

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии  
Шестаков А.С.  
15.06.2018



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б.18 Высокомолекулярные соединения

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.01 Химия

**2. Профиль подготовки/специализация:** органическая и полимерная химия, теоретическая и экспериментальная химия

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

**6. Составители программы:** Шаталов Геннадий Валентинович, доктор химических наук, профессор

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 5 от 24.05.2018

**8. Учебный год:** 2021-2022

**Семестр(ы):** 7,8

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Формирование системных знаний о физической природе полимерного состояния веществ, общих закономерностей и особенностей их образования, свойствах и практическом использовании на основе научных достижений. Задачами курса "Высокомолекулярные соединения" как научной дисциплины являются:

- обучение основным понятиям и представлениям о высокомолекулярных соединениях как веществах;
- изучение особенностей и общих закономерностей синтеза полимеров;
- изучение свойств высокомолекулярных соединений и свойств их растворов, а также выявления взаимосвязи структура-свойства;
- получение сведений о химических превращениях макромолекул и направлениях практического применения полимеров;
- формирование у студента способностей и навыков к проведению экспериментальных и теоретических работ;
- умению обобщать и анализировать полученную информацию и экспериментальные результаты.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** курс входит в блок Б1, базовую часть. Студент для изучения курса должен освоить курсы органической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии, иметь представление об основных классах неорганических и органических веществ и их реакционной способности. Дисциплина является предшествующей для курсов Б1.В.ДВ.05.01 Фармацевтическая и медицинская химия, Б3.В.ОД.6 Физико-химия полимеров.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p>уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы осуществления деятельности.</p> <p>владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки при выполнении профессиональной деятельности.</p>
ОПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<p>знать: основные определения, понятия и термины науки о полимерах; принципы классификации полимеров; особенности строения макромолекул; структуры аморфных и кристаллических полимеров; особенности поведения полимеров; механизмы химических реакций полимеров, перспективы и тенденции развития полимеров.</p> <p>уметь: прогнозировать поведение растворов полимеров; выбирать оптимальный тип полимеризации для данного мономера; строить диаграммы состава сополимера</p> <p>владеть: основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физико-механическое и физическое поведение полимеров в растворах, расплавах и твердом состоянии; методологией изучения полимеров в растворе и математическим аппаратом расчета параметров полимеров на основе уравнений Хаггинса, Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка</p>

ОПК-2	Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p>знать: основные методы исследования полимеров; химические, физико-химические и физические основы создания конструкционных и функциональных полимерных материалов; способы синтеза полимеров.</p> <p>уметь: определять и рассчитывать размеры макромолекул; оценивать основные физико-механические параметры полимеров; оценивать состав конечного полимера после протекания химических реакций; рассчитывать степень сшивки полимерной сетки.</p> <p>владеть: приемами регулирования реакций синтеза полимеров, изомерии и молекулярно-массовых характеристик конечного материала путем изменения концентраций компонентов, температуры, качества растворителя и т.д.; методами моделирования макромолекул и расчетными процедурами оценки их размеров; принципами направленной модификации химической структуры полимера для придания нужных свойств; методологией создания новых полимерных материалов.</p>
ПК-1	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p>знать: основные процессы полимеризации и поликонденсации; необходимые условия для их проведения; методы их осуществления, преимущества и недостатки методов.</p> <p>уметь: проводить полимеризацию или поликонденсацию в различных условиях, оценивать влияние условий процесса на величину молекулярной массы полимера; определять кинетические параметры процессов; определять тип полимеризации.</p> <p>владеть: навыками проведения эксперимента по синтезу полимеров; приемами регулирования состава сополимеров; методами расчета термодинамических параметров.</p>
ПК-2	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p>знать: физико-химические основы методов исследования полимеров.</p> <p>уметь: определять молекулярно-массовые характеристики методами вискозиметрии, осмометрии, динамического рассеяния света и т.д.</p> <p>владеть: основами физико-химических методов исследования полимеров; методологией расчета их основных характеристик</p>
ПК-3	Владение системы фундаментальных химических понятий	<p>знать: основные понятия и термины науки о полимерах; особенности строения, механизмы получения, процессы синтеза и реакции, протекающие в полимерах при определенных условиях</p> <p>уметь: идентифицировать полимеры по химической формуле и пространственной форме; выбрать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера;</p> <p>владеть: основами номенклатуры и классификации полимеров; методами оценки и расчета термодинамических параметров растворов полимеров; приемами оценки кинетических параметров полимераналогичных превращений и при синтезе полимеров.</p>
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>знать: физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность перемещаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химии полимеров, в том числе особо опасных веществ;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ;</li> <li>- устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов;</li> <li>- оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками безопасной работы в химической лаборатории;</li> <li>- навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности</li> </ul>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 7 / 252.

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой, экзамен.

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр	8 семестр	...
Аудиторные занятия	92	68	24	
в том числе: лекции	46	34	12	
практические	0	0	0	
лабораторные	46	34	12	
Самостоятельная работа	124	76	48	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	36	Зачет 0	Экзамен 36	
Итого:	252	144	108	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Роль науки о высокомолекулярных соединениях в научно-техническом прогрессе и основные этапы ее развития.	Место науки о полимерах в ряду фундаментальных химических дисциплин. Основные отличия ВМС от низкомолекулярных соединений.
1.2	Классификация полимеров и процессов их образования. Номенклатура.	Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи. Полимеризация и поликонденсация как методы синтеза полимеров из мономеров.
1,3	Макромолекулы и их поведение в растворе.	Конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные полимеры. Внутримолекулярные вращения и гибкость макромолекул. Модель свободно-сочлененной цепи. Средние размеры макромолекул с учетом постоянства валентных углов. Количественные характеристики гибкости макромолекул. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочлененной цепи (Гауссовы клубки). Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением низкомолекулярных веществ. Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости. Физико-химические основы и методы фракционирования. Светорассеяние как метод определения среднемассовой молекулярной массы ВМС. Гидродинамические свойства макромолекул. Вискозиметрия – метод определения средневязкостной молекулярной массы. Концентрированные растворы полимеров и гели. Полиэлектролиты.
1.4	Полимерные тела.	Структура и основные физические свойства полимерных тел. Аморфные и кристаллические полимеры. Высокоэластическое, стеклообразное и вязкотекучее состояние. Пластификация полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.

1.5	Синтез полимеров.	Радикальная гомополимеризация. Механизм, кинетика. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение. Ингибиторы и замедлители. Аутоингибирование аллильных мономеров. Зависимость реакционной способности виниловых мономеров от строения и других факторов. Комплексно-радикальная полимеризация виниловых мономеров. Радикальная и комплексно-радикальная сополимеризации. Катионная полимеризация. Общая характеристика, механизм, кинетические особенности. Анионная и анионно-координационная полимеризации в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера-Натта. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Деструкция при поликонденсации. Современные достижения в области синтетических полимеров. Термостойкие полимеры. Термозластопласты. Физиологически активные полимеры. Классификация. Физиологически активные полимеры с собственной физиологической активностью. Полимеры прививочного типа.
1.6	Химические свойства и химические превращения высокомолекулярных соединений. Деструкция и стабилизация полимеров	Особенности реакций макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции. Использование этих реакций для получения новых полимеров. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Деструкция и стабилизация полимеров. Деполимеризация. Сшивание полимеров: вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол. Тенденции развития химии высокомолекулярных соединений. Новые полимеры и направления их использования.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Макромолекулы и их поведение в растворе.	Определение молекулярной массы полистирола. Оценка полидисперсности макромолекул методом турбидиметрического титрования. Определение растворимости.
3.2	Полимерные тела.	Построение дифференциальных термомеханических кривых. Построение кривой состава сополимера и расчет констант сополимеризации стирола и метилметакрилата. Определение молекулярно-массовых характеристик методом эксклюзивной хроматографии.
3.3	Синтез полимеров.	Полимеризация стирола в суспензии. Полимеризация стирола в блоке. Полимеризация стирола в эмульсии. Полимеризация метилметакрилата в блоке. Полимеризация винилацетата в эмульсии. Полимеризация винилацетата в суспензии. Полимеризация винилацетата в растворе. Сополимеризация стирола и метакриловой кислоты в суспензии. Поликонденсация диэтиленгликоля с адипиновой кислотой в растворе. Поликонденсация фенола и формальдегида. Моделирование процесса ионно-координационной полимеризации этилена.
3.4	Химические свойства и химические превращения высокомолекулярных соединений. Деструкция и стабилизация полимеров.	Термическая деполимеризация полиметилметакрилата. Полимераналогичные превращения поливинилового спирта. Получение и свойства нитратов целлюлозы.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные определения, понятия и термины науки о полимерах	2	0	0	2	4
2	Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи.	2	0	0	2	4
3	Полимеризация и поликонденсация как методы синтеза полимеров из мономеров.	2	0	0	4	6
4	Конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные полимеры.	2	0	0	4	6
5	Внутримолекулярные вращения и гибкость макромолекул. Модель свободно-сочлененной цепи. Средние размеры макромолекул с учетом постоянства валентных углов.	2	0	0	4	6
6	Количественные характеристики гибкости макромолекул. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочлененной цепи (Гауссовы клубки). Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением.	2	0	0	4	6
7	Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением низкомолекулярных веществ. Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости.	2	0	0	4	6
8	Физико-химические основы и методы фракционирования. Светорассеяние как метод определения среднемассовой молекулярной массы ВМС. Гидродинамические свойства макромолекул.	2	0	0	4	6
9	Вискозиметрия – метод определения средневязкостной молекулярной массы. Концентрированные растворы полимеров и гели. Полиэлектролиты.	2	0	6	6	14
10	Структура и основные физические свойства полимерных тел. Аморфные и кристаллические полимеры.	2	0	0	2	4
11	Высокоэластическое, стеклообразное и вязкотекучее состояние. Пластификация полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.	2	0	0	6	8

12	Радикальная гомополимеризация. Механизм, кинетика. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение.	2	0	22	8	32
14	Ингибиторы и замедлители. Аутоингибирование аллильных мономеров. Зависимость реакционной способности виниловых мономеров от строения и других факторов.	2	0	0	6	8
15	Комплексно-радикальная полимеризация виниловых мономеров. Радикальная и комплексно-радикальная сополимеризации. Живая ионная и псевдоживая радикальная полимеризация.	2	0	0	8	10
16	Катионная полимеризация. Общая характеристика, механизм, кинетические особенности.	2	0	0	10	12
17	Анионная и анионно-координационная полимеризации в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера-Натта.	2	0	0	8	10
18	Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Деструкция при поликонденсации.	2	0	6	10	18
19	Современные достижения в области синтетических полимеров. Термостойкие полимеры. Термоэластопласты. Физиологически активные полимеры. Классификация. Физиологически активные полимеры с собственной физиологической активностью. Полимеры прививочного типа.	2	0	0	6	8
20	Особенности реакций макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции. Использование этих реакций для получения новых полимеров.	2	0	6	8	16
21	Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Деструкция и стабилизация полимеров.	2	0	4	6	12
22	Деполимеризация. Сшивание полимеров: вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол.	2	0	4	6	12
23	Тенденции развития химии высокомолекулярных соединений. Новые полимеры и направления их использования. Полимеры для нанотехнологии и индустрии наносистем.	2	0	0	6	8
	Итого:	46	0	46	124	216

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров/ Ю.Д.Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2012. – 222 с.
2	Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения / Ю. Д. Семчиков. - М.: Академия, 2008. - 368с.
3	Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения/В. В. Киреев. - М.: Юрайт., 2013. - 602с.
4	Кузнецов В.А. Практикум по высокомолекулярным соединениям / В.А. Кузнецов. - Воронеж: Изд.дом ВГУ, 2014. - 166 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для академического бакалавриата / [М.С. Аржаков и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова ; под ред. А.Б. Зезина. – Москва : Юрайт, 2018. – 339 с.
2	Тагер А. А. Физикохимия полимеров / А. А. Тагер. - М.: Химия, 2007. - 544с.
3	Высокомолекулярные соединения: методические указания / сост.: А. С. Шестаков и др. – Воронеж : ВГУ, 2015. – 36 с.
4	Инструкция по технике безопасности при работе в лаборатории с применением химических веществ. Воронеж : ВГУ, 2002 – 33 с.
5	Говарикер В. Р. Полимеры / В. Р. Говарикер, Н. В. Висванатхан, Дж. Шридхар. - М.: Иностран. лит., 1990. – 396 с.
6	Кабанов В. А. Комплексно-радикальная полимеризация/В. А. Кабанов, В. П. Зубов, Ю. Д. Семчиков. - М.: Наука, 1987. – 256 с.
7	Шур А. М. Высокомолекулярные соединения/А. М. Шур. - М.: Высш. шк., 1981. – 656 с.
8	Платэ Н. А. Физиологически активные полимеры/Н. А. Платэ, А. Е. Васильев. - М.: Химия, 1986. - 296 с.
9	Кирш Ю. Э. Поли-N-винилпирролидон и другие поли-N-виниламиды/Ю. Э. Кирш. - М.: Наука, 1998.-252 с.
10	Практикум по высокомолекулярным соединениям /под ред. В. А. Кабанова. - М.: Химия, 1985. - 224 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
2.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
3.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
4.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Приборы для разгонки мономеров в условиях вакуума.
2. Приборы для проведения полимеризации
3. Приборы для проведения поликонденсации
4. Прибор для термодеструкции полимера
5. Прибор Федотова для определения набухаемости.
6. Рефрактометр ИРФ-454 Б2М
7. Вискозиметры Оствальда-Пинкевича, ВПЖ и Уббелоде.
8. Титровальная установка.
9. Весы аналитические.
10. Весы техно-химические.
11. Модульный спектрометр динамического и статического рассеяния света Photocor-Complex.
12. Компьютер.
13. Турбидиметр.
14. Ультразвуковой диспергатор.
15. Водоструйные насосы.
16. Шкаф сушильный
17. Шкаф вакуумный.
18. Фотометр КФК-3 «ЗОМЗ»
19. Аппараты Сокслета.
20. Термостаты.

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК 1	Знать: основные определения, понятия и термины науки о полимерах; принципы классификации полимеров; особенности строения макромолекул; структуры аморфных и кристаллических полимеров; особенности поведения полимеров; механизмы химических реакций полимеров, перспективы и тенденции развития полимеров.	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Ситуационная задача
	Уметь: прогнозировать поведение растворов полимеров; выбирать оптимальный тип полимеризации для данного мономера; строить диаграммы состава сополимера		Ситуационная задача

	Владеть: основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физико-механическое и физическое поведение полимеров в растворах, расплавах и твердом состоянии; методологией изучения полимеров в растворе и математическим аппаратом расчета параметров полимеров на основе уравнений Хаггинса, Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка		Практическое задание
ОПК 2	Знать: основные методы исследования полимеров; химические, физико-химические и физические основы создания конструкционных и функциональных полимерных материалов; способы синтеза полимеров.	Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Ситуационная задача
	Уметь: определять и рассчитывать размеры макромолекул; оценивать основные физико-механические параметры полимеров; оценивать состав конечного полимера после протекания химических реакций; рассчитывать степень сшивки полимерной сетки		Ситуационная задача
	Владеть: приемами регулирования реакций синтеза полимеров, изомерии и молекулярно-массовых характеристик конечного материала путем изменения концентраций компонентов, температуры, качества растворителя и т.д.; методами моделирования макромолекул и расчетными процедурами оценки их размеров; принципами направленной модификации химической структуры полимера для придания нужных свойств; методологией создания новых полимерных материалов.		Практическое задание
ПК 1	Знать: основные процессы полимеризации и поликонденсации; необходимые условия для их проведения; методы их осуществления, преимущества и недостатки методов.	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Ситуационная задача
	Уметь: проводить полимеризацию или поликонденсацию в различных условиях, оценивать влияние условий процесса на величину молекулярной массы полимера; определять кинетические параметры процессов; определять тип полимеризации.		Практическое задание
	Владеть: навыками проведения эксперимента по синтезу полимеров; приемами регулирования состава сополимеров; методами расчета термодинамических параметров.		Курсовая работа
ПК 2	Знать: физико-химические основы методов исследования полимеров.	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Ситуационная задача
	Уметь: определять молекулярно-массовые характеристики методами вискозиметрии, осмометрии, динамического рассеяния света и т.д.		Практическое задание Курсовая работа
	Владеть: основами физико-химических методов исследования полимеров; методологией расчета их основных характеристик		Практическое задание Курсовая работа

ПК 3	Знать: основные понятия и термины науки о полимерах; особенности строения, механизмы получения, процессы синтеза и реакции, протекающие в полимерах при определенных условиях	Владение системы фундаментальных химических понятий	Ситуационная задача
	Уметь: идентифицировать полимеры по химической формуле и пространственной форме; выбрать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера;		Ситуационная задача
	Владеть: основами номенклатуры и классификации полимеров; методами оценки и расчета термодинамических параметров растворов полимеров; приемами оценки кинетических параметров полимераналогичных превращений и при синтезе полимеров.		Ситуационная задача
ПК 7	Знать: физико-химические и токсикологические характеристики, области и способы применения, способность перемещаться в пространстве, накапливаться и разлагаться в биологических организмах и окружающей среде и т.д. основных продуктов химии полимеров, в том числе особо опасных веществ;	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	Ситуационная задача
	Уметь: использовать основные методы защиты от воздействия опасных веществ; - устранять последствия проливов и просыпаний химических реактивов; - оказывать первую медицинскую помощь при отравлениях химическими веществами и т.п.		Ситуационная задача
	Владеть: навыками безопасной работы в химической лаборатории; - навыками работы с лабораторным оборудованием и проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности		Ситуационная задача
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>КИМ</b>

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом науки о полимерах;;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять теоретические знания, решать практические задачи;
- 5) владение способами синтеза полимеров и методами их исследования;     данные критерии в большей степени относятся к экзамену

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание учебного материала и владение понятийным аппаратом в области полимерной науки, умение связывать теорию с решением практических задач, владение теоретическими основами полимерной химии, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрирована связь теории с практикой, или содержатся отдельные пробелы в знании вопросов теории,	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум (трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания теории, или не умеет иллюстрировать ответ примерами, фактами, или имеет не полное представление о способах синтеза полимеров, допускает существенные ошибки в написании формул.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в рассмотрении теоретических вопросов, не может привести конкретные примеры на поставленные вопросы.	–	Неудовлетворительно

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):**

1. Основные отличия ВМС от низкомолекулярных соединений.
2. Классификация и номенклатура ВМС.
3. Конфигурационные изомеры в макромолекулах монозамещенных этиленов и диенов.
4. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекул.
5. Молекулярная масса ВМС - среднечисловая, среднемассовая и средневязкостная. Методы определения.
6. Физико-химические основы фракционирования, методы и типы фракционирования.
7. Аморфные и кристаллические полимеры, их свойства.
8. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров.
9. Полиэлектролиты. Химические и физико-химические особенности.
10. Концентрированные растворы полимеров и гели.
11. Высокоэластическое состояние полимеров.
12. Стеклообразное состояние полимеров.
13. Вязкотекучее состояние ВМС.
14. Пластификация полимеров.
15. Гибкость (жесткость) макромолекул. Связь гибкости с химическим строением
16. Принципы классификации процессов образования полимеров из мономеров.
17. Радикальная полимеризация. Механизм стадий инициирования, роста и обрыва цепи.
18. Инициирование в радикальной полимеризации.
19. Кинетика радикальной полимеризации при низких степенях превращения.
20. Ингибиторы и замедлители радикальной полимеризации.
21. Аутоингибирование аллиловых мономеров, особенности их полимеризации.
22. Особенности комплексно-радикальной полимеризации виниловых мономеров.

23. Регулирование молекулярной массы при радикальной полимеризации.
24. Радикальная двухкомпонентная сополимеризация. Уравнение Майо-Льюиса. Кривые зависимости мономерный состав - полимерный состав.
25. Анионная полимеризация. Механизм, особенности.
26. Анионно-координационная полимеризация по механизму "живых" цепей..
27. Синтез блок- сополимеров.
28. Катионная полимеризация, особенности, механизм.
29. Зависимость реакционной способности виниловых мономеров в полимеризации от их строения и других факторов.
30. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Поликонденсационное равновесие.
31. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение (ММР) полимеров при поликонденсации.
32. Неравновесная поликонденсация. Деструкция при поликонденсации.
33. Химические реакции ВМС, приводящие к изменению степени полимеризации.
34. Химические превращения полимеров, не приводящие к изменению степени полимеризации.
35. Сшивание полимеров. Вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол.
36. Термостойкие полимеры. Влияние структуры на термические характеристики ВМС.
37. Физиологически активные полимеры с собственной физиологической активностью.
38. Физиологически активные полимеры. Модели прививочного типа.
39. Деструкция и стабилизация ВМС.
40. Псевдоживая радикальная полимеризация.

### **19.3.2 Перечень практических заданий**

- 1) Полимеризация стирола в суспензии.
- 2) Полимеризация стирола в блоке.
- 3) Полимеризация стирола в эмульсии.
- 4) Полимеризация метилметакрилата в блоке.
- 5) Полимеризация винилацетата в эмульсии.
- 6) Полимеризация винилацетата в суспензии.
- 7) Полимеризация винилацетата в растворе.
- 8) Сополимеризация стирола и метакриловой кислоты в суспензии.
- 9) Поликонденсация диэтиленгликоля с адипиновой кислотой в растворе.
- 10) Поликонденсация фенола и формальдегида.
- 11) Определение молекулярной массы полистирола.
- 12) Оценка полидисперсности макромолекул методом турбидиметрического титрования.
- 13) Определение растворимости.
- 14) Построение дифференциальных термомеханических кривых.
- 15) Построение кривой состава сополимера и расчет констант сополимеризации стирола и метилметакрилата.
- 16) Определение молекулярно-массовых характеристик методом эксклюзивной хроматографии.
- 17) Термическая деполимеризация полиметилметакрилата.
- 18) Полимераналогичные превращения поливинилового спирта.
- 19) Получение и свойства нитратов целлюлозы.
- 20) Моделирование процесса ионно-координационной полимеризации этилена.

### **19.3.4 Тестовые задания**

### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

### 19.3.5 Темы курсовых работ

1. Получение поливинилацетата полимеризацией винилацетата в блоке
2. Получение и исследование свойств блочного поливинилацетата
3. Получение суспензионного поливинилацетата
4. Суспензионная полимеризация винилацетата
5. Определение молекулярной массы и размера частиц полиакриламида
6. Исследование молекулярно-массовых характеристик полиакриламида
7. Молекулярно-массовые характеристики различных фракций полиакриламида
8. Радикальная полимеризация винилпирролидона в растворе
9. Синтез поли-N-винилпирролидона полимеризацией в растворе
10. Получение поливинилтриазола полимеризацией в водном растворе и исследование его свойств
11. Синтез поливинилтриазола и определение его молекулярно-массовых характеристик
12. Блочный винилацетат и его полимераналогичные превращения
13. Получение поливинилацетата полимеризацией винилацетата в блоке
14. Радикальная полимеризация винилацетата в суспензии
15. Получение суспензионного поливинилацетата
16. Синтез микрогеля на основе поли-N-винилкапролактама методом эмульсионной полимеризации
17. Синтез радикальной полимеризацией поли-N-винилкапролактама и определение средне-вязкостной молекулярной массы
18. Синтез сополимера метилметакрилата со стиролом в суспензии
19. Определение кислотно-основных и сорбционных свойств анионообменников
20. Получение сшитых сополимеров 1-винил 3,5-диметилпиразола с этиленгликольдиметокрилатом
21. Определение статической обменной емкости анионитов
22. Синтез поливинилацетата и его полимераналогичных производных
23. Кинетика полимеризации винилацетата
24. Синтез поливинилпирролидона
25. Синтез полиакрилонитрила и его превращения в полиакриламидоксим
26. Синтез поливинилформамида и его полимераналогичные превращения
27. Синтез поливинилкапролактама. Изучение свойств его водных растворов
28. Эмульсионная полимеризация стирола
29. Полимеризация N-винилформамида и получение поливиниламина путем кислотного и щелочного гидролиза ПВФА
30. Кинетика полимеризации стирола рефрактометрическим методом
31. Синтез микрогеля на основе N-винилкапролактама
32. Получение полиакриламида радикальной полимеризацией, индуцированного деструкцией хитозана
33. Синтез водорастворимых сополимеров N-винилпирролида с винилацетатом
34. Получение водорастворимого полимера на основе N-винилформамида
35. Радикальная сополимеризация N-винилформамида с N-винилпирролидоном
36. Определение состава сополимеров N-винилформамида с N-винилпирролидоном
37. Определение состава сополимеров N-винилпирролида с винилацетатом
38. Получение поли-N-винилкапролактама с различной молекулярной массой
39. Получение сетчатого поли-N-винилкапролактама с различной степенью сшивки.
40. Синтез сополимера N-винилкапролактама и N-винилпирролидона

### 19.3.6 Темы рефератов

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.