

МИНОБРНАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
воспитательной работе

_____ Э.Ю. Майкова
«_____» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Высокомолекулярные соединения»

Направление подготовки бакалавров 04.05.01 Фундаментальная и
прикладная химия

Направленность (профиль) – Фармацевтическая химия

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет
Кафедра «химии и технологии полимеров»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры ХТП

К.В. Чалов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТП
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой ХТП

В.Ю. Долуда

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Е.Э. Наумова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» является освоение теоретических основ химии и физики высокомолекулярных соединений.

Задачами дисциплины являются:

- теоретическое и практическое изучение способов и методов синтеза высокомолекулярных соединений, химических превращений и путей направленной модификации полимеров;
- изучение специфики структуры и классификации высокомолекулярного состояния вещества;
- изучение высокомолекулярных соединений, их структуры и классификации;
- изучение особенностей релаксационных и фазовых состояний высокомолекулярных соединений и их растворов;
- выработка у студентов навыков установления взаимосвязи между строением высокомолекулярных соединений и их физическими свойствами.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 структуры ОП ВО.

Для изучения курса требуется использование знаний и навыков, полученных студентами при изучении следующих дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Химическая технология».

Курс «Высокомолекулярные соединения» является фундаментальной основой освоения студентами понимания принципов синтеза и анализа высокомолекулярных соединений, а приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы при изучении следующих дисциплин: «Фармацевтическая химия», «Технология лекарственных форм» а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

3.1.1. Основные принципы функционирования химического процесса и использовать их при анализе и расчете результатов эксперимента.

Уметь:

У1.1. Критически анализировать существующие и синтезировать новые химико-технологические процессы.

ИОПК-1.2. *Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии*

Знать:

3.2.1. Теоретические основы планирования эксперимента, основные синтетические и аналитические методы исследования химических реакций.

Уметь:

У2.1. Использовать теоретические основы проведения эксперимента и основные синтетические методы получения химических веществ.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. *Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности*

Знать:

33.1. Основные нормы и правила при работе с химическими веществами;

Уметь:

У3.1. Определять и анализировать проблемы, возникающие при работе с химическими веществами.

ИОПК-2.2. *Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик*

Знать:

34.1. Основные законы естественнонаучных дисциплин

Уметь:

У4.1. Выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам синтеза веществ и материалов.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП

ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-6.2. *Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры*

Знать:

35.1. Основные нормы и правила представления результатов научного исследования, а также методы корректной оценки погрешностей экспериментов.

Уметь:

У5.1. Применять полученные знания для описания и характеристики свойств изучаемого химического процесса.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение лабораторных занятий; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		75
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		45
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		33+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		24 0
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		9+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№ пп	Наименование модуля	Трудоём- кость, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Сам. работа
1	Классификация полимеров и их важнейшие представители	12	4	-	4	4
2	Макромолекулы и их поведение в растворах.	33	7	-	10	7+9(экз)
3	Полимерные тела	29	8	-	5	7+9(экз.)
4	Химические свойства и превращения полимеров	27	2	-	8	8+9(экз.)

5	Синтез полимеров	43	9	-	18	7+9(экз.)
	Всего на дисциплину	144	30	-	45	33+36(экз.)

5.2 Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Классификация полимеров и их важнейшие представители»

Основные понятия и определения (полимер, олигомер, соотношение понятий «полимеры» и «высокомолекулярные соединения»).

Макромолекула и ее химическое звено. Степень полимеризации и контурная длина цепи. Критерии разграничения высокомолекулярных соединений и низкомолекулярных веществ. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических наук. Ее роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития. Вклад русских и советских ученых в зарождение и развитие науки о полимерах.

Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами и цепным строением макромолекул. Их практическая ценность как особого рода материалов и биологическое значение. Переход от мономеров к полимерным цепям возрастающей длины как проявление основного закона диалектического развития - перехода количественных изменений в коренные качественные. Полимерное состояние как особая форма существования вещества.

Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров.

Молекулярно-массовые характеристики полимеров.

Распределение по молекулярным массам (уни- и полимодальные). Нормальное (наиболее вероятное) распределение. Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, среднемассовая, \bar{z} –средняя).

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения звеньев и основной цепи.

Природные и синтетические полимеры. Органические (элементоорганические) и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.

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 (диенов) и их производных: краткие характеристики и области применения важнейших представителей: полибутадиена и сополимеры бутадиена, полиизопрен, полихлоропрен. Карбоциклические полимеры (фенол-

формальдегидные смолы, полифенилены, поли-*n*-ксилилен). Полимеры ацетиленов и его производных.

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. Полимеры, содержащие серу в основной цепи (простые полиэфиры, полисульфиды, полисульфоны).

Элементогетероцепные полимеры и элементогетероцепные полимеры.

Полимерная сера и селен. Полисилоксаны (силоксановые каучуки и покрытия). Полиалюмоксаны. Полифосфаты. Полифосфазены.

МОДУЛЬ 2 «Макромолекулы и их поведение в растворах»

Конфигурационная изомерия и конфигурация макромолекулы.

Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные макромолекулы. Стереои́зомерия в макромолекулах поли- α -окисей, полипептидов, белков и нуклеиновых кислот. Условия проявления химической активности.

Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Среднее расстояние между концами цепи и радиус инерции макромолекулы как характеристики, чувствительные к конформационному состоянию цепи. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Статистика свободно-сочлененной цепи. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энтропийная (молекулярно-кинетическая) упругость гибкой изолированной цепи. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость различных цепей. Макромолекулы как одномерные кооперативные системы. Энергетические карты для углов внутреннего вращения. Количественные характеристики гибкости (жесткости), понятие о статистическом сегменте. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептидов, белков, нуклеиновых кислот). Кооперативное взаимодействие как фактор стабилизации упорядоченных конформаций. Понятие о кооперативных конформационных превращениях.

Макромолекулы в растворе. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов.

Фазовые диаграммы систем «полимер-растворитель». Критические температуры растворения. Явления расслаивания. Неограниченное и ограниченное набухание.

Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и θ -температура (θ -условия). Невозмущенные размеры макромолекулы в растворе и оценка гибкости. Определение молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов макромолекул. Осмометрия как метод определения среднечисловых молекулярных масс. Зависимость растворимости от молекулярной массы. Физико-химические основы фракционирования макромолекул.

Рассеяние электромагнитных волн растворами макромолекул и его особенности по сравнению с рассеянием растворами низкомолекулярных веществ. Определение молекулярной массы и радиуса инерции макромолекул из данных по рассеянию света. Светорассеяние как метод определения среднемассовой молекулярной массы полимеров и z -среднего радиуса инерции макромолекул.

Гидродинамические свойства макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости со средними размерами макромолекул (уравнение Флори-Фокса). Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.

Диффузия макромолекул в растворах. Диффузия макромолекул в пористые тела. Гель – проникающая хроматография (фракционирование) макромолекул.

Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Константа седиментации. Седиментационное равновесие. Определение молекулярных масс методами ультрацентрифугирования.

Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия ионизованных макромолекул. Распределение ионной атмосферы. Равновесие Доннана. Специфическое связывание противоионов. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Амфотерные полиэлектролиты. Изоэлектрическая и изоионная точки. Белки как пример амфотерных полиэлектролитов. Кооперативные химические реакции между противоположно заряжающимися макромолекулами (образование полимерных комплексов).

Концентрированные растворы или коллоидные дисперсии полимеров.

Переход от разбавленных растворов макромолекул к концентрированным. Ассоциация макромолекул в концентрированных

растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров. Лиотропные жидкокристаллические системы и их фазовые диаграммы. Структура концентрированных растворов и гелей. Особенности течения концентрированных растворов. Механические свойства гелей и их структурная интерпретация. Сходство и различие между концентрированными растворами и гелями. Хемомеханические свойства гелей полиэлектролитов.

Разновидности коллоидных дисперсий полимеров и факторы, обуславливающие их стабилизацию. Гидродинамические свойства дисперсий. Формование изделий из дисперсий. Механизм превращения дисперсий в монолиты.

МОДУЛЬ 3 «Полимерные тела»

Структура и основные физические свойства полимерных тел.

Генезис структуры и надмолекулярная организация аморфных полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.

Свойства аморфных полимеров. Три физических (релаксационных) состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

Высокоэластическое состояние.

Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах и кинетика структурных перестроек. Механические и диэлектрические потери. Переход в стеклообразное состояние. Релаксационная природа перехода. Принцип температурно-временной суперпозиции.

Стеклообразное состояние.

Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластических деформаций. Формование изделий из полимеров на режиме вынужденной эластичности. Упругие деформации стекол и вынужденно-эластическая релаксация.

Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей.

Вязко-текучее состояние.

Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры течения от молекулярной массы. Вязкостные аномалии. Механическое стеклование. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.

Механические модели аморфных полимеров. Свойства кристаллических полимеров.

Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм «холодного течения» кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

Механизм разрушения полимеров. Долговечность (уравнение Журкова).

Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.

Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Явления кристаллизации при растяжении. Принцип формирования ориентированных волокон и пленок из расплава и растворов. Получение высокопрочных волокон из лиотропных жидкокристаллических систем.

Композиционные полимерные материалы. Армированные материалы. Наполненные полимеры.

МОДУЛЬ 4 «Химические свойства и химические превращения полимеров»

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: концентрационные и электростатические эффекты.

Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

Макромолекулярные катализаторы химических реакций. Основные принципы действия ферментов.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.

Расщепление полимерных цепей под влиянием химических и физических (в том числе механических) воздействий. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Дегградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Принципы стабилизации полимеров.

Сшивание полимерных цепей. Вулканизация каучуков. Формование полимерных изделий из реакционноспособных олигомеров (отверждение). Полиэфиракрилаты и эпоксидные смолы.

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

МОДУЛЬ 5 «Синтез полимеров»

Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Классификация цепных полимеризационных процессов.

Радикальная полимеризация.

Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Механизм действия ингибиторов. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Теломеризация. Особенности радикальной полимеризации при высоких степенях превращения; «гель-эффект».

Реакционная способность мономеров и радикалов.

Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера. Относительная реакционная способность мономеров. Проведение полимеризации в массе, растворе, в суспензии и в эмульсии. Ионная полимеризация и сополимеризация. Разновидности ионной полимеризации.

Катионная полимеризация.

Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. «Живые» цепи.

Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов.

Стереоспецифические эффекты в реакциях координационно-ионной полимеризации. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров.

Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.

Поликонденсация.

Типы реакций поликонденсации. Основные различия поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.

Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов и образование сетчатых структур. Проведение поликонденсации в расплаве, растворе и на границе раздела фаз.

Синтез и свойства блок- и привитых сополимеров.

Методы синтеза. Прививка макромолекул на поверхность твердых тел. Физические свойства привитых и блок-сополимеров. Термоэластопласты.

Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы расширения промышленного производства полимеров.

5.3. Лабораторный практикум

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: Изучение основных промышленных представителей высокомолекулярных соединений	Определение отдельных представителей высокомолекулярных соединений	4
Модули 2 Цель: Исследование свойств растворов высокомолекулярных соединений	Исследование основных закономерностей полимеризации в растворе	10
	Определение средневязкозиметрической молекулярной массы полимеров	
Модули 3 и 4 Цель: Изучение реакций полимераналогичных превращений	Исследование основных закономерностей полимераналогичных превращений	15
Модуль 5 Цель: изучение типовых реакций синтеза высокомолекулярных соединений	Кинетика равновесной линейной поликонденсации	16
	Установление основных закономерностей необратимой поликонденсации	
	Кинетика радикальной полимеризации в массе	
	Кинетика радикальной полимеризации в суспензии	
	Кинетика радикальной полимеризации в эмульсии	

5.4. Практические и (или) семинарские занятия

Учебным планом практически и (или) семинарские занятия не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в проработке отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендованной им учебной и научной литературе, методическим рекомендациям кафедры.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на лабораторные работы. Лабораторные работы охватывают модули 1-5. Оценивание осуществляется путем устного опроса, проводится по содержанию и качеству выполненных работ

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров : учебное пособие / А.А. Тагер; под редакцией А.А. Аскадского. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Научный мир, 2007. - 575 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-589-176-437-8 : 580 p. - (ID=71760-5)
2. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов по направлению «Химическая технология» / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнеv. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 15.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1779-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211685> . - (ID=106021-0)
3. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения : учебник : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 18.08.2022. - ISBN 978-5-8114-1473-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211184> . - (ID=99772-0)
4. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов : в 2 частях. Часть 2 / В.В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2025. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 08.09.2022. - ISBN 978-5-534-03988-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/561460> . - (ID=149507-0)
5. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов : в 2 частях. Часть 1 / В.В. Киреев. - Москва : Юрайт, 2025. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 08.09.2022. - ISBN 978-5-534-03986-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/561459> . - (ID=149506-0)

7.2. Дополнительная литература

1. Панкратов, Е.А. Химия и физика полимеров : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 : Химия полимеров / Е.А. Панкратов, Н.Ю. Старовойтова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 120 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 120. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0425-0 : 61 р. 19 к. - (ID=73010-122)
2. Панкратов, Е.А. Химия и физика полимеров : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2 : Физика полимеров / Е.А. Панкратов, Н.Ю. Старовойтова, Т.Л. Кравец; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 123 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 120. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0530-1 : 83 р. 90 к. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/83480> . - (ID=83480-115)
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения : учебник для студентов вузов по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / Ю.Д. Семчиков. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2005. - 367 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр. : с. 363. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-1928-2 : 223 р. 42 к. - (ID=59077-25)
4. Стрепихеев, А.А. Основы химии высокомолекулярных соединений : учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов / А.А. Стрепихеев, В.А. Деревицкая. - 3-е изд., доп. и перераб. - Москва : Химия, 1976. - 437 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 19 р. 76 к. - (ID=48129-18)
5. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для вузов / М.С. Аржаков [и др.]; под редакцией А.Б. Зезина. - Москва : Юрайт, 2025. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-19464-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/560436> . - (ID=145745-0)
6. Аржаков, М.С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь : учебное пособие / М.С. Аржаков. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 342 с. : ил. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.10.2024. - ISBN 978-5-8114-4047-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130153> . - (ID=162065-0)
7. Куренков, В.Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений : учеб. пособие для хим.-технол. вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Куренков, Л.А. Бударина. - М. : КолосС, 2008. - 394 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Текст : непосредственный. - 560 р. - (ID=74056-45)

7.3. Методические материалы

1. Отдельные представители высокомолекулярных соединений : метод. указания к практ. и самостоятельным занятиям по курсу "Химия и физика полимеров" спец. 240501 Хим. технология высокомолекулярных соединений направлений 240100.62 Хим. технология и биотехнология,

- 240100.62 Хим. технология : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост.: Е.А. Панкратов, Е.И. Лагусева. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/99986> . - (ID=99986-1)
2. Оценочные средства по дисциплине "Высокомолекулярные соединения". Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия. Направленность (профиль): Медицинская и фармацевтическая химия. 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Направленность (специализация): Фармацевтическая химия : в составе учебно-методического комплекса / Кафедра "Химия и технология полимеров" ; разработчик К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=131029-0)
 3. Экзаменационные вопросы по курсу "Высокомолекулярные соединения" для студентов 4 курса специальности "Химия" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. Е.А. Панкратов. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100594> . - (ID=100594-1)
 4. Лабораторные работы по дисциплине "Высокомолекулярные соединения" для студентов специальности 020101 - Химия и направления 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. Е.А. Панкратов. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100592> . - (ID=100592-1)
 5. Курс лекций по дисциплине "Высокомолекулярные соединения" для специальности 020101 - Химия и направления 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. Е.А. Панкратов. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100591> . - (ID=100591-1)
 6. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Высокомолекулярные соединения". Направление подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Направленность (профиль) – Фармацевтическая химия : ФГОС 3++ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Химии и технологии полимеров ; сост. К.В. Чалов. - Тверь, 2024. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94024> . - (ID=94024-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94024>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Высокомолекулярные соединения» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

Для проведения лабораторного практикума используется специально оборудованная учебная лаборатория. В таблице 4 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения лабораторного практикума по дисциплине.

Таблица 4. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
1	2
Лабораторное оборудование	
1	Набор стандартных измерительных приборов для измерения параметров микро-климата в лаборатории (влажности – психрометр; температуры – термометр; ат-мосферного давления –

	манометр-анероид)
2	Стандартные измерительные приборы для измерения объёма выделившегося газа
3	Термостат
4	Весы технические
5	Весы аналитические
6	Шкаф суховоздушный
7	Шкаф муфельный
8	Водяная баня
9	Трансформатор (ЛАТР)
10	Электроплитки
11	Стандартные наборы химических реактивов
12	Стандартные наборы химической стеклянной посуды
13	Стандартные наборы мерной стеклянной посуды
14	Стандартные наборы фарфоровой посуды

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Степень полимеризации и контурная длина цепи. Критерии разграничения высокомолекулярных соединений и низкомолекулярных веществ.

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

3. Различия в свойствах высоко- и низкомолекулярных соединений

4. Образование, получение и распространение полимеров.

5. Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, среднемассовая, \bar{z} –средняя)

6. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения звеньев и основной цепи

7. Природные и синтетические полимеры. Органические (элементоорганические) и неорганические полимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры

8. Линейные, разветвленные и сшитые полимеры. Классификация в соответствии с величиной обратимой деформации

9. Номенклатура полимеров (тривиальная, рациональная, систематическая)

10. Классификация и номенклатура сополимеров.

11. Конфигурационная изомерия и конфигурация макромолекул. Цис-, транс-изомерия

12. Пространственная (Стереоизомерия). Монотактические и дитактические полимеры.

13. Гибкость цепи. Поворотной-изомерный механизм. Свободно сочлененная цепь. Идеальный (гауссов) клубок.

14. Термодинамический сегмент Куна.

15. Кинетическая гибкость цепи. Факторы, влияющие на гибкость.

16. Реальные цепи. Эффект исключенного объема

17. θ -условия. Коэффициент набухания.

18. Растворы полимеров. термодинамические понятия и величины

19. Определение молекулярной массы. Осмометрия

20. Вискозиметрия как метод определения молекулярной массы.

21. Полиэлектролиты. Свойства.
22. Агрегатные и фазовые состояния полимеров
23. Термомеханические кривые аморфных полимеров
24. Физические релаксационные состояния (Высокоэластическое, стеклообразное, вязкотекучее)
25. Синтез полимеров. Классификация цепных полимеризационных процессов
26. Радикальная полимеризация.
27. Ионная полимеризация
28. Поликонденсация. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов.
29. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации.
30. Синтез Фенолформальдегидных смол. (Способы получения. Свойства. Область применение.)
31. Синтез Полиамида 6. (Структура. Способы получения. Свойства. Область применение.)
32. Синтез Полистирола. (Структура. Способы получения. Свойства. Область применение.).
33. Синтез Полиметилметакрилата. (Структура. Способы получения. Свойства. Область применение.)

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Фонд представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовой проект и курсовая работа по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебный процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены учебной и научной литературой для выполнения всех видов самостоятельной работы, и учебно-методическим комплексом по дисциплине.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Приложение

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
профиль – Фармацевтическая химия
Кафедра «Химия и технология полимеров»
Дисциплина «Высокомолекулярные соединения»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Основные понятия и определения - полимер, олигомер, соотношение понятий «полимеры» и «высокомолекулярные соединения»
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 1, или 2 балл:
Описать пространственную изометрию (Стереои́зомерия). Представить мо́нотактические полимеры.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Фенолформальдегидные смолы. Новолаки. (Исходное сырье. Структура. Способы получения. Свойства. Область применения.)

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» – при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» – при сумме баллов 4 и отсутствии балла 0;
- «удовлетворительно» – при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» – при сумме баллов 0,1 или 2.

Составитель: к.х.н., доцент кафедры ХТП

К.В. Чалов

Заведующий кафедрой ХТП, д.х.н., профессор

В.Ю. Долуда