

*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**

**ОСНОВЫ НАНОХИМИИ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

**04.03.01 «ХИМИЯ»**

## 1. Цели и задачи дисциплины:

Преподавание нанохимии, как развитие представлений о свойствах объектов с высокой степенью раздробленности вещества, активно внедряется в последние годы в классических и технических университетах. Главной **целью** ставится понимание новой междисциплинарной области знания – нанонауки, как области получения и исследования свойств объектов, имеющих размер менее 100 нанометров ( $1 \text{ нм} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ). За последние десятилетия появились новые направления нанонауки и области её применения. Интерес химиков к высокодисперсному состоянию вещества основан на богатом опытном и теоретическом материале разделов коллоидной химии. Химическим фундаментом объектов исследования – наночастиц, нанокластеров и нанокомпозитов – остаются атомы и молекулы, поэтому понимание условий образования нанообъектов, их функционирования и особенностей свойств невозможно без специальных знаний. Химики решают проблемы не только синтеза, но и стабилизации термодинамически неустойчивых высокодисперсных систем. **Задачей** данной дисциплины является обзор методов получения, стабилизации и применения наночастиц в химии, технике, медицине.

Основные разделы – введение в нанохимию, термодинамику и кинетику образования наночастиц (НЧ), методы синтеза НЧ (обзор физических и химических методов), методы исследования, и некоторые свойства НЧ, нанохимия углерода (карбен, графен, углеродные нанотрубки, фуллерены), области применения наночастиц.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Введение в химию координационных соединений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1. Дисциплины (модули) 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 (группы дисциплин)
<b>Универсальные компетенции</b>			
1	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Философия Математика Физика Информатика Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая химия Курсовая работа «Неорганическая химия» Курсовая работа «Аналитическая химия» Курсовая работа «Органическая химия» Курсовая работа «Физическая химия»	Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Строение вещества Кристаллохимия и основы РСА Хроматография Спектральные методы анализа Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Физико-химические методы исследования неорганических

		Химические основы биологических процессов	веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Междисциплинарный модуль Учебная практика Преддипломная практика
<b>Профессиональные компетенции (научно-исследовательская деятельность)</b>			
1	ПК-1 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Неорганическая химия Аналитическая химия Физическая химия Органическая химия Курсовая работа «Неорганическая химия» Курсовая работа «Аналитическая химия» Курсовая работа «Органическая химия» Курсовая работа «Физическая химия»	Строение вещества Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Физико-химические методы исследования неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Учебная практика Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-1.

#### Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Индикаторы достижения компетенций
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>ИУК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; <b>ИУК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; <b>ИУК-1.5.</b> Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
<b>ПК-1</b>	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>ИПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; <b>ИПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; <b>ИПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

химические основы высокодисперсного состояния веществ и способы его получения, области применения наноразмерных систем и их значение для решения теоретических и практических задач химической направленности.

**Уметь:**

самостоятельно анализировать проблему получения, стабилизации и физико-химического исследования наночастиц и нанокластеров; обсуждать результаты, представленные в литературе, относящиеся к вопросам образования, характеристикам и практического использования наноразмерных объектов.

**Владеть:**

навыками анализа дисперсного состояния вещества, основами синтеза и контроля размера ультрамалых частиц, методикой проведения расчетов по известным формулам и уравнениям, поиском справочной литературы, применением знаний для обсуждения результатов курсовых и выпускных работ.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		VI
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	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
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	54	54
Общая трудоемкость	час	108
	зач. ед.	3

**5. Содержание дисциплины**

**5.1. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	<b>Введение</b>	Нанохимия – наука XXI века. Исторические предпосылки. Классификации наноразмерных систем. Терминология. Наночастицы и кластеры, нанокластеры. Проблема стабилизации. Особенности свойств. Поверхностная энергия твердых тел. Температуры плавления и размер частиц. Термодинамика образования нанофазы. Критический «зародыш». Факторы, влияющие на скорость образования зародыша новой фазы.
2.	<b>Методы синтеза НРЧ</b>	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. Методы «мокрой» химии (золь-гель синтез). Синтезы в мицеллах.
3.	<b>Методы исследования НРЧ</b>	Оптические свойства НЧ: электронные спектры поглощения кластеров и наночастиц металлов на примере серебра и золота. Квантовые точки. Электрические и магнитные свойства. Диагностика НРЧ методами электронной, туннельной и атомно-силовой микроскопии. Реакционная способность кластеров и наночастиц металлов. Взаимодействие наночастиц с полимерами и макромолекулами.
4.	<b>Нанохимия углерода. Наночастицы благородных металлов. Нанопористые неорганические материалы.</b>	Углеродные кластеры. Графен. Углеродные нанотрубки. Фуллерены и фуллериты. Нанозолото. Наносеребро. Способы получения. Нанопористые неорганические материалы. Наноконпозиты. Наночастицы и экология. Нанесенные наночастицы металлов в катализаторах и адсорбентах.
5.	<b>Нанотехнологии в биологии и медицине</b>	Взаимодействие биополимеров и микроорганизмов с НЧ металлов. Нанобиоконпозиты, наночастица в биологической оболочке, полупроводниковые квантовые точки с биоактивными молекулами. Нанороботы.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаб. зан.	СРС	Все-го час.
1.	Введение. Терминология. Классификации. Термодинамика и кинетика образования наноразмерных частиц НРЧ.	6		6	12
2.	Методы синтеза НРЧ (обзор физических и химических методов).	9	6	15	30
3.	Методы исследования, особенности свойств НРЧ.	9	6	15	30
4.	Нанохимия углерода. Наночастицы благородных металлов. Области применения.	6	3	9	18
5.	Нанотехнологии в биологии и медицине	6	3	9	18

## 6. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела	Наименование практических (лабораторных) работ	Трудоемкость (час.)
1.	2	Получение наночастиц в жидкой фазе и на носителях. Дисперсионный анализ.	3
2.	2	Золь-гель синтез наноразмерных оксидных систем	3
3.	3	Скорость извлечения их водной среды красителя на материалах различной природы и пористости.	3

4	3	Определение текстурных характеристик дисперсных систем	3
5	4,5	Применение ИК-спектроскопии в исследовании поверхности наноразмерных катализаторов	3
	3,5	Исследования стабильности, кинетики растворения и биодоступности мефенаминовой кислоты в виде твердой дисперсии и некоторых коммерчески доступных препаратов на ее основе.	3

### 7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрены учебным планом

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине необходимы:

Для аудиторной работы:

- 1) учебная аудитория с рабочими местами для проведения лекционных занятий (по числу студентов),
- 2) учебная лаборатория с наборами лабораторной посуды, реактивов и приборов для проведения лабораторных работ,
- 3) доска (мел или маркеры в зависимости от качества доски) и/или флипчарт и маркерами, стационарный персональный компьютер с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет (допускается использование переносной аппаратуры),
- 4) мультимедийный проектор (стационарный или переносной), экран (стационарный или переносной напольный).

Для самостоятельной работы студентов:

- б) помещение с компьютером с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду РУДН, библиотека.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Москва, ул. Орджоникидзе, 3 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, аудитория 708	Комплект специализированной мебели, доска меловая; Мультимедийный проектор, экран для проектора, оборудование для проведение демонстрационных опытов, имеется wi-fi	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, Учебная лаборатория, аудитория № 513	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории, набор приборов для проведения работ по синтезу соединений, их качественному и количественному анализу стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран	Microsoft Windows 7 Pro CIS and GE, лицензия OEM Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087

Все оборудование в лабораториях достаточно современно и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных работ.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

- а) программное обеспечение:
- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/">http://lib.rudn.ru/</a>
ЭБС РУДН	<a href="http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web">http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web</a>
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	<a href="http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998">http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998</a>
Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Химическая энциклопедия	<a href="http://www.chemport.ru">http://www.chemport.ru</a>
XuMuK: сайт о химии для химиков	<a href="http://www.xumuk.ru">www.xumuk.ru</a>
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	<a href="http://www.webofscience.com">www.webofscience.com</a> <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
IOPSCIENCE IOP Publishing	<a href="http://iopscience.iop.org/journals?type=archive">http://iopscience.iop.org/journals?type=archive</a>
Mendeley	<a href="http://www.mendeley.com/">http://www.mendeley.com/</a>
Nature	<a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry	<a href="https://www.reaxys.com/">https://www.reaxys.com/</a>
RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry),	<a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>
ScienceDirect (ESD), «FreedomCollection», ИД "Elsevier"	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
SciFinder-n	<a href="https://scifinder-n.cas.org/">https://scifinder-n.cas.org/</a>
SPRINGER	<a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
Wiley Online Library	<a href="http://www.wileyonlinelibrary.com">www.wileyonlinelibrary.com</a>
Академия Google	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Сайты о нанотехнологиях	<a href="http://nanodigest.ru/">h</a> <a href="http://nanodigest.ru/">http://nanodigest.ru/</a> <a href="https://link.springer.com/journal/40097">https://link.springer.com/journal/40097</a>

Электронно-библиотечная система РУДН. Удалённый доступ как на территории Университета, так и вне её по паролю и логину.

ЭБС Университетская библиотека ONLINE. (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

ЭБС Юрайт (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### а) основная литература

1. Г.Б.Сергеев. *Нанохимия*. Изд. МГУ. 2003. 2005. -288 с./Рекомен. Минобр. РФ/
2. И.П.Суздаев. *Физико-химия нанокластеров и наноструктур*. М. Изд.КомКнига. 2006. -592с.
3. Э.Г.Раков. *Нанотрубки и нанотрубки*. Учеб. пособие для ВУЗов. М. Изд. Логос. 2006. -374 с.
4. А.Д.Помогайло, А.С.Розенберг, И.Е.Уфлянд. *Наночастицы металлов в полимерах*. М.Химия. 2000. -672 с.
5. А.Л.Бучаченко. *Химия как музыка*. Изд. Нобелистика. МИНЦ. 2004.
6. Сайты в Интернете, например, [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru).

### б) дополнительная литература

1. Ю.П.Петров. *Кластеры и малые частицы*. М.Наука. 1987. -368 с.;
2. Ю.П.Петров. *Физика малых частиц*. М.Наука. 1982; - 358 с.
3. Н. Кобаяси. *Введение в нанотехнологию*. (перевод с япон). Под. Ред. Л.Н.Патрикеева. М.Бином. 2007.
4. *Материалы информационно-аналитического центра «Наноматериалы и нанотехнологии»* [nano@misis.ru](mailto:nano@misis.ru)
5. Журнал «Российские нанотехнологии», информация сайта [www.nano.ru](http://www.nano.ru)

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

Согласно учебному плану при изучении дисциплины «Основы нанохимии» предусмотрено проведение лекционных занятий и выполнение лабораторных работ. Степень усвоения студентами теоретического материала проверяется проведением устных опросов во время лекционных и лабораторных занятий, написанием зачетной работы и презентацией доклада по заданной теме. Устный доклад к презентации оформляется в виде краткого реферата. Не допускается использование презентаций прошлых лет. На лабораторных занятиях каждый студент индивидуально выполняет эксперимент по синтезу, анализу и изучению свойств наноразмерных соединений заданного состава. По завершении лабораторного практикума студенты представляют в письменном виде отчет о проделанной работе.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к этим видам работ и контроля.

### **Методические рекомендации студентам по подготовке презентации и письменного доклада к ней (краткого реферата)**

Представление материала научного содержания в виде презентации (доклада) и подготовки доклада (реферата) является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов; одной из форм работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов.

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

**Презентация должна быть выполнена на слайдах с символикой РУДН** (русский или английский шаблон) с указанием темы, дисциплина, преподавателя и авторов.

**Целью** подготовки презентации и доклада является:

- привитие студентам навыков поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения научного материала и своего суждения по выбранному вопросу;

- приобретение навыка грамотного оформления источников информации, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у студента интереса к определенной научно-практической проблематике с тем, чтобы в дальнейшем научно-исследовательская работа продолжалась в подготовке и написании курсовых и дипломной работы или научных трудах.

### **Основные задачи студента при подготовке презентации и написании реферата:**

- с максимальной полнотой и краткостью использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную);
- верно (без искажения смысла) передать позицию авторов в своей работе;
- допускается готовить одну презентацию двум студентам.

#### **Требования к содержанию:**

- материал, использованный в докладе/презентации, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы грамотно и логично в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- доклад и презентация должны заканчиваться подведением итогов, резюме или кратким перечислением рассмотренных вопросов.

#### **Структура презентации (доклада в виде реферата).**

1. Начинается презентация и реферат с *титального листа*.
2. Содержание доклада 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 разделенным на отдельные темы. Доклад дополняют иллюстрации, таблицы, графики. Обязательно указывать источник информации (ссылка на сайт, выходные данные публикации в журнале и т.д.).
  - в) *Заключение* - данный раздел должен быть представлен в виде выводов, которые Выводы должны быть краткими и четкими.
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 5-10 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.

#### **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 устной и письменной речи;
- умение оформлять научный текст;
- 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 и технического выполнения работы.
- Работа (презентация с докладом) должна быть сдана для проверки в установленный срок преподавателю по электронной почте.

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Основы нанохимии» (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 в соответствии с требованиями «Регламента формирования фондов оценочных средств (ФОС)», утвержденного приказом ректора от 05.05.2016 г. № 420 и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценка знаний по рейтинговой системе основана на идее поощрения систематической работы студента в течение всего периода обучения.

При выставлении оценок используется балльно-рейтинговая система, в соответствии с Положением о БРС оценки качества освоения основных образовательных программ, принятого Решением Ученого совета университета (протокол №6 от 17.06.2013 г) и утвержденного Приказом Ректора Университета от 20.06.2013 года.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

Профессор кафедры  
физической и коллоидной химии



И.И. МИХАЛЕНКО

Заведующий кафедрой  
физической и коллоидной химии



А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО