

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.03.03.02 ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ХИМИЯ  
ПОЛИМЕРОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
Высокомолекулярные соединения

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

04.03.01.32 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

---

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – формирование у обучающихся знаний в области синтеза, свойств высокомолекулярных соединений и свойств тел, построенных из макромолекул и в формировании целостного представления о проблемах теоретической, синтетической химии высокомолекулярных соединений и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому современному химику, независимо от его последующей специализации.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины является:

- рассмотрение отличительных свойств высокомолекулярных соединений по сравнению с низкомолекулярными веществами;
- химические превращения и синтез полимеров на основе реакций макромолекул, макрорадикалов, макроионов;
- изложение современных тенденций в развитии науки о полимерах и рассмотрение областей применения полимеров и полимерных материалов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</b>	
ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	
ОПК-1.2: Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	

ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных	
экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
<b>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</b>	
ОПК-2.1: Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	
ОПК-2.2: Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	
ОПК-2.3: Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	
ОПК-2.4: Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	
<b>ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники</b>	
ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	
ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	
<b>ОПК-5: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</b>	

ОПК-5.1: Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации	
химического профиля	
ОПК-5.2: Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности	
<b>ОПК-6: Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</b>	
ОПК-6.1: Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	
ОПК-6.2: Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	
ОПК-6.3: Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и/или английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе	
ОПК-6.4: Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках	
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	
УК-1.2: Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	
УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	

УК-1.4: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций,	
оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	
УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	
<b>УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>	
УК-2.1: Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними	
УК-2.2: Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	
УК-2.3: Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	
УК-2.4: Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач	
УК-2.5: Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования	
<b>УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</b>	

УК-4.1: Выбирает стиль общения на русском языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия	
УК-4.2: Ведет деловую переписку на русском языке с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем	
УК-4.3: Ведет деловую переписку на иностранном языке с учетом особенностей стилистики официальных писем и социокультурных различий	
УК-4.4: Выполняет для личных целей перевод официальных и профессиональных текстов с иностранного языка на русский, с русского языка на иностранный	
УК-4.5: Публично выступает на русском языке, строит свое выступление с учетом аудитории и цели общения	
УК-4.6: Устно представляет результаты своей деятельности на иностранном языке, может поддержать разговор в ходе их обсуждения	
<b>УК-6: Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</b>	
УК-6.1: Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	
УК-6.2: Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста	

УК-6.3: Оценивает требования	
рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста	
УК-6.4: Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития	
<b>УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</b>	
УК-8.1: Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)	
УК-8.2: Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	
УК-8.3: Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций	
УК-8.4: Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1,5 (54)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Модуль 1. Введение.</b>									
	<p>1. Введение. Причины выделения науки о полимерах в самостоятельную область научных знаний. Предмет и задачи науки о полимерах.</p> <p>Основные понятия – полимер, олигомер, степень полимеризации. Номенклатура высокомолекулярных соединений. Полимерное состояние как особая форма существования вещества. Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров. Средняя молекулярная масса. Полидисперсность. Классификация полимеров. Природные, искусственные, синтетические и биополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Линейные разветвленные, сшитые полимеры. Сополимеры, блок- и привитые сополимеры. Переработка природного органического сырья в мономеры</p>	4							

<p>2. Радикальная полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов. Радикальная полимеризация. Механизм радикальной полимеризации. Способы инициирования радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Учет влияния клеточного эффекта на эффективность инициирования. Реакции роста и обрыва цепи. Ингибиторы и регуляторы. Теломеризация и ее практическое значение. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Особенности радикальной полимеризации при высоких степенях превращения, «гель-эффект». Молекулярно-весовое распределение.</p>	4							
<p>3. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Принципы подбора и действия катализаторов. Рост и ограничение цепи при катионной полимеризации. Различные типы активных центров в катионной полимеризации. Рост цепи на свободных ионах и на ионных парах. Скорость анионной полимеризации. Влияние природы мономера, среды и природы противоиона на кинетику и стереохимию полимеризации. Полимеризация гетероциклических мономеров и мономеров винилового ряда.</p>	2							

<p>4. Анионная полимеризация. Типы катализаторов, их действие и принципы побора. Методы определения скорости в анионной полимеризации. Типы активных центров в реакции роста цепи. Особенности «живущей» полимеризации и ее практическое значение. Влияние природы мономера, среды на скорость полимеризации. Молекулярно-весовое распределение. Условия проведения анионной полимеризации. Полимеризация мономеров винилового ряда и гетероциклических мономеров.</p>	2							
<p>5. Изотактические, синдиотакти-ческие и атактические полимеры. Механизм и принципы стереоспецифического синтеза макромолекул в ионно-координационной полимеризации. Полимеризация диенов, олефинов. Стереоспецифическая полимеризация мономеров винилового ряда и сопряженных диенов в гомогенных средах на катализаторах Циглера-Натта. Механизм действия гетерогенных комплексных катализаторов Циглера-Натта в полимеризации олефинов и диенов.</p>	2							
<p>6. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительная активность мономеров и радикалов. Типы сополимеризации. Система Q – e. Отклонения от уравнения состава сополимера. Особенности катионной и анионной сополимеризации. Активность мономеров. Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров.</p>	2							

7. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Функциональность мономеров. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Влияние природы мономеров, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации. Степень исчерпания функциональных групп. Связь глубины поликонденсации со степенью полимеризации (уравнение У. Карозерса). Правило неэквивалентности функциональных групп В.В. Коршака. Регулирование молекулярного веса полимера при линейной поликонденсации. Кинетика поликонденсации.	2							
8. Практические методы осуществления процессов полимеризации. Полимеризация в растворе, массе, газообразном состоянии*. Эмульсионная и суспензионная полимеризация. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз. Сополиконденсация. Поликонденсация в нетрадиционных средах. Особенности трехмерной поликонденсации	2							
9. Техника безопасной работы в лаборатории синтеза полимеров. Растворимость полимеров					6			
10. Синтез полимеров методом полимеризации					6			
11. Синтез полимеров методом поликонденсации					6			
<b>2. Модуль 2. Химические превращения полимеров</b>								

<p>1. Полимераналогичные превращения. Типы химических реакций полимеров. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные и внутримолекулярные превращения. Получение новых классов высокомолекулярных соединений. Перспективы использования полимераналогичных превращений.</p> <p>Реакционная способность функциональных групп макромолекул. Принцип Флори, условия его действия. Особенности поведения длинноцепочечных молекул в процессе их превращения. Композиционная неоднородность макромолекул, характер распределения звеньев в цепях макромолекул. Эффект соседа. Стереохимические, конформационные, надмолекулярные эффекты в реакциях полимеров.</p>	3							
<p>2. Реакции деструкции и сшивания полимеров. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция по закону случая и деполимеризация. Механизм и закономерности деструкции. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров. Старение полимеров. Методы защиты полимерных материалов от старения Проблема создания биodeградируемых полимеров*.</p> <p>Сшивание полимерных цепей. Сшивающие агенты. Фотохимическое и радиационное сшивание. Вулканизация каучуков. Разветвленные полимеры. Получение привитых и гребнеобразных полимеров.</p>	3							
3. Полимераналогичные превращения полимеров					6			
4. Изучение реакций деструкции полимеров					6			
<b>3. Модуль 3. Свойства макромолекул и полимерных тел</b>								

<p>1. Гибкость цепных молекул. Макромолекулы в растворах. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы системы полимер – растворитель. Критические температуры растворения. Явления расслаивания. Неограниченное и ограниченное набухание. Термодинамическое поведение макромолекулы в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Осмометрия как метод определения среднечисловых молекулярных масс. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ. Вязкость разбавленных растворов. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой (уравнение Марка–Хаувинка). Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекул. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекул. Количественные характеристики гибкости макромолекул. Свободносочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи. Понятие о статистическом сегменте. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекул с учетом постоянства валентных углов. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением</p>	6							
	15							

<p>2. Структура и свойства аморфных полимерных тел. Пластики, эластомеры, волокна, покрытия. Физическое состояние полимеров. Аморфные полимеры. Надмолекулярная организация аморфных полимеров. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния: высокоэластичное, стеклообразное и вязкотекучее. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Пластификация полимеров*. Релаксационные явления в полимерах. Ориентированные структуры аморфных полимеров. Наиболее важные синтетические аморфные полимеры.</p>	2							
<p>3. Структура и свойства кристаллических полимерных тел. Кристаллические и жидкокристаллические полимеры. Кристаллизация полимеров. Типы надмолекулярных структур закристаллизованных полимеров. Свойства кристаллических полимеров. Ориентированные структуры кристаллических полимеров. Принципы формования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов. Двойственная природа жидкокристаллических полимеров. Оптические материалы на основе жидкокристаллических полимеров. Представители кристаллических полимеров.</p>	2							
<p>4. Определение молекулярной массы полимеров. Идентификация полимеров с помощью химических и спектральных методов.</p>				24				
<p>5. Проработка теоретического материала, оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к промежуточному контролю</p>						54		

6. Условием получения зачета является успешная защита всех выполненных лабораторных работ и успешное прохождение промежуточного контроля								
Всего	36				54		54	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для студентов вузов по специальности и направлению "Химия"(Москва: Академия).
2. Кулезнев В. Н. Основы физики и химии полимеров: учеб. пособие для вузов(М.: Высш. шк.).
3. Тугов И. И., Кострыкина Г. И. Химия и физика полимеров: учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов (Москва: Химия).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office Professional Plus 2007/
2. Приложения ChemOffice Ultra 11 - пакет утилит для химиков, таких как: ChemDraw, Chem3D, ChemFinder, ChemACX
- 3.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Справочник по химии: основные понятия, термины, законы, схемы, формулы, справочный материал, графики / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова; Санкт-Петербургский политехнический университет. - Москва: Проспект, 2010. - 155 с.
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com предоставляет зарегистрированным пользователям круглосуточный доступ к электронным изданиям из любой точки мира посредством сети Интернет. Режим доступа- <http://znanium.com/>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для чтения лекций используется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в учебной аудитории с использованием доски. Лабораторные занятия проходят в лабораториях кафедры органической и аналитической химии, оснащенных специальным оборудованием (вытяжные шкафы, раковины), приборами и химической посудой.