

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)**  
**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 №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.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных</p>	<p><b>Уметь</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,  <b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования  <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> Способен 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>СПК-1.С.1</b> Применяет полученные знания для понимания конкретных проблем нефтепереработки и нефтехимии</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.  <b>Уметь:</b> планировать и проводить эксперименты, обобщать результаты научных исследований.</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способен самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и ученые материалы в области нефтепереработки нефте- и газохимии, катализа</p>	<p><b>СПК-2.С.</b> Использует основные экспериментальные методы и физико-химические методы анализа для исследования свойств катализаторов для основных нефтехимических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> основные методы получения катализаторов нефтепереработки и нефтехимии и методы их исследования  <b>Уметь:</b> разработать схему модифицирования поверхности катализаторов и сорбентов с целью повышения эффективности и селективности их работы  <b>Владеть:</b> опытом модифицирования поверхности различных веществ (металлов – катализаторов</p>

		нефтепереработки, алюмосиликатов – катализаторов и носителей катализаторов нефтепереработки, кремнезема – основы сорбентов для анализа и т.д.)
<b>СПК-3.С.</b> . Способен подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от каталитического процесса	<b>СПК-3.С.1</b> Самостоятельно подбирает и предлагает катализаторы для конкретных нефтехимических процессов	<b>Знать:</b> основные методы получения катализаторов нефтепереработки и нефтехимии и методы их исследования <b>Уметь</b> подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от типа каталитического процесса и комплексно исследовать их свойства <b>Владеть</b> методикой и быть способным самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа.

3. 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 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 28 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 8 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 44 часа составляет самостоятельная работа студента.*

4. 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 (8 семестр)

<b>Наименование и краткое содержа-</b>		В том числе
--	--	-------------

ние разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	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. История хроматографии. Основные виды хроматографических процессов. Устройство хроматографа. Причины размывания пиков. Основные параметры удерживания. Селективность разделения. Критерий разделения, Индексы Ковача, Роршнайде-ра	14	4					4	4	6	10
Тема 2. Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций. Цели и задачи кинетических исследований. Стадии каталитических про-	16	4	2				6	2	8	10

цессов. Влияние диффузии на наблюдаемую кинетику каталитической реакции. Экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций. Признаки проявления диффузионных осложнений, способы их устранения.										
Тема 3. Оптические методы исследования органических лигандов, металло-органических комплексов и органических супрамолекулярных комплексов Абсорбционная спектроскопия. основные понятия и законы поглощения. Спектрофотометрический анализ. Спектрофотометрическое титрование. Анализ процессов комплексообразования. Определение констант устойчивости комплексов, скорости протекания фотопревращений, термодинамических характеристик химических реакций. Оптические сенсоры. Спектрофотометрический анализ. Спектрофотометрическое титрование. Оптические сенсоры.	16	4	2				6	4	6	10
Тема 4. Методы исследования состава, структуры и физико-химических свойств катализаторов и каталитических комплексов. Классификация твердых тел. Типы изотерм адсорбции. Определение ве-	24	6	4				10	6	8	14

личины удельной поверхности и характеристик пористой структуры катализаторов и сорбентов. Определение кислотных свойств поверхности твердых тел: общей кислотности, типа и силы кислотных центров, их концентрации. Исследование взаимодействия адсорбат-адсорбент термодесорбционным методом. Варианты термодесорбционного метода. Основные принципы и границы применения спектральных методов при исследовании адсорбентов, катализаторов, каталитических комплексов и продуктов.										
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2					2	2			
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>8</b>			<b>2</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>44</b>

#### 5. 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.

#### 6. 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.

#### 7. 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 Бонеллию 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. Стивд, 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. Суздаев 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

8. Язык преподавания – русский

**9. 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. Кандидат химических наук, доцент Куликов Альберт Борисович, кафедра химии нефти и органического катализа, [akulikov@ipc.ac.ru](mailto:akulikov@ipc.ac.ru), тел.(495) 939-2448
4. Кандидат химических наук, старший научный сотрудник Вацуро Иван Михайлович, кафедра химии нефти и органического катализа, [vatsuro@petrol.chem.msu.ru](mailto:vatsuro@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 - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

### Вопросы для зачета:

1. Определение хроматографии.
2. Открытие хроматографии и история ее развития.
3. Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
4. Классификация хроматографических методов (по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по технике выполнения).
5. Устройство газового хроматографа.
6. Типы хроматографических колонок.
7. Характеристики хроматографических пиков.
8. Параметры, характеризующие селективность и эффективность хроматографического разделения.
9. Вихревая и молекулярная диффузия, сопротивление массопередаче.
10. Уравнение Ван-Деемтера.
11. Основные параметры удерживания.
12. Природа сил взаимодействия сорбата с неподвижной фазой, типы этих взаимодействий.
13. Полярность фаз и сорбатов.
14. Индексы Ковача.
15. Индексы Роршнайдера.
16. Концентрационные детекторы.
17. Поточные детекторы.
18. Важнейшие характеристики детекторов
19. Устройство основных типов детекторов: детектор по теплопроводности (катарометр), термохимический детектор, пламенно-ионизационный детектор, термоионный (фосфорный) детектор, детектор электронного захвата.
20. Капиллярная хроматография
21. Определение эффективности капиллярной колонки
22. Жидкостная хроматография
23. Адсорбционная жидкостная хроматография. Носители, подвижные фазы.
24. Распределительная хроматография. Привитые фазы.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
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
<b>Знать:</b> теоретические основы химических дисциплин, необходимые для проведения научных исследований в сфере профессиональной деятельности – в области нефтепереработки, нефте- и газохимии и катализа.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<b>Уметь:</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, <b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования <b>Уметь:</b> планировать и проводить эксперименты, обобщать результаты научных исследований. <b>Уметь</b> подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от типа каталитического процесса и комплексно исследовать их свойства	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<b>Владеть</b> методикой и быть способным самостоятельно изучать и анализировать научно-технические, патентные и учебные материалы в области нефтепереработки, нефте- и газохимии, катализа. <b>Владеть:</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете