



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  
И.Ю. Мезин

04.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ХИМИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химия и биология

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Химии
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 125)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
15.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.Л. Медяник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
04.03.2021 г. протокол № 7

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Химии, канд. пед. наук  О.В. Ершова

Рецензент:

доцент кафедры Физики, канд. хим. наук  В.А. Дозоров

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Химии

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Химии

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Химии

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Химии

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

---

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

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

знакомство студентов с общими вопросами науки о высокомолекулярных соединениях. Особое внимание в данном курсе, предназначенном для учителей, обращено на отдельные полимеры, их свойства и применение

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

Дисциплина Химия высокомолекулярных соединений входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физическая и коллоидная химия

Органический синтез

Органическая химия

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

Биохимия

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Теория и методика обучения химии

Химия окружающей среды

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Химия высокомолекулярных соединений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ОПК-8	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний
ОПК-8.1	Планирует и проводит научные исследования в области педагогической деятельности
ОПК-8.2	Использует специальные научные знания для повышения эффективности педагогической деятельности

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

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

- контактная работа – 94,1 акад. часов;
- аудиторная – 90 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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 Введение в курс	5	2				- самостоятельное изучение научно-технической информации; - конспектирование.	Конспект лекций	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2
1.2 Основные понятия и определения химии ВМС		4			4	анализ научно-технической информации; - конспектирование	Коллоквиум №1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2
1.3 Методы получения основных типов полимеров		8	20/10И			оформление отчетов по лабораторным работам, математическая обработка результатов;	Защита лабораторных работ (собеседование). Коллоквиум №2	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2
1.4 Деформационные свойства полимеров в различных фазовых и физических состояниях		10	26/11,6И			оформление отчетов по лабораторным работам, использование физико-математического аппарата для обработки экспериментальных данных; -анализ научно-технической информации деформационно-прочностных свойств полимеров;	Защита лабораторных работ (собеседование). Коллоквиум №3	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2

1.5 Основные представители полимеров и их применение		12	8		10,2	самостоятельное изучение научно-технической информации по созданию инновационных упаковочных материалов; - работа с электронной библиотекой; - создание презентаций	Защита презентаций по результатам отечественных и зарубежных исследований полимерных упаковочных материалов на основе ПЭ, ПП, ПВХ, ПЭТФ, ПС	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-8.1, ОПК-8.2
Итого по разделу		36	54/21,6И		14,2			
Итого за семестр		36	54/21,6И		14,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36	54/21,6И		14,2		экзамен	

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Химия ВМС» применяется традиционная и информационно-коммуникационные образовательные технологии.

Лекции проходят как в информационной форме, где имеет место последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами, так и в форме лекций-беседы или диалога с аудиторией, лекций с применением элементов «мозговой атаки», лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Помимо этого, в лекции могут использоваться элементы проблемного изложения. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Такая лекция представляет собой занятие, предполагающее инициированное преподавателем привлечение аудитории к решению крупной научной проблемы, раскрывает возможные пути ее решения, показывает теоретическую и практическую значимость достижений. На проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для студентов. Полученная информация усваивается как личностное открытие еще не известного для себя знания.

Для реализации информационно-коммуникационной образовательной технологии проводятся лекции-визуализации, в ходе которых изложение теоретического материала сопровождается презентацией.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, в ходе которых учебная работа проводится с реальными химическими веществами. На лабораторных работах выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Проведение лабораторных работ необходимо предварять инструктажем по правилам безопасной работы в химической лаборатории. Основным условием допуска студентов к лабораторной работе является их обязательная подготовка к ней с составлением теоретического введения. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. Кроме того, целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения (парную работу) трех видов: статическая пара, динамическая пара, вариационная пара; совмещая ее с технологией модульного обучения. Выполнив эксперимент, студенты формулируют обобщенные выводы по серии опытов, используя приемы аналогии и сравнения.

Самостоятельная работа студентов является одним из наиболее эффективных средств развития потребности к будущему самообразованию. Самостоятельная работа студентов включает в себя самые разнообразные формы учебной деятельности: выполнение домашних заданий, завершение оформления лабораторных работ, подготовка к практикуму, изучение основного и дополнительного материала по учебникам и пособиям, чтение и проработка научной литературы в библиотеке, написание рефератов и курсовых работ, подготовка к коллоквиумам, зачетам, итоговой аттестации.

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепления теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий и подготовку к рубежному и заключительному контролю. Помимо этого, студенты представляют результаты своей самостоятельной работы в виде презентаций.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Химия ВМС» включает выполнение заданий репродуктивного характера по алгоритму, предложенному преподавателем.

## **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 (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Высокомолекулярные соединения и полимеры на их основе : учебное пособие / Л. А. Бодьян, И. А. Варламова, Х. Я. Гиревая, Н. Л. Калугина ; МГТУ. - [2-е изд.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2815.pdf&show=dcatalogues/1/1133015/2815.pdf&view=true> (дата обращения: 14.02.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Способы получения и свойства полимеров и сополимеров : учебное пособие / Х. Я. Гиревая, Л. А. Бодьян, И. А. Варламова, Н. Л. Калугина. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=912.pdf&show=dcatalogues/1/1118896/912.pdf&view=true> (дата обращения: 14.02.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Буриндин, В. Г. Основы технологии производства полимеров : учебное пособие / В. Г. Буриндин, Н. И. Коршунова, О. В. Ершова ; МГТУ, [каф. ХТУП]. - Магнитогорск, 2011. - 130 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=489.pdf&show=dcatalogues/1/1087823/489.pdf&view=true> (дата обращения: 14.02.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Теоретические основы и технология переработки пластических масс: Учебник/В.Г.Бортников - Зизд. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 480 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-009639-1 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/450336> (дата обращения: 14.02.2021). - Текст : электронный.

3. Стась, Н. Ф. Справочник по общей и неорганической химии : учебное пособие для вузов / Н. Ф. Стась. — 4-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 92 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00904-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451302> (дата обращения: 14.02.2021).

4. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал – ISSN 0579-2991 . - Текст: непосредственный.

### **в) Методические указания:**

в). Методические указания:

1. Тарасюк, Е.В. Определение степени набухания полимеров и коэффициента диффузии низкомолекулярных веществ в полимерные материалы: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Химия и физика полимеров» для обучающихся по направлению 29.03.03 очной формы обучения / Е.В.Тарасюк, О.В. Ершова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 7 с. – Текст : непосредственный.

2. Ершова, О.В. Определение угла смачивания упаковочных материалов:



методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Химия и физика полимеров», «Безопасность пищевой упаковки» и «Экология упаковки» для студентов, обучающихся по направлению 261700 «Технология полиграфического и упаковочного производства» / О.В. Ершова, Е.В.Тарасюк; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 8 с. – Текст : непосредственный.

3. Ершова, О.В. Реология полимеров: методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Химия и физика полимеров», «Физико-химические основы переработки полимеров», «Производство изделий из полимерных и композиционных материалов», «Производство полимерной упаковки», «Утилизация упаковочных и полиграфических материалов», «Вторичная пере-работка упаковочных и полиграфических материалов» и «Утилизация композиционных упаковочных материалов» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» очной формы обучения / О.В. Ершова, Л.Г.Коляда, Е.В.Тарасюк; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. – 13 с. – Текст : непосредственный.

4. Пономарев, А.П. Исследование полимеров методом синхронного термического анализа: методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Технологическое оборудование и оснастка упаковочного и полиграфического производства», «Химия и физика полимеров», «Производство полимерной тары» для обучающихся по направлению 29.03.03 очной формы обучения / А.П.Пономарев, Бурындин В.Г., Е.В.Тарасюк; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 14 с. – Текст : непосредственный.

5. Ершова, О.В. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Химия и физика полимеров» и «Физико-химические основы переработки полимеров» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» очной формы обучения / О.В. Ершова, Л.В. Чупрова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. – 12 с. – Текст : непосредственный.

6. Тарасюк, Е.В. Синтез полимеров: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Химия и физика полимеров» для обучающихся по направлению 29.03.03 очной формы обучения / Е.В.Тарасюк, О.В. Ершова, Л.В. Чупрова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 17 с. – Текст : непосредственный.

7. Ершова, О.В. Идентификация полимерных материалов: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Производство полимерной упаковки» для обучающихся по направлению 29.03.03 очной формы обучения / О.В. Ершова, Е.В.Тарасюк; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 16 с. – Текст : непосредственный.

8. Тарасюк, Е.В. Деформационно-прочностные свойства упаковочных материалов : методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 261201 по дисциплинам «Технология упаковочного производства», «Производство полимерных упаковочных материалов», «Производство упаковочных материалов на основе бумаги», «Производство тары из картона и гофрокартона» / Е.В.Тарасюк, Л.Г.Коляда, О.В. Ершова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. – 26 с. – Текст : непосредственный.

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

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	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:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Оборудование для выполнения лабораторных работ, химическая посуда, реактивы, Наглядные материалы: таблицы, схемы, плакаты.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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 подготовки докладов.

### Контрольные вопросы по темам

#### Тема 2. Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений (коллоквиум 1)

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, полиэферы (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.

#### Тема 3. Методы получения основных типов полимеров (коллоквиум 2)

##### 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  $k_1$  и  $k_2$ ).

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).

#### **Тема 4. Деформационные свойства полимеров в различных фазовых и физических состояниях (коллоквиум 3)**

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.

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.

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.

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.

## **Тема 5. Химические реакции и химические превращения полимеров (коллоквиум 4)**

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, аминолиза, гликолиза как реакции гидролитического типа, их роль в получении поликонденсационных полимеров. Примеры возможных реакций этого типа при образовании полиэфигов, 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 вулканизирующих 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).

## **Тема 6. 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.

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

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

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



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		
УК-1.1:	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты	<p style="text-align: center;"><b>Вопросы для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Классификация полимеров по химической природе атомов, по геометрии строения цепи по принадлежности макромолекулы к определенному классу химических соединений, по реакциям их получения.</li> <li>3. Полимеризация, основные характеристики реакции. Строение мономеров, способных к полимеризации. Термодинамика полимеризации. Роль энтальпии и энтропии процесса полимеризации.</li> <li>4. Радикальная полимеризация, стадия развития процесса. Способы инициирования свободно радикальной полимеризации: фотохимическое инициирование, Использование химических инициаторов. Пример.</li> <li>5. Кинетика свободно - радикальной полимеризации. Влияние концентрации инициатора на степень полимеризации образующегося при реакции полимера.</li> <li>6. 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> )</li> <li>7. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Рассмотрение процесса катионной полимеризации на примере синтеза полиизобутилена. Кинетика процесса.</li> <li>8. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии процесса. Понятие о «живых цепях», их роль в создании новых полимеров.</li> <li>9. Анионно - координационная полимеризация. Типы применяемых катализаторов. Синтез стереорегулярных полимеров на катализаторах Циглера- Натта. Стереорегулярныс изо- и синдиотактические полимеры.</li> <li>10. Ступенчатая полимеризация. Полимеризация циклов на примере синтеза полиамидов;</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>полиэфиров из лактамов и лактонов алифатических кислот. Синтез полиуретанов.</p> <p>11. Реакция поликонденсации, ее особенности, отличие от реакции полимеризации. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации.</p> <p>12. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.</p> <p>13. 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>15. Химическая окислительная деструкция, механизм реакции окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты.</p> <p>16. Три уровня организации полимеров, химическое строение цепи, конфигурация и конформация цепи, надмолекулярная структура.</p> <p>17. Термодинамическая гибкость цепи. Параметры, характеризующие термодинамическую гибкость цепи: сегмент Куна, среднеквадратичное расстояние между концами цепи. Связь гибкости цепи с их химическим строением.</p> <p>18. Кинетическая гибкость цепи, факторы, ее определяющие: температура, величина и частота, приложенных к полимеру внешних сил, кинетический сегмент.</p> <p>19. 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>20. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Уравнение Авраами для описания кинетики процесса кристаллизации .</p> <p>21. Монокристаллы полимеров и сферолиты. Условия их образования. Типы сферолитов, понятие о знаке сферолита, его определение методом поляризационной микроскопии.</p> <p>22. Фазовые и физические состояния полимеров. Различия понятий «фаза» и «агрегатное состояние». Аморфные и кристаллические полимеры.</p> <p>23. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров, температуры переходов: <math>T_e</math> и <math>T_i</math></p> <p>24. Термомеханический метод исследования полимеров и его использование для оценки температур переходов в полимерах и полимерных телах. Высокэластическое состояние полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм эластично Роль энтропии и энергии</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>процесса в развитии высокоэластической деформации. Идеальные и реальные каучуки. Применение закона Гука к эластическим полимерам. Деформационные кривые эластомеров.</p> <p>25. Стеклообразное состояние полимеров. Деформационные кривые полимерных стекол. Примеры.</p> <p>26. Вязкотекучее состояние полимеров. Температурный диапазон проявления вязкотекучих характеристик полимеров. Реологические кривые расплавов полимеров.</p> <p>27. Физические состояния кристаллических полимеров. Кристаллизующиеся полимеры. Особенности деформационных кривых пленок, полученных из кристаллических полимеров. Примеры</p> <p>28. Особенности растворения веществ с высокой молекулярной массой. Приготовление растворов полимеров. Способы представления концентрации полимеров.</p> <p>29. Ограниченное и неограниченное внутримолекулярное и межмолекулярное набухание. Равновесная степень набухания и методы ее определения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как получают в промышленности стирол? Приведите схему его полимеризации. Предложите химико-физические методы анализа для исследования состава, водопоглощения, прочности на разрыв полистирола.</li> <li>2. Как можно получить винилхлорид, имея карбид кальция, хлорид натрия, серную кислоту и воду? Напишите уравнения соответствующих реакций. Составьте схему полимеризации винилхлорида. Предложите химико-физические методы анализа для исследования состава, прочности на прокол, прочности на разрыв поливинилхлорида.</li> <li>3. Как из карбида кальция и воды получить уксусный альдегид, а затем винилацетат? Составьте схему полимеризации винилацетата. Предложите использование ДСК –метода для определения состава полимера.</li> </ol>
УК-1.2:	<p>Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации</p>	<p style="text-align: center;"><b>Вопросы для подготовки к экзамену:</b></p> <p>Современные способы получения важнейших полимеров и исследование физико-механических характеристик с использованием ГОСТовских методик : <i>пластмасс-</i> полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), полистирола (ПСТ), поливинилхлорида (ПВХ), полиметилметакрилата (ПММА), полиакрилонитрила (ПАН), поликарбоната (ПК), полиамида-6 (капрона, ПА-6),</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	по различным типам запросов	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.
УК-1.3:	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения	Защита презентаций по результатам отечественных и зарубежных исследований полимерных упаковочных материалов на основе ПЭВД, ПЭНД, ПП, ПВХ, ПЭТФ, ПС.
<p>ОПК-8:</p> <p>Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</p>		
ОПК-8.1:	Планирует и проводит научные исследования в области педагогической деятельности	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>1. Полиэтилен высокого давления. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Полиэтилен низкого давления. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p> <p>3. Полистирол. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p> <p>4. Полипропилен. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p> <p>5. Полиамид. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p> <p>6. Поливинилхлорид. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p> <p>7. Полиэтилентерефталат. Способ синтеза. Структура полимера. Требования нормативной документации при проведении испытаний. Физико-механические характеристики: термомеханическая кривая; деформационная кривая. Возможность использования в качестве упаковки.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-8.2:	Использует специальные научные знания для повышения эффективности педагогической деятельности	<p style="text-align: center;"><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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.</li> <li>2. 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.</li> </ol>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия ВМС»» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и два практических задания.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – 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.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.