

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
по направлению 04.00.00 «Химия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

НАНОХИМИЯ

Рекомендуется для направления подготовки

04.04.01 «ХИМИЯ»

Направленность программы (профиль)

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины: формирование у студентов углубленных знаний о способах получения, специфических свойствах и применении наноразмерных систем, являющихся объектами нанотехнологий. Начиная с коллоидной химии, теоретические и прикладные исследования частиц с размером 1-100 нанометров прогрессируют с увеличением объемов капиталовложений развитых стран в наноиндустрию. Большие возможности открывает нанохимия углерода (углеродные кластеры, нанотрубки, фуллерены) и металлов, оксидов металлов в виде кластеров, наночастиц, нанокластеров, нано-композитов.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование компетенций, которые дадут возможность студентам эффективно применять в профессиональной деятельности знания, умения и навыки получения, исследования свойств наночастиц и кластеров, представляющих интерес для каталитической химии, адсорбции, фармации и медицины.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Нанохимия» относится к вариативной части блока 1 для модуля 3 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Актуальные задачи современной химии Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Катализ Термодинамика неравновесных процессов НИР	Актуальные задачи современной химии Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
Профессиональные компетенции			
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Термодинамика неравновесных процессов НИР	Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика Термодинамика неравновесных	Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция

области химии и/или смежных наук	процессов НИР	Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
----------------------------------	------------------	--

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы теории и практики получения стабильных высокодисперсных систем (нанообъектов);
- области применения кластеров и наночастиц для решения задач в химических процессах, фармации и медицине;
- особые свойства и характеристики наночастиц – оптические, электрические, каталитические и др.

Уметь:

- самостоятельно ставить задачу синтеза, стабилизации кластеров и наночастиц, выбирать методы физико-химического исследования их свойств;
- обсуждать полученные результаты, используя литературные данные информационных баз данных по нанохимии, вести научную дискуссию по вопросам нанохимии;

- применять теоретические знания и результаты моделирования свойств наноразмерных систем для решения прикладных задач;
- вести научную дискуссию по вопросам свойств наносистем.

Владеть:

- выполнением некоторых расчетов с помощью известных формул и уравнений, анализом результатов разных методов исследования наноразмерных объектов;
- применять методы теоретического и экспериментального исследования кластеров и наночастиц;
- информацией о новых способах синтезу и стабилизации наносистем, их роли в химических системах и процессах;
- навыками работы на учебно-научной спектральной аппаратуре кафедры при исследовании оптических свойств наночастиц и их активности в каталитических и адсорбционных процессах.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	54	54			
В том числе:					
<i>Лекции</i>	36	36			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	18	18			
Самостоятельная работа (всего)	54	54			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Введение	Нанохимия – наука XXI века. Исторические предпосылки. Классификации наноразмерных систем. Наночастицы и кластеры. Нанокластеры. Особенности свойств. Проблема стабилизации. Размерные эффекты – это зависимость свойств ультрамалых систем от размера частиц (числа входящих в неё атомов). Магические числа.
2.	Термодинамика наночастиц	Поверхностная энергия твердых тел. Связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ. Термодинамика образования наночастиц. Критический размер зародыша новой фазы. Скорость зародышеобразования. Модели изотермической кластеризации. Самоорганизация наночастиц.

3	Физические и химические методы получения наноразмерных систем	Вакуумное испарение, электрический взрыв, ионная бомбардировка, низкотемпературная плазма. Синтез в реакциях химического, фото- и радиационно-химического восстановления, криохимический, электрохимический, сонохимический и механохимический синтезы. Термолиз веществ-прекурсоров, разложение карбониллов металлов (CVD-процесс), плазмохимический синтез. «Золь-гель» и «гель» методы синтеза нанопорошков. Синтезы наночастиц металлов в микроэмульсиях и мицеллах.
4	Методы исследования, строение, свойства наночастиц	Оптические свойства: электронные спектры поглощения кластеров и наночастиц металлов. Электрические и магнитные свойства. Диагностика методами электронной, туннельной и атомно-силовой микроскопии. Локальность как принцип морфологической характеристики. Элементы анализа малоатомных систем методами квантовой химии.
5	Реакционная способность кластеров и наночастиц	Катализ наночастицами. Нанореактор. Гетерофазные кластеры воды. Взаимодействие наночастиц с макромолекулами и полимерными средами. Полимер-связанные наноразмерные частицы. Адсорбция полимеров. Стабилизация полиэлектролитами и полимерными ПАВ.
6	Прикладная химия наночастиц	Углеродные кластеры. Графен. Углеродные нанотрубки. Фуллерены, эндофуллерены и фуллериты. Способы получения. Нанопористые неорганические материалы. Металл-органические каркасные структуры. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ, специфика функционирования, селективность. Адсорбционные и каталитические свойства наночастиц металлов, нанесенных на подложки, ультрадисперсных порошков и зольей. Обзор научных исследований кафедры физической и коллоидной химии Магнитные материалы, ячейки памяти. Сенсоры, наполнители пластмасс. НЧ в составе нанокомпозитов и наноблочных материалов. Использование наночастиц в медицине. Наноразмерное серебро и золото. Взаимодействие биополимеров и микроорганизмов с золями металлов. Биосорбция и селективная металлофильность. Нанобиотехнологии. Наночастицы как поллютанты и мигранты в окружающей среде.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Введение	4				2	6
2	Термодинамика наночастиц	6		2		10	18
3	Физические и химические методы получения наноразмерных систем	6		4		10	20

4	Методы исследования, строение, свойства наночастиц	6	4	10	20
5	Реакционная способность кластеров и наночастиц	6	4	10	20
6	Прикладная химия наночастиц	8	4	12	24
	Всего	36	18	54	108

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1	Термодинамика наночастиц	Критический размер зародыша новой фазы. Скорость зародышеобразования. Модели кластеризации.	2
2	Физические и химические методы получения наноразмерных систем	«Золь-гель» и «гель» методы синтеза нанопорошков	4
3	Методы исследования, строение, свойства наночастиц	Диагностика наночастиц. Элементы анализа малоатомных систем методами квантовой химии.	4
4	Реакционная способность кластеров и наночастиц	Полимер-связанные наноразмерные частицы	4
5	Прикладная химия наночастиц	Использование наночастиц в электронике и медицине. Посещение Наноцентра при Институте биохимических технологий и нанотехнологий (ИБХТН РУДН)	4
			18

7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Нанохимия / Nanochemistry	ул. Орджоникидзе, д.3, Научная химическая лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, научно-учебная лаборатория физической химии: ауд.№ 520	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Центрифуга TLT T23D, Термостат водный, Хроматограф Цвет, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, имеется выход в интернет	Microsoft Windows 7, Код продукта № 00359-ОБМ-8992687-00246

9. Информационное обеспечение дисциплины

Учебно-научный	информационный	http://lib.rudn.ru/
----------------	----------------	---

библиотечный центр РУДН	
ЭБС РУДН	http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	http://www.biblioclub.ru
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998
Портал фундаментального химического образования России	http://www.chemnet.ru
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	http://www.elibrary.ru/defaultx.asp
Химическая энциклопедия	http://www.chemport.ru
ХуМуК: сайт о химии для химиков	www.xumuk.ru
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	www.webofscience.com http://www.scopus.com/

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Сергеев Г.Б.. Нанохимия. Изд. МГУ. 2003. 2005. – 288 с./Рекомен. Минобр. РФ/
2. Суздалев И.П. Физико-химия нанокластеров и наноструктур. М.: Изд. КомКнига. 2006. – 592 с.
3. Раков Э.Г.. Нанотрубки и нанотрубки. Учеб. пособие для ВУЗов. М. Изд. Логос. 2006. – 374 с.
4. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е.. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000. – 672 с.
5. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М. Физматлит. 2000.
6. Сайты в Интернете, например, www.nanometer.ru (запрос по ключевому слову)
7. Князев А.В., Кузнецова Н.Ю. Нанохимия. Электронное учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 102 с. Режим доступа: (ресурс) <http://window.edu.ru/resource/878/79878> или http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/Knyazev_Kuznetsova.pdf
8. Нейман А.Я., Кочетова Н.Я. Учебно-методический комплекс дисциплины «Основы нанохимии и нанотехнологии». Уральский федеральный университет им. Первого президента России Б.Н. Ельцина. Ресурс: <http://hdl.handle.net/10995/1319>

б) дополнительная литература

1. Деффейс К., Деффейс С. Удивительные наноструктуры; под ред Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 206 с.
2. Бучаченко А.Л. Химия как музыка. Изд. Нобелистика. МИНЦ. 2004.
3. Ю.П. Петров. Кластеры и малые частицы. М. Наука. 1987. – 368 с.
4. Ю.П. Петров. Физика малых частиц. М. Наука. 1982. – 358 с.
5. Н. Кобаяси. Введение в нанотехнологию. (перевод с япон). Под. Ред. Л.Н. Патрикеева. М. Бином. 2007.
6. Еремин В.В. (Химический факультет МГУ) Нанохимия в олимпиадных задачах. 2011.
7. В.В. Еремин, А.А. Дроздов. Нанохимия и нанотехнология (учебное пособие) – М.: Дрофа, 2010.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Согласно учебному плану при изучении дисциплины предполагается проведение практических занятий, подготовки презентации с выступлением (доклад в форме реферата) по разделу 6 дисциплины. В семестре проводится промежуточный контроль – рубежная аттестация. Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к этим видам

работ и контроля.

Методика подготовки к практическим занятиям

Практические занятия являются одной из важных форм учебного процесса, предусмотренных учебным планом. Значение этой формы занятий определяется требованиями диалектического метода, важнейшим из которых является проверка теоретических положений на практике, неразрывная связь теории с практикой.

Практические занятия имеют целью помочь студентам глубже уяснить теоретические положения, закрепить полученные знания, привить необходимые навыки в применении теоретических знаний в своей будущей практической деятельности.

- Практические занятия проводятся в форме решения задач, их обсуждения, выступлений с докладами. При подготовке к практическому занятию студенты должны решить задачи, указанные в задании. При решении задач либо подготовке к другим формам проведения практических занятий необходимо опираться на те знания, которые получены на лекциях, в ходе самостоятельных занятий
- Для краткого письменного изложения решения задач студентам рекомендуется иметь отдельные тетради. Во время подготовки к практическому занятию надо записывать решение задач. В кратких письменных решениях нужно делать необходимые ссылки, четко формулировать ответы на поставленные в задании вопросы.
- Перед началом практического занятия преподаватель проверяет наличие у студентов письменных решений заданий. Студенты, не подготовившиеся к практическому занятию (в том числе и по уважительным причинам), а также отсутствующие на занятиях, отчитываются перед преподавателем о выполнении задания во внеурочное время.

Правила подготовки презентации по выбрано теме раздела «Экспериментальные методы исследования поверхности твердых тел и состояния адсорбатов».

Устный доклад к презентации оформляется в виде краткого реферата.

Методические рекомендации студентам по написанию рефератов

Написание реферата является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов; одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения студентов, - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами.

При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой и содержатся в программе курса. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;

- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

Основные задачи студента при написании реферата:

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы.

Структура реферата (презентации).

1. Начинается реферат с *титульного листа*.
2. За титульным листом следует *Оглавление*. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.
3. *Текст* реферата. Он делится на три части: *введение, основная часть и заключение*.
 - а) *Введение* - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.
 - б) *Основная часть* - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.
 - в) *Заключение* - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.
4. *Список источников и литературы*. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников, из них хотя бы один – на иностранном языке (английском или французском). Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов.

Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, четка ли она и обоснована;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- умение правильно понять позицию авторов, работы которых использовались при написании реферата;
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;

- соблюдение объема работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы.
- Реферат должен быть сдан для проверки в установленный срок.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Нанохимия»

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Нанохимия» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Профессор кафедры физической
и коллоидной химии, д.х.н.



И.И. МИХАЛЕНКО

Руководитель программы
Профессор кафедры
органической химии



А.В.ВАРЛАМОВ

Заведующий кафедрой
физической и коллоидной химии



А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО