

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)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

 Авдеев С.Н.

« 30 » 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия полимеров

направление подготовки / специальность

18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль) подготовки

Технология и переработка полимеров

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Химия полимеров» является развитие понимания сущности химических процессов получения полимерных материалов, разновидностей способов синтеза, особенностей строения высокомолекулярных соединений.

Задачи: изучение теоретических аспектов химии полимеров, приобретение и отработка практических навыков проведения экспериментов по получению полимеров различными способами в лабораторных условиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Химия полимеров относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана направления 18.03.01 Химическая технология.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1 Знает теоретические основы химии, принципы строения вещества, механизмы и закономерности протекания химических реакций	<i>Знает:</i> классификацию и строение полимеров различных классов; способы получения полимеров и мономеры для их получения; механизмы реакций получения полимеров и влияние различных факторов на процессы получения и свойства полимеров; основные методы синтеза полимеров; природу химических в полимерах для понимания их свойств и механизма химических и физико-химических процессов в них.	Тестовые вопросы
	ОПК-1.2 Умеет анализировать и интерполировать результаты, полученные в ходе химических экспериментов	<i>Умеет:</i> применять знания о природе мономера, механизме и условиях реакции получения полимера для определения возможных побочных процессов, структуры и свойств получаемого полимера; синтезировать основные промышленные полимеры в лабораторных условиях.	
	ОПК-1.3. Владеет навыками проведения химического эксперимента, методами исследования свойств веществ и материалов	<i>Владеет:</i> экспериментальными методами синтеза полимеров; методиками расчета состава исходной смеси для получения полимеров и сополимеров заданного состава различными способами.	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет:

7 зачетных единиц, 252 часа для очной формы обучения

7 зачетных единиц, 252 часа для заочной формы обучения (5 лет)

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и /или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия химии полимеров	5	1	2				6	
2	Основные способы получения полимеров	5	2-3	4				8	
3	Радикальная полимеризация	5	4-6	6		16		22	РК 1
4	Катионная полимеризация	5	7-8	4		8		12	
5	Анионная полимеризация	5	9-10	4				12	
6	Анионно-координационная полимеризация	5	11	2				12	
7	Полимеризация по карбонильной группе	5	12	2				8	РК 2
8	Полимеризация циклов	5	13	2				8	
9	Сополимеризация мономеров	5	14-15	4				26	
10	Поликонденсация	5	16-17	4		8		24	
11	Химические превращения полимеров	5	18	2		4		15	РК 3
	Всего за 5 семестр			36		36		153	Экзамен (27 ч.)
Итого по дисциплине				36		36		153	Экзамен (27 ч.)

**Тематический план
форма обучения – заочная (5 лет)**

№ п/п	Наименование тем и /или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия химии полимеров	7	1					10	
2	Основные способы получения полимеров	7	2-3					10	
3	Радикальная полимеризация	7	4-6	2		6		30	РК 1
4	Катионная полимеризация	7	7-8	2				19	
5	Анионная полимеризация	7	9-10	2				20	
6	Анионно-координационная полимеризация	7	11	2				20	
7	Полимеризация по карбонильной группе	7	12					10	РК 2
8	Полимеризация циклов	7	13					10	
9	Сополимеризация мономеров	7	14-15					30	
10	Поликонденсация	7	16-17	2		4		30	
11	Химические превращения полимеров	7	18	2		4		10	РК 3
	Всего за 7 семестр			12		14		199	Экзамен (27 ч.)
Итого по дисциплине				12		14		199	Экзамен (27 ч.)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Основные понятия химии полимеров

Содержание темы. Классификация веществ: низкомолекулярные и высокомолекулярные; мономеры, олигомеры, полимеры. Особенности полимерного состояния вещества: цепное строение, гибкость, высокая молекулярная масса, полидисперсность. Особенности химического поведения макромолекул. Классификация полимеров: по происхождению, по химическому строению, по природе атомов основной цепи, по топологии, по отношению к нагреванию. Регулярность полимеров.

Тема 2. Основные способы получения полимеров

Содержание темы. Полимеризация, поликонденсация, полимераналогичные превращения (определение). Полимеризация как наиболее распространенный способ получения полимеров. Способность мономеров к полимеризации: влияние термодинамического и кинетического факторов, деполимеризация и полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Способность виниловых мономеров к полимеризации по различным механизмам (радикальная, ионная). Основные промышленные полимеры, мономеры для их получения и реакции образования.

Тема 3. Радикальная полимеризация

Содержание темы. Общие положения, основные стадии. Инициирование, инициаторы. Стадия роста цепи, обрыв цепи, передача цепи. Вывод кинетических уравнений скорости и степени полимеризации и зависимость этих параметров от различных факторов. Ингибирование радикальной полимеризации. Способность виниловых мономеров к радикальной полимеризации. Способы проведения радикальной полимеризации: в блоке, в растворе, в суспензии, в эмульсии.

Тема 4. Катионная полимеризация

Содержание темы. Общие положения, основные стадии. Инициирование, инициаторы. Стадия роста цепи, обрыв цепи, передача цепи. Вывод кинетических уравнений скорости и степени полимеризации. Зависимость скорости полимеризации и молекулярной массы получаемого полимера от различных факторов проведения катионной полимеризации. Способность виниловых мономеров к катионной полимеризации. Особенности катионной полимеризации, определяющие ее промышленное применение.

Тема 5. Анионная полимеризация

Содержание темы. Общие положения, основные стадии. Инициирование, инициаторы. Стадия роста цепи, обрыв цепи, передача цепи. «Живые» полимеры. Вывод кинетических уравнений скорости и степени полимеризации. Влияние различные факторов на анионную полимеризацию. Способность виниловых мономеров к анионной полимеризации.

Тема 6. Анионно-координационная полимеризация

Содержание темы. Катализаторы, их специфическое действие. Стадии процесса. Катализаторы Циглера-Натта. Их природа, схемы полимеризации на катализаторах Циглера-Натта. Стереорегулярность образующихся полимеров. Вывод уравнения скорости полимеризации. Области применения катализаторов Циглера-Натта. π -Аллильные комплексы переходных металлов. Оксидно-металлические катализаторы.

Тема 7. Полимеризация по карбонильной группе

Содержание темы. Мономеры для данного типа полимеризации, специфические особенности процесса, основные механизмы полимеризации по карбонильной группе: анионная, катионная, закономерности протекания. Полимеризация с двумя различными полимеризующимися группами.

Тема 8. Полимеризация циклов

Содержание темы. Мономеры для данного типа полимеризации. Влияние размера цикла на способность мономера к полимеризации и легкость протекания процесса. Катионная и анионная полимеризация эпоксидов. Гидролитический и анионный механизмы полимеризации капролактама. Особенности течения процесса.

Тема 9. Сополимеризация

Содержание темы. Вывод уравнения состава сополимера. Склонность мономеров к сополимеризации. Схема Алфрея-Прайса. Константы сополимеризации. Блок- и привитые сополимеры, способы их получения.

Тема 10. Поликонденсация

Содержание темы. Общие положения. Исходные вещества для получения полимеров поликонденсацией: функциональные группы и типы полимеров. Реакционный центр, функциональная группа, функциональность. Условия образования линейных и разветвленных полимеров. Средняя функциональность. Реакционная способность мономеров и олигомеров, принцип Флори. Стадии образования макромолекул. Степень конверсии, средняя степень полимеризации, уравнение Карозерса. Влияние различных факторов на скорость процесса и молекулярную массу. Способы проведения поликонденсации.

Тема 11. Химические превращения полимеров

Содержание темы. Классификация реакций полимеров. Полимераналогичные превращения: превращения ПВС, получение эфиров целлюлозы. Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации: сшивка полимеров, блок- и привитая сополимеризация. Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации: деструкция. Виды и примеры деструкции.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 3. Радикальная полимеризация

Содержание лабораторных занятий. Полимеризация (стирола, метилметакрилата) в массе (блоке). Полимеризация (стирола) в эмульсии

Тема 4. Катионная полимеризация

Содержание лабораторных занятий. Полимеризация (стирола, ТДИ) в массе

Тема 10. Поликонденсация

Содержание лабораторных занятий. Получение сложного полиэфира

Тема 11. Химические превращения полимеров

Содержание лабораторных занятий. Изучение эффекта стабилизации поливинилхлорида

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль осуществляется три раза за семестр (рейтинг-контроль 1, 2, 3) по результатам проведения следующих контрольных мероприятий:

№	Контролируемый раздел дисциплины	Наименование оценочного средства	Период проведения
1	Введение. Основные понятия химии полимеров. Основные способы получения полимеров.	Тест	РК 1
2	Радикальная полимеризация	Контрольная работа	РК 2
3	Ионная полимеризация. Анионно-координационная полимеризация. Полимеризация по карбонильной группе. Полимеризация циклов	Тест	
4	Сополимеризация мономеров	Контрольная работа	РК 3
5	Поликонденсация. Химические превращения полимеров	Контрольная работа	

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия химии полимеров: ВМС, НМС, мономер, олигомер, полимер, способы получения олигомеров и полимеров. Особенности полимерного состояния вещества.
2. Классификация полимеров по различным признакам: по происхождению, по химическому строению, по природе атомов основной цепи, по топологии (строению основной цепи). Регулярные полимеры. Термопласты и реактопласты.
3. Основные стадии осуществления полимеризации. Мономеры для осуществления полимеризации основных промышленных полимеров. Способность виниловых мономеров к полимеризации.

Радикальная полимеризация

1. Инициирование радикальной полимеризации: термическое, фотоинициирование, радиационное инициирование, окислительно-восстановительное инициирование (примеры инициаторов и механизм образования свободных радикалов из них). Эффективность инициирования.
2. Стадия роста цепи. Способы присоединения мономеров к макрорадикалу: Г-Х, Х-Г, Г-Г, Х-Х (рассмотреть на примере конкретного мономера).
3. Обрыв цепи: реакции рекомбинации и диспропорционирования (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
4. Передача цепи, на мономер, полимер, инициатор, растворитель (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
5. Вывод уравнения скорости роста цепи в радикальной полимеризации. Длина кинетической цепи и ее зависимость от различных факторов. Основное уравнение кинетики полимеризации (без вывода).
6. Способы ингибирования радикальной полимеризации.
7. Влияние основных факторов на процесс полимеризации виниловых мономеров: температура, давление, концентрации исходных веществ. Гель-эффект.
8. Строение и реакционная способность виниловых мономеров к радикальной полимеризации. Правило антибатности.
9. Способы проведения радикальной полимеризации: в блоке, в растворе, в суспензии, в эмульсии.

Катионная полимеризация

1. Инициирование катионной полимеризации: основные инициаторы – протонные кислоты и апротонные кислоты.
2. Стадия роста цепи в катионной полимеризации (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
3. Обрыв и передача цепи в катионной полимеризации (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
4. Вывод уравнения скорости роста цепи. Степень полимеризации (без вывода уравнения).

5. Влияние различных факторов на скорость полимеризации и молекулярную массу при катионной полимеризации: условия проведения, стехиометрический состав реагентов, присутствие примесей.
6. Реакционная способность виниловых мономеров в катионной полимеризации.

Анионная полимеризация

1. Инициирование анионной полимеризации свободными анионами и полярными соединениями основного характера.
2. Стадия роста цепи в анионной полимеризации (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
3. Обрыв и передача цепи в анионной полимеризации (рассмотреть на примере полимеризации конкретного мономера).
4. Вывод уравнения скорости роста цепи. Степень полимеризации (без вывода уравнения).
5. Влияние различных факторов на скорость катионной полимеризации: условия проведения, концентрация реагентов.
6. Реакционная способность виниловых мономеров в анионной полимеризации.

Анионно-координационная полимеризация

1. Виды катализаторов анионно-координационной полимеризации.
2. Состав катализаторов Циглера-Натта. Особенности полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.

Полимеризация по карбонильной группе

1. Анионная полимеризация
2. Катионная полимеризация
3. Особенности полимеризации диметилкетена
4. Особенности полимеризации акролеина

Полимеризация циклов

1. Термодинамические особенности процесса
2. Полимеризация эпоксидов
3. Гидролитическая полимеризация капролактама
4. Анионная полимеризация капролактама
5. Катионная полимеризация капролактама

Сополимеризация мономеров

1. Вывод уравнения состава сополимера
2. Зависимость состава сополимера от состава смеси мономеров и соотношения констант сополимеризации
3. Реакционная способность виниловых мономеров в радикальной сополимеризации. Схема Алфрея-Прайса.
4. Способы получения блок- и привитых сополимеров

Поликонденсация

1. Мономеры для осуществления поликонденсации.
2. Реагенты для получения сложных и простых полиэфиров, полиамидов, полиуретанов, полимочевины, полиаминов, фенолоформальдегидных олигомеров.
3. Расчет средней функциональности вещества. Зависимость строения поликонденсационного полимера от средней функциональности исходных веществ.
4. Реакционная способность функциональных групп: принцип Флори и отклонения от него.
5. Побочные реакции и прекращение роста при образовании поликонденсационных макромолекул
6. Влияние различных факторов на скорость процесса и молекулярную массу полимера

Химические реакции полимеров

1. Полимераналогичные превращения с участием ПВС
2. Полимераналогичные превращения с участием целлюлозы
3. Сшивка и отверждение полимеров
4. Процессы, происходящие при термической деструкции полимеров.

5. Особенности фотохимической, радиационной деструкции.
6. Механическая деструкция. Химическая и термоокислительная деструкция

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студента – важнейшая составляющая образовательного процесса, определяющая в конечном итоге степень усвоения студентом теоретического материала. В процессе освоения курса «Химия полимеров» самостоятельная работа заключается в следующем:

1. Подготовка к лекциям с использованием конспектов и рекомендованной литературы.
2. Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов по лабораторным работам с использованием рекомендованной литературы.
3. Подготовка к текущему контролю – тестированию. Выполнение контрольных работ.
4. Изучение некоторых разделов курса, которые в лекционном курсе рассмотрены недостаточно полно. При этом используется рекомендованная литература.
5. Подготовка к промежуточному контролю (экзамен) с использованием рекомендованной литературы, конспектов лекций, отчетов по лабораторным работам и согласно перечню вопросов для проведения экзамена.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

С использованием материала лекций и учебно-методической литературы для следующих наиболее важных промышленных полимеров рассмотреть: возможные способы получения, реакции получения, возможные механизмы реакций, побочные процессы, варианты катализа и ингибирования.

1. Полиэтилен (ПЭВД, ПЭНД)
2. Полипропилен
3. Полистирол
4. Поливинилхлорид
5. Полиметилакрилат
6. Полиметилметакрилат
7. Полибутадиен
8. Полиизопрен
9. Полиакрилонитрил
10. Поливинилацетат
11. Фенолоформальдегидный олигомер
12. Полиэтилентерефталат
13. Полиамид 6
14. Полиамид 66
15. Полиуретан

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Закирова, Л. Ю. Химия и физика полимеров. Ч. 1. Химия : учебное пособие / Л. Ю. Закирова, Ю. Н. Хакимуллин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 156 с. - ISBN 978-5-7882-1372-9.	2012	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213729.html
2. Ахмедьянова, Р. А. Практикум по общей химической технологии полимеров. Часть 2 : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, Е. И. Григорьев, А. П. Рахматуллина. - Казань : Издательство КНИТУ, 2011. - 93 с. - ISBN 978-5-7882-1232-6.	2011	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212326.html
Дополнительная литература		
1. Софьяна, С. Ю. Технология полимеров : учебно-методическое пособие / Софьяна С. Ю. , Темникова Н. Е. , Русанова С. Н. - Казань : КНИТУ, 2018. - 140 с. - ISBN 978-5-7882-2436-7.	2018	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224367.html
2. Свиридов, Е. Б. Книга о полимерах : свойства и применение, история и сегодняшний день материалов на основе высокомолекулярных соединений / Е. Б. Свиридов, В. К. Дубовый - Архангельск : ИД СА-ФУ, 2016. - 392 с. - ISBN 978-5-261-01096-8.	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010968.html

7.2. Периодические издания

1. Журнал «Высокомолекулярные соединения. Серия С». СПб.: Наука. ISSN (PRINT): 2308-1147 . Импакт-фактор (РИНЦ): 0,848

7.3. Интернет-ресурсы

1. <https://www.chem21.info/info/1920487/>
2. <https://wiki2.org/ru>
3. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60950/1/978-5-7996-2399-9_2018.pdf
4. <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/high-molecular-compound-M.pdf>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории химии и физики полимеров.

Лаборатория химии и физики полимеров оснащена следующим оборудованием: шкаф вытяжной, весы аналитические, весы технические, установка Геплера для определения термомеханического поведения полимеров, прибор для измерения влажности материалов testo 606-2, автоматический потенциометрический титратор «Титрион-Профи», автотрансформаторы, наборы химической посуды и реактивов, пресс гидравлический, металлические пресс-формы, комплект химической посуды и реактивы.

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

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент Ермолаева Е.В.

Рецензент: ген.директор ООО «ЭластПУ» Романов С.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий
протокол № 1 от 30.08.21 года.

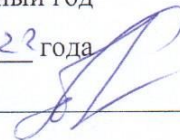
Заведующий кафедрой Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 18.03.01 «Химическая технология»

протокол № 1 от 30.08.21 года.

Председатель комиссии зав.кафедрой ХТ Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год
Протокол заседания кафедры № 09 от 16.05.22 года
Заведующий кафедрой _____  Панов Ю.Т.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____ Панов Ю.Т.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____ Панов Ю.Т.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины *Химия полимеров*
образовательной программы направления подготовки *18.03.01. Химическая технология*,
направленность: *Технология и переработка полимеров (бакалавриат)*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / Панов Ю.Т.

Подпись

ФИО