

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 02.04.2025 21:22:32 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Высокомолекулярные соединения**

Направление подготовки (специальность)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Присваиваемая квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование представления об особенностях полимерного состояния вещества, о связи между строением макромолекул и свойствами полимерных материалов.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1-1. Обладает базовыми знаниями в области химических наук;

ОПК-1-2. Умеет использовать знания в области химических наук в профессиональной деятельности;

ОПК-1-3. Имеет навыки решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области химических наук.

ОПК-2-1. Обладает базовыми знаниями по безопасной работе в химической лаборатории;

ОПК-2-2. Умеет решать профессиональные задачи из различных областей химии;

ОПК-2-3. Владеет техникой проведения химического эксперимента с использованием серийного оборудования.

ОПК-3-1. Знает базовые основы химического и математического моделирования;

ОПК-3-2. Умеет использовать расчетно-теоретические и компьютерные программы для решения профессиональных задач;

ОПК-3-3. Имеет практический опыт применения расчетно-теоретических и компьютерных программ в конкретных областях профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.10

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Физическая химия

Химические основы биологических процессов

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Современные методы химической экспертизы

Строение вещества

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений**

#### Знать:

Для достижения индикатора ОПК-1.1 знать особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений; принципы классификации полимеров;

#### Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-1.2 уметь осуществлять выбор метода определения молекулярной массы полимеров и их полидисперсности; обосновывать выбор полимера для конкретных практических задач;

#### Владеть:

Для достижения индикатора ОПК-1.3 владеть навыками в определении молекулярной массы полимеров, составления схем процессов синтеза полимеров; обосновании выбора полимера для конкретных практических задач;

**ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием**

#### Знать:

Для достижения индикатора ОПК-2.1 знать принципы синтеза полимеров; обладать базовыми знаниями по безопасной работе в химической лаборатории;

#### Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-2.2 уметь использовать методы изучения физико-химических свойств полимеров;

#### Владеть:



Для достижения индикатора ОПК-2.3 владеть техникой синтеза полимеров и проведения их реакций; обращения с растворами полимеров; использования необходимого для этих целей оборудования; оформления экспериментальных результатов в виде отчета.

**ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники**

**Знать:**

Для достижения индикатора ОПК-3.1 знать модели поведения макромолекул в растворах и механического поведения полимеров;

**Уметь:**

Для достижения индикатора ОПК-3.2 уметь использовать средства ПО для прогнозирования поведения растворов полимеров, оценки физико-механических параметров полимерного материала, состава конечного полимера после протекания химических реакций;

**Владеть:**

Для достижения индикатора ОПК-3.3 владеть навыками применения средств ПО для прогнозирования физико-химических свойств полимеров на основе их химической, физической и физико-химической модификации, смешении и наполнении; анализа и представления полученных результатов.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные понятия термины науки о полимерах, принципы классификации полимерных материалов; особенности строения макромолекул и структуры кристаллических полимеров; механизмы и способы синтеза полимеров и химических реакций с их участием; особенности физико-химических и механических свойств полимеров; основные методы исследования полимеров.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выбирать оптимальный тип полимеризации для данного мономера; прогнозировать поведение раствора полимера и параметры макромолекулы при изменении качества растворителя и температуры; определять температуры релаксационных и фазовых переходов; оценивать основные физико-химические параметры полимерного материала на основе результатов механических испытаний и прогнозировать их изменение в условиях эксплуатации; оценивать состав полимера после протекания химических реакций.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.
3.3.2	Владеть методологией производства полимерных материалов с заданным комплексом свойств.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 108 самостоятельная работа : 47,9 часов на контроль : 9 контактная работа: 123,1 ИКР: 15,1	Виды контроля в семестрах:  экзамены 7 зачеты 7

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений. Классификация полимеров</b>			



Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
1.1	Особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений. Классификация полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Определение степени полидисперсности макромолекул полимера (вискозиметрическим методом или методом турбидиметрического титрования) /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.3	Молекулярная масса и полидисперсность полимеров. Методы фракционирования /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.4	Методы фракционирования полимеров /Ср/	7	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
1.5	Консультации по выполнению семестрового задания /ИКР/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 2. Принципы синтеза полимеров</b>				
2.1	Принципы синтеза полимеров. Поликонденсация /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Термодинамика полимеризации. Радикальная полимеризация /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.3	Радикальная сополимеризация /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.4	Ионная полимеризация /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.5	Поликонденсация /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.6	Радикальная полимеризация /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.7	Радикальная сополимеризация /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.8	Полимераналогичные превращения /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.9	Химические превращения полимеров. Стабилизация полимеров /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.10	Поликонденсация. Регулирование молекулярной массы /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.11	Закономерности полимеризации /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
2.12	Сополимеризация /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4



Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
2.13	Химические превращения полимеров. Состав полимеров при полимераналогичных превращениях. Деструкция /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
2.14	Принципы синтеза полимеров. Способы проведения полимеризации /Ср/	7	13,9	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
2.15	Консультации по выполнению семестрового задания /ИКР/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
2.16	Защита отчетов по лабораторным работам /ИКР/	7	3,1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 3. Структура полимеров</b>				
3.1	Структура макромолекул. Гибкость полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Структура макромолекул /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
3.3	Консультации по выполнению семестрового задания /ИКР/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
3.4	Геометрические характеристики макромолекул /Ср/	7	5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 4. Поведение макромолекул в растворах</b>				
4.1	Поведение макромолекул в растворах /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	Свойства растворов полимеров. Определение молекулярных масс /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	Полиэлектролиты /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.4	Растворы полимеров. Полиэлектролиты /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.3Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.5	Растворимость полимеров. Полиэлектролиты /Пр/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.6	Методы определения молекулярной массы полимеров /Пр/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
4.7	Защита отчетов по лабораторным работам /ИКР/	7	2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.8	Растворы полимеров. Полиэлектролиты /Ср/	7	8	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 5. Физико-химические свойства полимеров</b>				
5.1	Полимеры как тела. Фазовые переходы в полимерах /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4



Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
5.2	Физические состояния полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.3	Вязкотекучее состояние. Способы переработки полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.4	Кристаллическое состояние полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.5	Прочность полимеров /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.6	Термомеханические свойства полимеров /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.7	Физико-механические свойства полимеров /Пр/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.8	Физико-механические свойства полимеров. Ориентированное состояние полимеров /Ср/	7	10	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
5.9	Защита отчетов по лабораторным работам /ИКР/	7	3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 6. Области применения полимеров</b>				
6.1	Области применения полимеров /Лек/	7	2	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
6.2	Методы исследования полимеров /Пр/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
6.3	Консультации по выполнению домашнего задания /ИКР/	7	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4
6.4	Пластмассы, эластомеры, покрытия /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Семестровое задание  
отчет по лабораторной работе  
контрольные вопросы  
Домашние задания на практических занятиях  
Вопросы к экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерный вариант семестрового задания

1. Рассчитать, как изменится полидисперсность полимера, состоящего из шести фракций с молекулярными массами 29 030, 41 400, 49 700, 53 000, 59 100, 63 300 в количестве 5,105; 8,113; 8,635; 8,912; 4,347; 2,119 г соответственно, если количество фракции с молекулярной массой 49 700 будет увеличено в два раза.
2. Написать реакцию поликонденсации себациновой кислоты и диэтиленгликоля и рассчитать среднюю молекулярную массу полученного продукта, если анализом обнаружено в 2,2883г полимера  $0,465 \cdot 10^{-4}$  г-экв карбоксильных групп, а в 0,991г полимера  $1,69 \cdot 10^{-4}$  г-экв ОН-групп.
3. Определить константу скорости распада пероксида бензоила в диоксане при 80 °С, если начальная концентрация его была 1%, а через 22 мин иодометрически в системе было обнаружено 0,941% инициатора.
4. Вычислить начальную скорость полимеризации стирола в 0,8 М растворе при 85 °С, если известно, что скорость иницирования равна  $1,1 \cdot 10^{-10}$  моль/(л·с). Какова длина кинетической цепи, если известны значения энергий активации реакций роста и обрыва соответственно 30,35 и 6,3 кДж/моль и предэкспоненциальные множители  $9,35 \cdot 10^6$  и  $7,1 \cdot 10^8$  л/(моль·с) ?



5. Определить среднее время жизни единичного радикала при полимеризации винилового мономера (1,5М) в присутствии 0,01М ингибитора ( $K_z=1,4 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ ), если  $K_o=2,5 \cdot 10^{-7} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $K_p=0,95 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ , а стационарная концентрация свободных радикалов составляет  $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$ . Какова длина кинетической цепи и среднее время ее роста?

6. Определите константы сополимеризации двух мономеров  $M_1$  и  $M_2$ , зная  $e_1=+1,50$  и  $e_2=-0,10$ , а также азеотропный состав, соответствующий содержанию первого мономера 60 мол. %.

7. Если молекулярная масса полимера  $10^6$ , параметр К в уравнении Марка-Куна-Хаувинка равен  $8 \cdot 10^{-5}$ , а характеристическая вязкость  $[\eta]=0,8$ , какова конформация макромолекул в растворе?

Примерный перечень контрольных вопросов к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1.

1. Степень полидисперсности и методы ее определения.
2. Объяснить влияние качества растворителя на вязкость раствора полимера и измеряемую молекулярную массу.
3. Методы определения молекулярных масс полимеров.
4. Методы фракционирования полимеров.
5.  $\Theta$  – состояние раствора полимера.

Лабораторная работа № 2.

1. Привести примеры гомо-, гетеро- и совместной поликонденсации.
2. Привести примеры линейных, разветвленных и пространственных полимеров поликонденсационного типа.
3. Молекулярная масса при поликонденсации. Способы ее регулирования.
4. Способы проведения поликонденсации.

Лабораторная работа № 3.

1. Способы иницирования радикальной полимеризации.
2. Кинетика радикальной полимеризации: уравнение скорости реакции, порядок по инициатору и мономеру.
3. Молекулярная масса при радикальной полимеризации. Способы ее регулирования.
4. Реакции передачи цепи.
5. Способы проведения радикальной полимеризации.

Лабораторная работа № 4.

1. Реакционная способность мономеров в реакциях радикальной сополимеризации.
2. Уравнение состава сополимера. Типы сополимеров.
3. Особенности ионной сополимеризации. Состав сополимера.

Лабораторная работа № 5.

1. Особенности химических реакций полимеров.
2. Реакции в цепях полимеров, происходящие без существенного изменения молекулярной массы.
3. Главные и побочные реакции при получении поливинилбутираля из поливинилацетата.

Лабораторная работа № 6.

1. Объяснить влияние различных факторов на набухание полимеров.
2. Что такое термодинамическое сродство полимера и растворителя? Критерии термодинамического сродства.
3. Что такое коэффициент набухания макромолекулы?

Лабораторная работа № 7.

1. Физические состояния полимеров. Механизм деформации.
2. Влияние содержания и природы пластификатора на температуры физических переходов полимера.
3. Влияние наполнителя на температуры физических переходов полимера.
4. Влияние молекулярной массы полимера на его термомеханические свойства.

Примерные варианты домашнего задания к теме "Методы исследования полимеров"

1. Провести идентификацию полимера по его ИК-спектру (термограмме и т.п.)
2. Определить физико-механические параметры полимера (рассчитать степень кристалличности полимера по дифрактограмме, температуры переходов по термограмме и т.п.)

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации



Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Фракционирование.
2. Поликонденсация. Способы проведения поликонденсации.
3. Равновесная и неравновесная поликонденсация.
4. Термодинамика полимеризации.
5. Радикальная полимеризация.
6. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
7. Особенности радикальной полимеризации при высоких степенях превращения. Регуляторы. Ингибиторы.
8. Катионная полимеризация.
9. Анионная полимеризация.
10. Стереоспецифические эффекты в реакциях полимеризации.
11. Ионно-координационная полимеризация.
12. Особенности ионной (co)полимеризации циклов.
13. Способы проведения полимеризации.
14. Конфигурация и конформация макромолекул. Внутреннее вращение и геометрические характеристики макромолекул.
15. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Связь гибкости с химическим строением полимера.
16. Набухание полимеров.
17. Термодинамика макромолекул в растворах. Отклонения от идеальности, их причины.
18. Термодинамические критерии растворимости полимеров. Характеристическая ( $\Theta$ ) температура. Объемные эффекты в растворах полимеров.
19. Фазовые диаграммы бинарных систем полимер–растворитель. Критические температуры растворения полимеров.
20. Осмотические явления в растворах полимеров. Определение молекулярных масс.
21. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярных масс.
22. Полиэлектролиты. Кооперативные реакции полиэлектролитов.
23. Амфотерные полиэлектролиты. Хемомеханические процессы.
24. Концентрированные растворы полимеров.4
25. Жидкокристаллическое состояние полимеров.
26. Фазовые переходы в полимерах. Кристаллизация. Плавление.
27. Аморфное состояние полимеров. Свойства аморфных полимеров.
28. Высокоэластическое состояние полимеров.
29. Стеклообразное состояние полимеров.
30. Вязкотекучее состояние полимеров.
31. Пластификация.
32. Принцип температурно-временной суперпозиции.
33. Механические потери
34. Кристаллическое состояние полимеров.
35. Долговечность полимеров. Механизмы разрушения полимеров. Прочность.
36. Ориентированные структуры в полимерах.
37. Наполненные полимеры.
38. Особенности химических реакций полимеров. Полимераналогичные и внутримолекулярные превращения.
39. Реакции сшивания полимеров. Вулканизация. Отверждение.
40. Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров.
41. Деструкция полимеров под действием кислорода, озона и других химических агентов. Стабилизация полимеров.
42. Термическая и термоокислительная деструкция. Стабилизация полимеров.
43. Деструкция полимеров под действием света, излучений, механических воздействий. Стабилизация полимеров.
44. Методы изучения структуры полимеров.

#### 6.4. Критерии оценивания

Зачтено - Выполнение 6 лабораторных работ, подготовка отчетов и ответов на вопросы коллоквиума; выполнение семестрового задания.

В отчете приведены схемы реакций, правильно построены графические зависимости и произведены расчеты; грамотно сформулированы выводы; в семестровом задании выполнено не менее 5 задач; выполнение домашних заданий к практическим занятиям: правильно произведенные расчеты, обоснованные выводы.

Незачет - Неполное выполнение предыдущего пункта: отсутствие формул и схем протекающих реакций, допущены ошибки в расчетах и построении графиков, некорректные выводы; допущены ошибки в задачах семестрового задания; не выполнены домашние задания к практическим занятиям или допущены ошибки в расчетах, некорректные выводы.



Критерии оценивания ответа на экзамене следующие:

«Отлично» – развернутый и полный логически выстроенный ответ, допускающий отдельные неточности в изложении материала; владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала; умение связать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, фактами; обоснованные выводы;

«Хорошо» – развернутый ответ на вопрос, владение понятийным аппаратом; в ответе допущены незначительные ошибки и неточности, которые исправляются студентом после указания на них;

«Удовлетворительно» – дан ответ на вопрос в общих чертах, в ответе допущены существенные ошибки и неточности, которые не могут быть исправлены студентом; имеются недостатки по полноте и содержанию ответа;

«Неудовлетворительно» – разрозненные и бессистемные знания по предмету; беспорядочное изложение материала; искажающие смысл ошибки в определении понятий и формулировке теоретических положений; неумение применять знания для объяснения фактов или содержание ответа не соответствует поставленному вопросу.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Семчиков Ю. Д.	Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов	Москва: Академия, 2008	Абонемент НБ ЧелГУ 2 корп. 34 экз.
Л1.2	Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д.	Введение в химию полимеров ( <a href="https://e.lanbook.com/book/210971">https://e.lanbook.com/book/210971</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.3	Кулезнев В. Н., Шершнев В. А.	Химия и физика полимеров ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211685">https://e.lanbook.com/book/211685</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Закирова Л. Ю., Хакимуллин Ю. Н.	Химия и физика полимеров: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258759">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258759</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательск ий технологический университет (КНИТУ), 2012	ЭБС
Л2.2	Зильберман Е. Н., Наволокина Р. А.	Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений: радикальная полимеризация, ионная полимеризация, сополимеризация : учебное пособие для химических и химико-технологических специальностей вузов ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007985/007985">http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007985/007985</a> )	Москва : Высшая школа, 1984	ЭБС
Л2.3	Шур А. М.	Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 1981	Абонемент НБ ЧелГУ 2 корп. 20 экз.

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Кропачева О. И.	Высокомолекулярные соединения: методические указания к лабораторным работам	Челябинск : Челябинский государственный университет, 2008	Абонемент НБ ЧелГУ 2 корп. 86 экз.

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> . – Режим доступа: для зарегистрирп. пользователей. – Текст : электронный. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
----	---



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 11

- Э2 Лань : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – Санкт- Петербург, 2011 – . – URL: <http://e.lanbook.com/>. – режим доступа: Доступ к полным текстам с любого компьютера, после регистрации из сети ЧелГУ. – Текст : электронный. <http://e.lanbook.com/>
- Э3 Университетская библиотека ONLINE: электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – Москва, 2010 – . – URL: <http://biblioclub.ru/>. – Режим доступа : Доступ к полным текстам с любого компьютера, после регистрации из сети ЧелГУ. – Текст : электронный. <http://biblioclub.ru/>
- Э4 Юрайт : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <http://biblio-online.ru> . –Режим доступа: Доступ к полным текстам с любого компьютера, после регистрации из сети ЧелГУ. – Текст : электронный

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс]: база данных / Челяб. гос. ун-т. - Челябинск, 1992 - .
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. ChemNet : официальное электронное издание [химические наука и образование в России] // Моск. гос. ун-т; Хим. фак. – Москва, 2000 – . – URL : [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска, парты, мультимедийное и аудиооборудование.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий: Периодическая таблица Д.И. Менделеева, набор электронных таблиц и презентаций к лекциям по дисциплине, набор образцов полимеров; а также используется переносное и/или стационарное мультимедийное оборудование (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Основное оборудование: учебная мебель на 62 посадочных места, стол преподавателя, стул преподавателя, доска ученическая обычная настенная. Мультимедийное интерактивное оборудование: Проектор Epson EB-965H, Моторизованный экран Seha. Ширина 173 см, формат 1:1. Акустическая система: 4 пассивные колонки ApartMask 6, пульт микшерный Behringer XENYX 1204USB, усилитель мощности Yamaha P2500S, микрофон AKG CGN99 H/S. Коммутация: Трибуна с ПК.

Программное обеспечение:

Операционная система Windows 7, лицензии бессрочные, договор АЭ/12/16 от 11.05.2016, Пакет офисных программ MicrosoftOffice 2016, лицензии бессрочные, АЭ/12/16 от 11.05.2016, Антивирусное программное обеспечение «Антивирус Касперского», лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017.

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа: лаборатория высокомолекулярных соединений

Основное оборудование: специализированная мебель на 15 рабочих мест, весы электронные ВЛТ -150П «Сартогосм», колориметр фотоэлектрический КФК-2МП, колбонагреватель LOIPLH-250, весы электронные ЛВ-210А, аквадистиллятор ДЭ-4, прибор рН-метр рН-150-МИ, компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами, спектрофотометр СПЕКС ССП 705-4, термостат циркуляционный LT-31 1а, баня водяная, шкаф сушильный ES-4620, плитка электрическая настольная, набор реактивов и химической посуды.

Программное обеспечение:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Высокомолекулярные соединения" по направлению подготовки (специальности) "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 12

MS WindowsXP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008 г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для самостоятельной работы: Читальный зал № 1

Основное оборудование: 50 посадочных мест, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro(Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

Помещение для самостоятельной работы: Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование: 24 посадочных мест, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ(ОАО ЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280), Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10), Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации) НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.)

Или иные, удобные для обучающегося, помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Текущий контроль знаний студента по дисциплине осуществляется путем контроля за выполнением лабораторных работ и сдачи по ним отчетов, а также подготовки к коллоквиуму по каждой из 6 тем. Перед выполнением лабораторных работ для понимания студентом цели работы обсуждаются основные теоретические аспекты (т.е. допуск к работе), который включает в себя либо написание схем протекающих процессов, либо обсуждение предполагаемых результатов эксперимента (вопросы для допуска имеются в методических указаниях к лабораторным работам). Защита отчета по лабораторной работе предполагает обсуждение полученных студентом результатов и ответы на вопросы коллоквиума (имеются в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине).

Закреплению теоретических знаний по дисциплине и формированию умений и навыков, предусмотренных индикаторами закрепленных компетенций, способствуют практические занятия, целью которых является применение теоретических знаний к решению конкретных задач в области изучения структуры полимеров и использования полимерных материалов.

Для проверки теоретических знаний по дисциплине предусмотрено выполнение семестрового задания по одному из 30 вариантов, включающему 7 заданий по темам всего курса.

На основании сданных отчетов по лабораторным работам и семестрового задания студенту выставляется оценка "Зачтено".

Итоговый контроль осуществляется в форме письменного экзамена в конце семестра.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. На подготовку письменного ответа отводится не более 90 мин. После просмотра ответа преподавателем следует устный опрос.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме как реального (платформа Microsoft Teams), так и отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, электронная почта).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, сообщений в Moodle, социальных сетей и др.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.



При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение (ЭО), дистанционные образовательные технологии (ДОТ) предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Реализация дисциплины с применением ЭО и ДОТ осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

### 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clever с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,



- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

