

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО  
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ЛИНСОРАН)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЛИН СО РАН

А.П. Федотов

«26» мая 2025 г.

**ПРОГРАММА**

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

**Область науки:**

1. Естественные науки

**Группа научных специальностей:**

1.4. Химические науки

**Научная специальность:**

1.4.7. Высокмолекулярные соединения

## **1. Формула специальности:**

Высокомолекулярные соединения (ВМС) – раздел химической науки, предметом которой является изучение состава, строения, физико-химических свойств и методов синтеза веществ, состоящих из макромолекул синтетического или природного происхождения, характеризующихся многократным повторением атомов или групп атомов (составных звеньев), соединенных между собой химическими связями в длинные линейные или разветвленные структуры в количестве, достаточном для проявления комплекса свойств, который остается практически неизменным при добавлении или удалении одного или нескольких составных звеньев.

## **2. Направления исследований:**

1. Молекулярная структура, молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, конформационный анализ. Олигомеры, надмолекулярная структура полимеров.
2. Механизмы и условия протекания реакций полимеризации, поликонденсации, полимер-аналогичных превращений, образования сшитых полимеров.
3. Разработка новых и усовершенствование действующих методов синтеза полимеров и композитов на их основе.
4. Химическая, физическая и структурная модификация полимеров. Создание функционализированных полимеров и материалов на их основе.
5. Моделирование молекулярной (надмолекулярной) структуры составных повторяющихся звеньев, олигомеров, полимеров и сополимеров в растворах и расплавах, а также полимерных твердых тел в аморфном, кристаллическом и жидкокристаллическом состояниях.
6. Физико-химические основы процессов переработки полимеров и их смесей через расплавы и растворы в пластмассы, эластомеры, волокна, пленки, мембраны и другие полимерные изделия.
7. Физические и фазовые состояния высокомолекулярных соединений. Реология полимерных растворов, расплавов, дисперсных систем и композитов на основе полимеров.
8. Химическая, физическая и биологическая деструкция полимеров и композитов на их основе. Старение и стабилизация полимерных материалов.
9. Смешение и наполнение полимеров, совместимость компонентов смесей, межфазные взаимодействия.
10. Использование полимерных материалов для решения технологических и

экологических задач, связанных с первичной и вторичной переработкой полимерных материалов, в том числе, рециклинг полимеров.

### **3. Программа подготовки к экзамену**

**1 Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.** Основные понятия и определения: полимер, олигомер, соотношение понятий "полимеры" и "высокомолекулярные соединения". Макромолекула и ее химическое звено. Степень (коэффициент) полимеризации и контурная длина цепи. Критерии разграничения высокомолекулярных соединений и низкомолекулярных веществ.

**2 Классификация полимеров и их важнейшие представители.** Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения звеньев и макромолекулярной цепи. Природные, синтетические и искусственные полимеры. Органические (элементоорганические) и неорганические полимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Линейные, разветвленные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок- и привитые сополимеры. Основные представители. Способы получения. Свойства и области применения.

**3 Пути синтеза полимеров: полимеризация и поликонденсация.** Радикальная полимеризация и сополимеризация. Типы инициаторов. Уравнение состава сополимера для начальных стадий процесса. Константы сополимеризации, методы их определения. Диаграмма составов сополимеров. Способы проведения полимеризации. Ионная полимеризация и сополимеризация. Кинетика катионной полимеризации. Рост и ограничение цепи при катионной полимеризации. "Живые цепи" в ионной и радикальной полимеризации. Влияние растворителя и комплексообразователей на состав сополимеров.

**4 Химическая модификация полимеров.** Основные закономерности модификации полимеров. Реакционная способность функциональных групп макромолекул и низкомолекулярных соединений. Эффекты цепи и соседней группы, конфигурационные и конформационные эффекты. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на кинетические закономерности и строение образующихся полимеров. Композиционная неоднородность. Реакции структурирования полимеров и их особенности. Изменение свойств полимеров в результате структурирования. Межмолекулярные реакции и образование трехмерных сеток. Реакции присоединения, отщепления и изомеризации.

**5 Важнейшие свойства высокомолекулярных соединений.** Молекулярно-массовые характеристики полимеров: усредненные молекулярные массы, понятие о функциях молекулярно-массового распределения (ММР).

Конфигурационная изомерия и конфигурация макромолекулы. Физические и фазовые состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Структура и свойства кристаллических полимеров.

**6 Физико-механические свойства полимеров.** Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость. Релаксационный характер процессов деформации. Гистерезисные процессы.

**7 Общее представление о растворах полимеров.** Поведение макромолекул в "хороших", "плохих" и тэта-растворителях. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Природа вязкости разбавленных растворов полимеров. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Методы оценки средних молекулярных масс полимеров: среднечисловой и среднемассовой.

**8 Смеси полимеров.** Истинные и коллоидные растворы смесей полимеров, механизм смешения и типы фазовых структур в смесях полимеров. Полимеры как матрицы для получения полимерных композиционных материалов (ПКМ). Многокомпонентные смеси полимеров. Интерполимерные комплексы, поведение в растворе, термодинамические особенности образования.

**9 Природные полимеры и их разновидности:** белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды. Целлюлоза, хитин, хитозан и их производные. Применение природных полимеров.

**10 Общее представление о полиэлектролитах.** Понятие степени ионизации и константы диссоциации для низкомолекулярного и высокомолекулярного электролита. Определение константы диссоциации полиэлектролита по результатам потенциометрического титрования его раствора. Гидродинамические свойства линейных полиэлектролитов в растворе. Полиэлектролитное набухание. Особенности поведения полиамфолитов в растворе. Влияние температуры и ионной силы на поведение полиэлектролитов в растворе.

**11 Понятие о применении полимеров и полимерных композитных материалов в функциональных и интеллектуальных (smart) структурах.** Полимерные материалы, применяемые для их получения: связь между их компоновкой, внешними воздействиями и откликом. Сенситивные и адаптивные структуры и полимерные материалы для них. Термо- и фотохромные, химотронные, тензочувствительные и др.

**12 Методы исследования полимеров.** Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением. Экспериментальные методы исследования

структуры макромолекул в растворе (вискозиметрия, статическое и динамическое светорассеяние, седиментация, двойное лучепреломление, потенциометрическое титрование, обращенная и гельпроникающая хроматография). Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР. Флуоресцентный анализ полимеров. Электронный и ядерный парамагнитный резонансы. Метод спиновой метки. ЯМР высокого и низкого разрешения. Масс-спектрометрия. Сущность метода, аппаратура, области применения. Рентгеноструктурный анализ полимеров. Оптическая и электронная микроскопия. Обращенная и гельпроникающая хроматография.

#### 4. Рекомендуемая литература

##### ОСНОВНАЯ

1. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов. М.: Юрайт, 2025.
2. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов. М.: Юрайт, 2025.
3. Тагер А. А. Физико-химия полимеров Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Научный мир, 2007.
4. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / под редакцией А. Б. Зезина. М.: Юрайт, 2025.

##### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Шур А. М. Высокомолекулярные соединения. М.: Высшая школа. 1981.
2. Бартенев Г. Н., Бартенева А. Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия. 1992.
3. Виноградова С. В., Васнев В. А. Поликонденсационные процессы и полимеры. М.: Наука, 2000.
4. Вольфсон С. А., Берлин А. А., Ошмян В. Г., Ениколопов Н. С. Принципы создания композиционных полимерных материалов. М.: Химия. 1990.
5. Иржак В. И. Архитектура полимеров. М.: Наука, 2012, 368 с.
6. Платэ Н. А., Литманович А. Л., Ноа О. А. Макромолекулярные реакции. М.: Химия, 1977 – 256 с.
7. Помогайло А. Д., Розенберг А. С., Уфлянд И. Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000.
8. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения. М.: ИЦ "Академия", 2003, 367 с.
9. Хохлов А. Р., Кучанов С. И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир. 2000.

**Разработчик программы:** д.х.н., профессор В. В. Анненков