



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПОЛИМЕРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ  
И УПАКОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ***

Направление подготовки (специальность)  
29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Направленность (профиль/специализация) программы  
Промышленный дизайн и принтмедиа технологии

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Химии
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 960)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
15.01.2025, протокол № 4

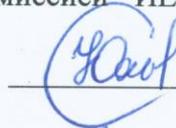
Зав. кафедрой



Н.Л. Медяник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры Химии, канд.техн.наук



Э.Р. Муллина

Рецензент:  
начальник технологического отдела  
ООО "Алькор"



И.Н. Андрушко

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Л. Медяник

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Полимерное материаловедение в полиграфическом и упаковочном производстве» является формирование у студентов знаний, умений и владений в области изучения структуры и свойств полимерных материалов, установления влияния состава и структуры материалов на их свойства.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Полимерное материаловедение в полиграфическом и упаковочном производстве входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

Органическая химия в принтмедиа технологии

Химические основы принтмедиа технологии

Материалы технологий полиграфического производства

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Утилизация и вторичная переработка материалов в принтмедиа индустрии

Экология в принтмедиа индустрии

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Полимерное материаловедение в полиграфическом и упаковочном производстве» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен разрабатывать мероприятия по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации
ПК-4.1	Анализирует методы и методики решения конкретной производственной задачи по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации
ПК-4.2	Разрабатывает план мероприятий по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 109,9 акад. часов;
- аудиторная – 108 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 34,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Строение и свойства материалов	7	6	6	6	6	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
1.2 Качество материалов и его оценка		6	6	6	4,1	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
1.3 Методы получения основных типов полимеров		4	4	4	4	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
1.4 Синтетические и		4	4	4	4	-	Устный опрос	ПК-4.1, ПК-

природные полимерные материалы						самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	(собеседование). Защита лабораторной работы	4.2
1.5 Деформационные свойства полимеров в различных фазовых и физических состояниях	7	4	4	4	4	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
1.6 Химические превращения полимеров		6	6	6	6	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	
1.7 Основные представители полимеров и их применение в качестве тары и упаковки		6	6	6	6	- самостоятельное изучение учебной и научной литературы - оформление отчета по лабораторной работе;	Устный опрос (собеседование). Защита лабораторной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
Итого по разделу		36	36	36	34,1			
Итого за семестр		36	36	36	34,1		зачёт	
Итого по дисциплине		36	36	36	34,1		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Полимерное материаловедение в полиграфическом и упаковочном производстве» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-беседы или диалога с аудиторией с применением элементов «мозговой атаки», лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения с целью подготовки вопросов лектору, а также лекций с использованием демонстрационного эксперимента, который позволяет наиболее полно реализовать метод проблемного обучения, который позволяет наиболее полно реализовать метод проблемного обучения.

Еще один вид лекций - лекция-визуализация. Ее использование учит студентов преобразовывать два вида информации — устную и письменную в визуальную форму, а это формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Лучше всего использовать разные виды визуализации — натуральные, изобразительные, символические, каждый из которых или их сочетание выбирается в зависимости от содержания учебного материала.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Перспективным направлением в развитии практикума может стать сочетание реального эксперимента с моделированием при помощи компьютера.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки отчетов по лабораторным работам, написания рефератов и подготовки к итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Мочалова Е. Н. Материаловедение и основы полиграфического и упаковочного производств : учебное пособие / Е. Н. Мочалова, Л. Р. Мусина ; Мочалова Е. Н., Мусина Л. Р. - Казань : КНИТУ, 2017. - 148 с. - Книга из коллекции КНИТУ - Технологии легкой промышленности. - URL:

<https://e.lanbook.com/book/138358>. - URL:

<https://e.lanbook.com/img/cover/book/138358.jpg>. - ISBN 978-5-7882-2227-1.

2. Материаловедение : Учебник / Сеферов Григорий Григорьевич, Батиенков Виктор Тимофеевич, Сеферов Григорий Георгиевич, Фоменко Анжела Леоновна ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ); Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 151 с. - (Среднее профессиональное образование). - Среднее профессиональное образование. - URL:

<https://znanium.com/catalog/document?id=429814>. - URL:

<https://znanium.com/cover/2054/2054177.jpg>. - ISBN 978-5-16-016094-8. - ISBN 978-5-16-100403-6 (электр. издание).

**б) Дополнительная литература:**

1. Бондаренко Г. Г. Материаловедение : учебник для вузов / Бондаренко Геннадий Германович, Кабанова Татьяна Александровна, Рыбалко Владимир Витальевич ; Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 381 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/533907> (дата обращения: 23.09.2024). - URL: <https://urait.ru/bcode/533907>. - URL: <https://urait.ru/book/cover/7F385C03-6CE1-40AB-91A7-CA853CF87B4C>. - ISBN 978-5-534-17884-5.

2. Плошкин В. В. Материаловедение : учебник для вузов / Плошкин Всеволод Викторович ; В. В. Плошкин. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 408 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/510666> (дата обращения: 29.09.2023). - URL: <https://urait.ru/bcode/510666>. - URL: <https://urait.ru/book/cover/5E643AE8-61EF-4184-B5BF-DB545C0FD187>. - ISBN 978-5-534-12089-9.

3. Медведева С. В. Материаловедение : неметаллические материалы : курс лекций / С. В. Медведева, О. И. Мамзурина ; Медведева С. В., Мамзурина О. И. - Москва : МИСИС, 2012. - 73 с. - Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению Металлургия. - Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117166>. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/117166.jpg>. - ISBN 978-5-87623-590-9.

4. Попков А. Ю. Материаловедение и технология : Учебное пособие / Попков Антон Юрьевич ; Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2018. - 68 с. - ВО - Бакалавриат. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=397315>. - URL: <https://znanium.com/cover/1867/1867817.jpg>. - ISBN 987-5-7782-3623-3.

5. Материаловедение и технология материалов : Учебное пособие / Батышев Александр Иванович, Смолькин Александр Алексеевич, Батышев Константин Александрович [и др.] ; Государственный Университет Просвещения; Московский политехнический университет. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 288 с. - (Высшее образование). - ВО - Бакалавриат. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=436942>. - URL: <https://znanium.com/cover/2119/2119923.jpg>. - ISBN 978-5-16-019442-4. - ISBN 978-5-16-102745-5 (электр. издание).

6. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы. Курс лекций : учебное пособие / Е. А. Шуваева, А.С. Перминов. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 77 с. : ил. – ISBN 978-5-87623-686-9. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. URL : <https://e.lanbook.com/book/47490> (дата обращения 02.02.2022).

7. Тара и упаковка. – ISSN 0868-5568. – Текст : непосредственный.

8. Материаловедение. – ISSN 1684-579X. – Текст : непосредственный.

9. Стандарты и качество. – ISSN 0038-9692. – Текст : непосредственный.

**в) Методические указания:**

1. Родионова, Н.И. Физико-химические свойства упаковочных материалов:

методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Материаловедение в полиграфическом и упаковочном производствах» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» очной формы обучения / Н.И. Родионова, О.В. Ершова, Л.В. Чупрова, О.А. Мишурина; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. – 13 с. – Текст : непосредственный.

2. Стебляно, В.Л., Изучение структурно-кинетических особенностей деформирования материалов с целью оптимизации управления качеством готовой продукции и производительностью процесса обработки : методические указания к лабораторной работе по дисциплинам: «Материаловедение в полиграфическом и упаковочном производствах», «Производство полимерной упаковки», «Производство металлической тары», «Методы и средства научных исследований», «Планирование эксперимента», «УИРС», «Математическое моделирование процессов обработки материалов» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» / В.Л. Стебляно, А.П. Пономарев ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ, 2018. – 12 с. – Текст : непосредственный.

3. Тарасюк, Е.В. Определение стойкости к проколу упаковочных материалов : методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Производство полимерных упаковочных материалов», «Материаловедение» для обучающихся по направлению подготовки 29.03.03 очной формы обучения / Е.В. Тарасюк, О.В. Ершова, Э.Р. Муллина ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ, 2017. - 7 с. – Текст : непосредственный.

4. Тарасюк, Е.В., Испытание материалов на сжатие : методические указания к лабораторным работам / Е.В. Тарасюк, А.П. Пономарев, Н.И. Родионова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ, 2013. – 14 с. – Текст : непосредственный.

5. Тарасюк, Е.В. Трение и износ упаковочных материалов : методические указания к лабораторным работам / Е.В. Тарасюк ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – 10 с. – Текст : непосредственный.

6. Корнеев, С. А. Материаловедение : практикум / С. А. Корнеев, Е. П. Кашапова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2277> (дата обращения: 15.08.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Савельева, Р. Н. Материаловедение : лабораторный практикум / Р. Н. Савельева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/530> (дата обращения: 07.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MPO109/Web">https://host.megaprolib.net/MPO109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Оборудование для выполнения лабораторных работ, химическая посуда, реактивы.  
Наглядные материалы: таблицы, схемы, плакаты.
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов подразделяется на аудиторную, которая происходит как во время лабораторных занятий, так и на плановых консультациях, и на внеаудиторную, происходящую во время подготовки студентами отчетов по лабораторным занятиям и написания рефератов.

### Контрольные вопросы по темам

#### Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений

1. Мономер, полимер, олигомер. Молекулярные массы (ММ) этих веществ. Макромолекула, полимерная цепь, звено цепи, степень полимеризации. Связь между ММ мономера и полимера, специфика понятия «молекулярная масса полимера» применительно к полимерным веществам.

2. Способы записи химических формул молекул полимеров, образование названий полимеров.

3. Классификация полимеров по химической природе атомов, образующих главную цепь полимера; гомоцепные и гетероцепные полимеры. Классификация по геометрии строения цепи - линейные, разветвленные, сетчатые, гребнеобразные, лестничные, звездообразные. Гомополимеры и сополимеры, типы сополимеров: статистические, блок- и привитые сополимеры. Примеры.

4. Классификация полимеров по принадлежности макромолекулы к определенному классу химических соединений: полиолефины, полидиены, полиэфиры (простые и сложные), полиамиды, поликарбонаты, полиуретаны, полисилоксаны и др. Примеры.

5. Классификация полимеров по реакциям их получения. Примеры.

6. Классификация полимеров по характеристике регулярности строения главной цепи. Примеры.

### Методы получения основных типов полимеров

#### *Полимеризация и сополимеризация*

1. Полимеризация, основные характеристики реакции.

2. Строение мономеров, способных к полимеризации. Влияние различных факторов на реакционную способность мономеров.

3. Термодинамика полимеризации. Полимеризация ненасыщенных соединений, напряженных циклов и многочленных циклов с гетероатомами.

4. Роль энтальпии и энтропии процесса в реакции полимеризации. Влияние температуры на возможность осуществления полимеризации различных по природе мономеров. Предельные температуры проведения реакции для мономеров различной природы.

5. Цепная и ступенчатая полимеризация, их основные особенности.

6. Радикальная полимеризация, стадии развития процесса. Способы инициирования свободно-радикальной полимеризации: фотохимическое инициирование, использование химических инициаторов. Примеры.

7. Кинетика свободно-радикальной инициированной полимеризации. Влияние концентрации инициатора на степень полимеризации образующегося при реакции, полимера.

8. Особенности роста цепи; процессы, осложняющие рост линейной цепи полимера. Передача цепи на другую растущую цепь и растворитель. Понятие о реакции теломеризации. Невозможность получения стереорегулярных полимеров при радикальной полимеризации. Образование цепей по типу «голова- хвост», «голова- голова», «хвост к хвосту». Атактическое строение продуктов свободно-радикальной полимеризации. Влияние примесей, прерывателей цепи на молекулярную массу полимера.

9. Реакции обрыва цепи при свободно-радикальной полимеризации, их зависимость от

строения мономера.

10. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера (уравнение Майо). Константы сополимеризации и их роль в образовании статистических сополимеров различного состава (примеры для различных соотношений между константами  $r_1$  и  $r_2$ ).

11. Ионная полимеризация, ее виды в зависимости от природы мономера и типа применяемого катализатора

12. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы.

13. Рассмотрение процесса катионной полимеризации на примере синтеза полиизобутилена. Кинетика процесса

14. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии процесса. Понятие о «живых цепях», их роль в создании новых полимеров.

15. Анионно-координационная полимеризация. Типы применяемых катализаторов. Синтез стереорегулярных полимеров на катализаторах Циглера – Натта. Стереорегулярные изо- и синдиотактические полимеры. Примеры стереорегулярных винильных и полидиеновых полимеров, производимых промышленностью, их химические формулы.

16. Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклов на примере синтеза полиамидов, полиэфиров из лактамов и лактонов алифатических кислот. Синтез полиуретанов.

17. Получение сетчатых полимеров в реакции полимеризации на примере сетчатых полиуретанов и некоторых сополимеров на основе мономеров винилового ряда).

18. Способы проведения реакции полимеризации и сополимеризации в лаборатории и в технике. Полимеризация в массе газообразного и жидкого мономера. Полимеризация в растворе (различные варианты метода). Полимеризация в эмульсии. Типы применяемых эмульгаторов и типы образующихся эмульсий. Выбор инициатора и катализатора в зависимости от типа эмульсии.

19. Сравнение чистоты полимеров, полученных в эмульсионной, бисерной полимеризации, полимеризации в растворе, с продуктами полимеризации в массе мономера. Оценка экологической надежности методов. Влияние температуры на молекулярные массы продуктов полимеризации. Порядок величин молекулярных масс продуктов полимеризации.

### **Поликонденсация**

1. Реакция поликонденсации, ее основные особенности, отличие от реакции полимеризации.

2. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации. Функциональность мономеров и их способность образовывать линейные и сетчатые полимеры. Примеры.

3. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.

4. Способы проведения линейной поликонденсации в массе мономеров (в расплаве), в растворе, в границе раздела фаз. Особенности поликонденсации в границе фаз: скорость процесса, обрыв цепи, величины молекулярных масс получаемых полимеров.

5. Трехмерная поликонденсация. Стадии протекания реакции, необходимость разделения стадий получения линейных и разветвленных полимеров от стадии образования сетчатого полимера. Рассмотрение особенностей реакции на примере синтеза новолачных и резальных фенолформальдегидных смол.

6. Синтез блок- и привитых сополимеров. Использование поликонденсации и «живых цепей» полимеров для синтеза этого класса сополимеров. Понятие о термоэластопластах.

Химические формулы, строение и способы получения важнейших полимеров: *пластмасс*-полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), полистирола (ПСТ), поливинилхлорида (ПВХ), полиметилметакрилата (ПММА), полиакрилонитрила (ПАН), поликарбоната (ПК), полиамида-6 (капрона, ПА-6), полиамида 6,6 (найлона, ПА-6,6), полиэтилентерефталата (ПЭТФ), политетрафторэтилена (ПТФЭ); каучуков - натурального каучука (НК), синтетического каучука (СК), изопренового (СКИ), полибутадиена (ПБ), полиизобутилена (ПИБ), полидиметилсилоксана (ПДМС), полихлоропрена (ПХП), сополимеров типа СК, стирольного (СКС), метилстирольного (СКМС), нитрильного (СКН), этиленпропиленового (СКЭП).

## Деформационные свойства полимеров в различных фазовых и физических состояниях

1. Фазовые и физические состояния полимеров. Различие понятий «фаза» и «агрегатное состояние». Аморфные и кристаллические полимеры.

2. Влияние строения цепи и способа синтеза полимеров на их способность быть аморфным или кристаллическим веществом.

3. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров. Температуры переходов: температура стеклования и температура текучести.

4. Термомеханический метод исследования полимеров и его использование для оценки температур переходов в полимерах и полимерных телах.

Зависимость температурных переходов от молекулярной массы полимеров. Зависимость от гибкости цепи и природы полимеров. Кинетический сегмент цепи, его зависимость от гибкости цепи полимера. Температуры стеклования полимеров различных классов. Способы определения.

6. Высокоэластическое состояние полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм эластичности. Роль энтропии и энергии процесса в развитии высокоэластической деформации. Идеальные и реальные каучуки. Применение закона Гука к эластическим полимерам. Деформационные кривые эластомеров.

7. Релаксационная природа эластичности. Релаксация напряжения и релаксация деформации. Время релаксации эластомеров и его определение по данным релаксации напряжения. Влияние температуры на достижение равновесия в релаксационных процессах. Гистерезисные явления при развитии деформации эластомеров. Влияние частоты приложенного напряжения на переход полимера из высокоэластического состояния в стеклообразное (и обратно). Принцип температурно-временной суперпозиции, его значение для предсказания свойств полимеров.

8. Стеклообразное состояние полимеров. Стеклование. Релаксационный характер процесса. Влияние условий определения на величину температуры стеклования. Способы измерения. Пластификация. Внутри- и межструктурная пластификация полимеров. Температура стеклования как критерий морозостойкости каучуков и резин, теплостойкости пластмасс. Примеры.

9. Деформационные кривые полимерных стекол. Примеры. Образование шейки. Вынужденная эластичность полимерных стекол, ее механизм. Релаксационная природа вынужденной эластичности.

Время релаксации полимерных стекол. Практическое значение явления вынужденной эластичности.

10. Течение жидкостей. Уравнение Ньютона. Ньютоновское и неньютоновские течения. Реологическая кривая. Наибольшая и наименьшая ньютоновская вязкость. Эффективная вязкость. Единицы измерения вязкости.

11. Уравнение Освальда де Вила. Зависимость вязкости от природы жидкости, от температуры. Уравнение Эйринга.

12. Вязкотекучее состояние полимеров. Температурный диапазон проявления вязкотекучих характеристик полимеров. Реологические кривые расплавов полимеров.

13. Зависимость вязкости расплавов полимеров от их молекулярной массы. Значение процессов течения для формования изделий из полимеров.

14. Физические состояния кристаллических полимеров. Кристаллизующиеся полимеры. Особенности деформационных кривых пленок, полученных из кристаллических полимеров. Примеры.

15. Механизм разрушения полимеров. Прочность полимеров при постоянном напряжении и при деформировании в условиях нарастающего напряжения. Разрывная прочность полимеров. Долговременная прочность (долговечность). Теория прочности С. Н. Журкова. Анализ уравнения Журкова, оценка влияния различных факторов (температура, величина приложенного напряжения, структура полимера) на долговременную прочность полимеров.

16. Способы повышения прочности полимеров. Понятия о композиционных полимерных материалах; армированные и наполненные полимеры. Примеры композитов, широко используемых в практике.

17. Отечественные и зарубежные исследования в области создания новых полимерных композиционных материалов.

## Химические реакции и химические превращения полимеров

1. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул, - полимераналогичные превращения и внутримолекулярные перегруппировки.
2. Особенности протекания реакций полимераналогичных превращений с учетом роли локального окружения групп в цепи, изменения реакционной способности групп по мере протекания процесса. Отличие полимераналогичных превращений от реакций соответствующих функциональных групп в низкомолекулярных соединениях.
3. Получение различных производных целлюлозы, получение поливинилового спирта и его производных как примеры полимераналогичных превращений.
4. Внутримолекулярные перегруппировки, приводящие к появлению ненасыщенности, циклов в полимерной цепи. Условия протекания процессов на примере получения углеродных волокон, полиненасыщенных полимеров.
5. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей.
6. Физическая деструкция под влиянием тепла, света, механического воздействия на полимер. Механизм процессов, способы защиты от физической деструкции при формовании и эксплуатации полимеров и изделий из них.
7. Химическая гидролитическая деструкция гетероцепных полимеров. Примеры. Реакции ацидолиза, аминализа, гликолиза как реакции гидролитического типа, их роль в получении поликонденсационных полимеров. Примеры возможных реакций этого типа при образовании полиэфиров, полиамидов.
8. Химическая окислительная деструкция, механизм реакций окисления полимеров различного химического строения (полидиены, поливинильные полимеры). Антиоксиданты.
9. Реакции сшивания полимерных цепей. Сшивание под действием температуры; термореактивные и термопластичные полимеры. Примеры.
10. Вулканизация каучуков, типы вулканизующих агентов. Влияние вулканизации на свойства полученных из каучуков резин. Примеры вулканизации каучуков СКИ, НК, ПХП, СКЭП.
11. Отверждение пластмасс, цель проведения реакции. Примеры отверждения олигомерных соединений: эпоксидных, новолачных смол и других олигомеров. Сшивание пластмасс при воздействии физических и химических агентов на готовые полимеры или изделия из них (на примере ПЭ, непластифицированного ПВХ и других полимеров).

## Основные представители полимеров и их применение в качестве тары и упаковки

1. Термомеханические кривые (с указанием температур переходов) наиболее распространенных в практике полимеров: ПС, ПВХ, ПММА, ПЭ, ПИБ, ПБ, а также сополимеров: СКС, СКН и резин на их основе; полиамидов, сложных и простых полиэфиров.
2. Химические формулы, строение и способы получения важнейших полимеров: *пластмасс*-полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), полистирола (ПСТ), поливинилхлорида (ПВХ), полиметилметакрилата (ПММА), полиакрилонитрила (ПАН), поликарбоната (ПК), полиамида-6 (капрона, ПА-6), полиамида 6,6 (найлона, ПА-6,6), полиэтилентерефталата (ПЭТФ), политетрафторэтилена (ПТФЭ); каучуков - натурального каучука (НК), синтетического каучука (СК), изопренового (СКИ), полибутадиена (ПБ), полиизобутилена (ПИБ), полидиметилсилоксана (ПДМС), полихлоропрена (ПХП), сополимеров типа СК, стирольного (СКС), метилстирольного (СКМС), нитрильного (СКН), этиленпропиленового (СКЭП). Использование в качестве тары и упаковки.

## Примерный перечень тем рефератов:

1. Пленочные полимерные материалы.
2. Фотополимеризующие композиции.
3. Функциональные добавки лакокрасочных материалов.
4. Многослойные полимерные и комбинированные упаковочные материалы.

5. Современные полиграфические материалы.
7. Современные упаковочные материалы.
8. Экологические аспекты упаковочного производства.
9. Экологические аспекты полиграфического производства.
10. Современные композиционные материалы, получаемые из отходов упаковочного и полиграфического производства.

### Примерные практические задания

1. Образец поливинилхлорида, полученный полимеризацией хлорэтена массой 18,75 г содержит  $9,406 \cdot 10^{20}$  макромолекул. Хлорэтен, не вступивший в реакцию полимеризации, может обесцветить 200 г 4%-ного раствора брома в тетрахлорметане. Найти значение средней молекулярной массы ПВХ.
2. Для получения твердых электролитов применяют композиции на основе полиэтиленоксида. Найти степень полимеризации ПЭО, если осмотическое давление 0,04% раствора ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ) при  $50^\circ\text{C}$  равно 31,578 Па, а поведение раствора подчиняется уравнению Вант-Гоффа.
2. Как получают в промышленности стирол? Приведите схему его полимеризации. Изобразите с помощью схем линейную и трехмерную структуру полимеров.
3. Как можно получить винилхлорид, имея карбид кальция, хлорид натрия, серную кислоту и воду? Напишите уравнения соответствующих реакций. Составьте схему полимеризации винилхлорида.
4. Как из карбида кальция и воды получить уксусный альдегид, а затем винилацетат? Составьте схему полимеризации винилацетата.
5. Получите из этилового спирта дивиниловый каучук.
6. Получите из карбида кальция, воды, хлороводорода хлоропреновый каучук.

### Вопросы для подготовки к зачету:

1. Мономер, полимер, олигомер. Молекулярные массы этих веществ. Макромолекула, полимерная цепь, звено цепи, степень полимеризации. Связь между ММ мономера и полимера, специфика понятия «молекулярная масса полимера» применительно к полимерным веществам.
2. Классификация полимеров по химической природе атомов, по геометрии строения цепи по принадлежности макромолекулы к определенному классу химических соединений, по реакциям их получения.
3. Полимеризация, основные характеристики реакции. Строение мономеров, способных к полимеризации. Термодинамика полимеризации. Роль энтальпии и энтропии процесса полимеризации.
4. Радикальная полимеризация, стадия развития процесса. Способы инициирования свободно радикальной полимеризации: фотохимическое инициирование, Использование химических инициаторов. Пример.
5. Кинетика свободно - радикальной полимеризации. Влияние концентрации инициатора на степень полимеризации образующегося при реакции полимера.
6. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера (уравнение Майо). Константы сополимеризации и их роль в образовании статистических сополимеров различного состава(примеры для различных соотношений между  $r_1$  и  $r_2$  )
7. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Рассмотрение процесса катионной полимеризации на примере синтеза полиизобутилена. Кинетика процесса.
8. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии процесса. Понятие о «живых цепях», их роль в создании новых полимеров.
9. Анионно - координационная полимеризация. Типы применяемых катализаторов. Синтез стереорегулярных полимеров на катализаторах Циглера- Натта. Стереорегулярныс изо- и синдиотактические полимеры.
10. Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклов на примере синтеза полиамидов; полиэфинов из лактамов и лактонов алифатических кислот. Синтез полиуретанов.

11. Реакция поликонденсации, ее особенности, отличие от реакции полимеризации. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации.
12. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.
13. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации, полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции.
14. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей.
15. Химическая окислительная деструкция, механизм реакции окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты.
16. Три уровня организации полимеров, химическое строение цепи, конфигурация и конформация цепи, надмолекулярная структура.
17. Термодинамическая гибкость цепи. Параметры, характеризующие термодинамическую гибкость цепи: сегмент Куна, среднеквадратичное расстояние между концами цепи. Связь гибкости цепи с их химическим строением.
18. Кинетическая гибкость цепи, факторы, ее определяющие: температура, величина и частота, приложенных к полимеру внешних сил, кинетический сегмент.
19. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Аморфные, кристаллические, кристаллизующиеся полимеры (примеры). Влияние строения полимера на его способность находиться в различных фазовых и агрегатных состояниях.
20. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Уравнение Авраами для описания кинетики процесса кристаллизации .
21. Монокристаллы полимеров и сферолиты. Условия их образования. Типы сферолитов, понятие о знаке сферолита, его определение методом поляризационной микроскопии.
22. Фазовые и физические состояния полимеров. Различия понятий «фаза» и «агрегатное состояние». Аморфные и кристаллические полимеры.
23. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров, температуры переходов:  $T_e$  и  $T_i$
24. Термомеханический метод исследования полимеров и его использование для оценки температур переходов в полимерах и полимерных телах. Высокоэластическое состояние полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм эластично Роль энтропии и энергии процесса в развитии высокоэластической деформации. Идеальные и реальные каучуки. Применение закона Гука к эластическим полимерам. Деформационные кривые эластомеров.
25. Стеклообразное состояние полимеров. Деформационные кривые полимерных стекол. Примеры.
26. Вязкотекучее состояние полимеров. Температурный диапазон проявления вязкотекучих характеристик полимеров. Реологические кривые расплавов полимеров.
27. Физические состояния кристаллических полимеров. Кристаллизующиеся полимеры. Особенности деформационных кривых пленок, полученных из кристаллических полимеров. Примеры
28. Особенности растворения веществ с высокой молекулярной массой. Приготовление растворов полимеров. Способы представления концентрации полимеров.
29. Ограниченное и неограниченное внутримолекулярное и межструктурное набухание. Равновесная степень набухания и методы ее определения.

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период обучения.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4: Способен разрабатывать мероприятия по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации		
ПК-4.1	Анализирует методы и методики решения конкретной производственной задачи по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации	<p>Вопросы для подготовки к зачету:</p> <p>14. Мономер, полимер, олигомер. Молекулярные массы этих веществ. Макромолекула, полимерная цепь, звено цепи, степень полимеризации. Связь между ММ мономера и полимера, специфика понятия «молекулярная масса полимера» применительно к полимерным веществам.</p> <p>15. Классификация полимеров по химической природе атомов, по геометрии строения цепи по принадлежности макромолекулы к определенному классу химических соединений, по реакциям их получения.</p> <p>16. Полимеризация, основные характеристики реакции. Строение мономеров, способных к полимеризации. Термодинамика полимеризации. Роль энтальпии и энтропии процесса полимеризации.</p> <p>17. Радикальная полимеризация, стадия развития процесса. Способы инициирования свободно радикальной полимеризации: фотохимическое инициирование, Использование химических инициаторов. Пример.</p> <p>18. Кинетика свободно - радикальной полимеризации. Влияние концентрации инициатора на степень полимеризации образующегося при реакции полимера.</p> <p>19. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера (уравнение Майо). Константы сополимеризации и их роль в образовании статистических сополимеров различного состава(примеры для различных соотношений между <math>r_1</math> и <math>r_2</math> )</p> <p>20. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Рассмотрение процесса катионной полимеризации на примере синтеза полиизобутилена. Кинетика процесса.</p> <p>21. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии процесса. Понятие о «живых цепях», их роль в создании новых полимеров.</p> <p>22. Анионно - координационная полимеризация. Типы применяемых катализаторов. Синтез стереорегулярных полимеров на катализаторах Циглера- Натта. Стереорегулярные изо- и синдиотактические полимеры.</p> <p>23. Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклов на примере синтеза полиамидов; полиэфиров из лактамов и лактонов алифатических кислот. Синтез полиуретанов.</p> <p>24. Реакция поликонденсации, ее особенности, отличие от реакции полимеризации. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>25. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.</p> <p>26. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации, полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции.</p> <p>14. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей.</p> <p>30. Химическая окислительная деструкция, механизм реакции окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты.</p> <p>31. Три уровня организации полимеров, химическое строение цепи, конфигурация и конформация цепи, надмолекулярная структура.</p> <p>32. Термодинамическая гибкость цепи. Параметры, характеризующие термодинамическую гибкость цепи: сегмент Куна, среднеквадратичное расстояние между концами цепи. Связь гибкости цепи с их химическим строением.</p> <p>33. Кинетическая гибкость цепи, факторы, ее определяющие: температура, величина и частота, приложенных к полимеру внешних сил, кинетический сегмент.</p> <p>34. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Аморфные, кристаллические, кристаллизующиеся полимеры (примеры). Влияние строения полимера на его способность находиться в различных фазовых и агрегатных состояниях.</p> <p>35. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Уравнение Авраами для описания кинетики процесса кристаллизации .</p> <p>36. Монокристаллы полимеров и сферолиты. Условия их образования. Типы сферолитов, понятие о знаке сферолита, его определение методом поляризационной микроскопии.</p> <p>37. Фазовые и физические состояния полимеров. Различия понятий «фаза» и «агрегатное состояние». Аморфные и кристаллические полимеры.</p> <p>38. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров, температуры переходов: <math>T_e</math> и <math>T_i</math></p> <p>39. Термомеханический метод исследования полимеров и его использование для оценки температур переходов в полимерах и полимерных телах. Высокоэластическое состояние полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм эластично Роль энтропии и энергии процесса в развитии высокоэластической деформации. Идеальные и реальные каучуки. Применение закона Гука к эластическим полимерам. Деформационные кривые эластомеров.</p> <p>40. Стеклообразное состояние полимеров. Деформационные кривые полимерных стекол.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Примеры.</p> <p>41. Вязкотекучее состояние полимеров. Температурный диапазон проявления вязкотекучих характеристик полимеров. Реологические кривые расплавов полимеров.</p> <p>42. Физические состояния кристаллических полимеров. Кристаллизующиеся полимеры. Особенности деформационных кривых пленок, полученных из кристаллических полимеров.</p> <p>Примеры</p> <p>43. Особенности растворения веществ с высокой молекулярной массой. Приготовление растворов полимеров. Способы представления концентрации полимеров.</p> <p>44. Ограниченное и неограниченное внутримолекулярное и межмолекулярное набухание. Равновесная степень набухания и методы ее определения.</p>
ПК-4.2	<p>Разрабатывает план мероприятий по предотвращению выпуска продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации</p>	<p>Примерные практические задания:</p> <p>3. Образец поливинилхлорида, полученный полимеризацией хлорэтена массой 18,75 г содержит <math>9,406 \cdot 10^{20}</math> макромолекул. Хлорэтен, не вступивший в реакцию полимеризации, может обесцветить 200 г 4%-ного раствора брома в тетрахлорметане. Найти значение средней молекулярной массы ПВХ.</p> <p>4. Для получения твердых электролитов применяют композиции на основе полиэтиленоксида. Найти степень полимеризации ПЭО, если осмотическое давление 0,04% раствора (<math>\rho=1 \text{ г/см}^3</math>) при <math>50^\circ\text{C}</math> равно 31,578 Па, а поведение раствора подчиняется уравнению Вант-Гоффа.</p> <p>2. Как получают в промышленности стирол? Приведите схему его полимеризации. Изобразите с помощью схем линейную и трехмерную структуру полимеров.</p> <p>3. Как можно получить винилхлорид, имея карбид кальция, хлорид натрия, серную кислоту и воду? Напишите уравнения соответствующих реакций. Составьте схему полимеризации винилхлорида.</p> <p>4. Как из карбида кальция и воды получить уксусный альдегид, а затем винилацетат? Составьте схему полимеризации винилацетата.</p> <p>5. Получите из этилового спирта дивиниловый каучук.</p> <p>6. Получите из карбида кальция, воды, хлороводорода хлоропреновый каучук.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Полимерное материаловедение в полиграфическом и упаковочном производстве» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

«зачтено» - обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

«не зачтено» - обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.