

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)**  
**Методы исследования в нефтехимии и катализе**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

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

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Нефтехимия

**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): **Методы исследования в нефтехимии и катализе**
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 (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p><b>Уметь:</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p><b>СПК-1.С.</b> Способность применять полученные знания о современных процессах и тенденциях в области нефтепереработки, нефте- и газохимии для формулировки и решения проблем в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы химических дисциплин, необходимые для проведения научных исследований в сфере профессиональной деятельности – в области нефтепереработки, нефте- и газохимии и катализа.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать и проводить эксперименты, обобщать результаты научных исследований.</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способность использовать основные экспериментальные методы и подходы, физико-химические методы анализа, применяемые в области нефтепереработки нефте- и газохимии, катализа, для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> основные принципы и возможности современных физических методов исследования катализаторов и сорбентов, анализа состава и структуры реагентов, проведения каталитических реакций</p> <p><b>Владеть:</b> методикой и быть способным самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа</p>
<p><b>СПК-3.С.</b> Способность самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки нефте- и газохимии, катализа</p>	<p><b>Владеть</b> методикой и быть способным самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа.</p>

<p><b>СПК-4.С.</b> Способность выбрать конкретные источники сырья и способы его переработки в моторные топлива, продукты нефтехимии, газохимии</p>	<p><b>Знать:</b> основные источники получения углеводов из ископаемого и возобновляемого сырья;  <b>Уметь:</b> предложить для получения определенных видов моторных топлив конкретный источник сырья и способ его переработки  <b>Уметь:</b> использовать литературные источники для создания концепции получения конкретного вида моторного топлива</p>
<p><b>СПК-5.С.</b> Способность подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от каталитического процесса</p>	<p><b>Уметь</b> подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от типа каталитического процесса и комплексно исследовать их свойства</p>

6. Объем дисциплины (модуля) 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 108 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 64 часа – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 36 часов составляет самостоятельная работа студента*

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

Обучающийся должен

**знать:** основные закономерности химических равновесий и реакций в гомогенных и гетерогенных системах;

**уметь:** формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

**владеть:** навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных), простейшими методами расчета химических равновесий, техникой химического эксперимента.

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. Хроматографические методы для разделения и анализа смесей веществ, изучения физико-химических характеристик катализаторов Основные типы хроматографических детекторов. Виды хроматографии: капиллярная хроматография, жидкостная хроматография, планарная хроматография.	14	6	8				14			
Тема 2. Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций. Статические системы. Динамические	22	8	12				20	2		2

системы. Импульсный проточный метод с хроматографическим контролем. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций. Признаки проявления диффузионных осложнений, способы их устранения. Статические системы для реакций в газовой и жидкой фазах, динамические системы, импульсный проточный метод. Представление экспериментальных данных и обработка результатов эксперимента.										
Тема 3. Оптические методы исследования органических лигандов, металло-органических комплексов и органических супрамолекулярных комплексов. Флуоресцентная спектроскопия. Люминесценция. Фосфоресценция. Основные Флуорофоры. Флуоресцентные маркеры биологических молекул. Определение квантовых выходов фотохимических превращений. Супрамолекулярная фотоника. Молекулярные моторы. Спектрофотометрический анализ. Спектрофотометрическое титрование. Оптические сенсоры. Спектрофотометры, оптоволоконная спектрофотометрия. Флуоресцентная спектроскопия.		<b>10</b>	<b>20</b>				<b>30</b>	<b>2</b>		<b>2</b>
Тема 4. Методы исследования состава, структуры и физико-химических свойств катализаторов и каталитических комплексов. Основные принци-		<b>12</b>	<b>24</b>				<b>36</b>	<b>2</b>		<b>2</b>

пы и границы применения спектральных методов при исследовании адсорбентов, катализаторов, каталитических комплексов и продуктов. Применение оптической спектроскопии для исследования характера адсорбции, химического состояния поверхности, формирования структуры катализаторов. Основные принципы и границы применения специальных спектральных методов: ЯГР, УФЭС, ЭОС; РФЭС, ЭПР, ПМР, ЯМР; ЭПР, EXAFS и др. Электронная микроскопия: ПЭМ, СЭМ, СТМ, АСМ. Методы, не связанные с воздействием электромагнитного излучения. МСВИ; ДМЭ, ЭСД и др.									
Итоговая аттестация - экзамен (9 семестр)	<b>38</b>			<b>4</b>		<b>4</b>	<b>8</b>		<b>30</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>64</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>108</b>		<b>36</b>

#### 9. Образовательные технологии:

- 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;
- интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: мультимедийный проектор, презентация, дискуссии.

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

«Методы оптической спектроскопии в нефтехимии, изучении органических соединений, катализаторов и каталитических реакций» (учебное пособие). Под редакцией И.И. Кулаковой, А.В. Хорошутина, О.А. Федоровой. М.:КДУ, 2016, 72 с.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

## Основная литература

1. Денисов Е.Т. Кинетика гомогенных химических реакций. М.: Высшая школа. 1988.
2. В.М. Байрамов. Основы химической кинетики и катализа. М.: АСАДЕМА. 2003. Часть 2.
3. Г. Мак-Ннейр, Э Бонеллиу Введение в газовую хроматографию. М.: Мир, 1970. 280 с.
4. Б.А. Руденко, Г.И. Руденко. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т. 1. Газовая хроматография. М.: Наука, 2003. 425 с.; Т. 2. Процессы с конденсированными подвижными фазами. М.: Наука, 2003. 287 с.
5. В.Д. Красиков Основы планарной хроматографии Санкт-Петербург Химиздат , 2005
6. Химия комплексов «гость-хозяин». Синтез, структуры и применение ( Под ред. Ф. Фегтле, Э. Вебера). М.: Мир, 1988. 511 с.
7. В. В. Скопенко, А. Ю. Цивадзе, Л. И. Савранский, А. Д. Гарновский. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
8. Дж. В. Сидд, Дж. Л. Этвуд. Супрамолекулярная химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
9. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность и пористость. М.: Мир. 1984.
10. Танабе К. Твердые кислоты и основания. М.: Мир. 1973 (гл. 1, 2, 4, 5)
11. Моррисон С.Р. Химическая физика поверхности твердого тела. М.: Мир. 1980.
12. Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. Физические методы исследования в химии. М. Мир, 2003.
13. Е.В. Скокан, М.А.Абаев, И.Ф.Шишков Физические методы исследования в химии (Учебное пособие). М.Химфак МГУ, 2011. Части 1 и 2.

## Дополнительная литература

1. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. М.: "Химия", 1979.
2. Экспериментальные методы химической кинетики. М.: Изд-во МГУ. 1985.
3. Е.Л. Стыскин, Л.Б. Иниксон, Е.В. Брауде. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия, 1986. Л.А. Коган. Количественная газовая хроматография. М.: Химия, 1975. 184.
4. В.В. Бражников. Дифференциальные детекторы для газовой хроматографии. М.: Наука, 1974. 224 с.
5. О. И. Койфман, Н. Ж. Мамардашвили, И. С. Антипин. Синтетические рецепторы на основе порфиринов и их конъюгатов с каликс аренам. М.: «Наука», 2006.
6. Metal-ligand interaction in Organic Chemistry and Biochemistry (Eds. B. Pullman, N. Goldblum, Dordrecht, D. Reidel) 1977.
7. V. Valeur. Molecular Fluorescence Molecular Fluorescence: Principles and Applications. 2001
8. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 592 с.
9. Методы исследования катализаторов (Под ред. В.М.Грязнова). М.: Мир. 1983.
10. Литл Л. ИК-спектры адсорбированных молекул. М.: Мир: 1969.



11. Якерсон В.И., Розанов В.В. Исследование каталитических систем методами термодесорбции и термографии. М.: ВИНТИ, 1974.

- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в аудитории (ауд.210), оснащенной проекционным оборудованием, компьютерами и интерактивной доской

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

1. Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Кулакова Инна Ивановна, кафедра химии нефти и органического катализа, [kulakova@petrol.chem.msu.ru](mailto:kulakova@petrol.chem.msu.ru), тел.(495)-939-45-38;
2. Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Мингалев Павел Германович, кафедра химии нефти и органического катализа, [glo@petrol.chem.msu.ru](mailto:glo@petrol.chem.msu.ru), тел.(495)-939-53-57;
3. Доктор химических наук, профессор Федорова Ольга Анатольевна кафедра химии нефти и органического катализа, [fedorova@ineos.ac.ru](mailto:fedorova@ineos.ac.ru), тел.(495) 939-2448
4. Кандидат химических наук, старший научный сотрудник Вацуро Иван Михайлович, кафедра химии нефти и органического катализа, [yatsuro@petrol.chem.msu.ru](mailto:yatsuro@petrol.chem.msu.ru), тел.(495) 939-1302

#### **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.

#### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Цели и задачи кинетических исследований.
2. Стадии каталитических реакций.
3. Энергетический профиль реакции при наличии внутри- и внешнEDIффузионных осложнений.
4. Параметры, влияющие на попадание в диффузионную область; основные тесты на протекание реакции в кинетической области
5. Открытые и закрытые системы для изучения каталитических реакций.
6. Устранение диффузионных осложнений
7. Расчет кинетических параметров реакции из экспериментальных данных

8. Типы изотерм адсорбции, сорбционного гистерезиса.
9. Методы определения величины удельной поверхности и характеристик пористой структуры катализаторов и сорбентов
10. Ртутная и водяная порометрия
11. Характеристика кислотности твердых тел: концентрации, типа и силы кислотных центров, их распределения по силе
12. Методы определения кислотных свойств поверхности твердых тел
13. Термодесорбционный метод для исследования взаимодействия адсорбат-адсорбент
14. Классификация электромагнитных волн по энергии.
15. Основные принципы и границы применения спектральных методов при исследовании адсорбентов, катализаторов, каталитических комплексов и продуктов.
16. Абсорбционная спектроскопия. Процесс поглощения света веществом, основные понятия и законы электронной спектроскопии.
17. Спектрофотометрический анализ. Спектрофотометрическое титрование.
18. Флуоресцентная спектроскопия. Возбужденные состояния молекулы, пути релаксации возбуждения.
19. Люминесценция. Основные характеристики испускания флуоресценции. Флуорофоры. Флуоресцентные маркеры биологических молекул. Фосфоресценция.
20. ИК-спектроскопия. Характеристические группы, характеристические частоты.
21. Возможности ИК-спектроскопии.
22. Основные принципы и границы применения одного из следующих спектральных методов: ЯГР, УФЭС, ЭОС; РФЭС, ЭПР, ПМР, ЯМР; ЭПР, EXAFS.
23. Принципиальное устройство современного импульсного спектрометра для регистрации спектров ЯМР жидких образцов. Электронная микроскопия.
24. Основные принципы и границы применения одного из следующих вариантов микроскопии: ПЭМ, СЭМ, СТМ, АСМ.
25. Методы, не связанные с воздействием электромагнитного излучения: МСВИ, ДМЭ, ЭСД. Возможности методов.

### 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 непринципиального 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>Знать: теоретические основы химических дисциплин, необходимые для проведения научных исследований в сфере профессиональной деятельности – в области нефтепереработки, нефте- и газохимии и катализа.</p> <p>Знать: основные принципы и возможности современных физических методов исследования катализаторов и сорбентов, анализа состава и структуры реагентов, проведения каталитических реакций</p> <p>Знать: основные источники получения углеводов из ископаемого и возобновляемого сырья</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Уметь: предложить для получения определенных видов моторных топлив конкретный источник сырья и способ его переработки</p> <p>Уметь: использовать литературные источники для создания концепции получения конкрет-</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>

<p>ного вида моторного топлива  Уметь подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от типа каталитического процесса и комплексно исследовать их свойства</p>	
<p>Владеть: навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения  Владеть: методикой и быть способным самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа  Владеть: навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов интернета; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации при решении физико-химических задач</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>