

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)**

**Макрокинетика**

**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)
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.4.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<b>Знать:</b> актуальные направления исследований и области нелинейных динамических систем в химии.
<b>СПК-1.С.</b> Способен анализировать экспериментальные кинетические данные, строить кинетические схемы и определять константы скорости и равновесия для различных реакций	<b>СПК-1.С.1.</b> Анализирует экспериментальные кинетические данные, строит кинетические схемы, определяет кинетические параметры химических реакций	<b>Знать:</b> основные типы нелинейного поведения химических реакций. <b>Уметь:</b> применять методы анализа кинетических схем для предсказания нелинейных химических явлений.
<b>СПК-2.С.</b> Способен выбирать теоретические модели для описания конкретного химического процесса с использованием аппарата современных теорий	<b>СПК-2.С.1.</b> Теоретически описывает химические процессы с использованием аппарата современных теорий	<b>Знать:</b> возможности и ограничения различных нелинейных кинетических моделей при решении практических задач. <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 нелинейных процессов.

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 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 50 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (12 часов занятия лекционного типа, 12 часов занятия семинарского типа, 12 часов – групповые консультации, 10 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 22 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

**Знать:** основные законы физики, основы спектроскопии и строения молекул, основы химической кинетики;

**Уметь:** находить и использовать литературные данные, относящиеся спектральным свойствам веществ;

**Владеть:** основами химической кинетики.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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, промежуточно й аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов.п..	Всего
Тема 1. Химический реактор как динамическая система.	8	2	2		2		6	2		2
Тема 2. Бистабильность и колебательные режимы	12	4	4	2			10	2		2

протекания химических реакций.										
Тема 3. Пространственно распределённые химические системы.	14	2	2	4	2	2	12	2		2
Тема 4. Основы теории горения и взрыва.	10	2	2	2	2		8	2		2
Тема 5. Кинетические особенности химических реакций в твёрдых телах.	10	2	2	2	2		8	2		2
Промежуточная аттестация: <u>зачёт</u>	18			2	2	2	6	12		12
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>22</b>		<b>22</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. Воробьёв А. Х., Богданов А. В. "Кинетика нелинейных химических систем." Учебное пособие. МГУ Москва, 2019. — 160 с.
2. Б.В.Вольтер, И.Е. Сальников. "Устойчивость режимов работы химических реакторов." 1981, 198 с.
3. А.М.Жаботинский, Х.Отмер, Р.Филд и др. "Колебания и бегущие волны в химических системах.", М. Мир. 1988.

4. А.Г.Мержанов "Теория горения и взрыва.",1981.
5. Я.С.Лебедев "Физикохимия элементарных реакций в твердых телах" Физическая химия. Современные проблемы, М.Химия, 1985
6. А. Х. Воробьев, Фотоселекция и фотоориентация, в сборнике «Экспериментальные методы в химии высоких энергий» 2009.
7. В. Т. Гринченко, В. Т. Мацыпура, А. А. Снарский Введение в нелинейную динамику, 2007.

### Дополнительная литература

1. Г.Николис, И.Пригожин. "Познание сложного.", М. Мир. 1990.
2. Я.С.Лебедев, Кинетика и катализ, т.19, 1367-1376, 1978.
3. Г.Николис, И.Пригожин. "Самоорганизация в неравновесных системах.", М. Мир. 1979.
4. Б.Я.Зельдович. "Математическая теория горения и взрыва.", 1980.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: Богданов Алексей Владимирович, к. х. н.

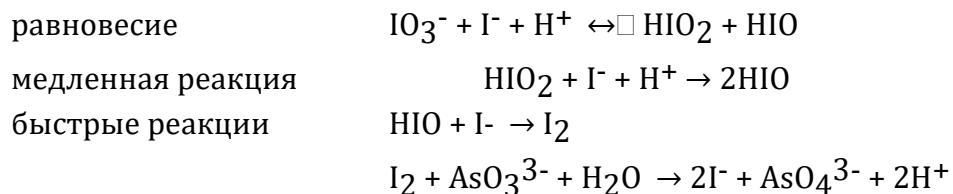
### Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

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

**Контрольная работа** включает задачи, направленные на кинетический анализ химических систем с нетривиальным кинетическим поведением, определение стационарных состояний, выяснение их устойчивости.

#### Пример.

1. В реакции окисления арсенит-иона иодат-ионом существенную роль играют следующие реакции:



При проведении реакции в отсутствие перемешивания наблюдается распространение волны - зоны образца, окрашенной иодом. Объясните это явление. Оцените скорость движения волны.

2. Термическое равновесие  $N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$  в газовой фазе сдвигали, облучая сосуд светом. Предложите кинетическую схему процесса и проанализируйте устойчивость получаемого равновесия в пренебрежении фотохимическими реакциями.

3. В лабораторной практике часто используют вакуумирование для удаления из образцов летучих компонентов, в том числе воды. При этом, для того чтобы летучие компоненты не попадали в рабочее масло вакуумного насоса, используют ловушки, охлаждаемые жидким азотом. При этом при некоторых условиях наблюдается образование колец конденсирующейся воды на внутренней стенке ловушки. Чем может объясняться наблюдаемое явление? Предложите его физическую модель.

**Зачётная работа** содержит задачи по темам «Основы теории горения и взрыва», «Особенности протекания химических реакций в твёрдых телах».

Пример.

Задача 1.

Зола электростанции содержит 5% несгоревшего угля. Есть ли опасность самовоспламенения золы на складе? Сделайте оценки.

Задача 2.

Фотохимическая реакция изомеризации азобензола в полимерной матрице

$trans\ Ph-N=N-Ph \leftrightarrow cis\ Ph-N=N-Ph$  осложняется обратной термической реакцией. Предложите кинетическую модель реакции для образца с оптической плотностью 5, пренебрегая диффузией реагентов. Найдите стационарное распределение веществ в образце.

### 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 знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального 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 и области нелинейных динамических систем в химии;</p> <p><b>Знать:</b> актуальные направления исследований и области нелинейных динамических систем в химии.</p> <p><b>Знать:</b> основные типы нелинейного поведения химических реакций.</p> <p><b>Знать:</b> возможности и ограничения различных нелинейных кинетических моделей при решении практических задач.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<p><b>Уметь:</b> применять методы анализа кинетических схем для предсказания нелинейных химических явлений.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<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 нелинейных процессов.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете