

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль подготовки Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов окружающей среды

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
5	5 / 180	36		36	72	экзамен (36)
Итого	5/180	36		36	72	экзамен (36)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины (модуля) «Высокомолекулярные соединения» является формирование у студентов-химиков основных представлений о полимерном состоянии как особой форме существования веществ, которая в основных физических и химических проявлениях качественно отличается от низкомолекулярных веществ.

Задачи:

1. Ознакомление студентов с современными представлениями о структуре, физических состояниях и деформационных (механических) свойствах полимеров в различных фазовых состояниях;
2. Ознакомление с термодинамическими и гидродинамическими свойствами растворов и расплавов полимеров.
3. Изучение основных методов синтеза макромолекул и переработки полимерных материалов, а также специфических методов исследования полимеров как гигантских молекул, определения их характеристик.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» является дисциплиной базовой части бакалавриата

Пререквизиты дисциплины:

- Математический анализ;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Физика (механика, гидродинамика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика);
- Неорганическая химия (строение и свойства атомов, периодический закон, строение молекул, теория химической связи, стереохимия);
- Физическая химия (строение и свойства атома, природа химической связи, химическая реакция, понятия о кинетике и термодинамике реакций, кислотно-основные равновесия);
- Органическая химия;
- Биохимия.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-2	Частичный	<i>Знать</i> структуру и свойства вещества; <i>Уметь</i> проводить химический эксперимент; <i>Владеть</i> способностью и готовностью к исследованию химических процессов
ПК-3	Частичный	<i>Знать</i> методы химического анализа; <i>Уметь</i> вносить предложения по модификации технологических процессов, <i>Владеть</i> понятия о пространственно-временных закономерностях, строении полимеров
ПК-4	Частичный	<i>Знать</i> свойства исследуемых материалов, <i>Уметь</i> проводить химический анализ растворов, <i>Владеть</i> способностью и готовностью к приготовлению образцов изделий в соответствии с требованиями технической документации
ПК-5	Частичный	<i>Знать</i> параметры вредных факторов для внедрения процессов переработки полимеров <i>Уметь</i> проводить лабораторные исследования <i>Владеть</i> способностью отбора проб и образцов для оценки экологического состояния объекта

### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или/ разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Основные понятия ВМС, номенклатура, классификация	5	1-4	6		6	24	8/66,7	

2	Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров	5	5-6	6	6	30	8 / 66,7	Рейтинг - контроль №1
3	Свойства растворов и расплавов полимеров	5	7-8	4	4	15	5 / 62,5	
4	Физические состояния полимеров, механические, электрические свойства	5	9-10	4	4	15	5 / 62,5	
5	Основы синтеза полимеров, химические реакции макромолекул	5	11-14	8	8	30	10 / 62,5	Рейтинг-контроль №2
6	Технология получения и переработки полимерных материалов	5	15-18	8	8	30	10 / 62,5	Рейтинг-контроль №3
<b>Всего за 5 семестр:</b>				36	36	144	46 / 63,8	экзамен (36)
<b>Наличие в дисциплине КП/КР</b>								
<b>Итого по дисциплине</b>				36	36	144	46 / 63,8	экзамен (36)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Определение и основные свойства полимеров. Номенклатура и классификация полимеров по химическому строению и способу получения. Физико-химические свойства полимеров.

Тема 2. Физика (размер, форма, гибкость) макромолекулы. Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров. Методы исследования.

Тема 3. Растворы и расплавы полимеров. Реология.

Механизм взаимодействия полимера и жидкости. Природа растворов полимеров. Набухание полимеров и его характеристика. Факторы, определяющие набухание и растворение полимеров. Особенности свойств растворов полимеров. Взаимодействие молекул в растворах полимеров. Ассоциация и сольватация. Реология. Аномалия вязкости.

Тема 4. Физические свойства полимеров. Агрегатные и фазовые состояния, стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния, кристаллическое и жидкокристаллическое состояния.

Тема 5. Создание давления в процессе переработки.

Физико-химические основы синтеза полимеров. Радикальная, анионная, катионная, ионно- координационная полимеризация, сополимеризация

Тема 6. Получение и переработка полимеров

Реология растворов и расплавов полимеров. Основные реологические эффекты. Течение расплава в капилляре. Эффект входа. Эффект выхода. Создание давления в процессах переработки пластических масс. Червячный насос. Течение расплава в литьевой форме

Способы получения и переработки полимеров. Полимеризация в массе и растворе, суспензионная и эмульсионная полимеризация. поликонденсация в расплаве, растворе, на границе раздела фаз, переработка полимеров.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

Тема 1. Структурообразование в ВМС.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №1. Изучение надмолекулярной структуры полимеров.

Тема 2. Растворы полимеров.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №2. Исследование растворимости полимеров в различных растворителях.

Тема 3. Реологические характеристики растворов и расплавов полимеров.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №3, лабораторная работа № 4. Исследование реологических характеристик полимеров на капиллярных вискозиметрах

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Современные полимерные композиционные материалы» используются разнообразные образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Компьютерные симуляции (тема № 1,2,3,5,6)
- Деловые и ролевые игры (тема № 4,5)
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 4,5,6)

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3):

### Рейтинг - контроль №1

1. Высокомолекулярные соединения: определение, номенклатура, классификация.
2. Свойства и основные характеристики полимеров: физико-химические и механические свойства, фазовые состояния, методы синтеза и применение полимеров.
3. Молекулярная масса полимера, методы ее определения.
4. Молекулярно-массовое распределение (ММР), методы определения ММР, функциональность полимеров.
5. Строение макромолекулы: конфигурация; Конформация; первичная и вторичная структуры.
6. Гибкость макромолекул: внутреннее вращение, термодинамическая и кинетическая гибкость. Параметры гибкости макромолекулы: персистентная длина, влияние растворителя на размеры клубка.
7. Статистический клубок: методы описания, статистический сегмент Куна, степень развернутости клубка, границы между гибкоцепными и жесткоцепными полимерами.
8. Реальные размеры макромолекул: эффект исключенного объема, время релаксации, связь между размером клубка (степенью полимеризации) и характеристической вязкостью.
9. Надмолекулярная структура полимеров

### Рейтинг - контроль №2

1. Растворы низкомолекулярных веществ: идеальные, предельно-разбавленные и неидеальные растворы.
2. Решеточные теории для описания растворов полимеров: регулярные растворы, энергия взаимообмена, энергия когезии и параметр растворимости, избыточная энтальпия смешения.
3. Реальные растворы полимеров: особенности, отклонения от идеальных растворов, энтропия смешения, свободная энергия смешения Гиббса, параметр взаимодействия Флори-Хаггинса.
4. Разбавленные растворы полимеров: характеристическая вязкость, диаграмма растворимости полимеров, тета-условия, тета-температура.
5. Растворы жесткоцепных полимеров. Осмотическое давление.

6. Агрегатные и фазовые состояния полимеров: основные типы и их краткая характеристика.
7. Реология: определение, реологические уравнения состояния. Динамическая и кинематическая вязкость, текучесть, характеристическая вязкость.
8. Вискозиметрия: капиллярная, ротационная, метод падающего шарика, пенетрации и пластометрии.
9. Неньютоновские жидкости: основные типы, полная реологическая кривая течения, наименьшая и наибольшая ньютоновские вязкости.
10. Структура концентрированных растворов и расплавов полимеров: особенности, внутри- и межцепные взаимодействия, причины аномалий вязкостных свойств. Вязкоупругие жидкости: особенности течения, нормальные напряжения, эффект Вайсенберга,

#### Рейтинг - контроль №3

1. Полимеризация: определение, основная характеристика, классификация, способы проведения.
2. Радикальная полимеризация: определение, основные этапы, уравнение скорости.
3. Анионная полимеризация: определение, механизм, структура активных центров.
4. Катионная полимеризация: определения, основные свойства и уравнения для скорости полимеризации. Сополимеризация.
5. Координационно-ионная полимеризация: определение, особенности, типы катализаторов.
6. Поликонденсация: определение, классификация, мономеры, способы проведения.
7. Поликонденсация: основная и побочные реакции, кинетика, катализ, молекулярно-массовое распределение.
8. Сополиконденсация. Полимераналогичные превращения. Деструкция полимеров.

#### Вопросы к экзамену

1. Высокомолекулярные соединения: определение, номенклатура, классификация.
2. Свойства и основные характеристики полимеров: физико-химические и механические свойства, фазовые состояния, методы синтеза и применение полимеров.
3. Молекулярная масса полимера, методы ее определения.
4. Молекулярно-массовое распределение (ММР), методы определения ММР, функциональность полимеров.
5. Строение макромолекулы: конфигурация; Конформация; первичная и вторичная структуры.
6. Гибкость макромолекул: внутреннее вращение, термодинамическая и кинетическая

гибкость. Параметры гибкости макромолекулы: персистентная длина, влияние растворителя на размеры клубка.

7. Статистический клубок: методы описания, статистический сегмент Куна, степень развернутости клубка, границы между гибкоцепными и жесткоцепными полимерами.
8. Реальные размеры макромолекул: эффект исключенного объема, время релаксации, связь между размером клубка (степенью полимеризации) и характеристической вязкостью.
9. Надмолекулярная структура полимеров
10. Растворы низкомолекулярных веществ: идеальные, предельно-разбавленные и неидеальные растворы.
11. Решеточные теории для описания растворов полимеров: регулярные растворы, энергия взаимообмена, энергия когезии и параметр растворимости, избыточная энтальпия смешения.
12. Реальные растворы полимеров: особенности, отклонения от идеальных растворов, энтропия смешения, свободная энергия смешения Гиббса, параметр взаимодействия Флори-Хаггинса.
13. Разбавленные растворы полимеров: характеристическая вязкость, диаграмма растворимости полимеров, тета-условия, тета-температура.
14. Растворы жесткоцепных полимеров. Осмотическое давление.
15. Агрегатные и фазовые состояния полимеров: основные типы и их краткая характеристика.
16. Реология: определение, реологические уравнения состояния. Динамическая и кинематическая вязкость, текучесть, характеристическая вязкость.
17. Вискозиметрия: капиллярная, ротационная, метод падающего шарика, пенетрации и пластометрии.
18. Неньютоновские жидкости: основные типы, полная реологическая кривая течения, наименьшая и наибольшая ньютоновские вязкости.
19. Структура концентрированных растворов и расплавов полимеров: особенности, внутри- и межцепные взаимодействия, причины аномалий вязкостных свойств.
20. Вязкоупругие жидкости: особенности течения, нормальные напряжения, эффект Вайсенберга, релаксационные свойства. Вязкость концентрированных растворов и расплавов полимеров: действующий объем; зависимость вязкости от температуры, концентрации, молекулярной массы и разветвленности полимеров.
21. Полимеризация: определение, основная характеристика, классификация, способы проведения.



22. Радикальная полимеризация: определение, основные этапы, уравнение скорости.
23. Анионная полимеризация: определение, механизм, структура активных центров.
24. Катионная полимеризация: определения, основные свойства и уравнения для скорости полимеризации. Сополимеризация.
25. Координационно-ионная полимеризация: определение, особенности, типы катализаторов.
26. Поликонденсация: определение, классификация, мономеры, способы проведения.
27. Поликонденсация: основная и побочные реакции, кинетика, катализ, молекулярно-массовое распределение.
28. Сополиконденсация. Полимераналогичные превращения. Деструкция полимеров.

### **Самостоятельная работа студентов**

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, оформлении лабораторных работ, к рубежным контролям, к экзамену, оформлению лабораторных работ. Она включает в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

### **Темы рефератов**

1. Общая классификация полимеров и полимерных композиций.
2. Надмолекулярные структуры в полимерах.
3. Процессы растворения полимеров. Растворы полимеров.
4. Процессы создания давления в процессах переработки полимеров.
5. Вискозиметры для определения реологических характеристик расплавов полимеров
6. Разогрев полимеров токами высокой частоты.
7. Разогрев полимеров ультразвуком.
8. Теплофизические характеристики полимеров и методы их определения.
9. Математическое моделирование в процессах переработки полимеров.
10. Методы определения молекулярной массы полимеров.
11. Дендримеры.
12. Полимеры с лестничной структурой.
13. Методы изучения надмолекулярной структуры полимеров.
14. Электрические свойства полимеров.

15. Изучение вязкости расплавов полимеров капиллярными вискозиметрами.
16. Изучение вязкости расплавов полимеров ротационными вискозиметрами.
17. Дифференциальный термический анализ полимеров.
18. Термогравиметрический анализ полимеров.
19. Дифференциальная сканирующая калориметрия.
20. Рентгеноскопия полимеров.
21. Малоугловая рентгенография полимеров.
22. Нейтронография полимеров.
23. Электронный парамагнитный резонанс в исследовании полимеров.
24. Ядерный магнитный резонанс в полимерах.
25. Электронная микроскопия в исследовании полимеров.
26. Метод ультратонких срезов.
27. Инфракрасная спектроскопия полимеров.
28. Ультразвуковые исследования полимеров.
29. Полярография для исследования полимеров.
30. Механические маятники для изучения свойств полимеров:

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература</b>			
А.А. Тагер, Физико-химия полимеров, Москва, "Научный мир", 2007. 516 с	2007	24	
Козлов Н.А. Лабораторные работы по дисциплине "Высокомолекулярные соединения": методические указания: в 2 ч. Ч. 1, Владимир, 2004	2004		<a href="http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/850">http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/850</a>

Козлов Н.А. Лабораторные работы по дисциплине "Высокомолекулярные соединения, методические указания: в 2 ч. Ч. 2, Владимир ,2006	2006		<a href="http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/851">http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/851</a>
Дополнительная литература			
Производство изделий из полимерных материалов : учебное пособие для вузов по специальности 240502 "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / В. К. Крыжановский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Крыжановского .— Санкт-Петербург : Профессия, 2004 .— 460 с.— ISBN 5-93913-064-X.	2004	18	

## 7.2. Периодические издания.

- журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия А, Б, С, Д»;
- журнал «Химическая технология»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. [Каталог полимерных ресурсов интернет – Пластикс www.plastics.ru](http://www.plastics.ru)

2. Электронные библиотечные системы библиотеки ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в ауд. 416, корп. 1 «Лаборатория физики и химии полимеров».

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 7 Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

Рабочую программу составил В.Ю. Чухланов д.т.н., профессор В.Ю. Чухланов

Рецензент,

(представитель работодателя)

Директор ОАО «Технология» С.В. Новикова



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии»

Протокол № 01 от 02.09.19 года

Заведующий кафедрой Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 «Химия».

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии Б.А. Кухтин