

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

РЕКОМЕНДОВАНО

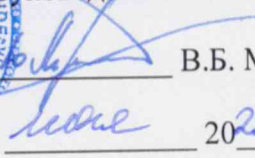
Директор УФИХ УФИЦ РАН

 Р.Л. Сафиуллин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ

Врио руководителя УФИЦ РАН

 В.Б. Мартыненко

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ДОПОЛНЕНИЯ К ПРОГРАММЕ**



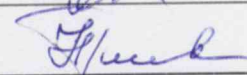
кандидатского экзамена по научной специальности

**1.4.7 Высокомолекулярные соединения**

Программа составлена в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени (утверждена Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118).

Уфа – 2022

Составители:

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

д-р хим. наук, проф. С.В. Колесов

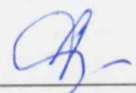
д-р хим. наук В.А. Крайкин

д-р хим. наук, доцент Н.Г. Гилева

Согласовано:  
Заведующий отделом аспирантуры УФИЦ РАН

  
\_\_\_\_\_/М.Ю. Тимофеева

Ученый секретарь УФИХ УФИЦ РАН

  
\_\_\_\_\_/Ф.А. Гималова

## Поликонденсация

Катализаторы поликонденсации. Акцепторно-каталитическая поликонденсация (низкотемпературная). Роль специально добавляемых акцепторов-катализаторов, роль растворителя (синтез полиэфиров, полиамидов ит.п.). Особенности поликонденсации в амидных растворителях при синтезе полиамидов, полигидразидов и др. полимеров. Поликонденсация по Фриделю-Крафтсу. Синтез ароматических поликетонов и полисульфонов. Катализаторы реакции, особенности катализа. Синтез полимеров в среде полифосфорной кислоты и смеси  $\text{HF} + \text{BF}_3$ . Использование в качестве каталитической системы - растворитель - катализатор - трифенилсульфо-кислоты в сочетании с  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Каталитические системы, в которых  $\text{AlCl}_3$  используется в комбинации с основаниями Льюиса.

Ускоряющее влияние реакционной среды. Влияние растворителей на примере синтеза ароматических простых полиэфиров реакцией нуклеофильного замещения активированного атома галоида, синтеза ароматических полиамидов, полиимидов и т.п. Кинетика и катализ реакций полиэтерификации, полиперэтерификации, имидизации, отверждения фенолоформальдегидных и аминокформальдегидных олигомеров. Реакции ограничения цепи при поликонденсации.

Мономеры для поликонденсации. Ди-, три- тетрафункциональные мономеры: алифатические и ароматические карбоновые кислоты и их хлорангидриды, оксикислоты, амины, бисфенолы, гликоли, карбонильные соединения. Методы синтеза и очистки. Физические и химические свойства. Критерии качества и чистоты мономеров. Анализ мономеров.

Совместная поликонденсация. Особенности сополиконденсации в условиях равновесной и неравновесной поликонденсации. Особенности синтеза блок-сополимеров при поликонденсации.

Трехмерная поликонденсация. Особенности трехмерной поликонденсации полифункциональных соединений. Гелеобразование, ММР. Трехмерная поликонденсация как побочный процесс в линейной поликонденсации. Особенности структурирования полиароилефталидов. Экстремальное изменение  $M_w$ ,  $M_w/M_n$  и числа узлов ветвления политерфенилефталидов в процессах термической и термоокислительной деструкции.

Поликонденсация олигомеров. Поликонденсация олигомеров и других препрегов при формировании изделий, сопровождающаяся получением линейных или трехмерных полимеров. Поликонденсационные блок-сополимеры.

Отдельные представители высокомолекулярных соединений.

Сложные полиэфиры. Ненасыщенные полиэфиры. Полиарилаты, эконол. Полиамиды (капролит, капронол). Ароматические полиамиды, фенилон. Высокочпрочные волокна. Поли (п-бензамид), поли(п-фенилентерефталамид). Ароматические, простые полиэфиры, поликетоны и полисульфоны. Кардовые полимеры: ароматические сложные полиэфиры, кардовые карбоцепные полимеры (полиарилентфалиды). Полифениленсульфиды. Ароматические полимеры с гетероциклами в основной цепи. Полиимиды. Карборансодержащие полимеры. Поливинилкарбазол. Полисопряженные системы, карбин, полиины, полиены, поликумулены, полифенилены. Получение графитизированных углеродных материалов. Полисопряженные системы из полиакрилонитрила. Полимеры с ароматическими и гетероароматическими структурами, получаемыми циклотримеризацией этильных производных, циановых эфиров, изоцианатов и т.п. (полифенилены, полицианаты и т.п.); олигомеризация и образование сшитых систем. Ионообменные и электрообменные смолы, сорбенты. Полимерные мембраны с селективной активностью.

Синтез и исследование микроструктуры и состава полиарилентфалидов

Химические превращения. Химические превращения с увеличением, уменьшением и сохранением степени полимеризации. Особенности внутримолекулярной циклизации при синтезе полигетероариленов. Химические превращения при управляемой деструкции (пиролизе) как способ модификации полимеров. Химическая модификация полисахаридов. Электропроводящие полимеры. Гидролитическая деструкция гетероцепных полимеров; катализ реакции кислотами и основаниями. Процессы комплексообразования с участием макромолекул. Интерполимерные комплексы.

#### Анионная полимеризация

Основные стадии процесса анионной полимеризации. Реакция иницирования. Карбанионы, анион-радикалы. Понятие об ионных парах, сольватированных ионах и различных типах ассоциатов.

Реакция роста цепи. Реакционная способность свободных анионов, контактных ионных пар, сольватно-разделенных ионных пар. Влияние температуры, природы мономера и инициатора, концентрации активных центров, природы растворителя на отдельные стадии реакции анионной полимеризации и на микроструктуру образующегося полимера. Кинетика анионной сополимеризации. Исследование активных центров анионной полимеризации методами спектроскопии. Теоретическое исследование методами квантовой химии строения и реакционной способности активных

центров при анионной полимеризации ненасыщенных неполярных мономеров. Живущие полимеры. Применение живущих полимеров в синтетической полимерной химии. Монодисперсные полимеры; причины, вызывающие расширение ММР.

Полимеры с концевыми функциональными группами. Способы получения. Основные проблемы, связанные с получением низкомолекулярных полимеров с концевыми функциональными группами (Ф.Г.) Преимущества и недостатки жидких полидиенов с концевыми ф.г., полученных методом анионной полимеризации, перед аналогичными полимерами, полученными др. способами. Полистирол, сополимеры диенов со стиролом. Синтез и применение эластомеров на основе углеводородных олигомеров с концевыми функциональными группами.

#### Ионно-координационная полимеризация $\alpha$ -олефинов и диенов

Органические соединения переходных металлов, содержащие  $\delta$ -связь Me-S. Реакции образования каталитических комплексов. Гомогенные, гетерогенные и коллоидно-дисперсные каталитические системы. Роль сокатализатора. Комплексообразование, алкилирование, восстановление. Роль среды.  $\pi$ -Комплексы соединений переходных металлов - строение, устойчивость и химические свойства.

Стереоспецифическая, стереоизбирательная и стереоселективная полимеризация. Изомерия в виниловых и диеновых полимерах. Влияние условий приготовления и условий полимеризации, а также природы соединения переходного металла на активность и стереоспецифичность катализатора.

Механизмы ионно-координационной полимеризации диенов. Доказательства координационного механизма полимеризации. Би- и монометаллическая структура активных центров полимеризации. Теории стереорегулирования в полимеризации диенов.

Квантово-химические исследования механизма ионно-координационной полимеризации диенов. Расчеты структуры активных центров и их комплексов с мономерами. Механизм цис- и транс-стереорегулирования при полимеризации сопряженных диенов под действием каталитических систем на основе щелочных (S-) и переходных (d- и f-) металлов.

Количественный анализ кинетической схемы полимеризации под действием цис-регулирующих лантаноидных и транс-регулирующих ванадиевых каталитических систем. Изучение связи между реакционной способностью и стереоспецифичностью действия активных центров.

Инициирование, рост, обрыв и передача цепи в ионно-координационной полимеризации диенов. Классификация реакции полимеризации по величине скорости инициирования, по изменению числа растущих полимерных цепей во времени, по величине скорости переноса. Порядки реакций. Энергии активации процесса. Определение числа активных центров и констант скоростей отдельных актов. Время жизни активных центров. Связь реакционной способности активных центров с их стереоспецифичностью. Диффузионное торможение. Влияние условий приготовления катализаторов и условий проведения полимеризации на молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение полимеров. Аналитические функции ММР. Полимеризация диенов под действием  $\pi$ -алкенильных комплексов переходных металлов. Особенности полимеризации диенов на "титановых", "ванадиевых", "кобальтовых" и "никелевых" катализаторах. Полимеризация диенов на соединениях подгруппы лантана и актиния. Полимеризация полярных мономеров. Ионно-координационная сополимеризация диенов. Альтернативная сополимеризация. Блок- и привитые сополимеры.

Полицентровость ионно-координационных каталитических систем. Причина и доказательства наличия распределения типов активных центров по кинетической активности и стереоспецифичности действия. Методы исследования и оценки полицентровости.

Координационная полимеризация циклоолефинов и циклодиенов. Особенности полимеризации норборнена с раскрытием цикла под действием рутениевых комплексов. Строение металлокарбеновых и металлоциклобутановых комплексов. Механизм стереорегулирования на примере полимеризации норборнена с раскрытием цикла.

Полидиены, получение мономеров, синтез и свойства полимеров. Полибутадиен, полиизопрен, синтетические каучуки и гуттаперча. Полипиперилен. Особенности молекулярной структуры и макроскопических свойств эластомеров. Порошкообразный каучук. Хлоропреновый каучук. Акрилатные каучуки. Латексы и жидкие каучуки. Соплимерные эластомеры (эмульсионные и растворные бутадиенстирольные каучуки, бутадиеннитрильный каучук, сополимеры диенов с  $\alpha$ -олефинами), термоэластопласты. Полинорборнен, полициклопентадиен.

Катионная полимеризация. Инициаторы катионной полимеризации соинициаторы (сокатализаторы). Мономеры, влияние примесей на процесс.

Радикальная полимеризация. Свободные радикалы и их реакции в растворе. Методы изучения структуры и реакционной способности макрорадикалов. Мономеры, способные к

полимеризации по радикальному механизму. Связь между строением мономера и его реакционной способностью. Кинетическая схема полимеризации. Допущения, упрощающие кинетическую схему. Принцип стационарности. Стационарные молекулярно-массовые характеристики полимеров.

Инициирование. Скорость и механизм инициирования. Виды инициирования: вещественное, термическое, окислительно-восстановительное, фото- и радиационное инициирование. Другие способы инициирования. Участие инициаторов в обрыве цепи. Методы определения скорости и эффективности инициирования. Многокомпонентные иницирующие системы.

Рост цепи. Средняя длина полимерной цепи. Активность радикалов и мономеров. Комплексно-связанные радикалы. "Псевдоживая" радикальная полимеризация. Эффекты стереорегулирования в радикальной полимеризации.

Передача цепи. Регуляторы молекулярной массы и молекулярно-массового распределения.

Обрыв цепи. Виды обрыва. Константы роста и обрыва. Ингибирование. Ингибиторы и их классификация. Роль кислорода в процессах полимеризации. Фото- и радиационное ингибирование.

Методы определения абсолютных констант скоростей элементарных актов радикальной полимеризации. Полимеризация в нестационарном и квазистационарном состоянии. Особенности радикальной полимеризации при глубоких степенях превращения. Гель-эффект. Изменение кинетических параметров при гель-эффекте. Методы регулирования процессов полимеризации при глубоких конверсиях: быстрого расхода инициатора, слабых ингибиторов, совместного инициирования, авторегулирования, фото- и радиационного ингибирования.

Фото- и радиационная полимеризация. Полимеризация при низких температурах. Пост-эффекты. Полимеризация в твердом состоянии. Фото- и радиационная прививочная полимеризации.

Радикально-комплексная полимеризация виниловых мономеров. Причины бимодального вида кривых ММР при комплексно-радикальной полимеризации виниловых мономеров.

Сополимеризация. Структура сополимеров. Связь строения и свойств сополимеров. Кинетика и элементарные стадии сополимеризации. Уравнение состава сополимеров. Методы определения констант сополимеризации. Конверсионные зависимости в сополимеризации.

Реакционная способность мономеров и стерические эффекты в сополимеризации. Сополимеризация мономеров не образующих гомополимеров по радикальному механизму.

Последовательность распределения звеньев при сополимеризации. Роль предпоследнего звена на вхождения сомономера. Явления специфической сольватации растущих радикалов Многокомпонентные системы.

Гетерофазная гомо- и сополимеризация. Особенности эмульсионной сополимеризации. Сополимеризация ионизирующихся мономеров, роль среды.

Регулирование состава сополимеров. Способы изменения активности сомономеров. Синтез полимеров с регулируемым соотношением гидрофильных и гидрофобных свойств.

Термодинамика процессов полимеризации. Термодинамическая возможность процессов полимеризации. Энтальпия и энтропия полимеризации. Предельная температура полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Равновесные молекулярно-массовые характеристики полимеров. Теоретический расчет энтальпии полимеризации. Калориметрические методы исследования. Влияние структуры мономера на энтальпию и энтропию полимеризации; стерические эффекты, эффект образования водородных связей. Теплоты сополимеризации. Влияние температуры, давления, растворителя на процесс радикальной сополимеризации.

Взаимосвязь между кинетическими и термодинамическими параметрами полимеризации. Регулирование процессов полимеризации, характеризующихся интенсивным тепловыделением и нарушением изотермичности.

Модифицированные полимерные материалы. Элементоорганические соединения в реакциях радикальной полимеризации. Азот-, серо-, кремнийсодержащие мономеры и специфика их полимеризации. Металлосодержащие полимеры. Иономеры. Особенности морфологии иономеров.

Псевдоживая радикальная полимеризация. Механизмы обратимого обрыва растущих цепей. Кинетика псевдоживой полимеризации. Молекулярно-массовые характеристики полимеров, получаемых в системах псевдоживой радикальной полимеризации. Пост-эффекты в псевдоживой радикальной полимеризации. Использование методологии псевдоживой полимеризации для регулирования архитектуры макромолекул.

Металлокомплексные соединения в радикальной полимеризации. Радикально-координационная полимеризация. Доказательства механизма



координационного роста цепей. Особенности радикально-координационной сополимеризации виниловых мономеров.

### **Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

#### ЛИТЕРАТУРА К РАЗДЕЛАМ:

##### **Поликонденсация**

1. В.В. Киреев. Высокомолекулярные соединения. Часть 1. М.: Юрайт. – 2017 365 с.
2. С.В. Виноградова, В.А. Васнев, Поликонденсационные процессы и полимеры. М.: Наука, 2000.
3. Дж. Оудиан. Основы химии полимеров. М., Мир, 1974.
4. В.В. Коршак. Разнозвенность полимеров. М., Наука, 1977.
5. С.В. Виноградов. Основные закономерности неравновесной поликонденсации. Высокомолек. соед., А19, № 4, 667-698 (1977).
6. А.Л. Русанов, С.Н. Леонтьева, Ц.Г. Иремашвили. Трехстадийный метод синтеза "лестничных" полигетероариленов. Успехи химии, 46, № 1, 151-183 (1977).
7. В.П. Шибаяев, Н.А. Платэ. Жидкокристаллические полимеры. Высокомолек. соед., 219, № 5, 923-972 (1977).
8. В.В. Коршак, А.А. Жданов. Успехи химии кремнийорганических полимеров. Успехи химии, 44, 469 (1975).
9. В.В. Коршак, В.А. Замятина, Н.И. Бекасова. Борорганические полимеры, М., Наука, 1975.
10. Фторполимеры, Под ред. Л. Уоллта, М., Мир, 1975.
11. М.И. Силинг. Поликонденсация. Физико-химические основы и математическое моделирование. М., Химия, 1988 г.
12. Л.В. Соколов, В.Д. Герасимов, В.М. Савинов, В.К. Беляков. Термостойкие ароматические полиамиды. М., Химия, 1975.
13. В.В. Коршак. Катализ в реакциях поликонденсации. Успехи химии, 51, № 12, 2096-2111, 1982.
14. Мономеры для поликонденсации. Пер. с англ. под ред. В.В. Коршака, М., "Мир", 1978 г.
15. К.У. Бюллер. Тепло- и термостойкие полимеры, М., Химия, 1984 г.
16. М.М. Котон Синтез, структура и свойства ароматических полиимидов. Высокомолек. соед., 21А, № 11, 2498 (1979).

17. С.Р. Рафиков Особенности свойств серосодержащих полимеров. Высокомолек. соед., 21А, № 11, 2518 (1979).
18. И.А. Архипова, Б.А. Жубанов, С.Р. Рафиков Новые гетероцепные полимеры на основе имидов карбоновых кислот. Успехи химии, 47, № 4, 705 (1978).
19. В.А. Васнев, С.В. Виноградова. Успехи в области акцепторно-каталитической полиэтерификации. Успехи химии. 48. № 1. 30 (1979).
20. С.И. Кучанов, Е.В. Брун Современное состояние количественной теории поликонденсационных процессов. Успехи химии. 48. № 2. 297. (1979).
21. П.М. Валецкий, И.П. Сторожук. Блок-сополимеры поликонденсационного типа. Успехи химии. 48. № 1. 75 (1979).
22. А.Л. Русанов, Лестничные полигетероарилены - успехи и проблемы. Успехи химии. 48. №1. 115 (1979).
23. М.М. Тепляков Тримеризационная поликонденсация ацилароматических соединений и их ацеталей. Успехи химии. 48. № 2. 344 (1979).
24. В.А. Сергеев, В.К. Шитиков, В.А. Панкратов Синтез полимеров реакцией полициклотримеризации. Успехи химии. 48. № 1. 148 (1979).
25. Л.В. Соколов. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. М., Химия, 1979.
26. С.И. Кучанов. Методы кинетических расчетов в химии полимеров. М., Химия, 1978.
27. С.П. Папков. Жидкокристаллическое состояние полимеров. М., Химия, 1977.
28. Р.С. Варштейн, И.А. Сорокина. Каталитическая поликонденсация, М., Химия, 1988.
29. С.В. Виноградова. Новое в области поликонденсации. Высокомолекулярные соединения, Т. А27, № 11, с.2243-2260, (1985).
30. М.М. Котон. Химическое строение, свойства и применение ароматических полимидов. Хим. технол., свойства и применение пластмасс. Л., 1988, 12-27.
31. P. Vogel. Carboation chemistry. - Amsterdam E.S.P. 1985 г.
32. M.J. Mullins, E.P. Woo. The synthesis and properties of poly (aromatic ketones) J.M.S. Rev. Macromol. Chem. Phys.-1987.-V.27. №2.-P.313-341.
33. А. Фрейзер. Высокотермостойкие полимеры. М., Химия, 1971 г.
34. С.Я. Магарик. Структура макромолекул полиамидокислот и полиимидов.//Высокомолек. соед. 1998. Т.40. №4. С.685-703.

35. А.Л. Русанов. Процессы поликонденсации и полиприсоединения с использованием силилированных мономеров. Успехи химии, 59, №9, 1492 (1990).
36. Б.А. Розенберг. Донорно-акцепторные взаимодействия в процессах поликонденсации. Успехи химии, 60, №7, 1473(1991).
37. Р.Д. Кацарова. Достижения и проблемы "активированной поликонденсации". Успехи химии. 60, №7, 1419(1991).
38. Р.Д. Кацарова, Д.П. Харадзе. Гетероциклические бифункциональные мономеры в синтезе полимеров. Успехи химии, 61, №1, 161 (1992).
39. С.А. Силинг, С.В. Виноградова. Реакции о-динитрилов поликарбонновых кислот с ароматическими диаминами. Успехи химии, 64, №9, 810(1994).
40. С.В. Виноградова, П.М. Валецкий, Ю.А. Кабачий. Полимеры с ариленкарбонановыми фрагментами в цепи. Успехи химии, 64, № 4, 390, (1995).
41. С.В. Виноградова, В.А. Васнев, Я.С. Выгодский. Кардовые полигетероарилены. Синтез, свойства и своеобразие. Успехи химии. 65, №3, 266 (1996).
42. З.Б. Шифрина, А.Л. Русанов. Ароматические полиимиды с гибкими и жесткими цепями. Успехи химии. 65, №7, 648(1996).
43. А.Л. Русанов, И.А. Хотина. Реакции поликонденсации, катализируемые комплексами Ni и Pd, как методы синтеза карбо-и гетероциклических полиариленов. Успехи, 65, №9, 852(1996).
44. В.И. Иржак. Методы описания кинетики процессов формирования поликонденсационных полимеров и их структуры. Успехи химии., 66, №6, 598(1997).
45. В.А. Крайкин, Н.Г. Гилева, Э.А. Седова, А.А. Фатыхов, З.И. Мусина, С.Н. Салазкин. Сополиконденсация псевдохлорангидридов кетокрбонновых кислот. ДАН России. 2002. т.385. №3. с. 363-367.
46. В.А. Крайкин, С.И. Кузнецов, Н.Г. Гилева, Э.А. Седова, С.Н. Салазкин/ Новый подход к исследованию состава и микрогетерогенности сополиариленфталита. ДАН России. 2002. т.387. №2. с. 213-218.
47. В.А. Крайкин, В.М. Лактионов, М.Г. Золотухин, С.Н. Салазкин, Э.С. Филатова, С.Р. Рафиков. Деструкция полиариленфталитов на воздухе и в вакууме. Высокомолек. соед. А. 1998. т.40. №9. с.1493-1499.
48. В.А. Крайкин, З.И. Мусина, Н.Г. Гилева, С.Н. Салазкин, ак. Ю.Б. Монаков. Об экстремальном изменении молекулярно-массовых характеристик политерфениленфталита в процессе термоокислительного старения ДАН России. 2002. т.385. №2.с.212-216

### **Ионно-координационная полимеризация**

1. Ю.Б. Монаков, Г.А. Толстиков. Каталитическая полимеризация 1,3-диенов. М., Наука, 1990.
2. В.В. Мазурек. Полимеризация под действием соединений переходных металлов. Л., Наука, 1974.
3. В.В. Мазурек. Полифункциональность инициирующих систем с соединениями переходных металлов в процессах полимеризации. Л., "Наука", 1985 г., 184 с.
4. Реакционная способность, механизмы реакции и структура в химии полимеров, под ред. А. Дженникса и А. Ледвиса, М., Изд-во Мир, 1977.
5. М. Грин. Металлоорганические соединения переходных элементов. М., Изд-во "Мир", 1972.
6. Ю.Б. Монаков, З.М. Сабилов, В.Н. Уразбаев. Влияние структуры диена на стерео- региоселективность лантаноидных катализаторов. // Башкирский хим.журнал. 1997. Т.4. Вып.3. С.28-31.
7. П. Коррадини, Г. Гуерра. Процессы стереоспецифической полимеризации и стереорегулярные полимеры. Представления о механизмах и структуре через 40 лет после открытия. // Высокомол. соед. 1994. Т.36. №10. С.1588-1606.
8. Б.А. Долгопоск, Е.И. Тинякова. Роль катализаторов Циглера-Натта в синтезе стереорегулярных полимеров сопряженных диенов. // Высокомол. соед. 1994. Т.36. №10. С.1653-1679.
9. Ю.Л. Спирин. Реакции полимеризации. Изд-во "Наукова Думка", 1977.
10. Синтетический каучук под ред. И.В. Гармонова. Л., Изд-во "Химия", 1976.
11. Ю.Е. Эйзнер, Б.Л. Ерусалимский. Электронный аспект реакций полимеризации. Л., "Наука", 1976, 179 с.
12. В.М. Соболев, И.В. Бородин. Промышленные синтетические каучуки. М., Изд-во "Химия", 1977.
13. Н.М. Чирков, П.Е. Матковский. Сополимеризация на комплексных катализаторах", М., "Наука", 1974.
14. Н.М. Чирков, П.Е. Матковский, Ф.С. Дьячковский. Полимеризация на комплексных металлоорганических катализаторах. М., Химия, 1976.
15. Л. Порри, А. Джаруссо, Дж. Риччи. Механизм стереоспецифической полимеризации сопряженных диенов. Новые подходы и проблемы. // Высокомол. соед. 1994. Т.36. №10. С.1698-1711.
16. Ю.Б. Монаков, З.М. Сабилов, Н.Г. Марина. Природа активных центров и ключевые стадии полимеризации диенов с лантаноидными каталитическими системами. Высокомол. соед. 1996. Т.38. №3. С.407-417.

- 17.Б.А. Долгоплоск, К.Л. Маковецкий, Е.И. Тинякова, О.К. Шараев, Полимеризация диенов под влиянием  $\pi$ -аллильных комплексов. М., "Наука", 1968.
- 18.В.И. Авдеев, В.А. Захаров, Г.Д. Букатов, Ю.И. Ермаков. Журн. структурной химии, т.18, 525-545. 1977.
- 19.J. Boor. Ziegler-Natta Catalysts and Polymerizations, Academic Press, №7, 1979.
- 20.Б.А. Долгоплоск, Е.И. Тинякова. Металлоорганический катализ в процессах полимеризации, М., Наука, 1982, 510 с.
- 21.Б.А. Долгоплоск, Е.И. Тинякова, В.А. Яковлев, С.Б. Гольштейн. Полимеризация диенов под влиянием металлоорганических соединений, образующихся при окислительном присоединении углеводородов к лантанидам. Высокомол.соед. 1996. Т.38. №3. С.442-446.
- 22.Синтетические каучуки под ред. У.Солтмена. Изд-во "Мир", 1981, т.1 и т.2.
- 23.Н.Г. Марина, Ю.Б. Монаков, С.Р. Рафиков, Х.К. Гаделева. Полимеризация диенов на лантаноидсодержащих каталитических системах. Высокомол. соед., 1984, т. 26 (А), с. 1123-1138.
- 24.Н.Г.Марина, Ю.Б.Монаков, С.Р. Рафиков, В.И. Пономаренко. Связь природы компонентов титансодержащих циглеровских систем с их активностью и стереоспецифичностью при полимеризации диенов. Успехи химии, 1983, №52, №5, с.733-753.
- 25.Н.Г. Марина, Ю.Б. Монаков, З.М. Сабилов, Г.А. Толстикова Соединения лантаноидов - катализаторы стереоспецифической полимеризации диеновых мономеров. Высокомолек. соед. 1991, т.33 (А), №3.
- 26.Ю.Б. Монаков, Н.Г. Марина, З.М. Сабилов. Полимеризация диенов в присутствии лантаноидных катализаторов. Высокомолекулярные соединения. 1994, т. 36(10). С. 1680-1697.
- 27.N.G. Marina, Yu.B. Monakov, G.A. Tolstikov. Ионнокоординационная полимеризация диенов на катализаторах, содержащих f-элементы. Chem. Rev. 1944. V. 18(4). P. 1-77.
- 28.О.К. Шараев, Н.Н. Глебова, И.Н. Маркевич, Г.Н. Бондаренко, Е.И. Тинякова. Особенности кобальтовых каталитических систем цис-полимеризации бутадиена. Природа активных центров. Высокомол. соед. 1996. Т.38. №3. С.447-452.
- 29.Г.Н. Бондаренко, Б.А. Долгоплоск. Изучение механизма стереорегулирования в процессах координационной и анионной полимеризации диенов методами квантовой химии. Высокомол. соед. 1996. Т.38. №3. С.464-468.

30. G. Natta. Stereospecific polymerization // *J. Polym. Sci.*, 1960, V.48, N 150. P. 219.
31. J. Furukawa. Mechanism of diene polymerization // *Pure and Appl. Chem* // 1975. V.42. N 4. P. 495-508.
32. К.С. Минскер, М.М Карпасас, Г.Е. Заиков. Строение активных центров и стереорегулирование при ионно-координационной полимеризации  $\alpha$ -олефинов и 1,3-диенов на катализаторах Циглера-Натта // *Успехи химии*. 1986. Т.55. Вып.1. С.29-61.
33. Химия урана. Под ред. Ласкорина Б.Н. М.: Наука. 1981. 504 с..
34. В.П. Шаталов, В.В Кривошеин., В.П. Юдин, Л.Я. Израйлит, В.Н. Радугина, Синтетический транс-1,4-полиизопрен. М.: ЦНИИТЭнефтехим. 1976. 49 С.
35. Г.Н. Петров, А.А. Коротков Полимеризация изопрена комплексными катализаторами. М.-Л.: 1964. 128 С.
36. А.А. Захарьян, О.В. Фатеев, Бондаренко Г.Н. Некоторые особенности полимеризации транс- и цис-пентадиена-1,3 под влиянием каталитической системы  $VC1_3 \cdot 3TG\Phi - (i-Bu)_3Al$  // *Докл. АН СССР*. 1989. Т.305. №3. С.652-655.
37. Ю.Б. Монаков, Н.Г. Марина, Н.В. Дувакина, В.Л. Золотарев. Магнийорганические соединения и полимеризация диенов // *Высокомол. соед. А*. 1997. Т.39. №5. С.787-797.
38. Ю.Б. Монаков, З.М. Сабиров, В.Н. Уразбаев К вопросу о различии в стереорегулирующей способности титановых и ванадиевых катализаторов Циглера-Натта при полимеризации бутадиена // *Докл. АН*. 1995. Т.341. № 3. С. 364-366.
39. Ю.Б. Монаков, Н.Н. Сигаева. Полицентровость каталитических систем в полимеризационных процессах. *Высокомол. соед. С*. 2001. т.43. №9. с.1667-1688.
40. Н.Н. Сигаева, Т.С. Усманов, В.П. Будтов, С.И. Спивак, Ю.Б. Монаков. Распределение центров полимеризации диенов на лантанидных системах по каталитической активности. *Высокомол. соед. Б*. 2000. т.42. №1. с.112-117.

### Катионная полимеризация

1. В.А. Розенцвет, В.Г. Козлов, Ю.Б. Монаков. Катионная полимеризация сопряженных диенов. Российская акад. наук, Ин-т экологии Волжского бассейна. - Москва : Наука, 2011. – 237 с.
2. Яж. Фурукава, Т. Саегуса. Полимеризация альдегидов и окисей. М.: Мир, 1965.

3. Б.А. Розенберг, В. Иржак, Н.С. Ениколопян. Межцепной обмен в полимерах, М.: Химия, 1975, 237 с.
4. Синтетический каучук. Под ред. И.В.Гармонова Л., Химия, 1976.
5. Ю.А.Мулин, И.К.Ярцев. Пентапласт. Л., Химия, 1975. 120 с.
6. Дж. Оудиан. Основы химии полимеров М.: Мир, 1974.
7. Н.С. Ениколопян, В.В. Иванов, Г.В. Коровина и др. Некоторые проблемы катионной полимеризации гетероциклов. Высокомол. соед., 1977, т.19, часть А, №9, с.1924-1941.
8. Ст. Пенчек, К.С.Казанский. Ионная полимеризация гетероциклов. Высокомол. соед., 1983, т.25, часть А, №7, с.1347-1369.
9. В.В. Иванов, М.А. Маркевич, В.И. Иржак. Некоторые вопросы кинетики и термодинамики процессов образования полимеров. Успехи химии. 1984, т. 53, №2, с.178-199.
10. St. Penzek, P. Kubica, K. Matyjaszewski. Cationic Ring-Opening Polymerization of Heterocyclic Monomers Advances in Polym. Sci., 1980, v.37, p.1-49.
11. А.А. Берлин, К.С. Минскер, Ю.А. Прочухан и др. Макроскопическая кинетика быстрых процессов полимеризации. ВМС (А), т.XXXI, 1989, №9, С.1779-1798.
12. А.А. Берлин, Ю.А. Прочухан, К.С. Минскер и др. Оптимизация молекулярных характеристик в быстрых процессах полимеризации (Обзор). ВМС (А), Т.XXXIII, 1991, №2, с.243-269.
13. А.А. Берлин, Ю.А. Прочухан, Э.А. Туманян и др. Тепловой режим реакции полимеризации изобутилена. ВМС (А), Т.XXX, №11, с. 2436-2440.

#### **Анионная полимеризация**

1. М. Шварц. "Анионная полимеризация". М., Мир, 1971.
2. М. Шварц. Ионы и ионные пары в органических реакциях, М., Мир, 1972.
3. А.А. Коротков, А.Ф. Подольский. Каталитическая полимеризация виниловых мономеров. Л., Наука, 1973.
4. Ю.Е. Ейзнер, В.Л. Ерусалимский. Электронный аспект реакций полимеризаций. Л., Наука, 1976.
5. А.А. Арест-Якубович, И.В. Золотарев, Н.И. Пакуро, Э.В. Кристальный, Б.И.Нахманович. Инициаторы на основе щелочных металлов в полимеризации диеновых мономеров. Высокомол. соед. 1996. Т.38. №3. С.418-426.

6. В.И. Згонник, Е.Ю. Меленевская, В.Л. Ерусалимский. Исследование активных центров анионной полимеризации методами спектроскопии и квантовой химии - Успехи химии, 1978, т.47, №8, с.1479-1503.
7. Г.Б. Ерусалимский, В.А. Кормер. Квантовохимическое исследование структуры активных центров и механизма полимеризации 1,3-диенов под влиянием литийорганических соединений (на примере 1,3-бутадиена). Ж. Всесоюзн. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. 1981, т.26, №3, с.266-272.
8. R.N. Jong, R.P. Quirk, L.J. Fetters. Anionic polymerization of non-polar monomers involving lithium.-Advances in Polymer Science, 1984, 56, p.1-89.
9. З.М. Сабиров, Ю.Б. Монаков, О.А. Пономарев, К.С. Минскер, С.Р. Рафиков. Теоретические исследования строения и реакционной способности активных центров при анионной полимеризации ненасыщенных неполярных мономеров. Журн. физ. химии, 1985, т.59, с.1136-1138.
10. Э.В. Долинская, Е.Ю. Маретина, Г.Б. Ерусалимский, В.А. Кормер. Кинетический стереоконтроль реакции полимеризации 1,3-диенов литийорганическими соединениями. ВМС (А), Т.ХХ1У, 1987, №9, С.1877-1881.
11. Синтетические каучуки под ред. Солтмена. Изд-во Мир, 1981. т.1.

### **Радикальная полимеризация**

1. Н.Н. Сигаева, С.В. Колесов, Е.М. Прокудина, Е.Ю. Никончук, Ю.Б. Монаков. Окинетической неоднородности в радикальной полимеризации стирола в присутствии системы пероксид бензоила – металлоцен. Доклады РАН. 2000. т.386.№6.с.785-788.
2. К. Бемфорд, У. Барб, А. Дженкинс, П. Онъон. Кинетика радикальной полимеризации виниловых соединений. М. Изд-во ИЛ., 1961.
3. Сополимеризация, под ред. Д. Хэма. М., Химия, 1971.
4. Полимеризация виниловых мономеров, под ред. Д. Хэма, М., Химия, 1973.
5. Г.П. Гладышев. Полимеризация виниловых мономеров, Изд-во АН Каз. ССР, Алма-Ата, 1964.
6. Х.С. Багдасарьян. Теория радикальной полимеризации, М., Наука, 1966.
7. Г.П. Гладышев, В.А. Попов. Радикальная полимеризация при глубоких степенях превращения, М., Наука, 1974.
8. Дж. Калверт, Дж. Питто. Фотохимия, М. Мир, 1968.
9. В.А. Кабанов и Д.А. Топчиев. Полимеризация ионизирующихся мономеров. М., Наука, 1977.
10. Радиационная химия полимеров, под ред. В.А. Каргина, М., Наука, 1973.



11. Эмульсионная полимеризация и ее применение в промышленности, М., Химия, 1976.
12. Р. Цереза. Блок и привитые сополимеры, Изд-во "Наука, 1965.
13. А.А. Аскадский. Расчетные способы определения физических характеристик полимеров, Успехи химии. т.46. №6. 1122. 1977.
14. С.С. Иванчев. Радикальная полимеризация, Л. Химия, 1985.
15. В.А. Кабанов, В.П. Зубов, Ю.Д. Семчиков. Комплексо-радикальная полимеризация. М. Химия, 1987.
16. В.М. Сутягин. Экспериментальные методы исследования полимеризации и сополимеризации. Учебное пособие. Томск, 1988.
17. М.Д. Гольдфейн, Н.В. Кожевников, А.В. Трубников. Кинетика и механизм регулирования процессов образования полимеров. Изд. Саратовского университета.-1989 г.
18. Б.А. Долгоплоск, Е.И. Тинякова. Генерирование свободных радикалов и их реакции. М., Наука, 1982.
19. Ю.И. Пузин, Г.В. Леплянин. Органические соединения серы как инициаторы радикальной полимеризации. - Башкирский химич. журнал, 1994, т.1, №3, с.3-17.
20. Г.В. Леплянин, В.Н. Салимгареева и др. Особенности пост-полимеризации метилметакрилата. Башкирский хим. ж. 1995. Т.2. №2, с.39-43; там же №3-4, с.27-31.
21. Н.Г. Подосенова. Исследование механизма радикальной полимеризации ММА вблизи исчерпания мономера. Изв. ВУЗов. Химия и хим. технологии. 1995. Т.38. №6, с.60-67.
22. Реакционная способность, механизмы реакций и структура в химии полимеров, под ред. акад. В.В.Коршака. Изд-во Мир, 1977.
23. Н. Дж. Гейлорд. Реакции полимеризации, инициируемые переносом электрона. Инициирование через катион-радикалы мономера. Успехи химии, 1972, т.41, вып.6, с.1067-1110.

#### **Химические превращения полимеров**

1. Панорама современной химии России. Синтез и модификация полимеров: Сб. обзорных ст. / Редкол.: Монаков Ю.Б. (пред.) и др. М.: Химия. - 2003.
2. Штильман М. И. и др. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения. под ред. М. И. Штильмана. - 3-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 331 с.
3. Е.А. Бектуров, Л.А. Бимендина. Интерполимерные комплексы, Наука, Каз. ССР, Алма-Ата, 1977.

4. Реакции в полимерных системах. под ред. С.С. Иванчева - Л.:Химия, 1987.
5. Б. Рэнби, Я. Рабек. Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. Изд-во "Мир".- М.- 1978.
6. Н.А. Платэ, А.Д. Литманович, О.В.Ноа. Макромолекулярные реакции. М.: Химия. 1977 г.

#### БАЗЫ ДАННЫХ:

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>
2. SCOPUS: <http://www.scopus.com/>
3. Академия Google: <https://scholar.google.ru/>
4. Elsevier: <https://elsevierscience.ru/>