

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра химии**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР и КО

\_\_\_\_\_ Льянова С.А.

« 29 » июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 04.03.01. Химия

**Программа:** бакалавриат

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2023**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» являются:

- формирование у студентов представления об особенностях строения, физических и химических свойств высокомолекулярных соединений (ВМС);
- изучить основы науки о полимерах и ее важнейшие практические приложения: свойства высокомолекулярных соединений, отличные от свойств низкомолекулярных веществ, методы синтеза и химической модификации полимеров, особенности агрегатных, фазовых и физических свойств полимеров.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Высокомолекулярные соединения» входит в обязательную часть дисциплин Блока 1 и изучается в 7 семестре; объективная основа формирования фундаментальной научной дисциплины «Высокомолекулярные соединения» заключается в том, что полимерное состояние— особая форма существования веществ, которая в основных физических и химических проявлениях качественно отличается от низкомолекулярных веществ.

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Высокомолекулярные соединения» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Высокомолекулярные соединения»	Семестр
Б1.О.12	Математика	1,2
Б1.О.16	Физика	1,2
Б1.О.15	Информатика	1,2
Б1.О.06	Неорганическая химия	2,3
Б1.В.06	Квантовая химия	4
Б1.О.09	Строение вещества	5
Б1.О.07	Органическая химия	6,7
Б1.О.08	Физическая химия	6,7
Б1.О.28	Физические методы исследования	6

Таблица 2.2.

**Связь дисциплины «Высокомолекулярные соединения» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Высокомолекулярные соединения»	Семестр
Б1.В.ДВ.03.01	Коллоидная химия	8
Б1.В.ДВ.06.01.	Теоретические основы неорганической химии	8
Б1.В.ДВ.06.02	Химия координационных соединений	8

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

• **Знать:**

- - строение полимерных материалов, классификацию, изомерию, способы получения, химические превращения ВМС и применение их.

• **Уметь:**

- - использовать различные методы исследования для изучения свойств и структуры полимеров;  
- обосновывать выбор технологических принципов получения основных типов полимеров.

• **Владеть:**

- навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;  
- навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;  
- методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;  
- основами теории фундаментальных разделов химии.

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<b>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>УК-2</b>	<b>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющих ресурсы и ограничений.</b>	<b>УК-2.1.</b> Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;	<b>Знать:</b> - требования и принципы целеполагания; - принципы и методы планирования; - методы организации и управления в области химии, применяемые на федеральном и региональном уровнях; <b>Уметь:</b> - формулировать перечень взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели; - определять ожидаемые результаты решения задач; - разрабатывать различные виды планов по реализации программ в области химии; - проводить анализ планов с позиций правовых норм, имеющих ресурсы и ограничений; - проводить оценку ресурсного обеспечения различных мероприятий химического характера (научно-практические конференции, научные семинары, диспуты); - ориентироваться в законодательстве и правовой литературе, принимать решения и совершать действия в соответствии с законом. <b>Владеть:</b> - методикой и методами планирования и проведения научного исследования по определению эффективности деятельности в области химии.
		<b>УК-2.2.</b> Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;	
		<b>УК-2.3.</b> Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	
		<b>УК-2.4.</b> Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач;	
		<b>УК-2.5.</b> Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования.	
		<b>ОПК-3.4.</b> Владеет методами регистрации и программным обеспечением для обработки результатов научного эксперимента.	

<b>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ПК-5</b>	<b>Способен приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций.</b>	<b>ПК-5.1.</b> Знает основы фундаментальных разделов математики, физики, химии, наук о Земле и биологии, необходимые в профессиональной деятельности, возможности и области применения методов экспериментальных исследований в физике.	<b>Знать:</b> основные методы исследования в области органической химии. <b>Уметь:</b> проводить синтез и анализ химических соединений с использованием методов математического анализа и моделирования, основных законов физики для решения задач профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> навыками планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных при решении задач химической и физической направленности.
		<b>ПК-5.2.</b> Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для объяснения экспериментальных результатов; применять методы математического анализа и моделирования, основных законов физики для решения задач профессиональной деятельности;	
		<b>ПК-5.3.</b> Владеет методами теоретического и экспериментального исследования; навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

Аудиторные занятия	50	50
Лекции	18	18
Лабораторные занятия	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС)	67	67
Контроль	27	27

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 5.1.**

**5.1. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

п/п	Раздел дисциплины	семестр		Виды учебной работы			Форма текущего контроля успеваемости
				Лекц.	Лаб. раб.	Сам.р.	
1	Цели и задачи дисциплины. Понятия и термины. Классификация и номенклатура полимеров.	7		1	-	4	Опрос
2	Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации.	7		1	2	3	Коллоквиум №1
3	Ионная полимеризация. Анионная и катионная полимеризация. Кинетика ионной полимеризации.	7		1	2	4	Коллоквиум №2

4	Цепная сополимеризация. Ионная сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Координационно-ионная полимеризация в присутствии катализаторов	7		1	2	3	Коллоквиум №3
5	Ионно-координационная полимеризация. Кинетика ионно-координационной полимеризации. Другие виды полимеризации.	7		1	2	4	
6	Поликонденсация. Мономеры для поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Сополиконденсация.	7		1	2	3	Тестовый контроль
7	Основные методы осуществления реакций синтеза полимеров.	7		1	2	4	
8	Химические превращения полимеров. Реакционная способность полимеров. Циклизация. Превращение трехмерных полимеров.	7		1	2	4	Тестовый контроль
9	Реакция деструкции и сшивания макромолекул. Превращения полимеров при нагревании, окислении и действии излучений.	7		1	2	4	Коллоквиум №4
10	Свойства растворов полимеров. Влияние различных факторов на растворение полимеров. Термодинамика растворов полимеров.	7		1	2	3	Коллоквиум №5
11	Молекулярная масса полимеров. Методы определения ММ. Среднечисловая, среднемассовая и средневязкостная молекулярные массы.	7		1	2	4	
12	Аморфные и кристаллические полимеры. Кристаллизация полимеров. Факторы влияющие на кристаллизацию.	7		1	2	3	Тестовый контроль

13	Мезоморфное состояние полимеров. Жидкие кристаллы. Термотропные, лиотропные жидкие кристаллы.	7		1	2	4	Коллоквиум №6
14	Свойства кристаллических полимеров. Механические свойства закристаллизованных и ориентированных полимеров.	7		1	2	4	Тестовый контроль
15	Деформация полимеров. Пластическая деформация и вязкое течение.	7		1	2	4	Тестовый контроль
16	Особенности молекулярного строения полимеров. Гибкость макромолекул и ее связь с физико-механическими свойствами полимеров.	7		1	2	4	Тестовый контроль
17	Стеклообразное и высокоэластичное состояние полимеров. Релаксационные механические свойства полимеров.	7		1	1	4	Тестовый контроль
18	Вязкотекучее состояние полимеров. Методы определения физических состояний полимеров.	7		1	1	4	Текстовый контроль
	<b>Итого:</b>			<b>18</b>	<b>32</b>	<b>67</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Высокомолекулярные соединения»

1. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи, молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением, гибкостью макромолекул. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Другие классификационные признаки. Особенности ВМС, их отличие от низкомолекулярных соединений.

2. Классификация основных методов получения полимеров. Классификация цепных полимеризационных процессов. Понятие о цепных реакциях. Механизмы реакции цепной полимеризации. Элементарные акты процесса цепной полимеризации. Скорость и энергия отдельных элементарных актов. Реакционная способность мономеров и радикалов.

3. Радикальная полимеризация. Методы инициирования (термическая, фотохимическая, радиационная, электрохимическая). Рост и обрыв цепи. Реакция передачи цепи.

4. Ионная полимеризация: виды ионной полимеризации, катализаторы ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы. Образование активного



центра, рост и обрыв цепи. Реакции передачи цепи. Анионная полимеризация. Типы катализаторов. Механизм элементарных реакций образования активного центра, роста, обрыва цепи при анионной полимеризации. Анионно-координационная полимеризация.

5. Понятие о стереорегулярных полимерах. Синтез оптически активных стереорегулярных полимеров. Полимеризация на гетерогенных стереоспецифических катализаторах. Сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Катионная сополимеризация. Механизм и основные закономерности процесса сополимеризации. Привитые и блоксополимеры. Способы проведения процессов сополимеризации.

6. Ступенчатая полимеризация Поликонденсация. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Типы реакций поликонденсации. Механизм равновесной поликонденсации.. Способы проведения.

7. Полимеризация циклических мономеров. Термодинамика процесса. Влияние условий проведения реакции на равновесие «цикл - полимер»: механизм, кинетика, особенности полимеризации циклических мономеров.

6. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Стереоизомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры. Ближний и дальний конфигурационный порядок.

9 Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Гибкость макромолекулы, факторы, влияющие на нее. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением.

10. Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Аморфные полимеры. Три физических состояния аморфных полимеров. Современные представления о застеклованном состоянии полимеров. Особенности полимерных стекол. Характер теплового движения в полимерах ниже температуры стеклования. Механизм процесса стеклования. Высокоэластическое состояние полимеров. Характер теплового движения макромолекул выше температуры стеклования. Релаксационный характер перехода из высокоэластического состояния в застеклованное. Энергия активации процесса. Факторы, влияющие на температуру стеклования.

11. Вязкотекучее состояние полимеров. Механизм вязкого течения. Реология расплавов полимеров. Анализ термомеханических кривых. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалия вязкого течения. Формование изделий из полимеров в режиме вязкого течения.

12. Кристаллические полимеры. Отличие кристаллического состояния низкомолекулярных и высокомолекулярных веществ. Степень кристалличности. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Термодинамика кристаллизации. Специфика фазовых переходов первого рода у полимеров. Факторы, влияющие на температуру плавления.

Кинетика кристаллизации полимеров. Влияние температуры на процесс кристаллизации. Изотермы растяжения и молекулярный механизм «холодного течения» кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

13. Жидкокристаллическое состояние полимеров. Образование жидкокристаллических систем у жесткоцепных полимеров. Фазовые равновесия. Практическое значение жидкокристаллического состояния (для получения волокон, индикаторных систем и др.).

14. Надмолекулярная организация аморфных полимеров и ее влияние на свойства полимерных тел. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров. Современные методы исследования структуры полимеров.

15. Деформационные свойства аморфных полимеров. Упругие деформации застеклованных полимеров. Вынужденная эластичность, ее предел. Механизм вынужденно-эластических деформаций. Термодинамика и молекулярный механизм

высокоэластической деформации. Принцип температурновременной суперпозиции. Релаксационные спектры.

16.Деформация кристаллических полимеров. Анализ деформационных кривых застеклованных и кристаллических полимеров.

17.Прочностные свойства полимеров. Основные понятия и определения. Долговечность полимеров. Механизм разрушения полимерных материалов. Влияние надмолекулярных структур на механические свойства полимеров.

18.Макромолекулы в растворах. Набухание полимеров. Факторы, определяющие набухание. Кинетика и термодинамика набухания. Растворимость полимеров. Термодинамический критерий растворимости. Фазовые диаграммы полимер - растворитель. Влияние различных факторов на термодинамику растворения полимеров. Критические температуры растворения.

19.Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Разбавленные растворы полимеров. Современные теории растворов полимеров. Реологические свойства разбавленных растворов полимеров. Характеристическая вязкость. Влияние природы растворителя, молекулярной массы, температуры на характеристическую вязкость. Концентрированные растворы полимеров. Значение изучения вязкости концентрированных растворов полимеров для технологии химических волокон. Совместимость полимеров. Определение взаимной растворимости полимеров.

20.Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Полимераналогичные превращения. Влияние макромолекулярного строения полимера на закономерности полимераналогичных превращений. Различные типы полимераналогичных превращений (реакции замещения, присоединения, отщепления, изомерии в полимерной цепи). Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров

21.Внутримолекулярные реакции. Полициклизация в полимерных цепях. Лестничные и полулестничные полимеры, методы их получения и особенности свойств. Термопревращение и карбонизация полимеров. Межмакромолекулярные реакции. Взаимодействие полимеров с полифункциональными соединениями. Реакции структурирования полимеров. Изменение свойств полимеров в результате структурообразования.

22.Деструкция полимеров. Химическая деструкция (гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, окислительная деструкция). Деструкция полимеров в результате физических воздействий (механическая, фотохимическая, радиационно-химическая, термическая). Механизм и закономерности термической деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная деструкция полимеров. Принципы стабилизации.

23.Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Наполненные полимеры.

24. Физическая модификация. Способы проведения физической и химической модификации. Пластификация, эластификация, легирование - механизм и связь со свойствами.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений студентов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При подготовке к семинарам и контрольным работам студенты самостоятельно прорабатывают учебный материал по лекциям и учебникам (основная и дополнительная литература). При этом они могут использовать электронно-библиотечную систему и библиотечный фонд факультета, содержащий печатные издания основной учебной литературы.

Для оценки успеваемости студентов будут использованы семинарские занятия, включающие контрольные мероприятия, и компьютерные тесты. Компьютерные тесты, чтение дополнительной литературы, в том числе и из Интернет-ресурсов, подготовка рефератов по тематике являются основой самостоятельной работы студентов.

### **7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - Изд. 4-е перераб. и доп. - М.: Научный мир, 2007.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов/- Н.Новгород: Изд-во нижегородского гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского; Изд. Центра «Академия» ,2003.
3. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: Учебник для студентов хим. фак/В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008.
4. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.

## 7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Таблица 7.1.**

### **Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Цели и задачи дисциплины. Понятия и термины. Классификация и номенклатура полимеров.	4	Опрос
2.	Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации.	4	Коллоквиум №1
3.	Ионная полимеризация. Анионная и катионная полимеризация. Кинетика ионной полимеризации.	4	Коллоквиум №2
4.	Цепная сополимеризация. Ионная сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Координационно-ионная полимеризация в присутствии катализаторов	4	Коллоквиум №3
5.	Ионно-координационная полимеризация. Кинетика ионно-координационной полимеризации. Другие виды полимеризации.	4	собеседование
6.	Поликонденсация. Мономеры для поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Сополиконденсация.	4	Тестовый контроль
7.	Основные методы осуществления реакций синтеза полимеров.	4	собеседование
8.	Химические превращения полимеров. Реакционная способность полимеров. Циклизация. Превращение трехмерных полимеров.	4	Тестовый контроль
9.	Реакция деструкции и сшивания макромолекул. Превращения полимеров при нагревании, окислении и действии излучений.	4	Коллоквиум №4
10.	Свойства растворов полимеров. Влияние различных факторов на растворение полимеров. Термодинамика растворов полимеров.	4	Коллоквиум №5
11.	Молекулярная масса полимеров. Методы определения ММ. Среднечисловая, среднемассовая и средневязкостная молекулярные массы.	4	собеседование
12.	Аморфные и кристаллические полимеры. Кристаллизация полимеров. Факторы влияющие на кристаллизацию.	4	Тестовый контроль

13.	Мезоморфное состояние полимеров. Жидкие кристаллы. Термотропные, лиотропные жидкие кристаллы.	4	Коллоквиум №6
14.	Свойства кристаллических полимеров. Механические свойства закристаллизованных и ориентированных полимеров.	3	Тестовый контроль
15.	Деформация полимеров. Пластическая деформация и вязкое течение.	3	Тестовый контроль
16.	Особенности молекулярного строения полимеров. Гибкость макромолекул и ее связь с физико-механическими свойствами полимеров.	3	Тестовый контроль
17.	Стеклообразное и высокоэластичное состояние полимеров. Релаксационные механические свойства полимеров.	3	Тестовый контроль
18.	Вязкотекучее состояние полимеров. Методы определения физических состояний полимеров.	3	Текстовый контроль

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### *Примерные вопросы для собеседования*

#### *Вариант 1*

1. Во сколько раз можно растянуть молекулу полиметилметакрилата с молекулярной массой 160 000? Принять модель свободно сочлененной цепи.
2. Нарисовать химические формулы следующих полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиакриловая кислота, полиэтилен, полипропилен, полиэтиленоксид.
3. Нарисуйте и назовите все возможные конфигурационные изомеры для двух мономерных звеньев 1,2-полибутадиена.
4. Смесь, состоящая из 10 молекул с молекулярной массой (ММ) 10 000, 20 молекул с ММ=20 000 и 50 молекул с ММ=50 000, имеет среднюю молекулярную массу 37 500. Какому типу средней ММ отвечает это значение?
5. Нарисуйте в одних координатах три фазовых диаграммы для 3-х фракций одного полимера с молекулярными массами  $M_1 > M_2 > M_3$  в одном и том же растворителе, если эта система обладает ВКТР.
6. В одних координатах нарисуйте зависимости приведенного осмотического давления от концентрации раствора для двух фракций одного полимера с молекулярными массами  $M_1 > M_2$  в разных растворителях:  $M_1$  - в хорошем,  $M_2$  - в плохом.
7. Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера в тэта-растворителе при увеличении молекулярной массы полимера в 2 раза ?
8. В одних координатах нарисовать термомеханические кривые для образцов атактических полиметилакрилата и полиизобутилена одинаковых молекулярных масс. Указать и назвать точки температурных переходов. Нарисовать химические формулы полимеров.

9. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для аморфного полиметилметакрилата при 20<sup>0</sup>С при разных скоростях деформирования:  $V_1 > V_2 > V_3$ . Ответ пояснить.

10. Нарисовать зависимости напряжения от деформации, полученные в режиме РАСТЯЖЕНИЕ-СОКРАЩЕНИЕ, для образца полимера при температуре стеклования ( $T_g$ ), ниже  $T_g$  и выше  $T_g$ , но ниже температуры текучести.

### **Вариант 2**

1. Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) имеет температуру стеклования 80<sup>0</sup>С и температуру плавления 260<sup>0</sup>С. В какой области температур надо проводить кристаллизацию ПЭТФ, чтобы получить образец с наибольшей степенью кристалличности?

2. От каких факторов зависит равновесная и экспериментальная температуры плавления полимера?

3. Какую конформацию принимают гибкоцепные и жесткоцепные макромолекулы в кристаллическом состоянии? Приведите примеры очень гибкоцепных и очень жесткоцепных полимеров.

4. Какие из инициаторов - серная кислота, перекись бензоила, бутиллитий, раствор хлористого железа в перекиси водорода, амид натрия, перекись водорода, металлический натрий, четыреххлористое олово - могут вызывать радикальную полимеризацию стирола? Напишите реакцию инициирования с одним из подходящих инициаторов.

5. Какие из мономеров - винилбутиловый эфир, метилметакрилат, стирол, изобутилен, акрилонитрил, бутилметакрилат - могут полимеризоваться с трифторидом бора в присутствии следов воды? Напишите реакцию инициирования с этим инициатором и одним из подходящих мономеров.

6. Как изменится скорость радикальной полимеризации метилметакрилата до неглубоких степеней превращения при увеличении исходных концентраций и мономера и инициатора в 4 раза? Напишите уравнение для скорости полимеризации.

7. Определите степень превращения в реакции полимеризации альфа-метилстирола при установлении в системе полимеризационно-деполимеризационного равновесия, если исходная концентрация мономера 2,0 моль/л и константа равновесия равна 0,45 л/моль.

8. Приведите пример полимераналогичной реакции, протекающей с самозамедлением. Напишите кинетическое уравнение для этой реакции и нарисуйте соответствующий график.

9. Какие из перечисленных полимеров деполимеризуются при пиролизе: полиэтилметакрилат, поли-альфа-метилстирол, полипропилен, поливинилацетат? Напишите химические формулы и поясните ответ.

10. Исходя из мономеров стирола и изопрена, предложите способ получения блок - сополимера.

### **Вариант 3**

1. Понятие степени свернутости полимерной цепи. Вычислить величину статистического сегмента поливинилхлорида, если экспериментально определенный квадрат среднеквадратичного расстояния между концами цепи равен 2 500 000 ангстрем в квадрате, молекулярная масса 2 500 000, длина мономерного звена 2,5 А.

2. Нарисовать химические формулы следующих классов гетероцепных полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиуретаны, полиамиды, полиэфиры, полимочевины. Принять, что число метиленовых групп между функциональными группами в основной цепи у всех полимеров одинаково.

3. При смешении разных систем полиизобутилен-изооктан, полистирол-циклогексан, поливиниловый спирт-вода обнаружены разные тепловые эффекты:  $Q > 0$ ,  $Q < 0$ ,  $Q = 0$ . Какой тепловой эффект растворения соответствует каждой из указанных систем?
4. Нарисуйте фазовую диаграмму для системы полимер-растворитель с  $ВКТР < НКТР$  и зависимость второго вириального коэффициента от температуры в области от  $ВКТР$  до  $НКТР$ .
5. Какими экспериментальными методами и как можно определить  $\theta$ -температуру раствора полимера?
6. Как можно определить величину механического сегмента, используя термомеханический метод исследования? Нарисовать соответствующие зависимости.
7. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для одного и того же образца атактического поливинилхлорида при температурах: ниже температуры хрупкости ( $T_{хр}$ ), в интервале между  $T_{хр}$  и температурой стеклования ( $T_c$ ) и выше  $T_c$ . Ответ пояснить.
8. Как зависит модуль упругости аморфного полиметилметакрилата от температуры в температурной области ниже температуры стеклования ( $T_c$ ) и выше  $T_c$ , но ниже температуры текучести? Ответ пояснить.
9. Перечислите и объясните условия необходимые и достаточные для существования полимера в кристаллическом состоянии.
10. Нарисуйте зависимости доли закристаллизованного полимера от времени при постоянной температуре (изотермы кристаллизации) при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании.

#### *Вариант 4*

1. Полимер со сферолитной структурой растянули в области упругой деформации без образования "шейки" при температуре немного выше температуры стеклования полимера, но ниже температуры плавления. Какой тип надмолекулярной структуры можно ожидать для деформированного полимера?
2. Какие основные допущения вводятся при выводе уравнения для степени полимеризации полимера из кинетических данных для радикальной полимеризации? Напишите уравнение.
3. Как влияет температура на скорость реакций радикальной и катионной полимеризаций при малых степенях превращения? напишите соответствующие уравнения для скоростей полимеризаций.
4. Какие факторы и как влияют на молекулярную массу полимера, получаемого методом поликонденсации? Нарисуйте соответствующие формулы и графики.
5. Как экспериментально установить наличие или отсутствие "эффекта соседа" в полимераналогичной реакции?
6. Какие продукты образуются при пиролизе полибутилметакрилата, полиакриловой кислоты, полиметилакрилата?
7. Предложите 3 способа вулканизации синтетического каучука на основе сополимера бутадиена и акриловой кислоты.
8. Как изменяются кажущиеся константы диссоциации полиакриловой кислоты и ее низкомолекулярного аналога - пропионовой кислоты при увеличении степени диссоциации кислот в водных растворах?
9. В каких растворителях и почему зависимость приведенной вязкости от концентрации полиакриловой кислоты прямолинейна: А. водном бессолево, Б. диоксане, В. воде в присутствии избытка хлорида натрия, Г. водно-солево при поддержании постоянной ионной силы в растворе, Д. разбавленном водном растворе соляной кислоты?
10. Изоионная точка полиамфолита равна 4.0. Каково соотношение между изоионной и изоэлектрическими точками этого полиамфолита?

## Примерные варианты контрольной работы

### Вариант 1

1. Приведите схему сополимеризации акрилонитрила  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$  и винилацетата.
2. Какие различия в свойствах у аморфных и кристаллических полимеров?
3. 28,2 г фенола нагрели с избытком формальдегида в присутствии кислоты. При этом образовалось 5,116 г воды. Определите среднюю молярную массу полученного высокомолекулярного продукта реакции, считая, что поликонденсация протекает только линейно и фенол полностью вступает в реакцию.
4. Углеводород «А», плотность которого по воздуху меньше 1, присоединяет в присутствии хлорида ртути (II) хлороводород и превращается при этом в вещество «В», которое при определенных условиях образует вещество «С», имеющее тот же качественный и количественный состав, на гораздо большую относительную молекулярную массу. Приведите формулы веществ «А», «В», «С». Напишите уравнения реакций.

### Вариант 2

1. Приведите схему поликонденсации терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$  и этиленгликоля.
2. В каких областях народного хозяйства используются полимерные материалы?
3. К 1,12 л бесцветного газа (н.у.), полученного из карбида кальция, присоединили хлороводород, образовавшийся при действии концентрированной серной кислоты на 2,925 г поваренной соли. Продукт присоединения хлороводорода полимеризовался с образованием 2,2 г полимера. Какой полимер был получен? Каков выход превращения мономера в полимер (в % от теоретического)?
4. Углеводород «А» тяжелее воздуха, при дегидрировании образует соединение «В», которое легче воздуха. «В» при определенных условиях превращается в соединение «С», имеющее тот же качественный и количественный состав, что и «В», но отличающееся тем, что не вступает в реакцию с хлороводородом. Приведите формулы веществ «А», «В» и «С». Напишите уравнения реакций.

### Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	В ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	Ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов



льно	не аргументированы или аргументированы неправильно
------	--

### *Примерные тестовые задания*

1. Мономер – это

а) участок цепи макромолекулы б) низкомолекулярное вещество, из которого синтезируют полимер в) многократно повторяющаяся в макромолекуле группа атомов

2. Структурное звено – это

а) многократно повторяющаяся в макромолекуле группа атомов б) молекула вещества, из которого синтезируют полимер в) часть макромолекулы полимера

3. Для полимеров, полученных реакцией полимеризации, мономер и структурное звено имеют

а) одинаковое строение б) одинаковые состав и строение в) одинаковый состав

4. Полимер – это

а) соединение большой молекулярной массы б) продукт реакции полимеризации в) высокомолекулярное соединение, состоящее из многократно повторяющихся групп атомов

5. Степень полимеризации – это

а) среднее число структурных звеньев в молекуле полимера б) число молекул мономера в) число, атомов водорода в молекуле

6. Для полимеров, полученных в результате реакции полимеризации, мономер и структурное звено различаются

а) составом б) количеством атомов водорода в) строением

7. Кристалличность полимеров означает, что

а) макромолекулы полимеров имеют форму кристаллов б) такие полимеры – твердые вещества в) макромолекулы полимера расположены упорядоченно

8. Аморфное состояние полимера характеризуется

а) вязкостью б) отсутствием упорядоченности макромолекул в) изменением молекулярной массы

9. Молекулярная масса полимера – это

а) средняя величина, поскольку массы отдельных молекул различны б) приближенная величина в) постоянная величина

10. Молекулярная масса полимера – средняя величина, потому что

а) макромолекулы полимера имеют разную длину цепи и, следовательно, разную молекулярную массу б) различные методы исследования позволяют определять молекулярную массу с разной точностью в) невозможно точно измерить молекулярную массу

#### 11. Линейные полимеры при нагревании

а) сразу подвергаются химическому разложению б) сначала размягчаются, образуют вязкотекучую жидкость, затем разлагаются в) сначала размягчаются, образуют вязкотекучую жидкость, затем переходят в газообразное состояние

#### 12. Растворяются полимеры

а) линейного строения б) пространственного (сетчатого) строения в) линейного и разветвленного строения

#### 13. При нагревании сетчатых полимеров происходит

а) размягчение полимера, переход в вязкотекучее состояние, а затем разложение б) переход полимера из твердого состояния в жидкое в) разложение молекул полимера без перехода в вязкотекучее состояние

#### 14. Пространственные полимеры нерастворимы, потому что

а) имеют очень большую молекулярную массу б) их макромолекулы расположены неупорядоченно в) макромолекулы соединены большим числом химических связей

#### 15. Полимеры не имеют определенной точки плавления, потому что

а) степень полимеризации полимера колеблется в определенном интервале, а значит, сила, способная нарушить взаимодействие между этими макромолекулами, переменна б) макромолекулы полимера неодинаковы по ширине в) невозможно точно определить точку плавления

#### 16. Полимеры нельзя перегнать, так как

а) невозможно создать температуру, достаточную для перехода полимеров в газообразное состояние б) при температуре, необходимой для перегонки полимера, происходит его химическое разложение в) полимеры не переходят в жидкое состояние

#### 17. Широкое применение полимеров обусловлено сочетанием

а) легкости, химической стойкости и высокой механической прочности б) растворимости, легкости, термостойкости

в) пластичности, термостойкости, растворимости

#### 18. Наиболее прочны полимеры

а) разветвленные б) линейные в) пространственные

#### 19. На первой стадии реакции полимеризации происходит

а) зарождение цепи б) образование макромолекулы в) образование димера

20. На первой стадии реакции поликонденсации происходит

а) зарождение цепи б) образование макромолекулы в) образование димера

21. Полимеризация – это

а) процесс соединения крупных молекул в еще более крупные б) процесс образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных без выделения побочных продуктов в) процесс образования высокомолекулярных соединений из углекислого газа и воды

22. Поликонденсация – это

а) процесс соединения крупных молекул в еще более крупные б) процесс образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных без выделения побочных продуктов в) процесс образования высокомолекулярных соединений из углекислого газа и воды

### Тема: Полимеризация

1. Какие из следующих допущений используют для кинетического вывода выражения для константы полимеризационно-деполимеризационного равновесия в виде  $K_{\text{равн}} = 1/[M]$ , где  $[M]$  – равновесная концентрация мономера):

А. независимость реакционной способности активного центра макромолекул от длины цепи (принцип *Флори*),

Б. равенство скоростей роста и обрыва цепи,

В. образование полимера со средней степенью полимеризации  $\gg 1$ ,

Г. равенство скоростей роста и деполимеризации,

Д. условие квазистационарности?

**1) Только а,в,г 2) а,б,в,г 3) только а,в,д 4) только а,б,в**

2. Определите глубину превращения в реакционной смеси в результате реакции полимеризации при температуре  $27^\circ\text{C}$ , если исходная концентрация мономера была  $1 \text{ моль/л}$ , изменение стандартной энтропии  $-25 \text{ кал/(моль}\cdot\text{K)}$ , а тепловой эффект реакции составил  $10.26 \text{ ккал/моль}$ . Газовая постоянная  $R = 2 \text{ кал/(моль}\cdot\text{K)}$ .

1) 99% 2) 50% 3) 15% 4) 0%

3. Определите глубину превращения в реакционной смеси, достигаемую при установлении полимеризационно-деполимеризационного равновесия, если для реакции был взят раствор  $\alpha$ -метилстирола в бензоле концентрации  $5.0 \text{ моль/л}$ .  $K_{(\text{равн})}$  при  $30^\circ\text{C}$  равна  $0.40 \text{ л/моль}$ .

1) 50% 2) 90% 3) 30% 4) 10%

4. Какие из перечисленных термодинамических параметров реакционных систем характеризуют полимеризацию виниловых мономеров ( $Q$  – тепловой эффект,  $\Delta S$  – изменение энтропии):

А.  $Q > 0$  (экзотермичность), Б.  $\Delta S > 0$ ,

В.  $Q < 0$  (эндотермичность), Г.  $\Delta S < 0$ ,

Д. верхняя предельная температура,

Е. нижняя предельная температура?

1) А, Г, Д 2) А, В, Е 3) Б, В, Е 4) Б, Г, Д

5. Для полимеризации приготовлен раствор  $\alpha$ -метилстирола в бензоле концентрации 5.0 моль/л. В каком из указанных ниже интервалов будет находиться концентрация образовавшегося полимера (в расчете на моль звена) после установления в системе при 20 °С полимеризационно-деполимеризационного равновесия?  $K_{\text{равн}}$  при 20 °С равна 0.45 л/моль.

1) 2.0 - 3.0 2) 1.0 - 1.99 3) 0.1 - 0.9 4) 0.01 - 0.09

6. Определите равновесный выход полиметилметакрилата при 260 °С если изменение стандартной энтропии -125.5 Дж/(моль·К), тепловой эффект реакции 62.8 кДж/моль, а исходная концентрация мономера 1 моль/л. Газовая постоянная  $R = 8.36$  Дж/(моль·К).

1) 0% 2) 10% 3) 50% 4) 100%

7. Энтропия реакционной системы при полимеризации виниловых мономеров:

1) убывает на 25-30 кал/(моль·К) независимо от природы мономера;

2) убывает и ее величина зависит от природы мономера;

3) возрастает на 25-30 кал/(моль·К) независимо от природы мономера;

4) возрастает и ее величина зависит от природы мономера;

8. Укажите верное заключение о тепловом эффекте ( $Q$ ) полимеризации виниловых мономеров.

1)  $Q > 0$  и зависит от природы мономера

2)  $Q > 0$  и постоянен независимо от природы мономера

3)  $Q > 0$  или  $Q < 0$  в зависимости от природы мономера

4)  $Q < 0$  и зависит от природы мономера

9. Если полимеризация характеризуется увеличением энтропии, то происходит раскрытие:

1) ненапряженных циклов

2) C=C-связи

3) такая полимеризация невозможна

4) C=O связи

10. Определите предельную температуру полимеризации (в градусах *Кельвина*) некоторого мономера, если тепловой эффект полимеризации равен  $54 \text{ кДж/моль}$ , а энтропия полимеризации составляет  $-100 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$ .

1) 400 - 600 К 2) 300 - 399 К 3) 200 - 299 К 4) 100 - 199 К.

11. Существование верхней или нижней предельных температур

полимеризации мономеров определяется:

1) знаком энтальпии полимеризации

2) знаком энтропии полимеризации

3) соотношением знаков энтальпии и энтропии полимеризации

4) только соотношением абсолютных величин энтальпии и энтропии

12. Какое из следующих условий необходимо и достаточно для систем, характеризующихся верхней предельной температурой полимеризации?  $\Delta H$  и  $\Delta S$  - изменения стандартных энтальпии и энтропии полимеризации.

1)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$  2)  $\Delta H < 0$  3)  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$  4)  $\Delta H > 0$

13. Какое из следующих условий необходимо и достаточно для систем, характеризующихся нижней предельной температурой полимеризации?  $\Delta H$  и  $\Delta S$  -изменения стандартных энтальпии и энтропии полимеризации.

1.  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$  2)  $\Delta H > 0$  3)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$  4)  $\Delta H < 0$

14. Какие из иницирующих систем вызывают радикальную полимеризацию стирола:

А. натрий-нафталиновый комплекс, Б. персульфат аммония,

В. гидропероксид изопропилбензола, Г. хлорид олова(IV),

Д. трихлоруксусная кислота, Е. диэтилмагний,

Ж. триизобутилалюминий -хлорид ванадия,

З. нагрев мономера до  $80-100^\circ\text{C}$ ?

1) Б, В, З 2) А, В, Г 3) Б, Д, Е 4) Г, Д, Ж

**Тема: Химическая модификация полимеров**

1. Какие из нижеперечисленных признаков характеризуют процесс дегидрохлорирования поливинилхлорида:

А. автоускорение реакции,

Б. появление системы сопряженных связей, В. появление окраски,

Г. изменение электропроводности?

1) А, Б, В, Г

2) только А, В, Г

3) только А, Б, В

4) только А, Б, Г

2. Какова причина того, что реакция ацетилирования целлюлозы не идет до конца и образуется композиционно неоднородный продукт?

1) надмолекулярный эффект

2) конформационный эффект

3) замедляющий "эффект соседа"

4) разная реакционная способность первичных и вторичных ОН-групп

3. Как изменяется скорость кислотного гидролиза поливинилпропионата в водной среде с увеличением молекулярной массы полимера при гомогенном характере течения реакции?

а) уменьшается    б) увеличивается    в) не меняется

г) зависит от молекулярно-массового распределения

4. В случае какой конфигурации цепи ангидридизация полиакриловой кислоты (ПАК) протекает до более глубокой степени превращения?

1) изотактической    2) синдиотактический    3) атактический

3) атактической

4) ангидридизация ПАК не зависит от стереотактичности цепи

5. Реакция хлорирования полиэтилена протекает с автозамедлением. Как распределены непрореагировавшие метиленовые группы по цепи?

1) разделены хлорированными метиленовыми группами

2) распределены случайным образом

3) в виде блоков длиной не менее 3 - 5 групп

4) метиленовые группы практически отсутствуют

6. Реакция отщепления хлора от поливинилхлорида идет с образованием продукта, характеризующегося: А. повышенной термостабильностью, Б. появлением полупроводниковых свойств, В. возникновением окраски, Г. ухудшением растворимости.

1. А, Г 2) А, Б 3) Б, В 4) В, Г
7. Полиаллиловый спирт может быть получен в результате реакции:
- 1) восстановления полиметилакрилата
  - 2) полимеризации аллилового спирта в присутствии перекиси бензоила
  - 3) этерификации поливинилового спирта
  - 4) гидролиза поливинилпропионата
8. Как изменятся свойства полиэфирного волокна, получаемого из этиленгликоля и терефталевой кислоты, если при синтезе провести частичную замену терефталевой на адипиновую кислоту?
- 1) повысится эластичность
  - 2) повысится термостойкость
  - 3) повысится прочность
  - 4) ухудшится растворимость
9. Какой из перечисленных ниже полимеров нельзя синтезировать из мономера, название которого получается отбрасыванием частицы "поли-"?
- 1) поливиниловый спирт
  - 2) поли-альфа-метилстирол
  - 3) поликапроамид
  - 4) полиакриламид
10. Из какого полимера можно получить полимер следующего строения:
- $$(-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-)_n$$
- 1) поливинилового спирта
  - 2) полиизобутилена
  - 3) полиакрилонитрила
  - 4) поливинилиденхлорида

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет

	тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### *Примерные вопросы к экзамену*

1. Перечислите основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений.
2. Укажите основные методы получения синтетических полимеров и приведите несколько примеров их синтеза.
3. Какие существуют способы регулирования молекулярной массы полимеров при их синтезе.
4. Каковы основные различия между радикальной и ионной полимеризацией.
5. Сформулируйте основные особенности реакций поликонденсации в сравнении с реакциями радикальной полимеризации.
6. Приведите примеры всех возможных конфигурационных изомеров для одного из полимеров винилового ряда.
7. Укажите основные отличия конфигурации от конформации макромолекул.
8. Дайте краткую характеристику трем физическим состояниям полимеров.
9. Опишите особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
10. Опишите особенности механических свойств кристаллических полимеров.
11. В чем проявляются существенные различия свойств разбавленных растворов полимеров и низкомолекулярных соединений.
12. Что такое стереорегулярные полимеры и как их получают? Приведите примеры.
13. Как количественно оценить гибкость макромолекул?
14. От каких факторов зависит гибкость полимерных цепей?
15. Какие существуют методы определения молекулярной массы полимеров?
16. Почему для высокомолекулярных соединений вводят понятия среднечисловой и средневесовой молекулярной массы?



17. Перечислите основные особенности свойств растворов полиэлектролитов по сравнению со свойствами не ионизирующихся полимеров.
18. Укажите, в чем проявляется различие и сходство в структурной организации аморфных и кристаллических полимеров.
19. Что такое сополимеры? Дайте классификацию сополимеров и приведите различные типы синтетических и природных сополимеров.
20. Перечислите основные отличия в химических свойствах высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений.
21. Перечислите методы модификации полимерных материалов, ответ проиллюстрируйте несколькими примерами.
22. Что такое полимераналогичные превращения, приведите несколько примеров подобного типа реакций.
23. Что такое деструкция полимеров и как их защищают от химических процессов «разрушения»?
24. Расскажите об основных принципах получения ориентированных полимерных волокон и пленок.
25. Какова природа высокоэластической деформации эластомеров?
26. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вискозиметрия как метод определения молекулярной массы.
27. Что такое фракционирование полимеров? Расскажите о физико-химических основах фракционирования.

### **Образцы экзаменационных билетов**

#### **Экзаменационный билет № 1**

По дисциплине **«Высокомолекулярные соединения»**

1. Перечислите основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений.
2. Что такое стереорегулярные полимеры и как их получают? Приведите примеры
3. Перечислите методы модификации полимерных материалов, ответ проиллюстрируйте несколькими примерами.

**Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_**

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

#### **Экзаменационный билет № 2**

По дисциплине **«Высокомолекулярные соединения»**

1. Укажите основные методы получения синтетических полимеров и приведите несколько примеров их синтеза.
2. Что такое сополимеры? Дайте классификацию сополимеров и приведите различные типы синтетических и природных сополимеров.

3. Перечислите основные особенности свойств растворов полиэлектролитов по сравнению со свойствами не ионизирующихся полимеров.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

### Критерии оценки ответа на экзамене

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным

		умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература:

#### а) основная:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - Изд. 4-е перераб. и доп. - М.: Научный мир, 2007.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов/- Н.Новгород: Изд-во нижегородского гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского; Изд. Центра «Академия» ,2003.
3. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: Учебник для студентов хим. фак/В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008.
4. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.
5. Виноградова С.В. Поликонденсационные процессы и полимеры / С.В. Виноградова, В.А. Васнев. - М.: Наука, 2000.
5. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.

6. Виноградова С.В. Поликонденсационные процессы и полимеры / С.В. Виноградова, В.А. Васнев. - М.: Наука, 2000.

**б) дополнительная:**

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1978.

2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: Учебн. для вузов. - М.: Высш. шк, 1992.

3. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1981

4. Стрепихеев А.А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А.А. Стрепихеев, В.А.Деревицкая. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1976.

5. Кулезнев В.И. Химия и физика полимеров: Учебн. для вузов / В.И. Кулезнев, В.А. Шершнев. - М.: Высш. шк., 1988.

6. Тугов И.И. Химия и физика полимеров: Учебн. пособие для вузов/ И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. - М.: Химия, 1989.

7. Энциклопедия полимеров, т. 1, 2, 3. - М.: Советская энциклопедия, 1977.

8. Мэнсэн Дж., Сперлин Л. Полимерные смеси и композиты/ Под ред. Ю.К. Годовского; Пер. с англ. - М.: Химия, 1979.

9. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. - Л.: Химия, 1986. Гуль В.Г. Структура и прочность полимеров. - М.: Химия, 1971.

П.Козлов П.В. Физико-химические основы пластификации полимеров / П.В. Козлов, С.П. Папков. - М.: Химия, 1982.

10.Кириллов Э.И. Старение и стабилизация термопластов / Э.И. Кириллов, Э.С. Шульгина. - Л.: Химия, 1988.

11.Геллер Б.Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров: Учеб.пособие для вузов:2-е изд., исправ. и доп./Б.Э.Геллер, А.А. Геллер, В.Г. Чиртулов.-М.:Химия, 1996.

12. Кардаш М.М.Вязкость растворов полимеров/ М.М. Кардаш, Е.С. Свешникова, Л.Н. Солонко, Н.Л. Левкина: Методич.указ,- Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун- та,2006.

13. Кардаш М.М. Химические реакции в химической технологии полимеров/ М.М.. Кардаш, Л.Г. Глухова, Е.С. Свешникова: Методич. указ.:.-Саратов: Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.

14. Кардаш М.М. Химические технологии и синтез полимеров/ М.М.. Кардаш, Л.Г. Глухова, Е.С. Свешникова: Методич. указ.: -Саратов: Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.

15. Кардаш М.М., Химия и физика полимеров. Часть 1. Химия полимеров/М.М. Кардаш, Н.Б. Федорченко, Е.С. Свешникова: Методич. указ. и контр, задания:. - Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.

16. Кардаш М.М., Химия и физика полимеров. Часть 2. Физика полимеров/М.М. Кардаш, Н.Б. Федорченко, Е.С. Свешникова: Методич. указ. и контр, задания:. - Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.

## 9.2. Интернет-ресурсы

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

## 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
------------------	---------------

Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Материально-техническая база университета** позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и лабораторных занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Требования к аудитории для лекционных и практических занятий: бесшумная светлая аудитория на 25 посадочных мест с интерактивной доской.

Для полноценного осуществления учебного процесса по дисциплине имеются:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты.
3. Список вопросов для проведения собеседования и коллоквиумов.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Варианты заданий для самостоятельной работы.

## **1.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» направлена на формирование компетенций: УК-2, ОПК-3, ПК-5.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала для бакалавров необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Высокомолекулярные соединения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.03.01. «Химия (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671

Программу составила: к.х.н., доцент кафедры химии Акталиева А.Г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № \_\_10\_\_ от «\_20\_» июня\_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № \_\_10\_\_ от «\_26\_» июня\_\_\_\_\_ 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № \_\_10\_\_ от «\_28\_» июня\_\_\_\_\_ 2023 г.



**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой