

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.2 Производство полимеров»*

Уровень высшего образования

**МАГИСТРАТУРА**

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Технология продуктов органического и неорганического синтеза

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.2 Производство полимеров» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра пищевой биотехнологии

*наименование кафедры*

протокол № 6 от "07" "02" 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра пищевой биотехнологии

*наименование кафедры*

*подпись*

В.П. Попов

*расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент кафедры ПБТ

*должность*

*подпись*

А.В. Быков

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

18.04.01 Химическая технология

*код наименование*

*личная подпись*

*расшифровка подписи*

А.В. Быков

Научный руководитель магистерской программы

*личная подпись*

*расшифровка подписи*

А.В. Быков

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

*личная подпись*

Н.Н. Бигалиева

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета

*личная подпись*

Т.М. Крахмалева

*расшифровка подписи*

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Быков А.В., 2023

© ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели освоения дисциплины:** изучение видов сырья и вырабатываемых полимеров, основных принципов химических технологий производства полимеров, технологий переработки полимеров в готовые изделия, оценки эффективности производства.

### Задачи:

- обучение навыкам проведения обработки результатов физических и химических экспериментов, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в технологиях получения и переработки полимеров;
- ознакомление со стандартными и сертификационными испытаниями материалов, изделий и технологических процессов получения и переработки полимеров;
- обучение навыкам использования знаний свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач при реализации получения и переработки полимеров.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.6 Теоретические основы химической технологии, Б1.Д.Б.7 Основные методы синтеза органических соединений, Б1.Д.Б.8 Математическое моделирование химико-технологических процессов органического синтеза*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Технохимический контроль технологических процессов, Б2.П.В.П.2 Технологическая (проектно-технологическая) практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-10 Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта	ПК*-10-В-1 Умест проводить технологические и технические расчеты по перспективным проектам	<b>Знать:</b> технологические и технические расчеты по перспективным проектам химических производств <b>Уметь:</b> проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта в области производств полимеров <b>Владеть:</b> методами математического анализа

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в технологиях получения и переработки полимеров
ПК*-11 Способен разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ	ПК*-11-В-1 Разрабатывает методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и производственных программ по внедрению новой техники и технологии	<p><b>Знать:</b> свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач при реализации получения и переработки полимеров</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки маршрутных карт химических процессов с использованием современных информационных технологий</p>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>37,25</b>	<b>37,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>106,75</b>	<b>106,75</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
- выполнение комплексного практического задания (КПЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)		
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно-координационная	27	3	4	-	20
2	Поликонденсация: равновесная и неравновесная, синтез конденсационных полимеров и их химические превращения	27	3	4	-	20
3	Природные полимеры, полиэлектролиты	25	3	2	-	20
4	Химическая модификация полимеров	25	3	2	-	20
5	Молекулярно- массовые характеристики полимеров	23	3	2	-	18
6	Сшитые полимеры	17	3	4	-	10
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>108</b>
	<b>Всего:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел №1 Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно- координационная.** Радикальная полимеризация. Полимеризация в растворе, в массе, в суспензии, в эмульсии, в твердой фазе. Механизм радикальной полимеризации. Строение мономеров и способность их к полимеризации, методы иницирования. Кинетика радикальной полимеризации. Влияние различных факторов на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера. Ингибиторы и регуляторы радикальной полимеризации. Способы проведения радикальной полимеризации: в массе, растворе, твердой фазе, в суспензии, криополимеризация. Эмульсионная полимеризация и ее особенности. Кинетика и механизмы эмульсионной полимеризации. Основные типы полимеров: полиолефины (полимеры непредельных углеводородов): полиэтилен, полипропилен, полистирол, полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Катионная и анионная полимеризация. Реакционная способность мономеров в ионных реакциях, катализаторы. Кинетика процессов катионной и анионной полимеризации. Влияние условий полимеризации на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров. Сополимеризация, ее механизм и основные закономерности. Композиционная неоднородность. Константы сополимеризации и их физический смысл. Связь строения мономеров с их реакционной способностью. Статистические, привитые и блок-сополимеры. Примеры образования «живых» полимерных цепей. «Живая» полимеризация: нитроксидный метод, методы ATRP (atom-transfer radical polymerization) и RAFT (radical addition fragmentation chain-transfer polymerization) полимеризации. Ионно-координационная полимеризация и ее особенности. Полиприсоединение

(миграционная полимеризация). Механизм образования полиуретанов, поликарбамидов и эпоксидных полимеров. Катализ в присутствии металлоценов, механизм и кинетика реакций.

**Раздел №2 Поликонденсация: равновесная и неравновесная, синтез конденсационных полимеров и их химические превращения.** Равновесная поликонденсация. Типы химических реакций поликонденсации. Функциональность мономеров, олигомеров и реакционная способность функциональных групп. Катализаторы. Кинетика равновесной поликонденсации. Правило неэквивалентности функциональных групп. Неравновесная поликонденсация. Закономерности неравновесной поликонденсации и способы проведения. Межфазная поликонденсация, механизм реакции и ее основные закономерности. Совместная поликонденсация и ее характерные особенности в случае равновесной и неравновесной поликонденсации. Основные типы конденсационных полимеров и их синтез. Карбамидные и меламиноформальдегидные полимеры, фенолформальдегидные полимеры, эпоксидные полимеры, полиамиды, полиарилаты, полиимиды, поликарбонаты, термостойкие полигетероарилены циклоцепного строения (полиимиды, полиоксадиазолы, полибензимидазолы и др.), полисилилен, полифосфазены, простые полиэфиры (полиформальдегид, полиэтиленоксид), сложные полиэфиры, полиариленсульфоны, полиариленсульфоноксиды, координационные полимеры. Синтез мономеров для их получения. Молекулярно-массовые характеристики и области применения. Понятие разноразмерности в полимерной химии.

**Раздел №3 Природные полимеры, полиэлектролиты.** Природные полимеры и их разновидности, методы выделения из природного сырья и идентификации, методы модификации. Целлюлоза, хитин, хитозан и их производные. Применение природных полимеров. Основные понятия о полиэлектролитах. Поликатионы, полианионы, полиамфолиты, полиэлектролитные комплексы.

**Раздел №4 Химическая модификация полимеров.** Химическая модификация полимеров. Основные закономерности модификации полимеров. Реакционная способность функциональных групп макромолекул. Эффекты цепи и соседней группы, конфигурационные и конформационные эффекты. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на кинетические закономерности и строение образующихся полимеров.

**Раздел №5 Молекулярно- массовые характеристики полимеров.** Молекулярная масса, степень полимеризации, молекулярно-массовое распределение олигомеров и полимеров. Виды молекулярных масс. Молекулярно-массовая и структурная неоднородность полимеров. Методы определения молекулярных масс полимеров: гельпроникающая хроматография, осмометрический метод, метод ультрацентрифугирования (определение констант седиментации и диффузии), метод светорассеяния, метод вискозиметрии, определение молекулярной массы по концевым группам, криоскопический метод, ультрацентрифугирование, турбидиметрическое титрование, MALDI TOF - лазерная десорбционная ионизация в присутствии матрицы (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionisation) во времяпролетных масс-спектрометрах (time of flight).

**Раздел №6 Сшитые полимеры.** Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур. Влияние функциональности исходных соединений на степень сшивания. Сшитые жесткоцепные и эластичные полимеры. Статистические методы описания процессов образования сшитых полимеров. Параметры сеток. Основные зависимости между структурными характеристиками пространственно сшитых полимеров. Образование пространственных структур в эластомерах и их динамика. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Получение полистирола полимеризацией мономера в суспензии	4
2	2	Получение полимеров методом растворной полимеризации	4
3	3,4	Получение твердого тикола	4
4	5	Конденсация карбамида с формальдегидом холодным способом	2
5	6	Переэтерификация растительных жиров	4
		Итого:	18

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

✓ - Галяветдинов, Н. Р. Технология обработки материалов: полимеры : учебное пособие : [16+] / Н. Р. Галяветдинов, Г. А. Талипова, Р. Р. Сафин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. – 136 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683661>

✓ - Гамова, И. А. Химия синтетических полимеров. Синтетические полимеры в производстве и отделке древесных композиционных материалов : учебное пособие / И. А. Гамова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2014. — 52 с. — ISBN 978-5-9239-0713-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58857>

### 5.2 Дополнительная литература

✓ - Абалонин, Б. Е. Основы химических производств [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. Е. Абалонин, И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди. - М. : Химия, 2001. - 472 с.

✓ - Технология пластических масс [Текст] : учеб. для вузов / под ред. В. В. Коршака. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1985. - 560 с.

✓ - Шуркина, В. И. Совершенствование ножевого размола волокнистых растительных полимеров в целлюлозно-бумажном производстве : монография / В. И. Шуркина, Р. А. Марченко, Ю. Д. Алашкевич. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 178 с. — ISBN 978-5-86433-843-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195216>

### 5.3 Периодические издания

Журналы:

- Теоретические основы химической технологии.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://нэб.рф/> - Национальная электронная библиотека (НЭБ) — Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний. Национальная электронная библиотека объединяет фонды публичных библиотек России федерального, регионального, муниципального уровней, библиотек научных и образовательных учреждений, а также правообладателей, а также другие произведения, правомерно переведенные в цифровую форму. Основная цель НЭБ — обеспечить свободный доступ граждан Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, — от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений.

2. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Реология».

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС;
2. Пакет офисных приложений LibreOffice;
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru;

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe>

5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1\CONSULT\cons.exe>

6. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей;

7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.