

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)**

**Химические превращения полимеров**

**Уровень высшего образования:**

Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Высокомолекулярные соединения

**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, 2020/2021

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>СПК-1.С</b> Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами исследования высокомолекулярных соединений и материалов на их основе, способен использовать эти методы при решении задач в профессиональной деятельности</p>	<p><b>СПК-1.С.1</b> Предлагает возможные расчетно-теоретические методы изучения полимерных систем при решении поставленной задач</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования структуры полимеров</p>
	<p><b>СПК-1.С.2</b> Предлагает возможные экспериментальные методы изучения полимерных систем при решении поставленной задачи</p>	<p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования структуры полимеров в соответствии с заданной научной задачей <b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании структуры полимеров</p>
<p><b>СПК-2.С.</b> Способен синтезировать высокомолекулярные соединения и проводить их химическую модификацию с использованием современных экспериментальных методов химии полимеров</p>	<p><b>СПК-2.С.2</b> проводит химическую модификацию ВМС с использованием современных экспериментальных методов химии полимеров</p>	<p><b>Знать:</b> современные представления о химических превращениях полимеров <b>Уметь:</b> прогнозировать кинетические аспекты химической модификации полимеров <b>Владеть:</b> способностью предлагать методы химической модификации полимеров с целью получения вещества с заданными свойствами</p>
<p><b>СПК-3.С.</b> Способен использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, в практической деятельности</p>	<p><b>СПК-3.С.1</b> Использует теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений при планировании исследований ВМС</p>	<p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их химическими свойствами <b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимеров с использованием знаний о свойствах их растворов <b>Владеть:</b> способностью использовать свойства растворов полимеров при управлении их химическими превращениями</p>

<p><b>СПК-4.С.</b> Владеет современными представлениями о структуре и физических (в том числе механических) свойствах полимеров, способность применять их на практике</p>	<p><b>СПК-4.С.1</b> Использует корреляции «структура – свойство» при получении полимерных материалов с заданными свойствами</p>	<p><b>Знать:</b> взаимосвязь между химическими свойствами полимеров и их структурой и механическими свойствами  <b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимеров с учётом их структуры  <b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и химических свойствах полимера</p>
<p><b>СПК-5.С.</b> Готов применять знание теоретических основ современной технологии синтеза полимеров и переработки полимерных материалов в профессиональной деятельности</p>	<p><b>СПК-5.С.1</b> Предлагает способы масштабирования лабораторных методик синтеза полимеров и переработки полимерных материалов</p>	<p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией переработки полимеров и их химическими свойствами  <b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимерных материалов в тех или иных технологических условиях  <b>Владеть:</b> способностью использовать знания о химических свойствах полимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</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 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

**знать:** основы науки о полимерах;

**уметь:** работать с научной литературой и лекционным материалом, анализировать графики функций, проводить элементарные математические преобразования и вычисления;

**владеть:** методами математической обработки экспериментальных величин, в том числе с использованием математической статистики.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	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	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	<b>Всего</b>
Специфика макромолекулярных реакций. Реакции, не имеющие аналогий в химии малых молекул.	14	4	4	0	0	0	8	6	0	6
Основные положения теории макромолекулярных реакций. Макромолекулярные эффекты. Математический аппарат теории макромолекулярных реакций	20	6	6	0	0	0	12	8	0	8
Обратные задачи – определение кинетических констант	16	4	4	0	0	0	8	8	0	8
Основные типы реакций с участием макромолекул	16	4	4	0	0	0	8	8	0	8
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u>	6			2		2	4		2	2
<b>Итого</b>	<b>72</b>	18	18	2	0	2	<b>40</b>	30	2	<b>32</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

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

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

## 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

### Основная литература

1. Высокомолекулярные соединения (под ред. А.Б. Зезина) Учебник, М.: Юрайт, 2016.
2. Методические пособия по разделам науки о полимерах на сайте кафедры <http://vmsmsu.ru/what.html>

### Дополнительная литература

1. Ю.Д.Семчиков, Высокомолекулярные соединения, Учебник, М. «Академия», 2006.
2. Н.А.Платэ, А.Д.Литманович, Я.В. Кудрявцев. «Макромолекулярные реакции в расплавах и смесях полимеров». М. «Наука», 2008.
3. Практикум по высокомолекулярным соединениям. Под ред. В.А. Кабанова. М. «Химия», 1985.
4. Энциклопедия полимеров, М.Изд. БСЭ, т.т.1-3 1977
5. Химическая энциклопедия, Изд. БРЭ, т.т. 1-5, 1988-1998
6. N.A.Plate, A.D.Litmanovich, O.V.Noah, «Macromolecular Reactions. Peculiarities, Theory and Experimental Approaches» John Wiley and Sons Ltd., Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 1995
7. Е.Феттес. «Химические реакции полимеров». М., «Мир», 1967.
8. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. «Статистическая физика макромолекул». М. «Наука», 1989.
9. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. «Полимеры и биополимеры с точки зрения физики», Долгопрудный. Издат. дом «Интеллект», 2010
10. Научно-популярные статьи на сайте кафедры <http://welcome.vmsmsu.ru/papers.html>

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

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н. в.н.с. Кудрявцев Я.В.

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

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

### Теоретические контрольные вопросы и практические контрольные задания

1. Принцип равной реакционной способности: условия соблюдения, примеры.
2. Эффект соседа в макромолекулярных реакциях.
3. Конфигурационный эффект в макромолекулярных реакциях.
4. Дать определение и записать выражения через вероятности соответствующих последовательностей для марковских переходных вероятностей 3-его порядка.
5. Записать кинетическое уравнение для мольной доли синдио-триад AAA при условии одновременного проявления конфигурационного эффекта и эффекта соседних звеньев.
6. Показать, что в цепи бинарного сополимера верны соотношения:
7.  $(AB) = (BA)$ ;  $(AAB) = (BAA)$ ;  $(AAAB) = (BAAA)$
8. Выразить мольные доли всех возможных диад в цепи бинарного сополимера через мольные доли соответствующих тетрад.
9. Вывести кинетическое уравнение для мольной доли изо-триад AAA при условии одновременного проявления конфигурационного эффекта и эффекта соседних звеньев.
10. Использование низкомолекулярных моделей для решения обратной кинетической задачи для реакций, протекающих с эффектом соседних звеньев.
11. Расчет кинетики, распределения звеньев и композиционной неоднородности продуктов полимераналогичных реакций для случая отсутствия макромолекулярных эффектов.
12. Вывести выражение для предельной температуры деполимеризации.
13. Вывод кинетического уравнения деструкции по закону случая.
14. Самостоятельно вывести соотношения, связывающие вероятности последовательностей звеньев разной длины.
15. Самостоятельно вывести выражения для марковских переходных вероятностей 3-его порядка.
16. Самостоятельно вывести кинетические уравнения реакции с учетом конфигурационного эффекта.
17. Предложить возможные задачи статистической физики полимеров, для решения которых может быть применен метод Монте-Карло.
18. Рассмотреть метод определения кинетических констант из экспериментальных данных по кинетике конкретной реакции.
19. Найти в литературе примеры химических реакций полимеров разных типов.

### Вопросы к зачету

1. Принцип равной реакционной способности: условия соблюдения, примеры.
2. Основные особенности реакционного поведения функциональных групп макромолекул.
3. Эффект соседа в макромолекулярных реакциях.
4. Конфигурационный эффект в макромолекулярных реакциях.
5. Конформационный эффект в макромолекулярных реакциях.
6. Надмолекулярный эффект в макромолекулярных реакциях.
7. Электростатический эффект в макромолекулярных реакциях.

8. Эффект цепи и окружающей среды в макромолекулярных реакциях.
9. Кинетика макромолекулярных реакций, протекающих с эффектом соседа.
10. Математическое описание микроструктуры полимерных цепей.
11. Приложение теории цепей Маркова к описанию микроструктуры макромолекул сополимеров.
12. Математическое моделирование. Метод Монте-Карло. Случайные блуждания. Моделирование цепей на решетках.
13. Обратные задачи статистики макромолекулярных реакций.
14. Экспериментальные методы определения кинетических параметров реакций, протекающих с эффектом соседа.
15. Применение ЯМР-спектроскопии при исследовании микроструктуры полимерной цепи.
16. Химические методы исследования микроструктуры полимерной цепи.
17. Полимераналогичные превращения как способ модификации полимеров.
18. Внутримолекулярные реакции.
19. Способы получения термостойких полимеров.
20. Межмолекулярные реакции. Блок- и привитые сополимеры.
21. Цепная деструкция. Понятие о предельной температуре.
22. Деструкция по случайному механизму.
23. Термоокислительная деструкция.

### 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



<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов исследования химических превращений полимеров</p> <p><b>Знать:</b> современные представления о химических превращениях полимеров</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их химическими свойствами</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между химическими свойствами полимеров и их структурой и механическими свойствами</p> <p><b>Знать:</b> взаимосвязь между технологией переработки полимеров и их химическими свойствами</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p><b>Уметь:</b> предлагать методы исследования химических превращений полимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать кинетические аспекты химической модификации полимеров</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимеров с использованием знаний о свойствах их растворов</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимеров с учётом их структуры</p> <p><b>Уметь:</b> прогнозировать химические свойства полимерных материалов в тех или иных технологических условиях</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, контрольные вопросы, устный опрос на зачёте</p>
<p><b>Владеть:</b> способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании химических превращений полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> способностью предлагать методы химической модификации полимеров с целью получения вещества с заданными свойствами</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать свойства растворов полимеров при управлении их химическими превращениями</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и химических свойствах полимера</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать знания о химических свойствах полимеров при разработке технологии получения и переработки полимеров</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте</p>