

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра химии

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

_____ профессор Саламов А.М.
Б.А.

факультета _____ Кодзоева

« 22 » _____ апреля _____ 2026 г.

« 29 » _____ апреля _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.12 ИССЛЕДОВАНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ**

Направление подготовки

04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

«Органическая химия»

Квалификация выпускника

Химик.Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

МАГАС

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Исследование и физико-химические свойства полимеров» являются:

- знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями;
- вооружить будущих специалистов – химиков глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в данной области химии и физики полимеров, необходимыми для их производственной и научной деятельности.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Таблица 1.1.

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	5-6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

26.003 «Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов»	A	Управление стадиями работ по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов	7	Проектирование особо сложных изделий из наноструктурированных композиционных материалов	C/03.7	7
40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	B	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	6	Проведение патентных исследований и определение характеристик продукции (услуг)	B/01.6	6
				Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	B/02.6	6
				Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	B/06.6	6
26.013 «Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства»	A	Контроль качества химической и биотехнологической продукции на всех этапах производственного процесса	6	Контроль качества сырья и материалов в организации по производству биопрепаратов для растениеводства	A/01.6	6

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Исследование и физико-химические свойства полимеров» входит в обязательную часть дисциплин Блока 1; изучается в 8 семестре.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Исследование и физико-химические свойства полимеров» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Исследование и физико-химические свойства полимеров»	Семестр
Б1.О.10	Математика	1,2
Б1.О.11	Физика	1,2
Б1.О.06	Неорганическая химия	1,2
Б1.В.11	Квантовая химия	4
Б1.О.07	Органическая химия	5,6
Б1.О.08	Физическая химия	5,6

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Исследование и физико-химические свойства полимеров» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Исследование и физико-химические свойства полимеров»	Семестр
Б1.В.ДВ.02.01	Теоретические основы органической химии	9
Б1.В.05	Теоретические основы неорганической химии	9, 10
Б1.В.04	История и методология химии	9

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия и определения химии и физики полиэфиров;
- структуру и классификацию полиэфиров;
- методы получения и структуру основных типов полиэфиров;
- влияние структуры на свойства материалов.

Уметь:

- использовать различные методы исследования для изучения свойств и структуры полиэфиров;

– обосновывать выбор технологических принципов получения основных типов полиэфиров.

Владеть:

- пространственным мышлением
- основными понятиями;
- навыками поиска и обработки информации;
- представлениями о химических взаимодействиях.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Таблица 3.1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения			
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2-1. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. УК-2-2.. Способен видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Формирует план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением. УК-2-3. Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает	Знать: — принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы; — основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности. Уметь: —разрабатывать концепцию проекта обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные применения; — уметь предвидеть результат деятельности планировать действия для достижения результата; — прогнозировать проблемные ситуации и риски в проектной деятельности. Владеть: — навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения; — навыками конструктивного возникающих разногласий и конфликтов.

		работу команды необходимыми ресурсами. УК-2-4. Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях. УК-2-5. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение).	
Общепрофессиональные (ОПК) компетенции и индикаторы их достижения			
ОПК-2	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	Знать: основы техники безопасности в химической лаборатории Уметь: правильно с точки зрения техники безопасности обращаться со стеклянной химической посудой и реактивами Владеть: основами безопасного проведения химического эксперимента
Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения			
ПК-3	Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	ПК-3.1. Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных) ПК-3.2. Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знать: методы ведения конструкторских работ и технологических испытаний Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания Владеть: знаниями по видам конструкторских работ и технологических испытаний в выбранной области профессии.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия	186	186
Лекции	50	50
Лабораторные занятия	136	136
Самостоятельная работа студентов (СРС)	3	3
Контроль	27	27

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

5.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

Таблица 5.1.

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Лаб. р.	Сам.р.	
1	Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Классификация, номенклатура.	8	2	-	-	Опрос

2	Цепные процессы образования макромолекул	8		2	12	-	
3	Ступенчатые процессы образования макромолекул.	8		2	12	1	Тестовый контроль
4	Полимеризация циклических мономеров.	8		6	12	-	Коллоквиум №1
5	Технические приемы синтеза полиэфиров.	8		6	10	-	Коллоквиум №2
6	Основные характеристики промышленных полиэфиров	8		4	10	1	Тестовый контроль
7	Макромолекулы и их физические свойства.	8		4	10	1	Коллоквиум №3
8	Агрегатные, физические и фазовые состояния полиэфиров	8		4	10	-	
9	Надмолекулярная структура полиэфиров.	8		4	12	-	Коллоквиум №4
10	Деформационные и прочностные свойства полиэфиров.	8		4	12	-	
11	Набухание и растворение полиэфиров.	8		4	12	-	Коллоквиум №5
12	Химические реакции полиэфиров.	8		4	12	-	Тестовый контроль
13	Модификация полиэфиров.	8		4	12	-	Коллоквиум №6
Итого:				50	136	3	

5.2. Содержание дисциплины

1. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи, молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением, гибкостью макромолекул. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Другие классификационные признаки. Особенности ВМС, их отличие от низкомолекулярных соединений.

2. Классификация основных методов получения полимеров. Классификация цепных полимеризационных процессов. Понятие о цепных реакциях. Механизмы реакции цепной полимеризации. Элементарные акты процесса цепной полимеризации. Скорость и энергия отдельных элементарных актов. Реакционная способность мономеров и радикалов.

3. Радикальная полимеризация. Методы инициирования (термическая, фотохимическая, радиационная, электрохимическая). Рост и обрыв цепи. Реакция передачи цепи.

4. Ионная полимеризация: виды ионной полимеризации, катализаторы ионной полимеризации. Катионная полимеризация. Катализаторы. Образование активного центра, рост и обрыв цепи. Реакции передачи цепи. Анионная полимеризация. Типы катализаторов. Механизм элементарных реакций образования активного центра, роста, обрыва цепи при анионной полимеризации. Анионно-координационная полимеризация.

5. Понятие о стереорегулярных полимерах. Синтез оптически активных стереорегулярных полимеров. Полимеризация на гетерогенных стереоспецифических катализаторах. Сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Катионная сополимеризация. Механизм и основные закономерности процесса сополимеризации. Привитые и блоксополимеры. Способы проведения процессов сополимеризации.

6. Ступенчатая полимеризация. Поликонденсация. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Типы реакций поликонденсации. Механизм равновесной поликонденсации. Способы проведения.

7. Полимеризация циклических мономеров. Термодинамика процесса. Влияние условий проведения реакции на равновесие «цикл – полимер»: механизм, кинетика, особенности полимеризации циклических мономеров.

8. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры. Ближний и дальний конфигурационный порядок.

9. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Гибкость макромолекулы, факторы, влияющие на нее. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением.

10. Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Аморфные полимеры. Три физических состояния аморфных полимеров. Современные представления о застеклованном состоянии полимеров. Особенности полимерных стекол. Характер теплового движения в полимерах ниже температуры стеклования. Механизм процесса стеклования.

Высокоэластическое состояние полимеров. Характер теплового движения макромолекул выше температуры стеклования. Релаксационный характер перехода из высокоэластического состояния в застеклованное. Энергия активации процесса. Факторы, влияющие на температуру стеклования.

11. Вязкотекучее состояние полимеров. Механизм вязкого течения. Реология расплавов полимеров. Анализ термомеханических кривых. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалия вязкого течения. Формование изделий из полимеров в режиме вязкого течения.

12. Кристаллические полимеры. Отличие кристаллического состояния низкомолекулярных и высокомолекулярных веществ. Степень кристалличности. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Термодинамика кристаллизации. Специфика фазовых переходов первого рода у полимеров. Факторы, влияющие на температуру плавления.

Кинетика кристаллизации полимеров. Влияние температуры на процесс кристаллизации. Изотермы растяжения и молекулярный механизм «холодного течения» кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

13. Жидкокристаллическое состояние полимеров. Образование жидкокристаллических систем у жесткоцепных полимеров. Фазовые равновесия. Практическое значение жидкокристаллического состояния (для получения волокон, индикаторных систем и др.).

14. Надмолекулярная организация аморфных полимеров и ее влияние на свойства полимерных тел. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров. Современные методы исследования структуры полимеров.

15. Деформационные свойства аморфных полимеров. Упругие деформации застеклованных полимеров. Вынужденная эластичность, ее предел. Механизм вынужденно-эластических деформаций. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Принцип температурновременной суперпозиции. Релаксационные спектры.

16. Деформация кристаллических полимеров. Анализ деформационных кривых застеклованных и кристаллических полимеров.

17. Прочностные свойства полимеров. Основные понятия и определения. Долговечность полимеров. Механизм разрушения полимерных материалов. Влияние надмолекулярных структур на механические свойства полимеров.

18. Макромолекулы в растворах. Набухание полимеров. Факторы, определяющие набухание. Кинетика и термодинамика набухания. Растворимость полимеров. Термодинамический критерий растворимости. Фазовые диаграммы полимер – растворитель. Влияние различных факторов на термодинамику растворения полимеров. Критические температуры растворения.

19. Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Разбавленные растворы полимеров. Современные теории растворов полимеров. Реологические свойства разбавленных растворов полимеров. Характеристическая вязкость. Влияние природы растворителя, молекулярной массы, температуры на характеристическую вязкость. Концентрированные растворы полимеров. Значение изучения вязкости концентрированных растворов полимеров для технологии химических волокон. Совместимость полимеров. Определение взаимной растворимости полимеров.

20. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.

Полимераналогичные превращения. Влияние макромолекулярного строения полимера на закономерности полимераналогичных превращений. Различные типы полимераналогичных превращений (реакции замещения, присоединения, отщепления, изомерии в полимерной цепи). Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров

21. Внутримолекулярные реакции. Полициклизация в полимерных цепях. Лестничные и полулестничные полимеры, методы их получения и особенности свойств. Термопревращение и карбонизация полимеров.

Межмакромолекулярные реакции. Взаимодействие полимеров с полифункциональными соединениями. Реакции структурирования полимеров. Изменение свойств полимеров в результате структурообразования.

22. Деструкция полимеров. Химическая деструкция (гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, окислительная деструкция). Деструкция полимеров в результате физических воздействий (механическая, фотохимическая, радиационно-химическая, термическая). Механизм и закономерности термической деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная деструкция полимеров. Принципы стабилизации.

23. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Наполненные полимеры.

24. Физическая модификация. Способы проведения физической и химической модификации. Пластификация, эластификация, легирование – механизм и связь со свойствами.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений студентов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При подготовке к семинарам и контрольным работам студенты самостоятельно прорабатывают учебный материал по лекциям и учебникам (основная и дополнительная литература). При этом они могут использовать электронно-библиотечную систему и библиотечный фонд факультета, содержащий печатные издания основной учебной литературы.

Для оценки успеваемости студентов будут использованы семинарские занятия, включающие контрольные мероприятия, и компьютерные тесты. Компьютерные тесты, чтение дополнительной литературы, в том числе и из Интернет-ресурсов, подготовка рефератов по тематике являются основой самостоятельной работы студентов.

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - Изд. 4-е перераб. и доп. - М.: Научный мир, 2007.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов/- Н.Новгород: Изд-во нижегородского гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского; Изд. Центра «Академия», 2003.
3. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: Учебник для студентов хим. фак/В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008.
4. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Таблица 7.1.

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы контроля</i>
1.	Понятие о стереорегулярных полимерах.	1	собеседование
2.	Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Аморфные полимеры. Три физических состояния аморфных полимеров.	1	собеседование
3.	Жидкокристаллическое состояние полимеров. Образование жидкокристаллических систем у жесткоцепных полимеров. Фазовые равновесия.	1	собеседование

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные вопросы для собеседования

1. Радикальная полимеризация на глубоких степенях превращения.
2. Перекиси, применяемые для инициирования реакций радикальной полимеризации
3. Способы проведения радикальной полимеризации.
4. Побочные реакции на стадии образования макромолекул.
5. Межфазная поликонденсация. Способы проведения реакции поликонденсации.
6. Катионная полимеризация лактамов под действием протонных кислот.
7. Технические приемы синтеза полимеров. Основные характеристики промышленных полимеров. Поликарбонаты, полистирол, полиолефины, поливинилхлорид, полиамиды, полисульфоны, целлюлоза и ее производные, каучуки, полиэфирные, эпоксидные, фенолформальдегидные смолы.
8. Практическое значение жидкокристаллического состояния для получения волокон, индикаторных систем и др.
9. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров; модельные представления, морфологические картины.
10. Практическое значение прочности и долговечности полимеров и изделий из них. Критерии оценки.
11. Особенности концентрированных растворов полимеров.
12. Циклизация при полимераналогичных превращениях. Полимераналогичные превращения трехмерных полимеров.
13. Получение негорючих полимеров и изделий на их основе.
14. Наполненные полимеры

Примеры заданий контрольных работ

Вариант 1

Задание 1

1. Какие полимеры называют органическими, неорганическими, элементоорганическими, гомо- и гетероцепными? Приведите примеры для каждого типа полимера.
2. Напишите схему реакции образования полимеров из следующих мономеров:
 - А) $\text{CH}_2=\text{CH-CN}$
 - Б) $\text{HO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH} + \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
 - В) $\text{OCN-R-NCO} + \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2$
 - Г) $\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$
 Классифицируйте реакции образования полученных полимеров на цепные, ступенчатые, конденсационного и полимеризационного типа.
3. Каковы достоинства и недостатки основных способов проведения полимеризации?
4. Что из себя представляет процесс вулканизации? Какие полимеры способны вулканизоваться? Как изменяются свойства полимера в процессе вулканизации?

Задание 2

1. Почему для полимеров и олигомеров характерны полидисперсность и полифункциональность? Какими параметрами характеризуют ММ и ММР?
2. Напишите схему реакции образования полимера из следующих мономеров:
 - А) $\text{CH}_2=\text{CH-COOH}$
 - Б) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2 + \text{ClOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COC l}$
 - В) $\text{HO}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$

Можно ли для получения тех же полимеров использовать другие мономеры?

Классифицируйте реакции образования полученных полимеров на цепные, ступенчатые, конденсационного и полимеризационного типа.

3. Каковы достоинства и недостатки основных способов проведения поликонденсации?

4. Как протекает термоокислительная деструкция полимеров? Какие соединения при этом образуются? Перечислите основные методы защиты от термоокислительной деструкции.

Задание 3

1. Что такое конфигурация повторяющегося основного звена, конфигурация ближнего и дальнего порядка и конфигурация макромолекулы?
2. Рассмотрите следующие системы мономеров и катализаторов:

Катализаторы	Мономеры
А) $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2)_2$	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$
Б) H_2SO_4	$\text{CH}_2=\text{CH-O-n-C}_4\text{H}_9$
В) BF_3	$\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$
Д) $\text{H-C}_4\text{H}_9\text{Li}$	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3$

 Что является иницирующей частицей или активным центром каждого катализатора? Напишите уравнения реакций образования полимеров.
3. В чем отличие равновесной и неравновесной поликонденсации? В каком случае получается полимер с более высокой ММ?
4. Что такое деструкция полимеров? Как изменяется ММ полимеров в процессе этой реакции? Какие виды деструкции вам известны?

Задание 4

1. Что такое конформация макромолекулы и какие типы конформации вам известны? Как можно оценить размеры макромолекулы?
2. Сравните методы полимеризации и поликонденсации. В чем основные преимущества и недостатки метода поликонденсации? Приведите примеры полимеров полученных этим методом.

3. Какие вы знаете реакции химических превращений, приводящие к увеличению или уменьшению ММ полимеров? Приведите примеры.

Вариант 2

Задание 1

1. Что такое надмолекулярная структура? Зависит ли она от химического строения макромолекулы, ММ, ММР, конфигурации и конформации макромолекул? Привести примеры надмолекулярных структур у аморфных и кристаллических полимеров.
2. Какие преимущества имеет ионно-координационная полимеризация перед другими методами полимеризации? Каковы особенности структуры полимеров, получаемых этим методом?
3. Каковы отличительные особенности химических реакций полимеров по сравнению с реакциями низкомолекулярных соединений?

Задание 2

1. Охарактеризуйте понятие гибкости макромолекул и факторы на неё влияющие.
2. Рассмотрите возможность циклизации в процессе поликонденсации следующих мономеров при m от 2 до 10:
А) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_m-\text{COOH}$
Б) $\text{HO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OH} + \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_m-\text{COOH}$
Какие факторы определяют направление реакции в сторону циклизации или в сторону поликонденсации?
3. Каким способом можно получить стереорегулярный полимер? Какие катализаторы используют для этих целей? Приведите схему получения стереорегулярного полимера.
4. В чем различие и сходство между полимераналогичными превращениями и внутримолекулярными реакциями? Приведите примеры реакций каждого типа.

Задание 3

1. Какие полимеры называют природными, синтетическими и искусственными? Приведите примеры.
2. Напишите уравнение реакций образования статистических сополимеров и блок-сополимеров следующего состава:
Б) $[-\text{OC}-\text{R}-\text{COO}-(\text{CH}_2)_2-\text{OOC}-(\text{CH}_2)_4\text{COO}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-]_n-$
А) $[-(\text{OC}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH})_n-(\text{OC}-\text{R}-\text{NH})_m]-$,
Охарактеризуйте основные методы получения привитых сополимеров и блок-сополимеров.
3. Какие вы знаете приемы повышения ММ полимеров при полимеризации?
4. Что из себя представляет процесс вулканизации? Какие полимеры способны вулканизоваться? Как изменяются свойства полимеров в процессе вулканизации

Задание 4

1. Какие полимеры называют органическими, неорганическими, элементоорганическими, гомо- и гетероцепными? Приведите примеры для каждого типа полимера. Напишите формулы
А) блок-сополимера: стирол-блок-метилметакрилат,
Б) привитого сополимера: стирол-*пр*-метилметакрилат,
В) привитого сополимера: метилметакрилат-*пр*-стирол,
Г) регулярно чередующегося сополимера метилметакрилата и стирола
2. Приведите уравнения реакций образования этих сополимеров

- 3.Объясните, как влияют концентрация мономера, инициатора и температура на скорость радикальной полимеризации и ММ полимера?
- 4.Как протекает процесс термической деструкции полимеров? Какие факторы влияют на термостабильность полимеров?

Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

Примерная тематика курсовых работ

1. Методы исследования процессов термодеструкции полимеров.
2. Водоотталкивающие полимерные составы и покрытия.
3. Методы исследования горючести полимерных материалов.
4. Методы исследования звукопоглощающих и звукоизолирующих характеристик полимерных композиций.
5. Проблемы утилизации полимерных материалов.
6. Полимерные материалы, работающие в условиях высоких температур, применение в промышленности.
7. Красители и пигменты для полимерных материалов.
8. Клеевые материалы на основе каучуков растворимых в органических растворителях.
9. Исследование теплофизических характеристик полимерных материалов.
10. Водорастворимые полимеры. Применение в промышленности.
11. Термостойкие клеевые материалы на основе эпоксидных смол для радиотехнической промышленности.
12. Термостойкие клеевые материалы на основе кремнийорганических смол и их применение в промышленности.
13. Полиэтилентерефталат и проблемы его утилизации.
14. Полимерные материалы, работающие в условиях высоких температур и их использование в промышленности.
15. Полиакрилаты и их применение в строительстве.
16. Клеевые материалы на основе латекса.
17. Методы исследования горючести полимерных материалов.
18. Исследование теплофизических характеристик полимерных материалов.
19. Исследование диэлектрических характеристик полимерных материалов.
20. Проблемы повышения устойчивых полимерных материалов к ионизирующим излучениям.

Критерии оценки курсовой работы

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
Отлично	работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. При защите работы студент свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.
Хорошо	работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Незначительные замечания к оформлению работы. При защите работы студент владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.
Удовлетворительно	работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, но не полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны собственные выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении работы. При защите работы студент слабо владеет материалом, отвечает не на все вопросы.
Неудовлетворительно	работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении работы. При защите работы студент не владеет материалом, не отвечает на вопросы.

Примерные контрольные вопросы к экзамену

1. Предмет и задачи дисциплины «Физико-химические методы исследования полимеров»
2. Физико-химические методы исследования полимеров.
3. Методы определения физических состояний полимеров.
4. Спектральные методы исследования.
5. Метод ультрафиолетовой спектроскопии.
6. Метод инфракрасной спектроскопии
7. Характеристические полосы поглощения хромофоров в УФ-спектре.
8. Агрегатное и фазовые состояния полимеров их природа и особенности.
Физическое состояние полимеров.
9. Термомеханический метод исследования полимеров. Термомеханические кривые аморфных, кристаллизующихся, кристаллических полимеров.
10. Релаксационные процессы в полимерах.
11. Физические и механические свойства полимеров.
12. Конфигурация макромолекул и цепи.
13. Конформация макромолекул.
14. Надмолекулярная структура полимеров. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров.
15. Степень кристалличности. Виды кристаллических структур: кристаллиты, монокристаллы, фибриллы, сферолиты.

16. Кооперативные реакции между макромолекулами полиэлектролитов.
17. Гидродинамические свойства линейных полиэлектролитов.
18. Методы определения физических состояний полимеров.
19. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии. Закон Бугера, Ламберта, Бера.
20. Термический анализ полимеров. Метод Фримена и Кэрола.
21. Метод двойного логарифмирования.
22. Исследование полимеров методом ЯМР. Ядерные магнитные моменты. Классическое описание условий магнитного резонанса.
23. Уровни энергии ядра в магнитном поле.
24. Квантовомеханическое рассмотрение условий магнитного резонанса.
25. Исследование полимеров методом обращенной газовой хроматографии. Определение температур структурных превращений в полимерах.
26. Определение термодинамических параметров взаимодействия полимер-растворитель. Определение молекулярной массы олигомеров.
27. Колебательная спектроскопия полимеров.
28. Спектроскопия комбинационного рассеяния света.
29. Кооперативные реакции между макромолекулами полиэлектролитов.
30. Гидродинамические свойства линейных полиэлектролитов.

Примеры экзаменационных билетов

ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

**По курсу «Исследование и физико-химические свойства полимеров.»
для студентов 4 курса специальности «Химия»**

1. Предмет и задачи дисциплины «Физико-химические методы исследования полимеров»
2. Конфигурация макромолекул и цепи.
3. Метод инфракрасной спектроскопии.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой химии, профессор

А.М.Саламов

ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

**По курсу «Исследование и физико-химические свойства полимеров.»
для студентов 4 курса специальности «Химия»**

1. Физико-химические методы исследования полимеров.
2. Релаксационные процессы в полимерах.
3. Конформация макромолекул.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

Зав. кафедрой химии, профессор

А.М. Саламов

Критерии оценки ответа на экзамене

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа

		явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебная литература:

а) основная:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - Изд. 4-е перераб. и доп. - М.: Научный мир, 2007.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов/- Н.Новгород: Изд-во нижегородского гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского; Изд. Центра «Академия», 2003.
3. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: Учебник для студентов хим. фак/В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2008.
4. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.
5. Виноградова С.В. Поликонденсационные процессы и полимеры / С.В. Виноградова, В.А. Васнев. - М.: Наука, 2000.
5. Хохлов А.Р. Лекции по физической химии полимеров/ А.Р. Хохлов, С.И. Кучанов. - М.: Мир, 2000.
6. Виноградова С.В. Поликонденсационные процессы и полимеры / С.В. Виноградова, В.А. Васнев. - М.: Наука, 2000.

б) дополнительная:

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1978.
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: Учебн. для вузов. - М.: Высш. шк., 1992.
3. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1981
4. Стрепихеев А.А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А.А. Стрепихеев, В.А.Деревицкая. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1976.
5. Кулезнев В.И. Химия и физика полимеров: Учебн. для вузов / В.И. Кулезнев, В.А. Шершнев. - М.: Высш. шк., 1988.
6. Тугов И.И. Химия и физика полимеров: Учебн. пособие для вузов/ И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. - М.: Химия, 1989.
7. Энциклопедия полимеров, т. 1, 2, 3. - М.: Советская энциклопедия, 1977.
8. Мэнсэсн Дж., Сперлин Л. Полимерные смеси и композиты/ Под ред. Ю.К. Годовского; Пер. с англ. - М.: Химия, 1979.
9. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. - Л.: Химия, 1986.
- Гуль В.Г. Структура и прочность полимеров. - М.: Химия, 1971.
- П.Козлов П.В. Физико-химические основы пластификации полимеров / П.В. Козлов, С.П. Папков. - М.: Химия, 1982.
- 10.Кириллов Э.И. Старение и стабилизация термопластов / Э.И. Кириллов, Э.С. Шульгина. - JL: Химия, 1988.
- 11.Геллер Б.Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров: Учеб.пособие для вузов:2-е изд., исправ. и доп./Б.Э.Геллер, А.А. Геллер, В.Г. Чиртулов.-М.:Химия, 1996.
12. Кардаш М.М.Вязкость растворов полимеров/ М.М. Кардаш, Е.С. Свешникова, Л.Н. Солонко, Н.Л. Левкина: Методич.указ,- Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун- та,2006.
13. Кардаш М.М. Химические реакции в химической технологии полимеров/ М.М.. Кардаш, Л.Г. Глухова, Е.С. Свешникова: Методич. указ.:.-Саратов: Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.
14. Кардаш М.М. Химические технологии и синтез полимеров/ М.М.. Кардаш, Л.Г. Глухова, Е.С. Свешникова: Методич. указ.:.-Саратов: Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.
15. Кардаш М.М., Химия и физика полимеров. Часть 1. Химия полимеров/М.М. Кардаш, Н.Б. Федорченко, Е.С. Свешникова: Методич. указ. и контр, задания:. - Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.
16. Кардаш М.М., Химия и физика полимеров. Часть 2. Физика полимеров/М.М. Кардаш, Н.Б. Федорченко, Е.С. Свешникова: Методич. указ. и контр, задания:. - Саратов:Изд-во Саратов.гос.техн.ун-та, 2008.

9.2. Интернет-ресурсы

1. http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
 - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническая база университета позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и лабораторных занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Требования к аудитории для лекционных и лабораторных занятий: бесшумная светлая аудитория на 25 посадочных мест с интерактивной доской.

Для полноценного осуществления учебного процесса по дисциплине имеются:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты.
3. Список вопросов для проведения собеседования.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Варианты заданий для самостоятельной работы.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ

ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Исследование и физико-химические свойства полимеров» направлена на формирование компетенций: УК-2, ОПК-2, ПК-3.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к лабораторному занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в

отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Исследование и физико-химические свойства полимеров» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01. «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652

Программу составила:

к.х.н. доцент кафедры химии
Л.И.

Китиева

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № __8__ от «_22_» апреля____2026 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № __6__ от «_28_» апреля____2026 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой