

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Экспериментальные методы химической кинетики**

**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 №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

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 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

---

1. Наименование дисциплины (модуля) **Экспериментальные методы химической кинетики**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>Знать:</b> актуальные направления экспериментальных исследований в области химической кинетики
<b>СПК-1.С.</b> Способность анализировать экспериментальные кинетические данные, строить кинетические схемы и определять константы скорости и равновесия для различных реакций	<b>Знать:</b> основные методы исследований кинетики и механизма физико-химических процессов <b>Уметь:</b> решать связанные с исследованием кинетики и механизма физико-химических процессов практические задачи
<b>СПК-2.С.</b> Способность выбирать теоретические модели для описания конкретного химического процесса с использованием аппарата современных теорий	<b>Знать:</b> возможности и ограничения различных кинетических моделей при решении практических задач химической кинетики <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.

6. 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 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 94 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов лекционного типа, 36 часов семинарского типа, 18 часов - индивидуальные консультации, 2 часа – групповые консультации, 2 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 50 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.  
Обучающийся должен

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

**Уметь:** находить и использовать литературные данные, относящиеся к физическим свойствам различных химических соединений;  
**Владеть:** методологией статистической обработки результатов исследования.

8. 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, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Основы метода газожидкостной хроматографии	12	4	4		2		10	2		2
Тема 2. Основы метода электронного парамагнитного резонанса	12	4	4		2		10	2		2
Тема 3. Основы метода импульсного фотолиза	12	4	4		2		10	2		2
Тема 4. Основы метода ИК-спектроскопии адсорбированных молекул	12	4	4		2		10	2		2
Тема 5. Основы метода ИК-спектроскопии органических	12	4	4		2		10	2		2

молекул										
Тема 6. Основы вакуумной техники и криосинтеза	12	4	4		2		10	2		2
Тема 7. Основы метода тепловой десорбция	12	4	4		2		10	2		2
Тема 8. Основы метода калориметрии	12	4	4		2		10	2		2
Тема 9. Основы метода ядерного магнитного резонанса	12	4	4		2		10	2		2
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	36			2		2	4	32		32
<b>Итого</b>	144	36	36	2	18	2	94	50		50

#### 9. 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.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

презентации к лекционным занятиям.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. Газо-жидкостная хроматография. Экспериментальные методы химической кинетики. Под ред. Эмануэля Н.М., Кузьмина М.Г., 1985;
2. Электронный парамагнитный резонанс: Экспериментальные методы химии высоких энергий. Учебное пособие. Под ред. М.Я. Мельникова. - М.: Изд-во МГУ, 2009;
3. Экспериментальные методы химической кинетики. Под ред. Эмануэля Н.М., Кузьмина М.Г., 1985;
4. Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков «Физические методы исследования в химии», Москва, Мир, 2006;

5. Импульсный фотолиз: Рабек Я. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. Т.2. М.: Мир, 1985;
6. Бенсассон Р., Лэнд Э., Траскот Т. Флэш-фотолиз и импульсный радиолиз. Применение в биохимии и медицинской химии. М.: Мир, 1987;
7. ИК-спектроскопия адсорбированных молекул: А.Н.Харланов, М.И. Шилина Инфракрасная спектроскопия для исследования адсорбционных, кислотных и основных свойств поверхности гетерогенных катализаторов. 2011;
8. ИК-спектроскопия органических молекул: В.И. Загорский Теория по ИК органических молекул. 2012;
9. А.Н.Харланов, М.И. Шилина Инфракрасная спектроскопия для исследования адсорбционных, кислотных и основных свойств поверхности гетерогенных катализаторов. 2011;
10. Вакуумная техника и криосинтез: В.В. Загорский Основы вакуумной техники для криохимии, Методическая разработка, 1986;
11. Сергеев Г.Б. Нанохимия, М.: МГУ, 2003. - 288 с.;
12. Тепловая десорбция: Буянова Н.Е., Карнаухов А.П., Алабузов Ю. А. Определение удельной поверхности дисперсных и пористых материалов. Новосибирск: Новосибирский институт катализа СО АН СССР, 1978;
13. Калориметрия: Термохимия. Калориметрия: Учебное пособие по курсу химии // Ю.Н. Морозов, Т.И. Шабатина, М.Б. Степанов и др. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.;
14. Уэндландт У. Термические методы анализа. Пер.с англ.- М. Мир, 1978.;
15. Хемингер В.,Хане Г. Калориметрия. Теория и практика. М.: Химия, 1989.;
16. Колесов В.П. Основы термохимии. М.: Изд-во МГУ, 1996.;; Кальве Э., Прат А. Микро калориметрия. Пер.с англ.-М. ИЛ, 1963.;
17. Ядерный магнитный резонанс: Х.Гюнтер, Введение в курс спектроскопии ЯМР. М. "Мир", 1984.;
18. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М., "Мир", 1992.

### **Дополнительная литература**

1. Электронный парамагнитный резонанс: Дж. Вертц, Дж. Болтон «Теория и практические приложения метода ЭПР», Москва, Мир, 1975.
2. Импульсный фотолиз: Экспериментальные методы химии высоких энергий. Учебное пособие. Под ред. М.Я. Мельникова. - М.: Изд-во МГУ, 2009.
3. Калориметрия: Шестак Я. Теория термического анализа: физико-химические свойства твердых неорганических веществ. Пер.с англ.- М. Мир, 1987.

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

### **12. Язык преподавания – русский**

### **13. Преподаватели:**

1. Будынина Екатерина Михайловна, к.х.н., в.н.с., ekatbud@kinet.chem.msu.ru
2. Верная Ольга Ивановна, к.х.н., н.с., olga\_vernaya@mail.ru

3. Иванов Владимир Леонидович, д.х.н., в.н.с., ivanov@photo.chem.msu.ru
4. Кротова Ирина Николаевна, к.х.н., н.с., ira\_krotova@rambler.ru
5. Морозов Юрий Николаевич, к.х.н., с.н.с. yunmor@mail.ru
6. Чумакова Наталья Анатольевна, к.х.н., доцент, harmonic2011@yandex.ru
7. Шабатина Татьяна Игоревна, д.х.н. в.н.с., tsh@kinet.chem.msu.ru, tatyanaashabatina@yandex.ru
8. Шилина Марина Ильинична, к.х.н., в.н.с., shilina\_m@mail.ru

### **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.5.

#### **Вопросы для экзамена:**

1. Сформулируйте теоретические основы хроматографии. Определение качественного и количественного состава смеси неизвестных углеводов методом ГЖХ: методология исследования, достоинства и недостатки.
2. Сформулируйте физические основы метода импульсного фотолиза. Определение кинетических параметров фотохимических процессов. Какие имеются ограничения для обнаружения короткоживущих продуктов фотохимических процессов с помощью импульсного фотолиза?
3. Сформулируйте физические основы спектроскопии ЭПР. Сформулируйте возможности определения структуры парамагнитных молекул методом ЭПР.
3. Теория колебательной спектроскопии органических соединений. Техника проведения эксперимента. Информация, которую можно получить из ИК-спектров органических молекул.
4. Теоретические основы метода ИК-спектроскопии адсорбированных молекул зондов. Типы молекул-зондов и области их применений. Определение кислотных, основных и ред-оксц центров на поверхности твердых тел.
5. Вакуумная техника – основные законы и понятия. Методы получения и измерения низких температур. Кинетические и термодинамические особенности поведения атомов металлов в инертных и активных матрицах при низких температурах.
6. Адсорбция газов на поверхности однородных и неоднородных тел. Основные понятия и уравнения. Экспериментальные методы определения адсорбции. Сравнительные методы. Критерии выбора сорбата для определения удельной поверхности различных адсорбентов. Границы применимости адсорбционных методов для измерения площади микро-, мезо- и макропористых тел.
7. Физические основы метода ЯМР. Методология установления строения органических соединений методом ЯМР спектроскопии.
8. Основы термометрии. Уравнения дифференциального термического анализа (ДТА), дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и дифференциальной калориметрии Кальве (ДКК). Применение методов ДТА, ДКК и ДСК для решения задач химической кинетики.

### 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 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

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p><b>Знать:</b> актуальные направления экспериментальных исследований в области химической кинетики;</p> <p><b>Знать:</b> основные методы исследований кинетики и механизма физико-химических процессов;</p> <p><b>Знать:</b> возможности и ограничения различных кинетических моделей при решении практических задач химической кинетики.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
<p><b>Уметь:</b> решать связанные с исследованием кинетики и механизма физико-химических процессов практические задачи.</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.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене