

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

Лейфа А.В. Лейфа

9 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ»

Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Технологии и процессы переработки нефти и газа

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 1,2

Экзамен 1 сем

Зачет с оценкой 2 сем

Общая трудоемкость дисциплины 324.0 (академ. час), 9.00 (з.е)

Составитель Т.А. Родина, профессор, д-р хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 910

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

9 апреля 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Формирование и закрепление знаний о полимерных соединениях, их свойствах, реакционной способности и способах применения, технологии производства базовых полимеров для решения теоретических и прикладных задач профессиональной деятельности.

### Задачи дисциплины:

- овладение знаниями о месте и роли полимерных материалов в развитии науки, техники и технологии;
- формирование представлений о классификации полимеров, их строении, особенностях свойств полимеров по сравнению с низкомолекулярными веществами;
- изучение теоретических основ синтеза полимеров, механизмов и условий протекания процессов;
- формирование теоретических и практических знаний в области технологий промышленного производства высокомолекулярных соединений;
- формирование способности использовать полученные знания для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Химия и технология полимеров» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блок 1 Дисциплины (модули) ФГОС ВО. Для ее освоения необходимо знание химических дисциплин и их разделов: «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Органическая химия».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен управлять качеством производимой продукции	ИД-1ПК-2 Знает методы аналитического контроля процессов нефтепереработки, передовой и зарубежный опыт в этой области; лабораторное оборудование, контрольно-измерительную аппаратуру и правила ее эксплуатации; технологические процессы, режимы производства продукции организации ИД-2ПК-2 Умеет применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования; разрабатывать новые виды продукции ИД-3ПК-2 Владеет навыками организация проведения лабораторных анализов в соответствии с существующими стандартами для определения физико-химической характеристики качества продукции

## 4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 9.00 зачетных единицы, 324.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основные понятия химии ВМС	1	4										8.8	конспекты
2	Классификации полимеров и их важнейшие представители	1	4										15	тестовые задания, подготовка докладов
3	Физико-механические свойства полимеров	1	12										30	решение задач, тестовые задания
4	Химические свойства и превращения полимеров	1	6										18	решение задач, тестовые задания
5	Методы синтеза полимеров	1	8				34						40	решение задач, тестовые задания, защита лабораторных работ
6	Зачет с оценкой	1	0							0.2				
7	Технологии получения полиэтилена и полипропилена	2	4		2								15	решение задач

8	Технологии получения полистирола	2	4		2							15	решение задач
9	Технологии получения поливинилхлорида, поливинилацетата и полиметилметакрилата	2	4		2							14	решение задач
10	Технологии получения синтетических каучуков	2	6		2							15	решение задач
11	Технологии получения продуктов поликонденсации	2	6		2							15	решение задач
12	Экзамен	2								0.3	35.7		
	Итого		58.0		10.0		34.0	0.0	0.2	0.3	35.7	185.8	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия химии ВМС	Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях. Место науки о полимерах как самостоятельной области знания среди других фундаментальных химических наук; ее роль в научно – техническом прогрессе и основные исторические этапы развития. Вклад отечественных ученых в зарождение и развитие науки о полимерах. Основные понятия: полимер, олигомер, макромолекула, элементарное звено, степень полимеризации. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами и цепным строением молекул, которые определяют их практическую ценность как особого рода материалов и их биологическое значение. Полимерное состояние как особая форма существования вещества.
2	Классификации полимеров и их важнейшие представители	Классификации полимеров: в зависимости от происхождения, химического состава, строение звеньев и основной цепи, геометрической формы макромолекул и др. Природные и синтетические полимеры. Органические (элементорганические) и неорганические полимеры. Линейные,

		<p>разветвленные и слитные полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блоксополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Элементогомоцепные полимеры: полимерная сера и селен.</p> <p>Карбогомоцепные полимеры. Полимеры и сополимеры моноолефинов и их производных; краткие характеристики и области применения важнейших представителей: полиэтилен, полипропилен и их сополимеры; полистирол, поливинилхлорид, полимеры акрилового и метакрилового рядов. Полимеры и сополимеры диолефинов и их производных; краткие характеристики и области применения важнейших представителей: полибутадиен и сополимеры бутадиена, полиизопрен, полихлоропрен.</p> <p>Карбоциклические полимеры (фенолформальдегидные смолы, полифенилены, поли- p- ксилилен). Полимеры ацетилена и его производных.</p> <p>Карбогетероцепные полимеры. Полимеры, содержащие кислород в основной цепи; краткие характеристики и области применения важнейших представителей: простые и сложные полиэфиры, полиацетали (полиоксиметилен, целлюлоза и ее производные). Полимеры, содержащие азот в основной цепи; краткие характеристики и области применения важнейших представителей: алифатические и ароматические полиамиды, полиимиды, полиуретаны, полиамины, полипептиды; белки и понятия об основных биологических функциях белков. Полимеры, содержащие фосфор в основной цепи: рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты, понятия об их биологических функциях.</p> <p>Полимеры, содержащие серу в основной цепи: простые политиоэфиры, полисульфиды, полисульфоны). Элементогетероцепные полимеры. Полисилоксаны (силоксановые каучуки и покрытия). Полиамомоксаны. Полифосфаты. Полифосфазены.</p>
3	Физико- механические свойства полимеров	<p>Структура и физические состояния полимеров. Структура макромолекул. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Характеристики, связанные с конформационным состоянием цепи. Стереорегулярные макромолекулы. Условия проявления оптической активности.</p> <p>Статистика свободно- сочлененной цепи. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Количественные характеристики гибкости (жесткости). Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением:</p>

		<p>факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул. Кооперативное взаимодействие, как фактор стабилизации упорядоченных конформаций.</p> <p>Структура и надмолекулярная организация аморфных полимеров. Условия необходимые для кристаллизации полимеров. Температурные кристаллизации и температурные плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различие и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.</p> <p>Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Переход в стеклообразное состояние. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Пластификация полимеров.</p> <p>Вязко- текучее состояние. Механизм вязкого течения. Зависимость температуры текучести от молекулярной массы. Зависимость вязкости расплава от молекулярной массы. Формование изделий из полимеров на режиме течения. Механизм разрушения полимеров. Долговечность полимеров. Композиционные полимерные материалы. Армированные материалы. Наполненные полимеры.</p>
4	Химические свойства и превращения полимеров	<p>Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул: влияние локального окружения, конфигурации, конформации макромолекул и надмолекулярной структуры полимера. Использование полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.</p> <p>Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Расцепление полимерных цепей под влиянием химических и физических воздействий. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Деградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки.</p> <p>Термоокислительная и фотохимическая деструкции. Принципы стабилизации полимеров. Сшивание полимерных цепей. Вулканизация каучуков. Формование полимерных изделий из реакционноспособных олигомеров (отверждение). Полиэфиракрилаты и эпоксидные смолы. Использование химических реакций макромолекул</p>

		для химического и структурно- химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
5	Методы синтеза полимеров	<p>Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Классификация цепных полимеризационных процессов. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальных полимеризаций. Типы инициаторов. Механизм действия ингибиторов. Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная сополимеризация. Проведение полимеризации в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии. Ионная полимеризация и сополимеризация. Разновидности ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступить в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Механизм «живых» цепей. Синтез полимеров с узким молекулярно- массовым распределением. Координационно– ионная полимеризация. Стереоспецифические эффекты в реакциях координационно- ионной полимеризации. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.</p> <p>Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов и образование сетчатых структур. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.</p> <p>Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров. Методы синтеза. Прививка макромолекул на поверхность твердых тел. Физические свойства привитых и блок- сополимеров. Термоэластопласты.</p>
6	Зачет с оценкой	
7	Технологии получения полиэтилена и полипропилена	<p>Способы получения полиэтилена. Получение полиэтилена при высоком и низком давлении. Технологические схемы, типы реакторов. Условия протекания химического процесса, катализаторы. Свойства и применение полиэтилена. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии Spherilene компании Basell. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии Borstar компании Borealis.</p>



		<p>Производство линейного полиэтилена в суспензионном петлевом реакторе по технологии компании Chevron Phillips. Получение ПЭНП по технологии высокого давления ExxonMobil. Технологии полиэтилена высокого давления Polimeri Europa. Производство бимодального ПЭВП по технологии Hostalen компании Basell. Производство ПЭВП и ПЭСП по технологии Lupotech G компании Basell. Получение ПЭНП и сополимеров ЭВА по технологии Lupotech T компании Basell. Газофазный процесс UNIPOL. Производство ЛПЭНП и ПЭВП по технологии SCLAIRTECH компании Nova Chemicals. Получение полипропилена. Свойства и применение. Условия протекания химического процесса в присутствии металлоорганических катализаторов. Производство полипропилена по технологии Spheripol компании Basell. Производство полипропилена по технологии Spherizone компании Basell. Полипропиленовая технология компании Vorstar. Полипропиленовый процесс UNIPOL. Газофазный полипропиленовый процесс Chisso.</p>
8	Технологии получения полистирола	<p>Свойство и применение полистирола. Способы получения полистирола. Технологическая схема получения блочного полистирола, условия протекания химического процесса. Производство эмульсионного полистирола, условия протекания химического процесса. Производство пенополистирола по технологии BP/ Lummus. Производство полистирола общего назначения и ударопрочного полистирола по технологиям BP/ Lummus и Polimeri Europa. Получение пенополистирола по технологиям компании Polimeri Europa.</p>
9	Технологии получения поливинилхлорида, поливинилацетата и полиметилметакрилата	<p>Получение поливинилхлорида суспензионным методом по технологиям компании Chisso. Преимущества и недостатки процесса. Развитие процессов получения поливинилхлорида. Отделение винилхлорид-мономера. Производство жесткого, мягкого ПВХ, пенополивинилхлорида. Производство поливинилацетата. Получение полиметилметакрилата в массе мономера. Применение полимеров.</p>
10	Технологии получения синтетических каучуков	<p>Классификация каучуков. Каучуки общего назначения. Бутадиен-стирольный и бутадиен-метилстирольный каучуки. Получение каучука низкотемпературной полимеризацией бутадиена с метилстиролом. Стереорегулярные синтетические каучуки, способы их получения. Производство полибутадиеновых и полиизопреновых каучуков. Каучуки специального назначения. Бутадиен-нитрильный каучук. Полиизобутиленовый и</p>

		полихлоропреновый каучуки, свойства и применение. Схема процесса получения полиизобутилена. Схема процесса получения хлоропренового каучука.
11	Технологии получения продуктов поликонденсации	Фенолальдегидные, карбамидоформальдегидные, меламиноформальдегидные полимеры. Свойства и применение. Условия протекания химического процесса. Производство полиэфирных полимеров. Производство полиэтиленгликольтерефталата, поликарбонатов. Алкидные смолы. Производство полиамидов: поликапролактама. Полиуретаны.

### 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Получение полиолефинов в промышленности. Технологические расчеты	Массовый, объемный и мольный состав реакционной смеси. Основные стадии химического превращения. Материальный баланс установок. Элементы расчетов химических реакторов. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
Получение полистирола в промышленности. Технологические расчеты	Массовый, объемный и мольный состав реакционной смеси. Основные стадии химического превращения. Материальный баланс установок. Элементы расчетов химических реакторов. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
Получение поливинилхлорида, поливинилацетата и полиметилметакрилата в промышленности. Технологические расчеты	Массовый, объемный и мольный состав реакционной смеси. Основные стадии химического превращения. Материальный баланс установок. Элементы расчетов химических реакторов. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
Получение синтетических каучуков в промышленности. Технологические расчеты	Массовый, объемный и мольный состав реакционной смеси. Основные стадии химического превращения. Материальный баланс установок. Элементы расчетов химических реакторов. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
Получение фенолальдегидных полимеров и алкидных смол в промышленности. Технологические расчеты	Массовый, объемный и мольный состав реакционной смеси. Основные стадии химического превращения. Материальный баланс установок. Элементы расчетов химических реакторов. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.

### 5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Техника безопасности. Методы и приемы работы, 4 часа	Техника безопасности в химической лаборатории. Методы и приемы работы с реактивами, посудой, оборудованием. Правила безопасной работы с токсичными, пожароопасными, легковоспламеняющимися веществами.
Радикальная полимеризация стирола в массе при различных концентрациях инициатора, 5 часов	Радикальная полимеризация, механизм радикальной полимеризации. Инициаторы процесса, их достоинства и недостатки. Факторы, влияющие на скорость радикальной полимеризации. Особенности

	проведения полимеризации в массе. Построение кинетических кривых полимеризации.
Радикальная полимеризация стирола в массе. Определение выхода полимера весовым методом, 5 часов	Радикальная полимеризация, механизм радикальной полимеризации. Факторы, влияющие на скорость радикальной полимеризации. Особенности проведения полимеризации в массе. Образование побочных продуктов при полимеризации и способы их уменьшения. Вискозиметрическое определение молекулярной массы полимера.
Окислительно-восстановительная полимеризация акрилонитрила, 5 часов	Особенности проведения окислительно-восстановительной полимеризации. Инициаторы окислительно-восстановительной полимеризации. Механизм полимеризации акрилонитрила. Определение выхода продукта реакции.
Синтез полиэфира из фталевого ангидрида и этиленгликоля, 5 часов	Поликонденсация, способность соединений к реакциям поликонденсации. Смещение равновесия в процессах поликонденсации. Способы проведения процессов поликонденсации, их достоинства и недостатки. Поликонденсация фталевого ангидрида и этиленгликоля. Определение кислотного числа продукта реакции.
Получение новолака поликонденсацией фенола с формальдегидом в кислой среде, 5 часов	Характеристика проведения процессов поликонденсации в расплаве, растворе, эмульсии, на границе раздела фаз, в твердой фазе. Поликонденсация фенола и формальдегида. Условия, влияющие на скорость и направление процесса поликонденсации фенола с формальдегидом. Физико-механические свойства и строение новолачных смол. Определение момента завершения протекания процесса.
Получение олигомеров резольного типа из фенола и формальдегида в присутствии аммиака, 5 часов	Поликонденсация фенола и формальдегида. Зависимость структуры образующихся полимеров от природы и соотношения исходных реагентов. Условия, влияющие на скорость и направление процесса поликонденсации фенола с формальдегидом. Условиях и соотношения реагентов для образования резольных полимеров. Термопластичные и термореактивные свойства полимеров.

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических
-------	-----------------------------	---------------------------	------------------------------

			часах
1	Основные понятия химии ВМС	подготовка конспектов	8.8
2	Классификации полимеров и их важнейшие представители	выполнение тестовых заданий, подготовка докладов	15
3	Физико-механические свойства полимеров	решение задач, выполнение тестовых заданий	30
4	Химические свойства и превращения полимеров	решение задач, выполнение тестовых заданий	18
5	Методы синтеза полимеров	подготовка к тесту, к контрольной работе, к лабораторной работе	40
6	Технологии получения полиэтилена и полипропилена	решение задач	15
7	Технологии получения полистирола	решение задач	15
8	Технологии получения поливинилхлорида, поливинилацетата и полиметилметакрилата	решение задач	14
9	Технологии получения синтетических каучуков	решение задач	15
10	Технологии получения продуктов поликонденсации	решение задач	15

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Организация образовательного процесса по дисциплине включает модульно-рейтинговое обучение, технологию развивающего обучения, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения: лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция- визуализация, интерактивная исследовательская практическая работа, работа в малых группах.

Используются информационные технологии при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта, личный кабинет), используются электронные учебные издания, применяются электронные формы тестирования в ЭИОС Moodle, используются мультимедиа-средства при проведении лекционных занятий.

Используются следующие методы и формы обучения:

- методы устного изложения: рассказ, объяснение, лекция, беседа;
- наглядные методы: презентации, демонстрация моделей, иллюстрация схем, таблиц, графиков, номограмм;

· методы закрепления изучаемого материала: работа с учебной литературой, практические работы, лабораторные работы, решение задач, выполнение упражнений, выполнение тестовых заданий;

· методы самостоятельной работы: работа с учебной литературой, практические работы, выполнение упражнений, решение задач, подготовка конспектов и докладов;

· методы проверки и оценки знаний, умений и навыков: устный опрос (индивидуальный, фронтальный), собеседования, проверочные самостоятельные работы, тестовый контроль, проверка конспектов.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Химия и технология полимеров».

Примерные вопросы к зачету

1. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах).

2. Полимер, олигомер, макромолекула, элементарное звено, степень полимеризации. Полидисперсность и усредненные молекулярные массы.

3. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул.

4. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул.

5. Природные (волокна, каучук) и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Биополимеры.

6. Особенности строения полимеров. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.

7. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы.

8. Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Методы оценки гибкости цепи полимеров.

9. Растворы полимеров. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание. Зависимость растворимости от молекулярной массы.

10. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ.

11. Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров, по светорассеянию. Определение размеров макромолекул.

12. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.

13. Диффузия макромолекул в растворах. Концентрированные растворы полимеров и гели.

14. Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.

15. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

16. Высокоэластическое состояние.

17. Стеклообразное состояние.

18. Вязко-текучее состояние.

19. Пластификация полимеров.

20. Свойства кристаллических полимеров.
21. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.
22. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров.
23. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков.
24. Композиционные материалы. Принципы формования полимеров, наполненные полимеры.
25. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.
26. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.
27. Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Поликонденсация.
28. Радикальная полимеризация. Радикальная сополимеризация.
29. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация.
30. Координационно-ионная полимеризация.
31. Типы реакций поликонденсации.
32. Молекулярная масса и молекулярно- массовое распределение при линейной поликонденсации.
33. Трехмерная поликонденсация, ее особенности.
34. Побочные реакции при поликонденсации: внутримолекулярные реакции.
35. Способы проведения поликонденсации: в расплаве, растворе, на границе раздела фаз. Способы формования полимеров.

Примерные вопросы к экзамену

1. Производство полиэтилена низкой плотности в массе при высоком давлении. Свойства и применение.
2. Производство полиэтилена высокой плотности в растворе при среднем давлении. Свойства и применение.
3. Производство полиэтилена высокой плотности в растворе при низком давлении. Свойства и применение.
4. Производство полипропилена. Свойства и применение.
5. Производства блочного и ударопрочного ПС непрерывным методом. Свойства и применение.
6. Производство полистирола и сополимеров стирола в суспензии. Свойства и применение.
7. Производство полистирола для вспенивания блочно- суспензионным методом. Свойства и применение.
8. Производство ударопрочного полистирола блочно- суспензионным методом. Свойства и применение.
9. Производство полистирола в эмульсии. Свойства и применение.
10. Производство АБС-сополимеров в эмульсии. Свойства и применение.
11. Производство пенополистирола. Свойства и применение.
12. Производство поливинилхлорида в массе. Свойства и применение.
13. Производство поливинилхлорида в суспензии. Свойства и применение.
14. Производство поливинилхлорида в эмульсии. Свойства и применение.
15. Производство жесткого поливинилхлорида. Свойства и применение.
16. Производство мягкого поливинилхлорида. Свойства и применение.
17. Производство пенополивинилхлорида. Свойства и применение.
18. Производство полиметилметакрилата в массе (органическое стекло). Свойства и применение.
19. Производство полиметилметакрилата и сополимеров метилметакрилата в суспензии. Свойства и применение.
20. Производство поливинилацетата в растворе. Свойства и применение.

21. Производство полиизобутилена. Свойства и применение.
22. Производство бутадиенового каучука. Свойства и применение.
23. Производство изопренового каучука. Свойства и применение.
24. Производство хлоропренового каучука. Свойства и применение.
25. Производство каучуков специального назначения. Свойства и применение.
26. Периодический метод производства новолачных смол. Свойства и применение.
27. Непрерывный метод производства новолачных смол. Свойства и применение.
28. Водоземulsionные резольные смолы. Свойства и применение.
29. Производство мочевиноформальдегидной смолы периодическим методом. Свойства и применение.
30. Производство полиамидов. Свойства и применение.
31. Производство полиэтилентерефталата (лавсана). Свойства и применение.
32. Производство поликарбонатов. Свойства и применение.

#### Критерии оценки

К зачету (с оценкой) и к экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все практические и лабораторные работы, при условии выполнения тестовых и проверочных работ не ниже, чем на удовлетворительную оценку. Студент на момент сдачи зачета не должен иметь неудовлетворительных оценок.

Зачет сдается по вопросам или тестам, утвержденным на заседании кафедры. Зачет по вопросам сдается устно в виде собеседования, по тестам – письменно. Экзамен сдается устно по билетам, утвержденным на заседании кафедры. При оценке ответа оценивается не только качество теоретических знаний, но и уровень владения терминологией, умение делать выводы, выявлять закономерности. Проведение зачета и экзамена может осуществляться с использованием ЭИОС вуза.

Оценка «отлично» ставится, если студент показал свободное владение материалом, умение записывать химические формулы и уравнения, владение химической номенклатурой и терминологией, знание основополагающих законов и умение их применять для решения конкретных задач, понимание схемы технологического процесса, знание условий и факторов, влияющих на его протекание. Допускается 1-2 небольшие ошибки, исправленные при указании преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится, если студент достаточно полно освещает теоретический материал. Умеет записывать химические формулы и химические уравнения, пользуется номенклатурой, знает основные свойства веществ и закономерности протекания химических процессов, дает характеристику технологического процесса, но допускает при ответе неточности, затрудняется при решении задач. Допускается 1-2 ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится при знании основных понятий, законов, определений, закономерностей протекания химических реакций и технологических процессов, но студент затрудняется при написании химических уравнений протекающих процессов, недостаточно владеет номенклатурой и терминологией, неполно излагает теоретический материал, допускает существенные ошибки в ответе.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при отсутствии ответа на вопросы или при проявлении студентом слабых, неполных, отрывочных знаний, при неумении использовать терминологию, химические формулы, отсутствии знаний технологических схем и условий процессов, отсутствии понимания наиболее важных законов и закономерностей, неумении их применять для решения конкретных задач.

Прием и передача экзамена осуществляется на основании Положения о курсовых зачетах и экзаменах АмГУ.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

### а) литература

1. Шишонок, М.В. Химия высокомолекулярных соединений: учебное пособие / М.В. Шишонок. – Минск: Вышэйшая школа, 2021. – 640 с. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/120094>.
2. Хакимуллин, Ю.Н. Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров:

учебное пособие / Ю.Н. Хакимуллин, Л.Ю. Закирова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. – 132 с. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/109614>.

3. Хаширова, С.Ю. Введение в химию полимеров: учебное пособие / С.Ю. Хаширова, М.Б. Бегиева, В.А. Квашин. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2017. – 102 с. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/110222>.

4. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров: учебное пособие / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211685>

5. Малахова, Ю.Н. Физико-химия полимеров: учебное пособие / Ю.Н. Малахова, Т.Е. Григорьев, С.Н. Чвалун. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 58 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/265595>

6. Аржаков, М.С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М.С. Аржаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 344 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130153>

7. Ровкина, Н.М. Химия и технология полимеров. Технологические расчеты в синтезе полимеров. Сборник примеров и задач: учебное пособие / Н.М. Ровкина, А.А. Ляпков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 168 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206627>.

8. Ровкина, Н.М. Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами поликонденсации и полимераналогичных превращений. Лабораторный практикум: учебное пособие / Н.М. Ровкина, А.А. Ляпков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 432 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206801>

9. Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/302258>

10. Кузнецова, О.Н. Общая химическая технология полимеров: учебное пособие / О.Н. Кузнецова, С.Ю. Софьина. – Казань: КНИТУ, 2010. – 138 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13298>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="https://ru.libreoffice.org/about-us/license/">https://ru.libreoffice.org/about-us/license/</a>
2	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	Электронная библиотечная система включает учебные материалы для ВУЗов по научно-гуманитарной тематике, по точным и естественным наукам.
3	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://www.xumuk.ru/">http://www.xumuk.ru/</a>	Поисковая база по химии
2	<a href="http://www.oglib.ru/">http://www.oglib.ru/</a>	Электронная библиотека «Нефть-газ».
3	<a href="http://www.ngpedia.ru/">http://www.ngpedia.ru/</a>	Поисковая система «Большая энциклопедия нефти и газа»
4	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
5	<a href="http://www.window.edu.ru">http://www.window.edu.ru</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам



## **10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

Специализированная лаборатория «Химии высокомолекулярных соединений». При проведении лекционных занятий используется следующее оборудование: проектор, ноутбук. При проведении практикума используются: лабораторное оборудование, посуда и реактивы, установки для титрования, установки для выполнения перегонки, установки для термодимических измерений, рефрактометры, вискозиметры стеклянные, ареометры и др.

Самостоятельная работа студентов осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.

.