

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Криохимия нанокластеров и наноструктур**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Химическая кинетика

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020

---

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p><b>ОПК-1.С.4.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p><b>Знать:</b> актуальные направления исследований в области химической кинетики и физической химии наноразмерных объектов.</p>
<p><b>СПК-1.С.</b> Способен анализировать экспериментальные кинетические данные, строить кинетические схемы и определять константы скорости и равновесия для различных реакций</p>	<p><b>СПК-1.С.1.</b> Анализирует экспериментальные кинетические данные, строит кинетические схемы, определяет кинетические параметры химических реакций</p>	<p><b>Знать:</b> основные свойства наноразмерного состояния вещества, особенности механизмов химических реакций и диффузионных процессов, протекающих в наносистемах различной природы в различных фазовых состояниях.  <b>Уметь:</b> применять основные экспериментальные методы изучения состава, структуры и морфологии наночастиц и наноструктур различных типов и различной химической природы.</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способен выбирать теоретические модели для описания конкретного химического процесса с использованием аппарата современных теорий</p>	<p><b>СПК-2.С.1.</b> Теоретически описывает химические процессы с использованием аппарата современных теорий</p>	<p><b>Уметь:</b> применять основные экспериментальные методы изучения состава, структуры и морфологии наночастиц и наноструктур различных типов и различной химической природы.  <b>Владеть:</b> навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования</p>

		ресурсов интернета; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации при решении задач моделирования физико-химических процессов, протекающих в наноразмерных системах.
--	--	---

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 50 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 10 часов – индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 58 часов составляет самостоятельная работа студента.*

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** основные понятия и законы неорганической, органической и физической химии

**Уметь:** находить и использовать литературные данные, относящиеся к физическим и химическим свойствам наноразмерных объектов и систем в газовой и конденсированной фазах, решать алгебраические и дифференциальные уравнения.

**Владеть:** основными навыками химического синтеза и физико-химического анализа и пользования компьютерными программами.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1 Основные определения и понятия. Общая характеристика наносостояния вещества. Размерные эффекты в физике и химии наносистем.	10	2	2		2	-	6	4		4
Тема 2 Обзор основных методов исследования и характеристики наночастиц и наносистем	14	4	4	0	2	-	10	4		4
Тема 3 Получение и стабилизация наночастиц различной химической природы. процессы. Криохимический синтез наносистем и наноструктур	14	4	4	0	2	-	10	4		4
Тема 4 Химические свойства и реакции наночастиц различных химических групп. Термодинамические и кинетические особенности агрегации наночастиц	10	2	4		-	-	6	4		4

Тема 5 Общие представления о процессах самоорганизации при понижении температуры. Ансамбли наночастиц и стабилизирующие защитные слои. Самоорганизация частиц в одно-двух и трехмерные суперрешетки	12	2	2	0	2	-	6	6		6
Тема 6. Наночастицы в науке и технике. Моделирование свойств наноматериалов: диффузия и самодиффузия, тепло- и электропроводность,	12	4	2		2	-	8	4		4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	36			2		2	4	32		32
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>58</b>		<b>58</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ и других научных организаций.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю): Самостоятельная работа проводится в соответствии с заданиями, получаемыми студентами во время лекций. Самостоятельная работа студентов обеспечивается доступом к сети Интернет и базам данных.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### **Основная литература**

1. Г.Б.Сергеев Нанохимия. М.Изд-во МГУ, 2007, 336 с.

2. K.J. Klabunde, R.M. Richards. Nanoscale Materials in Chemistry. 2-nd Edition. NY, 2009, 777
3. G.B.Sergeev, K.J.Klabunde. Nanochemistry. Elsevier, 2013, 600 с.
4. Р.А.Андриевский, А.В.Рагуля. Наноструктурные материалы. - М.: Изд. центр «Академия», 2005 – 192 с.
5. И.П.Суздаев. Нанотехнологии: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.:КомКнига, 2006, 592 с
6. Т.И.Шабатина, G.B.Sergeev. Cryochemistry of nanometals. //Chapt.11 - in "Polymer Thin Films, Eds. A.A.Hasmin, In-Tech Publ., 2010, pp.185-196.

#### **Дополнительная литература**

1. Т.И.Шабатина. Метастабильные комплексы ряда d- и f-металлов с мезогенными производными цианобифенилов и цианофенилпиридинов в криоформировании наногибридных систем. //Гл.5 – в кн.«Высокореакционные интермедиаы» Под ред. М.П.Егорова, М.Я.Мельникова, Изд-во МГУ, 2011, с.137-163
  2. В.И.Ролдугин. Квантово-размерные металлические коллоидные системы // Успехи химии,- 2000, 69(9), с.898
  3. Т.И.Шабатина, Г.Б.Сергеев. Реакции при низких температурах в химии наносистем. //Успехи химии, 2003, т.72, №7, с.643-663
  4. Т.И.Шабатина, Дж.Масцетти, Дж.С.Огден, Г.Б. Сергеев. Криохимические конкурентные реакции атомов, кластеров и наноразмерных частиц переходных металлов. Успехи химии, 2007, 76 (12), 1202-1217
- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

Шабатина Татьяна Игоревна, д.х.н.

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы для экзамена:**

1. Назовите физико-химические особенности свойств вещества в наносостоянии.
2. Сформулируйте понятие о квантовых размерных эффектах. Приведите примеры и назовите основные причины возникновения размерных зависимостей физических и химических свойств высокодисперсных веществ при уменьшении размера частиц.

3. Перечислите основные принципы классификации физико-химических систем по размеру частиц.
4. Охарактеризуйте основные физические и химические методы получения наночастиц металлов, полупроводников и органических веществ, приведите конкретные примеры.
5. Сформулируйте основные достижения методов криохимии в получении и исследовании свойств наноразмерных и субнаноразмерных частиц и наносистем.
6. Методы низкотемпературной матричной спектроскопии в характеристике наноразмерных кластеров, наночастиц и наносистем.
7. Какие проблемы возникают при исследовании наноразмерных объектов?
8. Приведите основные методы определения размера частиц и обсудите проблемы сопоставления их результатов.
9. Сформулируйте возможности и ограничения методов просвечивающей и зондовой микроскопии.
10. Рассмотрите возможности и перспективы методов рентгеновской и электронной дифракции и рассеяния для изучения структурных свойств наносистем и наночастиц.
11. Охарактеризуйте основные подходы к описанию термодинамических свойств наносистем.
12. Сформулируйте основные положения моделей «суператомного» и «оболочечного строения наночастиц».
13. Опишите основные подходы к описанию кинетических особенностей химических реакций с участием наночастиц различной химической природы.
14. Приведите примеры необычных реакций наночастиц металлов, оксидов и сульфидов металлов.
15. Рассмотрите основные механизмы стабилизации наночастиц и взаимодействия функциональных органических и неорганических соединений с поверхностными центрами наночастиц различной химической природы.
16. Рассмотрите методы химической функционализации поверхности наночастиц.
17. Охарактеризуйте основные методы самосборки и направленной самоорганизации наносистем.
18. Охарактеризуйте особенности свойств и методы получения коллоидных кристаллов, квантовых точек и сверхрешеток.
19. Сформулируйте понятия о нульмерных, одномерных, двухмерных и трехмерных наноматериалах, метаматериалах и возможностях их применения.
20. Опишите методы получения и особенности свойств гибридных наночастиц и наносистем, синергетические эффекты.
21. Приведите примеры применения наноразмерных частиц в катализе, фотонике, сенсорах, биологии и медицине

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные	Сформированные



	знаний		знания	систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p><b>Знать:</b> актуальные направления исследований в области химической кинетики и физической химии наноразмерных объектов.</p> <p><b>Знать:</b> возможности и ограничения кинетических и физико-химических моделей при решении практических задач, связанных со свойствами наноразмерного состояния вещества, основные физико-химические особенности нанообъектов различной природы, а также методы обработки и анализа экспериментальных данных по составу, структуре и морфологии наночастиц и наносистем.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
<p><b>Уметь:</b> применять основные экспериментальные методы изучения состава, структуры и морфологии наночастиц и наноструктур различных типов и различной химической природы.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
<p><b>Владеть:</b> навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов интернета; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации при решении задач моделирования физико-химических процессов, протекающих в наноразмерных системах.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене