

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Высокомолекулярные соединения**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Аналитическая химия, Биоорганическая химия, Высокомолекулярные соединения,  
Коллоидная химия, Лазерная химия, Медицинская химия и тонкий органический  
синтез, Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии, Неорганическая химия,  
Нефтехимия, Органическая химия, Радиохимия, Физическая химия,  
Фундаментальная и прикладная энзимология, Химия ионных и молекулярных  
систем, Химическая кинетика, Химия высоких энергий, Химия и технология ве-  
ществ и материалов, Химия твердого тела, Электрохимия

---

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №7 от 07.07.2021)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022

---

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД, модуль «Высокомолекулярные соединения».
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>УК-1.С</b> Способен формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности	<b>УК-1.С.2</b> Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов	<b>Уметь:</b> формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных
<b>УК-6.</b> Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе, на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия	<b>УК-6.С.2</b> Осуществляет письменную и устную коммуникацию на русском и иностранном языке в профессиональной сфере	<b>Уметь:</b> выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах
	<b>УК-6.С.5.</b> Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Уметь:</b> анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал, решать конкретные задачи по лекционному материалу курса «Высокомолекулярные соединения»
	<b>ОПК-1.С.3.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<b>Знать:</b> основы науки о полимерах и области их практического использования; <b>Владеть:</b> современными представлениями о полимерном состоянии вещества как особой форме существования веществ, качественно отличной от низкомолекулярных веществ, о перспективах раз-

		<p>вития этой науки и разнообразных областях применения полимеров</p> <p><b>Владеть:</b> современными представлениями о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств</p>
<p><b>ОПК-2.С.</b> Способен проводить химический эксперимент с соблюдением норм безопасного обращения с химическими материалами, адекватно оценивая возможные риски с учетом свойств веществ</p>	<p><b>ОПК-2.С.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p>	<p><b>Знать:</b> стандартные приемы синтеза полимеров</p>
	<p><b>ОПК-2.3.С.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы методов определения химического и фазового состава полимеров</p> <p><b>Уметь:</b> корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава полимеров</p>
<p><b>ОПК-4.С.</b> Способен создавать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты</p>	<p><b>ОПК-4.С.1</b> Предлагает математические и (или) физические модели химических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> способы аналитического описания физико-химических и механических свойств полимерных систем</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать адекватные модели для описания полимерных систем</p>
<p><b>ОПК-5.С.</b> Способен использовать современные расчетно-теоретические методы изучения свойств веществ и процессов с их участием при решении профессиональных задач</p>	<p><b>ОПК-5.С.1.</b> Оценивает свойства веществ и материалов, прогнозирует результаты химических процессов с использованием современных расчетно-теоретических методов и представлений</p>	<p><b>Уметь:</b> оценить корректность результатов теоретических расчетов свойств полимерных систем</p>

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единицы, всего 252 часа, из которых 134 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (72 часа занятия лекционного типа, 54 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 6 часов – промежуточный контроль успеваемости), 118 часов составляет самостоятельная работа студента

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** теоретические основы физической, аналитической и органической химии.

**Уметь:** грамотно оформлять результаты химических и физико-химических опытов.

**Владеть:** навыками статистической обработки результатов измерений

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Общие представления о полимерах	<b>14</b>	2	4				<b>6</b>			8
Растворы полимеров	<b>30</b>	10	8				<b>18</b>			12
Полиэлектролиты	<b>30</b>	12	6				<b>18</b>			12
Синтез полимеров	<b>38</b>	12	12				<b>24</b>			14
Химические реакции с участием макромолекул	<b>34</b>	12	8				<b>20</b>			14
Структура полимеров	<b>34</b>	12	8				<b>20</b>			14

Механические свойства полимеров	34	12	8				20			14
Промежуточная аттестация <u>экза-</u> <u>мен</u>	38			2		6	8			30
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	<b>134</b>			<b>118</b>

#### 6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

- Наиболее известные и крупнотоннажные полимеры (название и формулы).
- Конфигурационная изомерия для полимеров винилового и диенового рядов.
- Моделирование и расчет размеров макромолекулярного клубков.
- Расчет молекулярных масс и молекулярно-массового распределения полидисперсных полимеров.
- Критерии растворимости полимеров.
- Критические температуры растворения и возможные типы фазовых диаграмм.
- Отклонения от идеальности и качество растворителя.
- Расчет средневязкостной молекулярной массы.
- Оценка изоионной и изоэлектрической точек полиамфолитов.
- Определение молекулярной массы полиэлектролита.
- Оценка энергии Гиббса конформационных переходов полиэлектролитов.
- Определение критической молекулярной массы полиэлектролита для протекания кооперативных реакций.
- Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Расчет равновесной концентрации мономера.
- Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Расчет критических температур полимеризации.
- Радикальная полимеризация. Расчет молекулярной массы их кинетических данных.
- Ионная полимеризация. Расчет молекулярной массы их кинетических данных.
- Вулканизация каучуков. Влияние степени вулканизации на модуль упругости материала.

Получение новых полимеров с использованием полимераналогичных реакций.

Механодеструкция полимеров. Пластикация.

Понятие о межплоскостных расстояниях. Расчет большого периода и периода идентичности из рентгенографических данных.

Надмолекулярные и морфологические структуры полукристаллических полимеров.

Определение температуры стеклования и температуры плавления из данных динамометрического анализа.

Расчет величины термодинамического и кинетического сегментов.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу. Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются:

<http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. Ю.Д. Семчиков «Высокомолекулярные соединения», Учебник, М.Изд «Академия». 2006, 386 с.
2. В.В. Киреев. Высокомолекулярные соединения. Учебник. М., изд-во Высшая школа, 1992
3. Высокомолекулярные соединения. Учебник, под. ред. Зезина А.Б. М.:Юрайт, 2016, 2019 гг.
4. Высокомолекулярные соединения. Учебник и практикум для вузов. под. ред. Зезина А.Б. М.:Юрайт, 2021г.

#### Дополнительная литература

1. В.Н. Кулезнёв, В.А. Шершнёв Химия и физика полимеров, Учебник М. КолосС, 2007
2. Энциклопедия полимеров, М.Изд. БСЭ, т.т.1-3 1977
3. Химическая энциклопедия, Изд. БРЭ, т.т. 1-5, 1988-1998

Периодическая литература; Журнал «Высокомолекулярные соединения»

#### Интернет-ресурсы

1. vmsmsu.ru

Материально-техническое обеспечение – лекционная аудитория (поточная) с техникой для презентация материала

#### 9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н., доцент Лысенко Евгений Александрович

### Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

#### • **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите о специфических свойствах полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ.
2. Напишите конкретные химические реакции (не менее 3) синтеза полимеров.
3. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
4. Расскажите о способах регулирования молекулярной массы полимеров при их синтезе на конкретном примере.
5. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.
6. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
7. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
8. Расскажите о возможных различных конформационных состояниях макромолекул. Какие факторы определяют конформацию макромолекулы и как количественно ее оценить.
9. Дайте краткую характеристику фазовым и физическим состояниям полимеров.
10. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 5).
11. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).
12. Привитые и блок-сополимеры. Реакции синтеза и особенности физико-механических свойств.
13. Релаксационные процессы в полимерах.
14. Долговечность полимерных материалов. Приведите несколько конкретных примеров существенного повышения долговечности полимерных материалов.
15. Явление пластификации полимеров.

#### • **Вопросы для домашних заданий**

1. Составить таблицу основных представителей крупнотоннажных синтетических полимеров (название и химические формулы).
2. Подготовить краткую презентацию по типам надмолекулярных структур кристаллических полимеров и методам их электронно-микроскопического исследования.
3. Составить таблицу «Классификация полимеров».

#### • **Образцы тестов:**

По теме «Синтез полимеров»

1. Какие из иницирующих систем вызывают радикальную полимеризацию стирола : А. бутиллитий, Б. персульфат аммония, В. гидроперок-

сид изопропилбензола, Г. хлорид олова(IV), Д. трихлоруксусная кислота, Е. диэтилмагний, Ж. триизобутилалюминий - хлорид ванадия, З. на-грев мономера до 80-100 град.Ц.?

2. Для каких значений N достигается максимальная вероятность циклизации при поликонденсации аминокислот строения  $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)-COOH}$ ?

А. N=6, Б. N=10, В. N=1, Г. N=2

3. Что служит активным центром полимеризации виниловых мономеров, инициированной системой "катион железа(II) + пероксид водорода"? А. катион; Б. радикал; В. анион; Г. реакция полимеризации не будет протекать.

4. Как изменятся среднечисловая (PN) и средневесовая (PW) степени полимеризации продукта радикальной полимеризации на начальных стадиях превращения, если доля растущих цепей, обрывающихся по механизму диспропорционирования, возрастет с 0 до 100%, а длина кинетических цепей останется постоянной?

А. PN уменьшится в 2 раза, PW уменьшится в 1,5 раза

Б. PN возрастет в 2 раза, PW возрастёт в 3 раза

В. PN и PW уменьшатся в 2 раза

Г. PN и PW возрастут в 2 раза

• **тем для докладов и презентаций;**

Способы получения полиэтилена и области его применения.

Способы получения полиэтилентерефталата и области его применения.

Полиакрилонитрил: получение, термическая обработка до углеродного материала и изделия из него.

Способы получения синтетических эластомеров и их свойства.

Синтетические полимеры в машиностроении.

Сравнительные свойства природных (паутина, целлюлоза, кетгут) и синтетических (полипропилен, алифатические и ароматические полиамиды) волокон.

**Теоретические вопросы**

1. Расскажите о специфических свойствах полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ.
2. Напишите конкретные химические реакции (не менее 4) синтеза полимеров.
3. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
4. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.
5. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и катионной полимеризации на конкретных примерах.
6. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
7. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
8. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
9. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии.
10. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 3).

11. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).
12. Привитые и блок-сополимеры. Реакции синтеза и особенности физико-механических свойств.
13. Релаксационные процессы в полимерах.
14. Долговечность полимерных материалов. Приведите несколько конкретных примеров существенного повышения долговечности полимерных материалов.
15. Явление пластификации полимеров.

### Расчетные задачи или тесты

1. Средняя молекулярная масса полимера, содержащего по  $N$  молекул с молекулярными массами 100, 200 и 300, равна 257. Какой тип усреднения был использован?
  2. К смеси двух фракций полимера, состоящей из  $N$  молекул с  $P=100$  и  $N$  молекул с  $P=10000$ , добавили еще  $N$  молекул с  $P=100$ . Как изменится параметр полидисперсности  $M_w/M_n$ ?  $M_w$  - средневесовая,  $M_n$  – среднечисловая молекулярные массы,  $P$  - среднечисловая степень полимеризации.
  3. К смеси двух фракций полимера, состоящей из  $N$  молекул с  $P=100$  и  $N$  молекул с  $P=10000$ , добавили еще  $N$  молекул с  $P=10000$ . Как изменится параметр полидисперсности  $M_w/M_n$ ?  $M_w$  - средневесовая,  $M_n$  – среднечисловая молекулярные массы,  $P$  - среднечисловая степень полимеризации.
  4. Чему равна среднечисловая молекулярная масса полимера, содержащего  $N$  молекул с массой 1,  $N$  молекул с массой 2,  $3N$  молекул с массой 3,  $5N$  молекул с массой 4,  $4N$  молекул с массой 5 и  $2N$  молекул с массой 6? Нарисуйте графики числовой интегральной и дифференциальной функций молекулярно-массового распределения.
  5. Чему равна средневесовая молекулярная масса полимера, содержащего  $N$  молекул с массой 1,  $3N$  молекул с массой 2,  $4N$  молекул с массой 3 и  $2N$  молекул с массой 4? Нарисуйте графики массовой интегральной и дифференциальной функций молекулярно-массового распределения.
1. В присутствии каких инициаторов можно получить полиметилметакрилат полимеризацией метилметакрилата : А. н-бутиллития, Б. концентрированной серной кислоты, В. пероксида бензоила, Г. натрий-нафталинового комплекса?
  2. Можно ли получить поли-2-винилпиридин с узким молекулярно-массовым распределением ( $M_w/M_n=1.1$ , где  $M_w$ ,  $M_n$  - соответственно средневесовая и среднечисловая молекулярные массы ) полимеризацией мономера в присутствии : А. эквимольной смеси четыреххлористого титана и этанола; Б. эквимольной смеси бромид алюминия и этилбромида; В. бутиллития; Г. пероксида бензоила.
  3. Какие из иницирующих систем вызывают полимеризацию винилбутилового эфира? Натрий в аммиаке, литий в толуоле, литий в тетрагидрофуране или хлорид олова(IV) в бензоле.
  4. Какие из предложенных мономеров полимеризуются по механизму "живых цепей" в присутствии н-бутиллития: изобутилен; пропилен; винилбутиловый эфир; стирол?

### Перечень вопросов к экзамену.

Общие представления о полимерах

1. Конфигурация и конформация макромолекул. Типы конфигурационных изомеров.
2. Гибкость макромолекул. Природа гибкости. Заторможенность внутреннего вращения.
3. Гибкость макромолекул. Влияние химической структуры полимера на его гибкость.
4. Гибкость макромолекул. Количественные характеристики гибкости (среднеквадратичное расстояние между концами цепи и статистический сегмент). Степень свернутости.
5. Гибкость макромолекул. Основные модели, описывающие поведение гибких макроцепей.
6. Гибкость макромолекул. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Понятие о термодинамической и кинетической гибкости.
7. Понятие о сегменте Куна. Экспериментальное определение сегмента Куна.
8. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Полидисперсность синтетических полимеров. Среднечисловая, средневесовая и z-средняя молекулярные массы.
9. Молекулярно-массовые характеристики полимеров и методы их определения.

#### Растворы полимеров

1. Разбавленные растворы полимеров. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы систем «полимер – растворитель». Критические температуры растворения.
2. Разбавленные растворы полимеров. Закон Рауля. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и  $\Theta$ -растворители.
3. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Закон Вант-Гоффа. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и  $\Theta$ -растворители.
4. Разбавленные растворы полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Второй вириальный коэффициент.  $\Theta$ -температура и  $\Theta$ -условия.
5. Разбавленные растворы полимеров.  $\Theta$ -температура и  $\Theta$ -условия. Невозмущенные размеры макромолекул и метод их оценки.
6. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Определение молекулярной массы полимера с использованием метода осмометрии.
7. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Закон Ньютона. Вязкость. Аномалия вязкости.
8. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой полимера и размером макромолекулы. (экспериментальное определение характеристической вязкости)
9. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярной массы, невозмущенного размера макромолекул и сегмента Куна методом вискозиметрии.

#### Полиэлектролиты

1. Полиэлектролиты. Классификация полиэлектролитов и основные свойства представителей каждого класса.
2. Ионизационное равновесие в водных растворах полиэлектролитов.
3. Термодинамика растворов полиэлектролитов: Равновесие Доннана.

4. Вискозиметрия линейных полиэлектролитов. Концентрационная зависимость приведенной вязкости для бессолевого и солевых растворов полиэлектролитов. Иононное разбавление.
5. Вискозиметрия водных растворов линейных полиэлектролитов. Полиэлектролитное набухание.
6. Определение молекулярных масс полиэлектролитов методом вискозиметрии.
7. Полиамфолиты. Иононная и изоэлектрическая точки.
8. Особенности поведения полиэлектролитов со вторичной структурой в водных растворах.

#### Механика полимеров

1. Термомеханический метод анализа. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры стеклования и текучести и их зависимость от молекулярной массы полимера.
2. Термомеханический метод анализа. Термомеханические кривые для полимер-гомологического ряда. Экспериментальное определение величины сегмента Куна с использованием термомеханического метода.
3. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации.
4. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Релаксация напряжения. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры.
5. Гистерезисные явления при механических испытаниях полимеров. Механические потери и природа их появления. Коэффициент механических потерь.
6. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации.
7. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.
8. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.
9. Полукристаллические полимеры. Термомеханические кривые полукристаллических полимеров.
10. Аморфизованные полимеры. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.

#### Структура полимеров

1. Кристаллизация полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.
2. Термодинамика кристаллизации полимеров. Температуры плавления и кристаллизации. Фактор переохлаждения.
3. Кинетика кристаллизации полимеров. Температурные зависимости скоростей зародышеобразования и роста кристаллов.
4. Получение аморфизованных полимеров.
5. Структура и морфологические типы полукристаллических полимеров (ламели и сферолиты). Степень кристалличности.

#### Синтез полимеров

1. Цепная полимеризация. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
2. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов.
3. Радикальная полимеризация. Основные элементарные стадии радикальной полимеризации.
4. Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
5. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
6. Влияние температуры на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимера.
7. Катионная полимеризация. Мономеры и инициаторы.

8. Катионная полимеризация. Основные элементарные стадии катионной полимеризации.
9. Катионная полимеризация. Кинетика катионной полимеризации. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
10. Влияние температуры на скорость катионной полимеризации и молекулярную массу полимера.
11. Анионная полимеризация. Мономеры и инициаторы
12. Анионная полимеризация. Основные элементарные стадии анионной полимеризации. Кинетика процесса.
13. Анионная полимеризация. Выражение для оценки степени полимеризации. Получение полимеров с узким молекулярно-массовым распределением.
14. Поликонденсация, типы классификации. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации.
15. Термодинамика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Поликонденсационное равновесие. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия.
16. Кинетика неравновесной поликонденсации. Факторы, влияющие на степень полимеризации.

#### Химические превращения полимеров

1. Классификация химических реакций с участием макромолекул.
2. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные реакции. Отличия от реакций низкомолекулярных аналогов.
3. Особенности полимераналогичных реакций.
4. Эффект «соседа». Кинетика полимераналогичных реакций. Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров.
5. Химические превращения полимеров. Внутримолекулярные реакции. Примеры использования внутримолекулярных реакций для получения полимеров.
6. Химические превращения полимеров. Сшивание. Вулканизация каучуков.
7. Получение привитых и блок-сополимеров.

#### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиально-	Успешное и систематическое умение

			го характера)	
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p>Знать: основы науки о полимерах и области их практического использования;</p> <p>Знать: теоретические основы физико-химических методов исследования свойств полимеров</p> <p>Знать: способы аналитического описания физико-химических и механических свойств полимерных систем</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных</p> <p>Уметь: выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p> <p>Уметь: работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал, решать конкретные задачи по лекционному материалу курса «Высокомолекулярные соединения»</p> <p>Уметь: выбирать адекватные модели для описания полимерных систем</p> <p>Уметь: оценить корректность результатов теоретических расчетов свойств полимерных систем</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Владеть: современными представлениями о полимерном состоянии вещества как особой форме существования веществ, качественно отличной от низкомолекулярных веществ, о перспективах развития этой науки и разнообразных областях применения полимеров</p> <p>Владеть: современными представлениями о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>