

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)**  
**Физическая химия сверхкритических флюидов**

**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 сверхкритических флюидов.</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 сверхкритического флюидного состояния вещества, особенности механизмов химических реакций, транспорта, растворения и набухания различных веществ и материалов в сверхкритических флюидах (СКФ)  <b>Уметь:</b> применять основные экспериментальные методы изучения сверхкритических флюидов</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>Знать:</b> возможности и ограничения различных кинетических моделей при решении практических задач, связанных со свойствами сверхкритических флюидов  <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 сверхкритических флюидах</p>

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 56 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 14 часов – индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 52 часа составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**Знать:** основные законы физической химии;

**Уметь:** находить и использовать литературные данные, относящиеся к физическим свойствам газов и жидкостей;

**Владеть:** методологией физико-химического исследования растворителей.

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, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов.п.	Всего
Тема 1. Сверхкритические флюиды (СКФ): от открытия в лаборатории	10	2	2	0	2		6	4		4

до крупнотоннажного внедрения. Область существования сверхкритических флюидов на диаграмме состояния. Критическая точка.										
Тема 2 Свойства СКФ, не типичные для газов и жидкостей, и механизмы управления ими. Коэффициенты диффузии в СКФ, вязкость, диэлектрическая проницаемость, плотность, методы их определения	14	4	4	0	2		10	4		4
Тема 3 Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. Фазовые диаграммы СКФ растворов. Экспериментальные методы исследования растворимости веществ в сверхкритических флюидах.	14	4	4	2	2		12	2		2
Тема 4 Особенности спектроскопии СКФ растворов – ИК, КР, УФ, ЭПР. Техника эксперимента.	10	2	2	0	2		6	4		4
Тема 5 Теоретические методы описания микроструктуры и динамики СКФ.	12	2	2	0	2		6	4		4
Тема 6. Процессы, лежащие в основе сверхкритических флюидных технологий. Экологические аспекты. Основные принципы конструирования	12	4	4	0	2		10	4		4

установок для работы с СКФ.										
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	36			2	2	2	6	30		30
<b>Итого</b>	108	18	18	4	14	2	56	52		52

#### 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. Mc Hugh M.A., Krukoni V.J. Supercritical fluid extraction. Principles and practice. 2<sup>nd</sup>ed. Butterworth-Heinemann, 1989.
2. Анисимов М.А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах. М.: Наука.1987. 272с.
3. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Г.И. Гумерова Г.И. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров. Казань: ФЭН, 2000. 328 с.

#### Дополнительная литература

1. Газизов Р.А. и др. Практикум по основам сверхкритических флюидных технологий: учебное пособие. 2-е переработанное и дополненное издание. Казань: ООО» Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»; 2010. 452 с.
  2. Чернышев А.К., Гумеров Ф.М., Цветинский Г.Н. и др. Диоксид углерода. Свойства, улавливание, получение, применение. М. 2013. 903 с.
- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами), техникой для презентаций

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

Голубева Елена Николаевна, 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. Исторические аспекты и перспективы использования сверхкритических флюидов.
2. Область существования сверхкритических флюидов на диаграмме состояния. Основные физические характеристики сверхкритических флюидов и механизмы управления ими. Примеры экспериментальных подходов к определению свойств сверхкритических флюидов.
3. Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. Фазовые диаграммы СКФ растворов. Соразтворители.
4. Экспериментальные методы исследования растворимости веществ в сверхкритических флюидах.
5. Спектроскопия сверхкритических флюидных растворов. Техника эксперимента.
6. Теоретическое моделирование микроструктуры и динамики сверхкритических флюидных растворов.
7. Сверхкритические флюиды как среды для проведения химических реакций. Окисление органических соединений в сверхкритической флюидной среде. Примеры.
8. Физико-химические основы сверхкритической флюидной экстракции и хроматографии.
9. Физико-химические основы сверхкритической флюидной микронизации материалов.
10. Сверхкритические флюиды в задачах полимерной химии.

#### 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	2	3	4	5
Результат				

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



РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p><b>Знать:</b> основные свойства сверхкритического флюидного состояния вещества, особенности механизмов химических реакций, транспорта, растворения и набухания различных веществ и материалов в сверхкритических флюидах (СКФ)</p> <p><b>Знать:</b> возможности и ограничения различных кинетических моделей при решении практических задач, связанных со свойствами сверхкритических флюидов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: применять основные экспериментальные методы изучения сверхкритических флюидов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<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 сверхкритических флюидах</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>