

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)**

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ А.Г. Тырков

«02» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ОФХ

_____ А.В. Великородов

«02» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»**

Составитель	Носачев С.Б., доцент, к.х.н., доцент
Направление подготовки	04.03.01 ХИМИЯ
Направленность (профиль) ОПОП	Медицинская и фармацевтическая химия
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная
Год приёма	2020
Курс	3
Семестр	6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов представления об основных особенностях и свойствах высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений, дать общие представления о принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах и областях применения.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- ознакомить студентов с основными определениями, понятиями и терминами науки о ВМС;
- ознакомить студентов с особенностями строения макромолекул и структуры аморфных и кристаллических полимеров;
- научить студентов определять и рассчитывать размеры макромолекул и молекулярно-массовые характеристики полимеров; оценивать основные физико-механические параметры полимерного материала на основе результатов механических испытаний;
- научить владению методологией изучения ВМС в растворе и математическим аппаратом расчета характеристик полимеров на основе уравнений Хаггинса, Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к обязательной части и осваивается в 6 семестре. Дисциплина встраивается в структуру ОПОП ВО как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: учебный курс логически связан с теоретическими основами и практическими навыками, полученными при изучении курсов дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Математика», «Физика». Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеперечисленных дисциплин.

Знания основных определений, понятий и терминов органической химии.

Умения определять и рассчитывать параметры органических молекул и их молекулярно-массовых характеристик.

Навыки владения основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физико-механическое и физическое поведение органических соединений в растворах, расплавах и в твердом состоянии.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Органическая химия;
- Физическая химия;

- Химические основы биологических процессов;
- Химическая технология нефти и газа;
- Биоорганическая химия;
- Технологическая практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

а) универсальных (УК):

УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

б) общепрофессиональных (ОПК):

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

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.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.	– Основные определения, понятия и термины науки о полимерах; – Принципы классификации полимеров и полимерных материалов;	– Определять и рассчитывать размеры макромолекул и молекулярно-массовые характеристики полимеров; – Прогнозировать поведение раствора полимера и параметры макромолекулы при изменении температуры и качества растворителя;	– Методами моделирования изолированных макромолекул и расчетными процедурами оценки их размеров; – Методологией изучения полимеров в растворе и математически м аппаратом расчета характеристик ВМС на основе уравнений Хаггинса, Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка;

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	– Особенности строения макромолекул и структуры аморфных и кристаллических полимеров; – Особенности физико-химического, физического и механического поведения полимеров.	– Оценивать основные физико-механические параметры полимерного материала (модуль упругости, предел вынужденной эластичности, прочность, удлинение при разрыве) на основе результатов механических испытаний; – Определять температуры релаксационных и фазовых переходов, используя механические и теплофизические методы исследования; – Выбирать оптимальный тип полимеризации для данного мономера.	– Основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физико-механическое и физическое поведение полимеров в растворах, расплавах и в твердом состоянии.
ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и	– Основные методы исследования полимеров; – Механизмы и способы синтеза полимеров и химических реакций с их участием; – Перспективы и	– Оценивать предельную температуру полимеризации и молекулярную массу полученного полимера; – Строить диаграмму состава сополимера по	– Приемами регулирования реакций синтеза полимеров, изомерии и молекулярно-массовых характеристик конечного материала путем изменения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	тенденции использования полимеров; – Химические, физико-химические и физические основы создания конструктивных и функциональных полимерных материалов.	известным значениям констант сополимеризации ; – Оценивать состав конечного полимера после протекания химических реакций; – Рассчитывать степень сшивки полимерной сетки; – Оценивать изменение эксплуатационных параметров полимеров и материалов на их основе при химической, физической и физико-химической модификации, смешении и наполнении.	концентраций компонентов, температуры, качества растворителя и т.д. – Принципами направленной модификации химической структуры полимера для придания материалу требуемого комплекса свойств; – Методологией создания новых полимерных материалов на основе взаимосвязи «состав-структура-свойство».

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.	ИУК-3.1.1 Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат.	ИУК-3.2.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели ИУК-3.2.2 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды, оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели	ИУК-3.3.1 При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников ИУК-3.3.2 Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строит продуктивное взаимодействие в коллективе
ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИОПК-1.1.1 Способы формулирования заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ИОПК-1.2.1 Систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	ИОПК-1.3.1 Подходами к интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез,	ОПК-2.1.1 Способы проведения синтеза веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	ОПК-2.2.1 Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	ОПК-2.3.1 Проведением стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и

анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием			материалов на их основе; ОПК-2.3.2 Проведением самостоятельных исследований
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет **4** зачетные единицы, в том числе **51** час, выделенный на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них **17** часов – лекции, **34** часа – лабораторные работы), и **93** часа – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. «Общие представления о полимерах»	6	2		4		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 2. «Растворы полимеров»		4		8		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 3. «Полиэлектролиты»		2		4		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»		4		8		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 5. «Синтез полимеров»		2		4		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 6. «Химические превращения полимеров»		2		4		13	Отчет по лабораторной работе
Тема 7. «Полимерные материалы»		1		2		15	Отчет по лабораторной работе
Итого		17		34		93	Экзамен

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		УК-3	ОПК-1	ОПК-2	
Тема 1. «Общие представления о полимерах»	19	+	+	+	3
Тема 2. «Растворы полимеров»	25	+	+	+	3
Тема 3. «Полиэлектролиты»	19	+	+	+	3
Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»	25	+	+	+	3
Тема 5. «Синтез полимеров»	19	+	+	+	3
Тема 6. «Химические превращения полимеров»	19	+	+	+	3
Тема 7. «Полимерные материалы»	18	+	+	+	3
Итого	144				

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. «Общие представления о полимерах»

Отличительные свойства полимеров и полимерных материалов. Классификация полимеров. Конфигурация макромолекул.

Конформация макромолекул. Основные положения конформационной изомерии макромолекул. Гибкость макромолекул. Модели полимерной цепи. Статистический сегмент. Персистентная длина цепи.

Молекулярно-массовые характеристики полимеров.

Тема 2. «Растворы полимеров»

Основные понятия и определения физической химии растворов полимеров.

Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем «полимер — растворитель».

Термодинамика растворов полимеров. Осмотическое давление раствора и его экспериментальное определение. Решетчатая модель идеального раствора и его уравнение состояния. Теория Флори—Хаггинса для полимерных растворов. Расчет энтропии смешения. Расчет энтальпии смешения. Уравнение состояния полимерного раствора.

Термодинамическое качество растворителя и Θ -состояние полимерного раствора. Понятие о Θ -температуре. Природа Θ -состояния полимерного раствора. Температурная зависимость второго вириального коэффициента. Связь Θ -температуры со степенью полимеризации и критической температурой растворения полимера. Невозмущенные размеры макромолекул.

Гидродинамические свойства разбавленных растворов полимеров. Вязкость жидкости. Причины повышенной вязкости растворов полимеров.

Методология вискозиметрических измерений. Характеристическая вязкость и ее связь с размерами макромолекул и молекулярной массой полимера.

Теоретические основы и экспериментальные методы фракционирования полимеров. Препаративное фракционирование. Аналитическое фракционирование. Турбидиметрическое титрование. Гель-проникающая хроматография.

Теоретические и экспериментальные основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния. Статическое светорассеяние малыми частицами. Статическое светорассеяние большими частицами. Динамическое светорассеяние.

Тема 3. «Полиэлектролиты»

Классификация и применение полиэлектролитов.

Термодинамика растворов полиэлектролитов. Осмотическое давление и эффект Доннана. Уравнение состояния полиэлектролита в водном солевом растворе. Ионизационное равновесие в бессолевых растворах полиэлектролитов.

Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в растворах.

Особенности поведения полиамфолитов. Кооперативные реакции макромолекул полиэлектролитов.

Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»

Основные понятия и определения.

Аморфные полимеры. Структура аморфных полимеров. Молекулярно-кинетические основы физико-механического поведения аморфных тел. Термомеханический анализ. Физико-механическое поведение аморфных полимеров в высокоэластическом состоянии. Природа высокоэластичности. Вязкоупругие свойства линейных каучуков. Физико-механическое поведение сшитых каучуков. Динамометрия каучуков. Гистерезисные явления в каучуках. Динамический механический анализ. Температурно-временная суперпозиция. Стеклообразование полимеров. Физико-механическое поведение полимеров в стеклообразном состоянии. Вязкотекучее состояние полимеров. Пластификация полимеров.

Кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров.

Кристаллизация и плавление полимеров. Структурные критерии кристаллизации. Термодинамика кристаллизации и плавления. Кинетика кристаллизации. Релаксационный характер кристаллизации и плавления.

Температура плавления полимеров и факторы, ее определяющие. Влияние химической структуры на температуру плавления полимеров. Влияние молекулярно-массовых характеристик на температуру плавления полимеров. Влияние условий кристаллизации на температуру плавления полимеров.

Физико-механическое поведение полукристаллических полимеров. Термомеханический анализ полукристаллических полимеров. Динамометрия полукристаллических полимеров.

Прочность полимеров. Теория хрупкого разрушения Гриффита. Термокинетическая теория разрушения Журкова. Факторы, контролирующие прочность полимеров.

Тема 5. «Синтез полимеров»

Полимеризация. Общие представления. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Ионная сополимеризация. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации. Способы проведения полимеризации.

Поликонденсация. Общие представления. Основные классы конденсационных полимеров. Основные стадии поликонденсации, термодинамические аспекты и кинетика процесса. Трехмерная поликонденсация. Способы проведения поликонденсации.

Новые методы синтеза полимеров. Полимеризация с раскрытием цикла. Металлоценовые и постметаллоценовые катализаторы в полимеризации олефинов. Метатезисная и аддитивная полимеризация. Комплексно-радикальная полимеризация. «Живая» ионная и псевдоживая радикальная полимеризация. Теломеризация. Синтез дендримеров и сверхразветвленных полимеров. «Зеленая химия» в синтезе полимеров. Полимеризация в сверхкритических средах. Синтез полимеров в ионных жидкостях.

Тема 6. «Химические превращения полимеров»

Химические реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации. Полимераналогичные реакции. Эффект цепи. Эффект соседних звеньев. Конфигурационный эффект. Конформационные эффекты. Концентрационный эффект. Надмолекулярные эффекты. Электростатические эффекты. Внутримолекулярные превращения. Реакции, приводящие к образованию макромолекул с системой ненасыщенных связей. Реакции внутримолекулярной циклизации.

Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации. Цепная деструкция. Окислительная деструкция.

Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации. Реакции сшивания. Синтез блок- и привитых сополимеров.

Тема 7. «Полимерные материалы»

Конструкционные полимерные материалы. Каучуки. Пластики. Волокна. Смеси полимеров. Композиционные материалы.

Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения.

Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Лекционные и лабораторные занятия проводятся по расписанию, составленному и утвержденному отделом управления расписанием АГУ. По окончании изучения каждой темы студенты выполняют лабораторные и письменные работы и сдают по ним отчет. Также, по дисциплине, предусмотрено решение ситуационных и расчетных задач.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Максанова, Л. А. Высокомолекулярные соединения и материалы на их основе, применяемые в пищевой промышленности / Максанова Л. А. - Москва : КолосС, 2013. - 213 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 5-9532-0319-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953203195.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Шишенок, М. В. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие / М. В. Шишенок - Минск : Выш. шк. , 2012. - 535 с. - ISBN 978-985-06-1666-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850616661.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Штильман, М. И. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения : учебное пособие / Штильман М. И. и др. ; под ред. М. И. Штильмана. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 331 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-918-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001019183.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Королев, Г. В. Трехмерная радикальная полимеризация. Сетчатые и гиперразветвленные полимеры / Г. В. Королев, М. М. Могилевич. - 2-е изд. , стереотип. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 344 с. - ISBN 978-5-93808-308-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083080.html> (ЭБС «Консультант студента»)
5. Болтон, У. Конструкционные материалы : металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты : Карманный справочник / Болтон У. , - 3-е изд. ,

- стер. , пер. с англ. - Москва : ДМК Пресс. - 319 с. (Серия "Карманный справочник") - ISBN 978-5-94120-238-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941202386.html> (ЭБС «Консультант студента»)
6. Аскадский, А. А. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования : Учебное издание / Под общ. ред. А. А. Аскадского. - Москва : Издательство АСВ, 2015. - 408 с. - ISBN 978-5-4323-0072-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300720.html> (ЭБС «Консультант студента»)
7. Свиридов, Е. Б. Книга о полимерах : свойства и применение, история и сегодняшний день материалов на основе высокомолекулярных соединений / Е. Б. Свиридов, В. К. Дубовый - Архангельск : ИД САФУ, 2016. - 392 с. - ISBN 978-5-261-01096-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010968.html> (ЭБС «Консультант студента»).

Перечень вопросов для самоподготовки

1. Отличительные свойства полимеров и полимерных материалов. Классификация полимеров. Конфигурация макромолекул.
2. Конформация макромолекул. Основные положения конформационной изомерии макромолекул. Гибкость макромолекул. Модели полимерной цепи. Статистический сегмент. Персистентная длина цепи.
3. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.
4. Основные понятия и определения физической химии растворов полимеров.
5. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем «полимер — растворитель».
6. Термодинамика растворов полимеров. Осмотическое давление раствора и его экспериментальное определение. Решетчатая модель идеального раствора и его уравнение состояния. Теория Флори—Хаггинса для полимерных растворов. Расчет энтропии смешения. Расчет энтальпии смешения. Уравнение состояния полимерного раствора.
7. Термодинамическое качество растворителя и Θ -состояние полимерного раствора. Понятие о Θ -температуре. Природа Θ -состояния полимерного раствора. Температурная зависимость второго вириального коэффициента. Связь Θ -температуры со степенью полимеризации и критической температурой растворения полимера. Невозмущенные размеры макромолекул.
8. Гидродинамические свойства разбавленных растворов полимеров. Вязкость жидкости. Причины повышенной вязкости растворов полимеров. Методология вискозиметрических измерений.

Характеристическая вязкость и ее связь с размерами макромолекул и молекулярной массой полимера.

9. Теоретические основы и экспериментальные методы фракционирования полимеров. Препаративное фракционирование. Аналитическое фракционирование. Турбидиметрическое титрование. Гель-проникающая хроматография.
10. Теоретические и экспериментальные основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния. Статическое светорассеяние малыми частицами. Статическое светорассеяние большими частицами. Динамическое светорассеяние.
11. Классификация и применение полиэлектролитов.
12. Термодинамика растворов полиэлектролитов. Осмотическое давление и эффект Доннана. Уравнение состояния полиэлектролита в водном солевом растворе. Ионизационное равновесие в бессолевых растворах полиэлектролитов.
14. Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в растворах.
15. Особенности поведения полиамфолитов. Кооперативные реакции макромолекул полиэлектролитов.
16. Основные понятия и определения.
17. Аморфные полимеры. Структура аморфных полимеров. Молекулярно-кинетические основы физико-механического поведения аморфных тел. Термомеханический анализ. Физико-механическое поведение аморфных полимеров в высокоэластическом состоянии. Природа высокоэластичности. Вязкоупругие свойства линейных каучуков. Физико-механическое поведение сшитых каучуков. Динамометрия каучуков. Гистерезисные явления в каучуках. Динамический механический анализ. Температурно-временная суперпозиция. Стеклование полимеров. Физико-механическое поведение полимеров в стеклообразном состоянии. Вязкотекучее состояние полимеров. Пластификация полимеров.
18. Кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров.
19. Кристаллизация и плавление полимеров. Структурные критерии кристаллизации. Термодинамика кристаллизации и плавления. Кинетика кристаллизации. Релаксационный характер кристаллизации и плавления.
20. Температура плавления полимеров и факторы, ее определяющие. Влияние химической структуры на температуру плавления полимеров. Влияние молекулярно-массовых характеристик на температуру плавления полимеров. Влияние условий кристаллизации на температуру плавления полимеров.
21. Физико-механическое поведение полукристаллических полимеров. Термомеханический анализ полукристаллических полимеров. Динамометрия полукристаллических полимеров.

22. Прочность полимеров. Теория хрупкого разрушения Гриффита. Термокинетическая теория разрушения Журкова. Факторы, контролирующие прочность полимеров.
23. Полимеризация. Общие представления. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Ионная сополимеризация. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации. Способы проведения полимеризации.
24. Поликонденсация. Общие представления. Основные классы конденсационных полимеров. Основные стадии поликонденсации, термодинамические аспекты и кинетика процесса. Трехмерная поликонденсация. Способы проведения поликонденсации.
25. Новые методы синтеза полимеров. Полимеризация с раскрытием цикла. Металлоценовые и постметаллоценовые катализаторы в полимеризации олефинов. Метатезисная и аддитивная полимеризация. Комплексно-радикальная полимеризация. «Живая» ионная и псевдоживая радикальная полимеризация. Теломеризация. Синтез дендримеров и сверхразветвленных полимеров. «Зеленая химия» в синтезе полимеров. Полимеризация в сверхкритических средах. Синтез полимеров в ионных жидкостях.
26. Химические реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации. Полимераналогичные реакции. Эффект цепи. Эффект соседних звеньев. Конфигурационный эффект. Конформационные эффекты. Концентрационный эффект. Надмолекулярные эффекты. Электростатические эффекты. Внутримолекулярные превращения. Реакции, приводящие к образованию макромолекул с системой ненасыщенных связей. Реакции внутримолекулярной циклизации.
27. Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации. Цепная деструкция. Окислительная деструкция.
28. Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации. Реакции сшивания. Синтез блок- и привитых сополимеров.
29. Конструкционные полимерные материалы. Каучуки. Пластики. Волокна. Смеси полимеров. Композиционные материалы.
30. Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения.
31. Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. «Общие представления о полимерах» Модели полимерной цепи. Статистический сегмент. Персистентная длина цепи. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.	13	<i>Реферат</i>
Тема 2. «Растворы полимеров» Теоретические основы и экспериментальные методы фракционирования полимеров. Препаративное фракционирование. Аналитическое фракционирование. Турбидиметрическое титрование. Гель-проникающая хроматография. Теоретические и экспериментальные основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния. Статическое светорассеяние малыми частицами. Статическое светорассеяние большими частицами. Динамическое светорассеяние.	13	<i>Реферат</i>
Тема 3. «Полиэлектролиты» Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в растворах. Особенности поведения полиамфолитов. Кооперативные реакции макромолекул полиэлектролитов.	13	<i>Реферат</i>
Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров» Физико-механическое поведение полукристаллических полимеров. Термомеханический анализ полукристаллических полимеров. Динамометрия полукристаллических полимеров. Прочность полимеров. Теория хрупкого разрушения Гриффита. Термокинетическая теория разрушения Журкова. Факторы, контролирующие прочность полимеров.	13	<i>Реферат</i>
Тема 5. «Синтез полимеров» Новые методы синтеза полимеров. Полимеризация с раскрытием цикла. Металлоценовые и постметаллоценовые катализаторы в полимеризации олефинов. Метатезисная и аддитивная полимеризация. Комплексно-радикальная полимеризация. «Живая» ионная и псевдоживая радикальная полимеризация. Теломеризация. Синтез дендримеров и сверхразветвленных полимеров. «Зеленая химия» в синтезе полимеров. Полимеризация в сверхкритических средах. Синтез полимеров в ионных жидкостях.	13	<i>Реферат</i>
Тема 6. «Химические превращения полимеров» Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации. Цепная деструкция. Окислительная деструкция. Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации. Реакции сшивания. Синтез блок- и привитых сополимеров.	13	<i>Реферат</i>
Тема 7. «Полимерные материалы» Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения. Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.	15	<i>Реферат</i>

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

Темы рефератов по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» выбираются студентами в течение февраля месяца и обсуждаются с преподавателем. Сдача и защита рефератов осуществляется в мае.

Требования к оформлению рефератов:

Реферат должен быть представлен в форме печатной работы (электронная версия обязательна) объемом **от 20 до 40 страниц**, созданный в редакторе Microsoft Word (Windows), и сохранен в формате doc (docx), шрифт – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,0; абзац – 1,25; выравнивание по ширине, отступы: слева и справа – 2,5 см, сверху и снизу – 2,5 см, ориентация – книжная.

Оформление списка литературы к реферату:

1. Аршанский, Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля [Текст] / Е.Я. Аршанский. – М.: Вентана-Граф, 2003. – 176 с.
2. Береснева, Е.В. Использование технологии критического мышления при изучении органической химии в средней школе [Текст] / Е.В. Береснева, Е.Н. Загвоздкина // Химия в школе. – 2008. – № 8. – С. 17–22.
3. Левитес, Д.Г. Школа для профессионалов или семь уроков для тех, кто учит / Д.Г. Левитес. – Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК». – 2001. – 256 с.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст] / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
5. Храпов, С.А. Технологии CDIO в сфере социализации студентов (опыт Астраханского государственного университета) [Электронный ресурс]. / С.А. Храпов. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru/f_dite/conf/2013/4/khrapov.pdf

Допускается самостоятельный выбор студентом темы реферата.
Примерные темы рефератов:

1. Модели полимерной цепи.
2. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.
3. Теоретические основы и экспериментальные методы фракционирования полимеров.
4. Теоретические и экспериментальные основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния.
5. Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в растворах.
6. Кооперативные реакции макромолекул полиэлектролитов.
7. Физико-механическое поведение полукристаллических полимеров. Термомеханический анализ полукристаллических полимеров.
8. Новые методы синтеза полимеров.
9. Метатезисная и аддитивная полимеризация.
10. Комплексно-радикальная полимеризация.
11. «Живая» ионная и псевдоживая радикальная полимеризация.
12. Синтез дендримеров и сверхразветвленных полимеров.

13. «Зеленая химия» в синтезе полимеров.
14. Полимеризация в сверхкритических средах.
15. Синтез полимеров в ионных жидкостях.
16. Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения.
17. Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. «Общие представления о полимерах»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 2. «Растворы полимеров»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 3. «Полиэлектролиты»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 5. «Синтез полимеров»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 6. «Химические превращения полимеров»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р
Тема 7. «Полимерные материалы»	Обзорная лекция	Не предусмотрено	Выполнение и отчет по л/р

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций,

видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя (sbn86chem@yandex.ru);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование» <https://moodle.asu.edu.ru/>) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер

Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)
Электронная библиотечная система IPRbooks www.iprbookshop.ru
Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://book.ru
Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, https://urait.ru/
Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i>
Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ
Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки» www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ
Электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ» www.ros-edu.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. «Общие представления о полимерах»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 2. «Растворы полимеров»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 3. «Полиэлектролиты»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 5. «Синтез полимеров»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 6. «Химические превращения полимеров»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р
Тема 7. «Полимерные материалы»	УК-3, ОПК-1, ОПК-2	Отчет по л/р

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. «Общие представления о полимерах»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Каковы специфические свойства полимеров, которые существенным образом отличают их от низкомолекулярных веществ? Предложите, по

крайней мере, три экспериментальных способа, с использованием которых можно отличить образец полимера от образца низкомолекулярного соединения.

- 2) Каковы критерии перехода от олигомеров к полимерам?
- 3) Каковы принципы и критерии, в соответствии с которыми полимерное состояние вещества рассматривают как особую форму существования химических соединений с комплексом свойств, качественно отличным от такового для низкомолекулярных веществ?
- 4) По каким принципам систематизируют и классифицируют полимеры и материалы на их основе?
- 5) По каким признакам полимеры подразделяют на природные, искусственные и синтетические? Приведите примеры таких полимеров.
- 6) Чем различаются органические, элементоорганические и неорганические полимеры? Приведите примеры таких полимеров.
- 7) В чем различие между гомо- и гетерогенными полимерами? Приведите примеры таких полимеров.
- 8) Что такое линейные, разветвленные и сшитые полимеры? Приведите примеры таких полимеров.
- 9) Что такое конфигурация макромолекул? Приведите основные типы конфигурационных изомеров.
- 10) Каково влияние конфигурационной изомерии на свойства полимера?
- 11) Что представляет собой конформация макромолекул? Приведите основные типы конфигурационных изомеров?
- 12) В чем заключается принципиальное различие понятий «конфигурация» и «конформация» для полимеров?
- 13) Какова природа конформационной изомерии полимеров?
- 14) Какова природа гибкости полимерных цепей? Перечислите факторы, оказывающие влияние на гибкость макромолекул.
- 15) В чем заключается различие между понятиями «кинетическая» и «термодинамическая гибкость» полимерной цепи?
- 16) В чем различие механизмов гибкости жестко- и гибкоцепных полимеров? Приведите примеры таких полимеров.
- 17) Какие существуют подходы к оценке размеров макромолекул в случае жестко- и гибкоцепных полимеров?
- 18) Какие существуют подходы к моделированию полимерной цепи? Приведите основные модели и объясните различия между ними.
- 19) Что такое статистический сегмент или сегмент Куна? Выведите формулу для оценки размеров сегментированной цепи.
- 20) Что такое «персистентная длина цепи»? Какие подходы к ее оценке вам известны?
- 21) Что понимают под полидисперсностью синтетических полимеров и каковы причины ее обуславливающие?
- 22) Что такое коэффициент полидисперсности? Каким образом можно оценить этот параметр?

- 23) В чем заключается физический смысл понятий «среднечисловая» и «средневесовая молекулярная масса»? Приведите формулы для расчета этих характеристик.
- 24) Что такое молекулярно-массовое распределение (ММР)?
- 25) В чем заключается различие между интегральными и дифференциальными функциями ММР? Для одного и того же полидисперсного полимера изобразите данные функции.

Тема 2. «Растворы полимеров»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) В чем заключается сходство и различие свойств полимерных растворов низкомолекулярных соединений?
- 2) Что такое ограниченное и неограниченное набухание полимеров? Напишите выражение для степени набухания?
- 3) В чем заключается физический смысл перехода от разбавленных растворов полимеров к полуразбавленным и концентрированным? Приведите количественные критерии указанных переходов.
- 4) Какие типы фазовых диаграмм наблюдаются для полимерных растворов? Обоснуйте появление на фазовых диаграммах полимерных растворов верхней и нижней критических температур растворения.
- 5) Каковы основные положения термодинамики растворов полимеров? В рамках теории Флори – Хаггинса рассчитайте энтальпию и энтропию смешения полимера с низкомолекулярным растворителем.
- 6) Что такое термодинамическое качество растворителя? Приведите количественные критерии для оценки этого параметра.
- 7) В чем заключается физический смысл положительного и отрицательного отклонения полимерного раствора от идеального поведения?
- 8) Что такое Θ -условия для полимерного раствора? Раскройте физический смысл и природу Θ -состояния полимерного раствора.
- 9) Каким образом можно определить Θ -температуру? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода для определения этой характеристики.
- 10) В чем заключается физический смысл понятия «невозмущенные размеры макромолекулы»?
- 11) В каких условиях макромолекула имеет невозмущенные размеры? Приведите, по крайней мере, два экспериментальных метода их оценки.
- 12) Каковы теоретические основы исследования растворов полимеров методом осмометрии? Выведите уравнение состояния полимеров в растворе.
- 13) Каким образом определяют молекулярную массу полимера с использованием метода осмометрии?
- 14) Что такое второй вириальный коэффициент? Приведите экспериментальные методы для определения этого параметра.
- 15) Каковы причины повышенной вязкости полимерных растворов по сравнению с растворами низкомолекулярных соединений? Сравните

гидродинамическое поведение полимерного раствора и раствора низкомолекулярного соединения.

- 16) Каковы теоретические основы исследования растворов полимеров методом вискозиметрии? Приведите основные законы, описывающие течение жидких сред.
- 17) Что такое относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкость? Напишите для них соответствующие выражения и объясните, каким образом экспериментально определяют эти величины.
- 18) Какие характеристики полимеров можно определить методом вискозиметрии?
- 19) В чем заключается физический смысл понятия «характеристическая вязкость»? Перечислите факторы, влияющие на этот параметр.
- 20) Каким образом приведенная вязкость раствора полимера зависит от его концентрации? Напишите уравнение, связывающее приведенную вязкость раствора и его концентрацию.
- 21) Каким образом можно оценить размер макромолекулы методом вискозиметрии? Выведите уравнение Флори-Фокса для раствора полимера в Θ -условиях и обоснуйте возможность его использования для оценки размеров макромолекул при положительном и отрицательном отклонении от идеального поведения.
- 22) Что такое коэффициент набухания макромолекулярного клубка? Объясните зависимость этого параметра от качества растворителя.
- 23) Какое уравнение используют для определения средневязкостной молекулярной массы полимера? Обоснуйте зависимость этой величины от качества растворителя.
- 24) Каковы основные принципы фракционирования полимеров? Сравните основные экспериментальные методики фракционирования полимеров с указанием их достоинств и недостатков.
- 25) В чем заключается принципиальное различие между препаративным и аналитическим фракционированием?
- 26) Каковы теоретические основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния? Перечислите характеристики, которые могут быть экспериментально измерены этим методом.
- 27) В чем разница между статическим и динамическим светорассеянием? Оцените возможности этих методов для исследования растворов полимеров.

Тема 3. «Полиэлектролиты»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Каковы особенности физико-химического поведения полиэлектролитов по сравнению с низкомолекулярными электролитами?
- 2) Что такое поликислоты, полиоснования, полисоли и полиамфолиты? Приведите примеры этих соединений.

- 3) Что такое ионообменные смолы? Каковы способы их получения и области применения?
- 4) Каким образом можно определить молекулярную массу полиэлектrolита, используя метод осмометрии? Выведите уравнение состояния полиэлектrolита в водном солевом растворе.
- 5) Каковы особенности диссоциации полиэлектrolитов, обладающих вторичной структурой?
- 6) В чем заключаются различия физико-химического поведения полиэлектrolитов в бессолевых и солевых растворах? Выведите уравнение зависимости осмотического давления от концентрации для бессолевого и солевого растворов.
- 7) Каковы природа и механизм кооперативных реакций между макромолекулами полиэлектrolитов?
- 8) Что такое интерполиэлектrolитные комплексы и каковы области их применения?
- 9) В чем заключается эффект Доннана для водно-солевых растворов полиэлектrolитов? Выведите уравнение для отношения Доннана r_D и поясните физический смысл этой величины.
- 10) Что такое изоэлектрическая и изоионная точки? Приведите факторы, влияющие на эти параметры.

Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Что такое упругость, течение и вязкоупругость? Приведите законы, описывающие упругое поведение твердых тел и течение вязких жидкостей.
- 2) Какие существуют механические модели вязкоупругих тел?
- 3) Каковы современные представления о структуре аморфных полимеров?
- 4) Каковы молекулярно-кинетические основы физико-механического поведения аморфных тел?
- 5) Что такое стеклообразование, высокоэластическое и вязкотекучее состояния аморфных полимеров? Проанализируйте с молекулярно-кинетических позиций различие в физико-механическом поведении стеклообразных полимеров, каучуков и полимерных жидкостей.
- 6) Что такое температура стеклования и температура текучести и каковы методы их определения? Обоснуйте влияние молекулярной массы аморфного полимера на его температуру стеклования и температуру текучести.
- 7) От каких факторов зависит модуль упругости каучука? Предложите практические пути целенаправленного изменения этого параметра.
- 8) Каким образом вулканизация влияет на вязкоупругое поведение каучуков? Изобразите кривые ползучести и кривые релаксации напряжения для линейного и редкосшитого каучука.

- 9) Каким образом можно расширить температурный интервал эксплуатации каучуков? Предложите, по крайней мере, два метода модификации для решения этой проблемы.
- 10) Что такое температурно-временная суперпозиция? Приведите уравнение Вильямса-Ландела-Ферри и поясните физический смысл фактора сдвига.
- 11) Какова природа обратимой деформации каучуков? Сравните механизмы высокоэластической обратимой деформации каучуков и упругой обратимой деформации кристаллов.
- 12) В чем заключаются особенности стеклования полимеров по сравнению со стеклованием низкомолекулярных соединений? Обоснуйте дуалистическую природу стеклования полимеров.
- 13) Каковы критерии кристаллизации полимеров? Приведите примеры кристаллизующихся и некристаллизующихся полимеров.
- 14) От каких факторов зависит температура плавления полукристаллических полимеров? Предложите возможные варианты повышения этого параметра.
- 15) Каковы основные положения термодинамики и кинетики кристаллизации полимеров? Предложите методы повышения степени кристалличности и температуры плавления полимеров за счет варьирования температурно-временных режимов кристаллизации.
- 16) Каковы основные различия механизмов деформации полимерных стекол и полукристаллических полимеров?
- 17) Что такое прочность материала? Предложите практические пути повышения прочности полимеров.
- 18) Что такое долговечность материала? Напишите выражение для долговечности материала и объясните, от каких факторов зависит этот параметр.

Тема 5. «Синтез полимеров»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Каковы принципиальные различия между реакциями цепной полимеризации и ступенчатого синтеза? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены и цепной полимеризацией, и поликонденсацией.
- 2) Какие существуют основные типы реакций цепной полимеризации? Укажите достоинства и недостатки каждого из них.
- 3) Какими методами осуществляют инициирование радикальной полимеризации? Приведите возможные механизмы инициирования и напишите уравнение для скорости инициирования радикальной полимеризации.
- 4) Какие факторы определяют максимально достижимую степень полимеризации? Из кинетических данных выведите уравнение для степени полимеризации.

- 5) Какие факторы определяют скорость радикальной и катионной полимеризации и молекулярную массу образующегося полимера?
- 6) Каким образом можно получить изотактический полипропилен с узким молекулярно-массовым распределением? Обоснуйте выбор механизма процесса и инициатора.
- 7) Каким образом можно получить 1,4-*цис*-полиизопрен?
- 8) Что такое полимеризационно-деполимеризационное равновесие и предельные температуры полимеризации? Выведите уравнение для константы равновесия.
- 9) Каковы различия кинетики радикальной полимеризации в блоке на малых (до 10-15%) и глубоких степенях превращения?
- 10) Каким образом влияет температура на скорость радикальной, катионной и анионной полимеризации и молекулярную массу полимеров?
- 11) Какие основные допущения используют при рассмотрении кинетики радикальной и катионной полимеризации? Выведите уравнение скорости для радикальной и катионной полимеризации?
- 12) Каковы особенности полимеризации на «живых» цепях? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены этим методом.
- 13) Что такое сополимеризация? Перечислите основные типы сополимеров и предложите методы их получения.
- 14) Какие допущения применяют при выводе уравнения состава сополимера?
- 15) Каковы количественные параметры реакционной способности мономеров в радикальной сополимеризации?
- 16) Какие существуют промышленные методы полимеризации? Укажите достоинства и недостатки каждого из них.
- 17) В чем заключаются сходства и различия процессов поликонденсации и полиприсоединения? Приведите примеры полимеров, полученных тем и другим методом.
- 18) Какие факторы влияют на молекулярную массу поликонденсационных полимеров?

Тема 6. «Химические превращения полимеров»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Каковы основные различия между химическими реакциями макромолекул и аналогичными реакциями низкомолекулярных соединений?
- 2) Какие существуют типы химических реакций с участием макромолекул?
- 3) Что такое полимераналогичные реакции и каковы основные направления их практического использования? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены только с использованием полимераналогичных реакций.
- 4) Что такое внутримолекулярные превращения и каковы основные направления их практического использования? Приведите примеры

полимеров, которые могут быть получены с использованием внутримолекулярных превращений.

- 5) Каким образом может быть получен поливинилден? Предложите, по крайней мере, три способа.
- 6) Каким образом можно получить сшитый эластомер на основе полиэтилена? Напишите соответствующие химические реакции.
- 7) Какие типы деструкционных процессов наблюдаются для полимеров?
- 8) В чем заключается механизм стабилизации полимеров? Приведите примеры используемых в промышленности стабилизаторов.
- 9) Каковы основные отличия цепной деполимеризации от деструкции по закону случая? Приведите примеры полимеров, деструкция которых протекает по тому или другому механизму.
- 10) В чем заключается механизм сшивания полимеров и каковы основные направления практического использования этого метода химической модификации?
- 11) Какие существуют способы получения блок- и привитых сополимеров? Приведите примеры и напишите соответствующие химические реакции.
- 12) Каким образом можно различить блок-сополимер и смесь соответствующих гомополимеров? Предложите, по крайней мере, два способа.

Тема 7. «Полимерные материалы»

Перечень вопросов для отчета по лабораторной работе

- 1) Конструкционные полимерные материалы.
- 2) Каучуки.
- 3) Пластики.
- 4) Волокна.
- 5) Смеси полимеров.
- 6) Композиционные материалы.
- 7) Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения.
- 8) Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

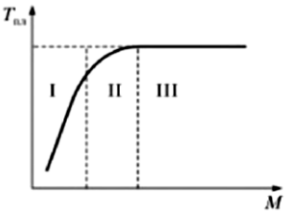
1. Отличительные свойства полимеров и полимерных материалов. Классификация полимеров. Конфигурация макромолекул.
2. Конформация макромолекул. Основные положения конформационной изомерии макромолекул. Гибкость макромолекул. Модели полимерной цепи. Статистический сегмент. Персистентная длина цепи.
3. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.
4. Основные понятия и определения физической химии растворов полимеров.
5. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем «полимер — растворитель».

6. Термодинамика растворов полимеров. Осмотическое давление раствора и его экспериментальное определение. Решетчатая модель идеального раствора и его уравнение состояния. Теория Флори—Хаггинса для полимерных растворов. Расчет энтропии смешения. Расчет энтальпии смешения. Уравнение состояния полимерного раствора.
7. Термодинамическое качество растворителя и Θ -состояние полимерного раствора. Понятие о Θ -температуре. Природа Θ -состояния полимерного раствора. Температурная зависимость второго вириального коэффициента. Связь Θ -температуры со степенью полимеризации и критической температурой растворения полимера. Невозмущенные размеры макромолекул.
8. Гидродинамические свойства разбавленных растворов полимеров. Вязкость жидкости. Причины повышенной вязкости растворов полимеров. Методология вискозиметрических измерений. Характеристическая вязкость и ее связь с размерами макромолекул и молекулярной массой полимера.
9. Теоретические основы и экспериментальные методы фракционирования полимеров. Препаративное фракционирование. Аналитическое фракционирование. Турбидиметрическое титрование. Гель-проникающая хроматография.
10. Теоретические и экспериментальные основы исследования растворов полимеров методом светорассеяния. Статическое светорассеяние малыми частицами. Статическое светорассеяние большими частицами. Динамическое светорассеяние.
11. Классификация и применение полиэлектролитов.
12. Термодинамика растворов полиэлектролитов. Осмотическое давление и эффект Доннана. Уравнение состояния полиэлектролита в водном солевом
13. растворе. Ионизационное равновесие в бессолевых растворах полиэлектролитов.
14. Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в растворах.
15. Особенности поведения полиамфолитов. Кооперативные реакции макромолекул полиэлектролитов.
16. Основные понятия и определения.
17. Аморфные полимеры. Структура аморфных полимеров. Молекулярно-кинетические основы физико-механического поведения аморфных тел. Термомеханический анализ. Физико-механическое поведение аморфных полимеров в высокоэластическом состоянии. Природа высокоэластичности. Вязкоупругие свойства линейных каучуков. Физико-механическое поведение сшитых каучуков. Динамометрия каучуков. Гистерезисные явления в каучуках. Динамический механический анализ. Температурно-временная суперпозиция. Стеклование полимеров. Физико-механическое поведение полимеров в стеклообразном состоянии. Вязкотекучее состояние полимеров. Пластификация полимеров.
18. Кристаллические полимеры. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров.

19. Кристаллизация и плавление полимеров. Структурные критерии кристаллизации. Термодинамика кристаллизации и плавления. Кинетика кристаллизации. Релаксационный характер кристаллизации и плавления.
20. Температура плавления полимеров и факторы, ее определяющие. Влияние химической структуры на температуру плавления полимеров. Влияние молекулярно-массовых характеристик на температуру плавления полимеров. Влияние условий кристаллизации на температуру плавления полимеров.
21. Физико-механическое поведение полукристаллических полимеров. Термомеханический анализ полукристаллических полимеров. Динамометрия полукристаллических полимеров.
22. Прочность полимеров. Теория хрупкого разрушения Гриффита. Термокинетическая теория разрушения Журкова. Факторы, контролирующие прочность полимеров.
23. Полимеризация. Общие представления. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Сополимеризация. Радикальная сополимеризация. Ионная сополимеризация. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации. Способы проведения полимеризации.
24. Поликонденсация. Общие представления. Основные классы конденсационных полимеров. Основные стадии поликонденсации, термодинамические аспекты и кинетика процесса. Трехмерная поликонденсация. Способы проведения поликонденсации.
25. Новые методы синтеза полимеров. Полимеризация с раскрытием цикла. Металлоценовые и постметаллоценовые катализаторы в полимеризации олефинов. Метатезисная и аддитивная полимеризация. Комплексно-радикальная полимеризация. «Живая» ионная и псевдоживая радикальная полимеризация. Теломеризация. Синтез дендримеров и сверхразветвленных полимеров. «Зеленая химия» в синтезе полимеров. Полимеризация в сверхкритических средах. Синтез полимеров в ионных жидкостях.
26. Химические реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации. Полимераналогичные реакции. Эффект цепи. Эффект соседних звеньев. Конфигурационный эффект. Конформационные эффекты. Концентрационный эффект. Надмолекулярные эффекты. Электростатические эффекты. Внутримолекулярные превращения. Реакции, приводящие к образованию макромолекул с системой ненасыщенных связей. Реакции внутримолекулярной циклизации.
27. Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации. Цепная деструкция. Окислительная деструкция.
28. Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации. Реакции сшивания. Синтез блок- и привитых сополимеров.
29. Конструкционные полимерные материалы. Каучуки. Пластики. Волокна. Смеси полимеров. Композиционные материалы.
30. Функциональные полимерные материалы и полимеры специального назначения.

31. Полимеры для нанотехнологии и индустрии наноматериалов.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений				
1.	Задание закрытого типа	На рисунке представлена зависимость температуры плавления <i>n</i>-алканов от молекулярной массы  Установите соответствие областями на графике, отмеченными римскими цифрами и их характеристиками: а) резкое изменение свойств ($T_{пл}$) соответствует низкомолекулярным соединениям (до нескольких сотен углеродных единиц) 1) I б) область характерна для олигомерных соединений с молекулярной массой от нескольких сотен до нескольких тысяч углеродных единиц 2) II в) $T_{пл}$ практически не зависит от молекулярной массы, отвечает высокомолекулярным соединениям или полимерам 3) III	а – 1 б – 2 в – 3	3 мин
2.		Большая длина макромолекул придает им: а) хорошую растворимость б) гибкость в) хрупкость г) низкую вязкость	б	1 мин
3.		Ориентация полимеров сопровождается рекордным ростом их: а) растворимости б) хрупкости в) прочности г) эластичности	в	1 мин

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
4.		Введение небольшого количества низкомолекулярного агента – пластификатора – сопровождается существенным: а) понижением температуры стеклования полимера б) повышением температуры стеклования полимера в) температура стеклования не изменяется	а	1 мин
5.		Углеродные волокна, пластики и композиты в присутствии кислорода можно эксплуатировать до температур: а) 200-400 °С б) 500-700 °С в) 800-1000 °С г) 1200-1500 °С	г	1 мин
6.	Задание открытог о типа	Во сколько раз можно растянуть молекулу полиизобутилена молекулярной массой 274400? Принять модель свободно сочлененной цепи.	в 70 раз	5 мин
7.		Какова степень свернутости молекулы полиизобутилена молекулярной массой 274400. Принять модель свободно сочлененной цепи.	$\alpha=70$	5 мин
8.		Сколько конфигурационных изомеров возможно для диады (двух соседних звеньев) полибутилметакрилата?	Диада полибутилметакрилата может быть построена по принципу «голова-хвост», «голова-голова» и «хвост-хвост». Кроме того, для каждого типа возможны изо- и синдиотактические конфигурационные изомеры. Таким образом, общее количество изомеров равно шести	7 мин
9.		В чем суть ограниченного набухания?	Если растворение полимера останавливается на стадии набухания, то говорят об ограниченном набухании. Сшитые или сетчатые полимеры могут только ограниченно набухать, образуя гомогенные эластичные структурированные системы, состоящие из	7 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			полимера и низкомолекулярной жидкости и называемые студнями или гелями	
10.		Как изменится характеристическая вязкость раствора полистирола в толуоле при введении метанола?	Толуол является «хорошим» растворителем для полистирола. При добавлении метанола, являющегося осадителем для полистирола, термодинамическое качество растворителя ухудшается, клубок сжимается, и характеристическая вязкость раствора уменьшается	7 мин
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				
1.	Задание закрытого типа	По происхождению различают полимеры: а) органические б) гомоцепные в) природные г) линейные	в	1 мин
2.		Установите соответствие между формулой полимера и его названием а) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$ 1) полиакрилами б) $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$ д 2) 1,4-полибутадиен в) $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n$ 3) полиэтилен г) $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CONH}_2}{\text{CH}} \right]_n$ 4) полиизобутилен	а-2 б-3 в-4 г-1	1 мин
3.		Амилопектин является примером а) разветвленного полимера б) линейного полимера в) звездообразного полимера г) сшитого полимера	а	1 мин
4.		Диизотактические полимеры получают на основе: а) 1,4-дизамещенных алкенов б) 2,4-дизамещенных алкенов в) 1,2-дизамещенных алкенов	в	1 мин

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
		г) незамещенных алкенов		
5.		Для полимеров, основная цепь которых содержит одинарные связи, допускающие внутреннее вращение, наиболее часто встречается конформация: а) глобулы б) спирали в) стержня г) макромолекулярного клубка	г	1 мин
6.	Задание открытог о типа	Полимер состоит из равных по весу фракций молекулярными массами 50000 и 200000. Каковы средние молекулярные массы этого полимера, если их определяли методами светорассеяния и осмометрии?	По методу светорассеяния M_w 125000. По методу осмометрии M_w .	6 мин
7.		В чем суть метода фракционного осаждения и какими способами можно вызвать осаждение фракций полимера?	Метод фракционного осаждения состоит в последовательном осаждении из раствора полимера ряда фракций, молекулярные массы которых монотонно убывают. Вызвать осаждение фракций полимера можно различными способами: 1) добавлением осадителя к раствору полимера при постоянной температуре; 2) испарением растворителя, если полимер был предварительно растворен в смеси «растворитель-осадитель»; 3) изменением температуры раствора, которое приводит к ухудшению термодинамического качества растворителя и фазовому разделению	8 мин
8.		Как изменяется pH водного раствора полиакриловой кислоты (ПАК) при добавлении к нему водного раствора поли-N-этил-4-винилпиридиний бромида?	При смешении разбавленных растворов полиакриловой кислоты и N-этил-4-винилпиридиний бромида происходит кооперативное взаимодействие с образованием интерполиэлектrolитно	5 мин

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
			го комплекса, при котором в раствор вытесняется сильная низкомолекулярная кислота НВг, что приводит к уменьшению pH.	
9.		Изоионная точка (ИИТ) полиамфолита равна 4,0. Каково соотношение между изоионной и изоэлектрической (ИЭТ) точками этого полиамфолита?	Если ИИТ полиамфолита находится в кислой области (pH = 4,0), то из уравнения электронейтральности следует, что макроионы в изоионном растворе несут избыточный отрицательный заряд. Для нейтрализации этого заряда раствор необходимо подкислить. Таким образом, ИЭТ < ИИТ.	6 мин
10.		Сшитые образцы натурального каучука с разной степенью сшивки при набухании в одном и том же растворителе характеризуются следующими равновесными значениями степени набухания: 20, 40, 60 и 100. У какого из исходных образцов в ненабухшем состоянии модуль упругости наибольший?	Чем меньше степень набухания, тем выше плотность сшивки и меньше молекулярная масса отрезка цепи между сшивками. Модуль упругости сшитого каучука растет пропорционально степени сшивки. Таким образом, чем меньше степень набухания, тем больше модуль упругости. То есть наибольшее значение модуля упругости в ненабухшем состоянии имеет образец со степенью набухания 20.	6 мин

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

1.	Задание закрытого типа	Что из перечисленного является термореактивным полимером? а) полистирол б) полиолефины в) нейлон г) фенольные смолы	г	2 мин
2.		Какой из следующих побочных продуктов выделяется при взаимодействии сложного эфира со спиртом? а) спирт б) вода	а	2 мин

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
		в) эфир г) без отщепления		
3.		Как вообще реакционная способность конкретной функциональной группы зависит от размера молекулы, к которой она присоединена, в реакции поликонденсации? а) увеличивается с увеличением размера молекулы б) уменьшается с уменьшением размера молекулы в) не зависит от размера молекулы г) не может быть определен	в	2 мин
4.		Найдите значение среднечисловой степени полимеризации смеси полимеров при 90% завершении реакции? а) 0,1 б) 10 в) 100 г) 1,1	б	2 мин
5.		Гидроксикислоте дают возможность полимеризоваться в присутствии другого трифункционального мономера, содержащего карбоксильные группы. Какая структура образуется в конце реакции? а) линейный б) разветвленный в) сшитый г) ни один из перечисленных	б	2 мин
1.	Задание открытог о типа	Оцените величины констант сополимеризации $r(A)$ и $r(B)$, если при сополимеризации мономеров А и В получен сополимер структуры –АВАВАВАВ– .	По определению $rA = kAA/kAB$ и $rB = kBB/kBA$. Если образуется строго чередующийся сополимер, это значит, что к макрорадикалу с концевым звеном А с большей вероятностью присоединяется мономер В, т.е. $kAA \ll kAB$, и наоборот, к макрорадикалу с концевым звеном В с большей вероятностью присоединяется мономер А, т.е. $kBB \ll kBA$.	15 мин
2.		Как изменится степень полимеризации полимера, получаемого на начальной стадии радикальной полимеризации	В радикальной полимеризации среднечисловая степень полимеризации $P_n \sim$	10 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		метилметакрилата, при увеличении исходных концентраций мономера и инициатора в 4 раза? Реакцией передачи цепи пренебречь.	$[M]/[I]^{-1/2}$. Тогда $\frac{P_{n,2}}{P_{n,1}} = \frac{4[M][I]^{-1/2}}{[M](4[I]^{-1/2})} = \frac{4}{2} = 2.$ Таким образом, степень полимеризации увеличится в 2 раза.	
3.		Приведите примеры синтеза полимеров с одним и тем же повторяющимся звеном методами полимеризации и поликонденсации.	Полиэтиленоксид $[-CH_2CH_2O-]_n$ может быть получен поликонденсацией этиленгликоля $ONCH_2CH_2OH$ и анионной полимеризацией этиленоксида. Полиамид-6 (капрон) $\left[\text{NH} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - (\text{CH}_2)_5 \right]_n$ может быть получен поликонденсацией ϵ-аминокапроновой кислоты $NH_2(CH_2)_5COOH$ и полимеризацией ϵ-капролактама.	15 мин
4.		Оцените среднечисловую молекулярную массу полибутадиена, полученного в присутствии натрий-нафталинового комплекса в растворе эфира, если исходная концентрация мономера – 3 моль/л, концентрация инициатора – 0,015 моль/л и реакцию остановили по достижении 80% превращения мономера.	При использовании в качестве инициатора натрий-нафталинового комплекса рост макромолекул происходит с обоих концов. Следовательно, для полимеризации на «живых» цепях выражение для степени полимеризации P_n выглядит как $P_n = 2q[M]/[I],$ где q – конверсия; $[M]$ и $[I]$ – концентрации мономера и инициатора. Молекулярная масса M_n связана с P_n выражением $M_n = P_n M,$ где M – молекулярная масса мономера. Таким образом, $M_n = 2q[M]M/[I] = 2 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot$	15 мин

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
			54/0,015 = 17 280 г/моль.	
5.		Сравните величины остаточных удлинений двух образцов сополимера этилена и пропилена, подвергнутых деформации на 100% при комнатной температуре после снятия нагрузки с образца. Образец 1 – блок-сополимер полиэтилена и изотактического полипропилена; образец 2 – статистический сополимер этилена и пропилена того же состава.	Образец 1 при комнатной температуре является полукристаллическим, образец 2 – аморфным в высокоэластичном состоянии. Деформация образца 1 необратима, образца 2 – обратима. Поэтому остаточная деформация образца 1 составляет приблизительно 100%, а образца 2 – приблизительно 0%.	10 мин

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины, и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Методические материалы составляют систему текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, закрепляют виды и формы текущего контроля, сроки проведения, а также виды промежуточной аттестации по дисциплине, ее сроки и формы проведения. В системе контроля указывается процедура оценивания результатов обучения по данной дисциплине при использовании балльно-рейтинговой системы, показывается механизм получения оценки, основные положения БАРС, указывается система бонусов и штрафов, примерный набор дополнительных показателей.

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок			
1	Тема 1. «Общие представления о полимерах»	6	по расписанию
2	Тема 2. «Растворы полимеров»	6	по расписанию
3	Тема 3. «Полиэлектролиты»	6	по расписанию
4	Тема 4. «Структура и механические свойства полимеров»	6	по расписанию
5	Тема 5. «Синтез полимеров»	6	по расписанию
6	Тема 6. «Химические превращения полимеров»	6	по расписанию
7	Тема 7. «Полимерные материалы»	6	по расписанию

Всего		42	
Блок бонусов			
8	Посещение занятий	2	
9	Активность на занятии	3	
10	Своевременная сдача отчета по л/р	3	
Всего		8	
Дополнительный блок			
11	Экзамен	50	
Всего		50	
ИТОГО		100	

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-1
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-1
<i>Неготовность к занятию</i>	-2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-2

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Шишенок, М. В. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие / М. В. Шишенок - Минск : Выш. шк. , 2012. - 535 с. - ISBN 978-985-06-1666-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850616661.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Штильман, М. И. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения : учебное пособие / Штильман М. И. и др. ; под ред. М. И. Штильмана. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 331 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ;

экран 10". (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-918-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001019183.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.2. Дополнительная литература

1. Максанова, Л. А. Высокомолекулярные соединения и материалы на их основе, применяемые в пищевой промышленности / Максанова Л. А. - Москва : КолосС, 2013. - 213 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 5-9532-0319-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953203195.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Королев, Г. В. Трехмерная радикальная полимеризация. Сетчатые и гиперразветвленные полимеры / Г. В. Королев, М. М. Могилевич. - 2-е изд., стереотип. - Санкт-петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 344 с. - ISBN 978-5-93808-308-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083080.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Болтон, У. Конструкционные материалы : металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты : Карманный справочник / Болтон У. , - 3-е изд., стер., пер. с англ. - Москва : ДМК Пресс. - 319 с. (Серия "Карманный справочник") - ISBN 978-5-94120-238-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941202386.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Аскадский, А. А. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования : Учебное издание / Под общ. ред. А. А. Аскадского. - Москва : Издательство АСВ, 2015. - 408 с. - ISBN 978-5-4323-0072-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300720.html> (ЭБС «Консультант студента»)
5. Свиридов, Е. Б. Книга о полимерах : свойства и применение, история и сегодняшний день материалов на основе высокомолекулярных соединений / Е. Б. Свиридов, В. К. Дубовый - Архангельск : ИД САФУ, 2016. - 392 с. - ISBN 978-5-261-01096-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010968.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс

«Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ.*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя учебные аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий. Аудитория обеспечена доской (1 шт.), проектором (1 шт.), экраном проектора (1 шт.), компьютерами (9 шт.).

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).