход на интернет.

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
2	Классификация нанобъектов и методы их получения	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
3	Методы визуализации и исследования наночастиц	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
4	Нанотехнологии	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
5	Углеродные наноматериалы	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
6	Наноматериалы для энергетики	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
7	Нанокатализ	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
8	Нанoeлектронные элементы информационных систем	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор
9	Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Магистранты изучают курс в первом семестре. Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на практических занятиях (семинарах). Промежуточные срезы знаний проводятся после каждого раздела дисциплины по количеству и содержательности выступлений на семинарах. В течение курса обучения магистранты выполняют рефераты по темам курса. Изучение курса заканчивается итоговым экзаменом.

7.2. Методические указания для магистрантов:

Курс изучается в течение 1 семестра..Перед началом семестра магистрант должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить

перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Магистрант должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. В течение курса обучения магистранты должны выступать и принимать участие в дискуссиях на семинарах. По каждому разделу дисциплины студент должен выступить с докладом на семинаре..

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии
2. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
3. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния.
4. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
5. Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху–вниз . Химические методы синтеза .
6. Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах
7. Методы визуализации и исследования наночастиц. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.
8. Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологии.
9. Углеродные наноматериалы.. Фуллерен C_{60} . Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.
10. Наноматериалы для энергетики.
11. Наноразмерный катализ.
12. Наноразмерные элементы информационных систем).
13. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии. Условия и причины возникновения размерных эффектов. Внутренний и внешний размерный эффект. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
2. Классификация нанобъектов и методы их получения. Наночастицы, кластеры, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки). Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху–вниз . Химические методы синтеза . Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах. Радиационно-химические методы. Зольгель-метод и его модификации. Принципы получения монодисперсных частиц. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.

3. *Методы визуализации и исследования наночастиц.* Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.
4. *Нанотехнологии.* Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологии. Механические наноустройства. Магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в медицине.
5. *Углеродные наноматериалы.* Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерен C_{60} : получение, строение, свойства и его аналоги. Основные виды производных фуллеренов. Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.
6. *Наноматериалы для энергетики.* Фотосинтетическое преобразование световой энергии. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для водородной энергетики.
7. *Нанокатализ.* Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров. Возможности молекулярного дизайна активных центров. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.
8. *Нанoeлектронные элементы информационных систем.* Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).
9. *Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.* Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями науки. Перспективы применения достижений нанотехнологии. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Особые свойства вещества в высокодисперсном состоянии
2. Отличительные особенности электронной структуры наночастиц. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
1. Проявление размерного эффекта. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния.
3. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
4. Методы синтеза наночастиц: принципы снизу–вверх и сверху–вниз. Химические методы синтеза .
5. Синтез в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах
6. Методы визуализации и исследования наночастиц. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ.
7. Фундаментальные и прикладные исследования: связь нанонауки и нанотехнологии.
8. Углеродные наноматериалы.. Фуллерен C_{60} . Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.
9. Наноматериалы для энергетики.
10. Наноразмерный катализ.
2. Нанoeлектронные элементы информационных систем).
13. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке.

8.4. Примеры тестов:

1. Одним из наиболее важных свойств наночастиц является:

- 1) более сильный запах
 - 2) повышенная кислотность
 - 3) большая поверхностная площадь
 - 4) большая стоимость
2. Наноструктуры с разветвленным древовидным физическим строением, которое позволяет прекрасно доставлять лекарства в нужное место и лечить болезни, называются:
- 1) дендримерами
 - 2) пуллередами
 - 3) дендритами
 - 4) полипами
3. Частицы считаются наночастицами, если одно из их измерений меньше:
- 1) 100 мм 2) 10 мм 3) 100 нм 4) 1 дм.
4. Квантовая точка ограничивает электроны:
- 1) в воде
 - 2) пончиках
 - 3) нанообласти проводника или полупроводника
 - 4) в нуль-пространстве
5. Материалы хотя бы с одним наномасштабным размером и повышенной каталитической активностью называются:
- 1) биокерамическими мембранами
 - 2) космическими точками
 - 3) нановспышками
 - 4) нанокатализаторами
6. Самосборка микрокапсул и других наночастиц выполняется:
- 1) сверху вниз
 - 2) снизу вверх
 - 3) сбоку
 - 4) вдоль оси z

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену):

1. Объекты нанохимии: кластеры, наночастицы, наноструктуры, структуры с квантоворазмерным эффектом (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки).
2. Условия и причины возникновения размерных эффектов. Внутренний и внешний размерный эффект
3. Диаграмма энергетических уровней и электронные спектры поглощения атомов, кластеров и наночастиц металлов.
4. Влияние размеров полупроводниковых наночастиц на их оптические и люминесцентные характеристики. Механизм влияния.
5. Физические явления, связанные с проявлением размерных эффектов (понижение температуры плавления, электрические и магнитные свойства наночастиц).
6. Квантовые размерные эффекты в наносистемах: изменение электронных и термодинамических свойств вещества.
7. Классификация методов синтеза наночастиц. Химические методы синтеза («снизу вверх»).
8. Синтез наночастиц в микроэмульсиях, обратных мицеллах, в полимерах и дендримерах.

9. Радиационно-химические методы синтеза наночастиц. Золь-гель-метод и его модификации.
10. Принципы получения монодисперсных наночастиц. Возможности управления размерами и формой наночастиц при использовании различных методов синтеза. Получение частиц типа ядро-оболочка.
11. Методы визуализации и исследования наночастиц. . Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.
12. Методы визуализации и исследования наночастиц. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия.
13. Электронные спектры поглощения, инфракрасная спектроскопия и люминесцентный анализ в исследовании наночастиц.
14. Механические наноустройства. Магнитные наноматериалы.
15. Нанотехнологии в медицине.
16. Углеродные наноматериалы. Аллотропные формы углерода – «нано» и не «нано». Наноалмазы. Фуллерен C_{60} : получение, строение, свойства и его аналоги.
17. Основные виды производных фуллеренов. Нанотрубки, их классификация и свойства. Общие свойства наночастиц углерода.
18. Фотосинтетическое преобразование световой энергии.
19. Наноматериалы в топливных элементах. Наноматериалы для водородной энергетики.
20. Роль состояния поверхности и поверхностных реакций в нанохимии. Наноразмерный катализ. Зависимость каталитических свойств кластеров от их строения и размеров. Возможности молекулярного дизайна активных центров.
21. Каталитические свойства наночастиц металлов и полупроводников.
22. Наноэлектронные элементы информационных систем. Квантовые основы электроники (квантовое ограничение, интерференционные эффекты и туннелирование).
23. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий.
24. Нанотехнологии как основное стратегическое направление развития человеческой деятельности в XXI веке. Особенности нанопроблематики, ее связь с другими областями науки. Перспективы применения достижений нанотехнологии.

8.6. Темы для написания курсовой работы (представляются на выбор обучающегося, если предусмотрено рабочим планом): не предусмотрено.

8.7. Формы контроля самостоятельной работы: Формами контроля самостоятельной работы студентов являются промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100.68 Педагогическое образование Магистерская программа: Химическое образование (указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины составил:
д.х.н., профессор кафедры неорганической химии Л.П. Ерёмин Л.П. Ерёмин

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии. Протокол № 1 от 30.08 2012 года.

Зав. кафедрой С.В. Ковалева Ковалева С.В..
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета. Протокол № 4 от 3.09 2012 года.

Председатель методической комиссии Е.П. Князева Князева Е.П.
(подпись)