

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.

30.04.2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.3 Высокомолекулярные соединения**

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

04.06.01 Химические науки

**2. Профиль подготовки:** Высокомолекулярные соединения

**3. Квалификация (степень) выпускника:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

**4. Форма образования:** очная

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

**6. Составители программы** Шестаков Александр Станиславович, доктор химических наук, заведующий кафедрой

**7. Рекомендована:** Ученым советом химического факультета, протокол\_№ 3 от 19.03.2020

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр:** 7

**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 как научной дисциплины являются:

- 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.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина входит в вариативную часть блока «Дисциплины». Для изучения курса обучающийся должен изучить курсы «Высокомолекулярные соединения» бакалавриата, курсы органической, физической, аналитической химии. Курс является параллельным для курсов «Физика полимеров» и «Синтез и свойства промышленных каучуков»

**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	
УК 1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач; при решении исследовательских и практических задач</li> <li>- генерировать новые идеи</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;</li> <li>- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</li> </ul>
ОПК 1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности</li> </ul>
ПК-3	владение основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, коллоидной, химии высокомолекулярных соединений, химии твердого тела и электрохимии)	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные теоретические представления в химических дисциплинах;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать тенденции в развитии химических дисциплин;</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска и обработки научной информации с использованием химических информационных ресурсов</li> </ul>
ПК-4	способность применять основные законы химии при обобщении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы химии</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы химии для интерпретации конкретных экспериментальных результатов.</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска информации в базах данных, с целью подтверждения новизны полученных результатов.</li> </ul>

ПК-5	владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами химии, владением навыками работы на современной научной аппаратуре при проведении химических экспериментов	<b>ЗНАТЬ:</b> - основные синтетические и аналитические методы химии полимеров. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> - навыками использования современного научного оборудования для выполнения исследований по тематике диссертационной работы, в том числе в ЦКПНО.
ПК-12	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии высокомолекулярных соединений с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<b>ЗНАТЬ:</b> - типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации в химии высокомолекулярных соединений <b>УМЕТЬ:</b> - осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач в химии высокомолекулярных соединений <b>ВЛАДЕТЬ:</b> - приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности в химии высокомолекулярных соединений

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации экзамен**

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	18	18		
в том числе: лекции	18	18		
практические				
лабораторные				
Самостоятельная работа	90	90		
Форма промежуточной аттестации экзамен – 36_час.)	36	36		
Итого:	144	144		

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений из мономеров.	Цепные процессы образования макромолекул. Механизмы радикальной гомо- и сополимеризации. Особенности анионной и ионно-координационной полимеризации. Псевдоживая полимеризация.	ЭУМК «Высокомолекулярные соединения (аспирантура)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13232">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13232</a>
1.2	Ступенчатые процессы образования полимеров. Синтез полимеров путем химических превращений. Деструкция и сшива-	Ступенчатая полимеризация, механизм. Особенности и механизм макромолекулярных реакций. Полимераналогичные превращения линейных и трехмерных полимеров. Реакции деструкции и сшивания макромолекул	

	ние макромолекул. Механизм реакций.	
--	--	--

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений из мономеров.	9	0	0	45	54
2	Ступенчатые процессы образования полимеров. Синтез полимеров путем химических превращений. Деструкция и сшивание макромолекул.	9	0	0	45	54
	Итого:	18			90	108
	Форма промежуточной аттестации	экзамен – 36 ч.				

### 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.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

### 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	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	Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров/ Ю.Д.Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2012. – 222 с.
3	Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения / Ю. Д. Семчиков. - М.: Академия, 2008. - 368с.
4	Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения : учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. / В.В. Киреев .— Москва : Юрайт, 2016 .
5	Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко .— Изд. 2-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 .— 508 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
	Шишонок М.В. Структура полимерных тел/ М.В. Шишонок .— Минск : БГУ, 2003 .— 36 с.
6	Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров / Я.Рабек. - М. : Мир, 1983. - Ч.1. - 384 с.; -Ч.2. - 480 с.
7	Практикум по химии и физике полимеров / под ред. В.Ф.Куренкова. - М. : Химия, 1995. - 256 с.
8	Тагер А. А. Физикохимия полимеров / А. А. Тагер. - М.: Химия, 2007. - 544с.

9	Говарикер В. Р. Полимеры / В. Р. Говарикер, Н. В. Висванатхан, Дж. Шридхар. - М.: Иностранная литература, 1990. – 396 с.
10	Кабанов В. А. Комплексно-радикальная полимеризация/В. А. Кабанов, В. П. Зубов, Ю. Д. Семчиков. - М.: Наука, 1987. – 256 с.
11	Шур А. М. Высокмолекулярные соединения/А. М. Шур. - М.: Высш. шк., 1981. – 656 с.
12	Руководство к практическим работам по химии полимеров / под ред. Иванова В.С. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1982. - 176 с.
13	Аверко-Антонович И.Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Учебное пособие / Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. –Казань.: Изд-во КГТУ, 2002. – 604 с.

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

№ п/п	Ресурс
7	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
8	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
9	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
10	<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).
11	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
12	<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.
13	ЭУМК «Высокмолекулярные соединения (аспирантура)» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13232">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13232</a>

**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
1	Кузнецов В.А. Практикум по высокомолекулярным соединениям / В.А. Кузнецов. - Воронеж: Изд.дом ВГУ, 2014. - 166 с.
2	Практикум по высокомолекулярным соединениям /под ред. В. А. Кабанова. - М.: Химия, 1985. - 224 с.

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

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

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

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Ноутбук, проектор, экран

**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)
УК-1	<p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач; при решении исследовательских и практических задач</li> <li>- генерировать новые идеи</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач;</li> <li>- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач</li> </ul>	Все разделы	Ситуационная задача
ОПК-1	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности</li> </ul>	Все разделы	Ситуационная задача
ПК-3	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные теоретические представления в химических дисциплинах;</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать тенденции в развитии химических дисциплин;</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска и обработки научной информации с использованием химических информационных ресурсов</li> </ul>	Все разделы	Ситуационная задача
ПК-4	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы химии</li> </ul> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы химии для интерпретации конкретных экспериментальных результатов.</li> </ul> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска информации в базах данных, с целью подтверждения новизны полученных результатов.</li> </ul>	Все разделы	Ситуационная задача

ПК-5	<b>ЗНАТЬ:</b> - основные синтетические и аналитические методы химии полимеров. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> - навыками использования современного научного оборудования для выполнения исследований по тематике диссертационной работы, в том числе в ЦКПНО.	Все разделы	Ситуационная задача
ПК-12	<b>ЗНАТЬ:</b> - типы информационных химических ресурсов, особенности структурной химической информации, методы поиска научной химической информации, формы представления научной и технической информации в химии высокомолекулярных соединений <b>УМЕТЬ:</b> - осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой и привлекать материалы из сети Internet для решения профессиональных задач в химии высокомолекулярных соединений <b>ВЛАДЕТЬ:</b> - приемами планирования и организации работ по решению конкретных задач профессиональной деятельности в химии высокомолекулярных соединений	Все разделы	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

### Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

(как пример):

- 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	Повышенный уровень	Отлично

иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований		
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:**

Цепные процессы образования макромолекул.  
Механизмы радикальной гомо- и сополимеризации.  
Особенности анионной и ионно-координационной полимеризации.  
Псевдоживая полимеризация.  
Особенности макромолекулярных реакций.  
Ингибиторы и замедлители.  
Аутоингибирование аллильных мономеров.  
Радикальная гомополимеризация. Механизм, кинетика.  
Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение.  
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.  
Полимераналогичные превращения линейных и трехмерных полимеров.  
Реакции деструкции и сшивания макромолекул.  
Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами.  
Ступенчатая полимеризация, механизм.  
Особенности и механизм макромолекулярных реакций.  
Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации.  
Поликонденсационное равновесие.  
Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.  
Деструкция при поликонденсации.

### **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. При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.