

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

ВЫСОКОМОЛЕКУРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

18.03.01 «Химическая технология»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Химическая технология веществ и материалов

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год набора

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки **18.03.01 «Химическая технология»** (Б1.О.03.04), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на третьем году обучения в шестом семестре и для очно-заочной формы обучения в восьмом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по следующим разделам химии: «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», а также владеть аппаратом математического анализа и физики в рамках преподаваемых на 1 и 2 курсе дисциплин.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» является основой для изучения таких областей знаний как коллоидная химия, химическая технология, химия элементоорганических соединений, химия природных соединений, химические основы биологических процессов. Освоение данной дисциплины также необходимо как предшествующее при дальнейшей практической деятельности в рамках выполнения квалификационных работ.

Курс отвечает основным требованиям в плане решения задачи по совершенствованию обучения в высшей школе. Этот курс дает широкие знания фундаментальных положений науки, которые необходимы как для непосредственной работы по специальности, так и для понимания главных направлений химической науки и ее развития.

Целью дисциплины является формирование представления об основных особенностях свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений, принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах и областях их применения, системное освоение основ науки о полимерах и ее практическом значении.

Задачами дисциплины являются:

- формирование базовых знаний о классификации полимеров в зависимости от происхождения, химического состава, строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул;
- формирование представлений об основных свойствах полимерных веществ и их растворов, обусловленных большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул;
- изучение основных закономерностей процессов синтеза высокомолекулярных соединений;
- приобретение навыков владения экспериментальными и теоретическими методами синтеза и анализа полимеров;
- формирование у студентов умений, позволяющих использовать полученные знания для решения конкретных задач получения полимеров с заданными свойствами, в технологии переработки полимеров, определении молекулярной массы и других физико-химических характеристик полимеров.

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции	Наименование оценочного средства
-------------	---	----------------------------------

компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	<p><i>Владеть основами номенклатуры и классификации полимеров; методами оценки гибкости макромолекул; методами оценки и расчета термодинамических параметров растворов полимеров; методами оценки кинетических и термодинамических параметров полимеризации; методами оценки фазовых и физических состояний полимеров</i></p> <p><i>Уметь идентифицировать полимеры по химической формуле и пространственной форме; проводить анализ характера взаимодействия полимер-растворитель; определять тип полимеризации и проводить полимеризацию в различных условиях; устанавливать взаимосвязь кинетических параметров с молекулярной массой образующихся полимеров; оценивать механические свойства полимера</i></p> <p><i>Знать задачи и объекты исследования науки о полимерах, ее междисциплинарных связях; основы науки о полимерах и области ее практического использования, иметь современные представления о полимерном состоянии как особой форме существования веществ, в основных физических и химических проявлениях, качественно отличных от низкомолекулярных веществ; принципы классификации и основные особенности свойств полимеров; особенности молекулярного строения полимеров, механизмы изгибания полимерных молекул и количественные критерии оценки гибкости макромолекул; основные процессы полимеризации и поликонденсации; реакции, протекающие в полимерах; природу мезоморфного строения и особенности кристаллического состояния полимеров</i></p>	Устный опрос, коллоквиум, контрольная работа, экзамен

	<p>ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>	<p><i>Владеть современными приемами синтеза полимеров и методами изучения их свойств</i></p> <p><i>Уметь реализовывать современный подход к синтезу полимеров</i></p> <p><i>Знать методологию создания новых полимерных материалов на основе взаимосвязи «состав – структура – свойство»</i></p>	
	<p>ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p><i>Владеть навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования</i></p> <p><i>Уметь критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач</i></p> <p><i>Знать основные методы научно-исследовательской деятельности</i></p>	
<p>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</p>	<p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><i>Владеть навыками работы в лабораторных условиях с мономерами и инициаторами</i></p> <p><i>Уметь работать с химической посудой</i></p> <p><i>Знать нормы техники безопасности при работе с мономерами и инициаторами</i></p>	<p>Устный опрос, коллоквиум, контрольная работа, экзамен</p>
	<p>ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p>	<p><i>Владеть навыками синтеза полимеров методами цепной и ступенчатой полимеризации</i></p> <p><i>Уметь проводить синтез полимеров методами полимеризации и поликонденсации с соблюдением необходимых мер безопасности, в том числе с токсичными и пожароопасными веществами</i></p> <p><i>Знать нормы техники безопасности при синтезе полимеров</i></p>	

	ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	<p><i>Владеть методами вискозиметрии, термического анализа</i></p> <p><i>Уметь проводить анализ полимеров и сополимеров с использованием химических и физических методов исследования</i></p> <p><i>Знать теоретические основы анализа полимеров и сополимеров с использованием химических и физических методов исследования</i></p>	
	ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	<p><i>Владеть методами изучения механических и термомеханических свойств полимеров</i></p> <p><i>Уметь работать на разрывной машине, консистомере Геппера</i></p> <p><i>Знать теоретические основы методов исследования свойств веществ полимерной природы</i></p>	
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<p><i>Владеть навыками осуществления коммуникации в устной и письменной форме для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i></p> <p><i>Уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i></p> <p><i>Знать нормы, правила и способы осуществления коммуникации в устной и письменной форме для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i></p>	Устный опрос, коллоквиум, контрольная работа, экзамен
	ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	<p><i>Владеть навыками интерпретации данных, полученных в ходе выполнения лабораторных работ по синтезу и изучению свойств полимеров</i></p> <p><i>Уметь осуществлять сбор, анализ, систематизацию и оценку результатов с учетом требований библиографической культуры</i></p> <p><i>Знать основные способы анализа, оценки и систематизации литературных данных, необходимых для решения профессиональных задач</i></p>	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216	216
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа	19	18
- лабораторные	64	32
самостоятельная работа	65	82
Промежуточная аттестация – экзамен	36	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы								Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			из них									
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная
Очная												
Введение. Общие сведения о высокомолекулярны х соединениях	16	8	2	2	4	4	-	-	6	6	10	2
Синтез полимеров методами цепной и ступенчатой полимеризации	58	51	14	14	15	14	14	7	43	35	15	16
Химические свойства и химические превращения полимеров	24	24	2	2	-	-	12	6	14	8	10	16
Физика макромолекул, природа упругости полимеров, вязкоупругость полимерных систем	16	22	6	6	-	-	-	-	6	6	10	16
Растворы полимеров	30	28	4	4	-	-	16	8	20	12	10	16
Полимерные тела	36	31	4	4	-	-	22	11	26	15	10	16
Промежуточная аттестация – Экзамен	36	36										
Итого	216	216	32	32	19	18	64	32	115	82	65	82

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа и в рамках лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация проходит в виде комплексного экзамена в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ

3.2.1. Введение. Общие сведения о высокомолекулярных соединениях

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации. Различия в свойствах высоко- и низкомолекулярных веществ. Классификация и номенклатура полимеров. Средние молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение. Типы конфигурационной изомерии (химическая изомерия звеньев, *цис-транс*-изомерия, стереоизомерия)

3.2.2. Синтез полимеров методами цепной и ступенчатой полимеризации

Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Эффективность инициирования. Элементарные реакции цепного радикального процесса полимеризации. Кинетические уравнения основных стадий. Уравнение скорости радикальной полимеризации. Средняя длина кинетической цепи. Реакции передачи цепи при радикальной полимеризации. Передача цепи на инициатор. Передача цепи на мономер. Деградиационный перенос цепи. Особенности полимеризации мономеров аллилового ряда. Регуляторы молекулярной массы. Классы соединений. Значение и применение регуляторов молекулярной массы. Уравнение степени полимеризации для стационарного процесса начальной стадии полимеризации. Определение относительных констант передачи цепи, отношения $k_p/k_o^{0.5}$. Ингибирование и регулирование радикальной полимеризации. Сильные и слабые ингибиторы (замедлители). Примеры. Индукционный период. Определение скорости инициирования методом ингибирования. Радикальная полимеризация на глубоких степенях превращения. Гель-эффект. Модель обрыва цепи. Уравнение Зубова-Емельянова. Приемы подавления гель-эффекта. Способы проведения радикальной полимеризации. Особенности эмульсионной полимеризации. Термодинамика радикальной полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Предельная температура полимеризации. Равновесная концентрация мономера.

Радикальная сополимеризация. Дифференциальное уравнение состава сополимера Майо-Льюиса. Относительные активности мономеров. Кривые состава сополимера. Реакционная способность мономеров и радикалов. Стерический, полярный, резонансный фактор. Активные мономеры и неактивные. Правило антибатности. Схема Q-е Алфрея-Прайса. Соплимеризация на глубоких степенях превращения. Композиционная неоднородность.

Катионная полимеризация. Мономеры, способные вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации.

Анионная полимеризация. Мономеры, способные вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. "Живые цепи".

Ионно-координационная полимеризация. Полимеризация диенов на алкилах металлов. Полимеризация на катализаторах Циглера-Натта.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Роль побочного низкомолекулярного продукта. Основные кинетические закономерности. Уравнение Карозерса. Сшитые и разветвленные полимеры. Точка гелеобразования. Фенопласты, полиуретаны, полиэфиры, полиамиды, поликарбонаты. Ароматические конденсационные полимеры. Кевлар.

3.2.3. Химические свойства и химические превращения полимеров

Характерные особенности макромолекул как реагентов. Сшивание полимеров. Высыхание красок. Вулканизация каучуков. Отверждение эпоксидных смол. Деструкция полимеров. Термическая деструкция. Циклизация. Термоокислительная деструкция. Горение. Фотодеструкция. Фотоокисление. Полимераналогичные превращения.

3.2.4. Физика макромолекул, природа упругости полимеров, вязкоупругость полимерных систем

Идеальный гауссов клубок. $\langle R^2 \rangle^{1/2}$, $\langle S^2 \rangle^{1/2}$ (вывод). Распределение по размерам, распределение плотности звеньев в клубке. Реальные цепи. Эффект исключенного объема. Набухание клубка. Зависимость от концентрации и температуры. Гибкость цепи. Поворотный-изомерный механизм. Количественная характеристика. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Упругость полимеров. Термодинамические составляющие. Термодинамика деформированного клубка. Упругость полимерной сетки. Энтропийная природа упругости каучуков. Три признака высокоэластичной деформации.

Вязкоупругость полимеров. Модели Максвелла и Кельвина. Релаксация напряжения. Ползучесть. Теория репаций. Время релаксации. Упругий гистерезис. Динамические нагрузки (деформации). Комплексный модуль упругости. Зависимость от частоты. Механические потери.

3.2.5. Растворы полимеров

Принципы расчета энтальпии и энтропии растворения. Параметр растворимости. Представления о теории Флори-Хаггинса. Параметр взаимодействия χ . Осмотическое давление. Определение среднечисловой молекулярной массы и второго вириального коэффициента. Термодинамическая характеристика растворов полимеров. θ -Условия. Ограниченная растворимость. Теоретические основы фракционирования полимеров.

3.2.6. Полимерные тела

Кристаллические, жидкокристаллические и аморфные полимеры. Необходимые условия кристаллизации и образования мезофазы. Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханическая кривая. Стеклообразное и высокоэластическое состояния полимеров. Вязкотекучее состояние полимеров. Пластификация полимеров. Деформационные свойства полимеров. Ориентация. Прочность кристаллических, жидкокристаллических и аморфных полимеров. Долговечность. Механизм разрушения.

3.2.7. Лабораторный практикум

В рамках лабораторных занятий студенты выполняют следующие лабораторные работы: Изучение скорости радикальной полимеризации в массе, Пенополиуретаны, Деструкция полимеров, Определение молекулярно-массовых характеристик полимеров методом вискозиметрии, Изоэлектрическая точка полиамфолита, Механические свойства полимеров, Термомеханические свойства полимеров, Получение наполненных ПВХ-композиций по пластизольной технологии.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование

- Контрольная работа
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий
- Коллоквиум

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**.

К экзамену в 6-ом семестре очной формы обучения и 8-ом семестре очно-заочной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все отчеты по темам лабораторных занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения	При решении стандартных	Имеется минимальны	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрирован

	материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	творческий подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	--	--	--	---

При изучении дисциплины «Высокомолекулярные соединения» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций **ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6:**

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

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

ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

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

ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

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

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 6 семестре для очной формы обучения и в 8-ом семестре для очно-заочной формы проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим

собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

6.2.1 Контрольные вопросы

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Каковы специфические свойства полимеров, которые существенным образом отличают их от низкомолекулярных соединений? 2. Назовите принципы и критерии, в соответствии с которыми полимерное состояние вещества	ОПК-1

рассматривают как особую форму существования химических соединений с комплексом свойств, качественно отличным от свойств низкомолекулярных соединений.

3. По каким принципам классифицируют полимеры?
4. Каковы принципиальные отличия между реакциями цепной и ступенчатой полимеризации? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены цепной полимеризацией и поликонденсацией.
5. Какими способами можно инициировать процесс цепной радикальной полимеризации? Приведите примеры наиболее распространенных инициирующих систем.
6. Что такое эффективность инициирования? Чем обусловлено отклонение эффективности инициирования от 1.
7. Какие основные допущения используют при выводе уравнения скорости радикальной полимеризации? Выведите это уравнение.
8. Какие факторы определяют максимально достижимую молекулярную массу полимера при радикальной полимеризации? Из кинетических данных выведите уравнение для степени радикальной полимеризации.
9. Что такое полимераналогичные превращения? Каковы основные направления их практического использования? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены только по полимераналогичным реакциям.
10. В чем заключается механизм сшивания полимеров? Каковы основные направления практического использования этого метода?
11. Какова природа конформационной изомерии полимеров?
12. Что такое статистический сегмент или сегмент Куна? Выведите формулу для оценки размеров гибкоцепных полимеров.
13. Какова природа гибкости полимерных цепей? Перечислите факторы, оказывающие влияние на гибкость макромолекул.
14. В чем заключается различие между понятиями кинетическая и термодинамическая гибкость полимерной цепи?
15. В чем заключаются сходства и различия в свойствах растворов низко- и высокомолекулярных соединений?
16. Каковы основные положения термодинамики растворов полимеров? В рамках теории Флори-Хаггинса рассчитайте энтальпию и энтропию смешения полимера с растворителем.
17. Что такое термодинамическое качество растворителя? Приведите количественные критерии для оценки этого параметра.
18. Каковы современные представления о структуре аморфных полимеров?
19. Что такое стеклообразное, высокоэластическое и

вязкотекучее состояния аморфных полимеров?

20. Что такое температура стеклования и температура текучести? Как их можно определить экспериментально?
21. Как зависит температура стеклования и температура текучести от молекулярной массы полимера?
22. Как влияет введение пластификатора на термомеханические параметры полимера?
23. В чем различие между гомо- и гетероцепными полимерами? Приведите примеры таких полимеров.
24. Что такое конфигурация макромолекул? Приведите типы конфигурационной изомерии. Каково влияние конфигурационной изомерии на свойства полимеров?
25. Каковы принципы и правила образований названий полимеров?
26. В чем заключаются особенности полимеризации мономеров аллилового ряда? Что такое деградационный перенос цепи?
27. Какие соединения называют регуляторами молекулярной массы? Для каких целей они используются?
28. Перечислите возможные реакции передачи цепи в радикальной полимеризации.
29. Как можно определить относительные константы передачи цепи на растворитель?
30. С чем связано резкое повышение скорости и степени полимеризации метилметакрилата на глубине превращения 15–25%? Каковы различия кинетики радикальной полимеризации в массе на малых и глубоких конверсиях?
31. Перечислите способы проведения радикальной полимеризации. Назовите достоинства и недостатки каждого способа.
32. При каком способе проведения радикальной полимеризации можно получить полимер высокой молекулярной массы при высоких скоростях процесса? Перечислите основные черты этого процесса.
33. Какие вещества называют ингибиторами? Как можно определить скорость инициирования методом ингибирования?
34. На чем основан процесс высыхания красок?
35. В чем заключается эффект исключенного объема?
36. Каковы различия механизмов гибкости жестко- и гибкоцепных полимеров? Приведите примеры таких полимеров.
37. Как изменяется с температурой модуль высокоэластической деформации?
38. Какие существуют подходы к оценке размеров макромолекул в случае жестко- и гибкоцепных полимеров?
39. Дайте определение понятиям «хороший», «плохой», «идеальный» растворитель для полимеров.
40. Что такое θ -условия для раствора полимера? Какой

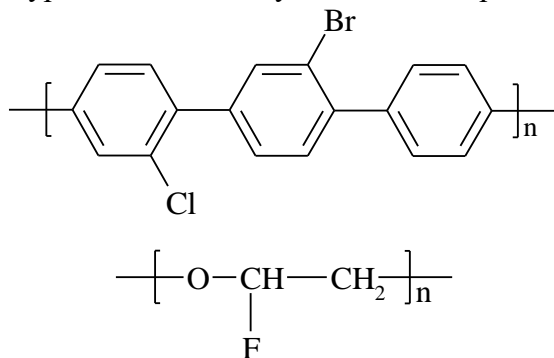
<p>физический смысл и какова природа θ-состояния полимерного раствора?</p> <p>41. Каковы основные принципы фракционирования полимеров?</p> <p>42. Каковы теоретические основы исследования растворов полимеров методом осмометрии? Выведите уравнение состояния раствора полимера.</p> <p>43. Напишите общее уравнение деформации аморфного полимера.</p> <p>44. Изобразите деформационные кривые полимеров, находящихся в стеклообразном и высокоэластическом состояниях. Какие характеристики прочности можно получить при изучении деформации?</p> <p>45. Каковы основные различия механизмов деформации полимерных стекол и полукристаллических полимеров?</p>	
<p>1. Приведите примеры инициаторов радикальной полимеризации.</p> <p>2. Назовите правила работы при работе с инициаторами радикальной полимеризации.</p> <p>3. В чем различие терминов «старение» и «деструкция», «термостойкость» и «теплостойкость» полимеров?</p> <p>4. Приведите примеры мономеров, относящихся к легковоспламеняющимся жидкостям.</p> <p>5. Что такое гель-эффект. Назовите способы его устранения.</p> <p>6. Какие вещества относят к регуляторам молекулярной массы. Правила работы с алкилмеркаптанами.</p>	ОПК-2
<p>1. Что понимают под полидисперсностью синтетических полимеров? Каковы причины, ее обуславливающие?</p> <p>2. Что такое параметр полидисперсности? Как его оценивают?</p> <p>3. В чем заключается смысл понятий «среднечисловая» и «среднемассовая молекулярная масса»? Приведите формулы для расчета этих характеристик.</p> <p>4. В чем заключается различие между интегральными и дифференциальными функциями молекулярно-массового распределения? Для одного и того же образца полимера изобразите эти функции.</p> <p>5. Что такое полимеризационно-деполимеризационное равновесие и предельные температуры полимеризации? Выведите связь предельной температуры с равновесной концентрацией мономера.</p> <p>6. Какой процесс называют сополимеризацией? Перечислите основные типы сополимеров.</p> <p>7. Выведите уравнение состава сополимера Майо-Льюиса. Какие допущения используют при выводе этого уравнения?</p> <p>8. Какие мономеры относят к активным и неактивным? Сформулируйте правило антибатности.</p> <p>9. Каковы количественные параметры реакционной способности мономеров и радикалов в радикальной</p>	ОПК-6

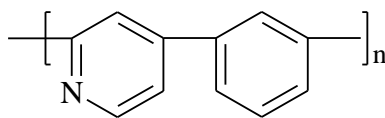
<p>сополимеризации?</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Каким образом влияет температура на скорость радикальной, анионной и катионной полимеризации? 11. Какие основные допущения используют при выводе уравнения скорости катионной полимеризации? Выведите это уравнение. 12. Какие катализаторы (инициаторы) используются в катионной и анионной полимеризации? 13. Что такое «живые» цепи? Каковы особенности полимеризации на «живых» цепях? Приведите примеры полимеров, которые могут быть получены этим методом. 14. Какова роль среды в анионно-координационной полимеризации диенов? 15. Перечислите типы реакций поликонденсации. 16. Какова роль низкомолекулярного продукта при получении полимеров поликонденсационным методом? Какие факторы влияют на молекулярную массу полимеров, полученных методом ступенчатой полимеризации? 17. Охарактеризуйте методы термического анализа, применяемые для изучения процессов деструкции полимеров. Каким образом обычно представляются результаты экспериментов? 18. Какие из приведенных ниже полимеров деполимеризуются при термической деструкции? Напишите формулу звена каждого из них. 19. Покажите роль реакций передачи цепи при деструкции полиэтилена. 20. В чем заключается поворотно-изомерный механизм гибкости полимерной цепи? 21. Какова природа обратимой деформации каучуков? 22. Перечислите признаки высокоэластической деформации. 23. Что такое вязкоупругость? За какой особый комплекс свойств, присущих полимерным материалам он ответственен? 24. В чем заключается сущность осмометрического метода определения молекулярной массы полимеров? 25. Что такое второй вириальный коэффициент? Как его можно определить экспериментально? 26. Каким образом можно оценить размер макромолекулы методом вискозиметрии? 27. Что такое коэффициент набухания макромолекулярного клубка? 28. Какова природа вынужденно-эластической деформации? 29. Что такое прочность материала? Предложите практические пути повышения прочности полимерных материалов. 30. Что такое долговечность материала? От каких факторов она зависит? 31. Опишите механизм разрушения полимеров. 	
---	--

6.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6:

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. При полимеризации метилметакрилата процесс идет стационарно до 30% конверсии и образуется полимер с молекулярной массой $1 \cdot 10^5$, затем скорость процесса возросла и молекулярная масса полимера составила $1 \cdot 10^6$. По окончании процесса осталось 2% мономера – низкомолекулярного соединения. Рассчитать среднечисловую и среднемассовую молекулярные массы образующегося полимера и его полидисперсность. Принять, что на каждой стадии процесса образуется монодисперсный продукт?
2. Докажите, что отношение \bar{p}_w / \bar{p}_n является мерой полидисперсности полимера.
3. Вычислите параметр полидисперсности смеси равных по массе фракций полимеров с молекулярными массами $1 \cdot 10^3$ и $1 \cdot 10^5$.
4. Почему гомополимеризация активного мономера стирола в 16-20 раз меньше скорости гомополимеризации неактивного мономера винилацетата при одинаковых условиях (инициатор, температура)?
5. Чему равна среднечисловая молекулярная масса полистирола, полученного в присутствии 0.01 моль/л *n*-бутиллития, если реакцию остановили на конверсии 70%. Плотность стирола равна 0.9 г/мл.
6. Какие из приведенных ниже полимеров деполимеризуются при термической деструкции: полиметилметакрилат, полиэтилен, поливинилхлорид, полиметилакрилат, поли- α -метилстирол? Напишите формулу звена каждого из них.
7. В чем заключается универсальность уравнения Флори-Фокса?
8. Из расплава полимера получают шланг, продавливая полимер через насадку экструдера. Что происходит с размерами шланга после выхода из экструдера? Ответ поясните.
9. Почему аморфные полимеры в противоположность низкомолекулярным соединениям способны самопроизвольно растворяться даже при $\Delta H > 0$?
10. Почему нельзя применять методы эбуллиоскопии и криоскопии для определения полимеров высоких молекулярных масс?
11. Предложите экспериментальные способы, с использованием которых можно отличить образец полимера от образца низкомолекулярного соединения.
12. Напишите стадии иницирования, роста, обрыва, передачи цепи при радикальной полимеризации метилметакрилата, инициатор – динитрил азоизомасляной кислоты, в качестве регулятора молекулярной массы используется *n*-бутилмеркаптан.
13. Как и во сколько раз изменится молекулярная масса полиметилметакрилата, полученного в массе (инициатор – ДАК), если увеличить концентрацию инициатора в 4 раза. Передачей цепи пренебречь.
14. Какие связи в макромолекулах мы называем "слабыми"? Приведите реакции их образования в цепях полимера. Какую роль они играют при деструкции полимеров?
15. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующие полимеры:





16. Используя стирол и изопрен в качестве мономеров, предложите способ получения блок-сополимеров.
17. Докажите, что клубок является рыхлым: какая доля объема клубка занята собственно звеньями цепи при молекулярных массах 10^5 и 10^6 . Примите, что объем звена равен l^3 (l – длина звена), молекулярная масса звена 100, клубок имеет форму сферы.
18. Чему равна предельная степень превращения изобутилена в полимер при 20°C , если стандартная энтальпия полимеризации изобутилена -48 кДж/моль, стандартная энтропия полимеризации -177 Дж/(моль К). Плотность мономера 0.56 г/мл.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Почему при термическом распаде полиметилакрилата мономера не образуется, а в основном выделяется спирт и CO_2 олигомеры? Напишите реакции, приводящие к их образованию.
2. Какие продукты образуются при термическом распаде поливинилхлорида, поливинилацетата, поливинилового спирта, полиметакриловой кислоты при $160\text{--}200^\circ\text{C}$? Напишите реакции образования летучих продуктов.
3. Какие из перечисленных ниже соединений могут служить стабилизаторами термоокислительной деструкции полиэтилена: диоктилфталат, гидропероксидизопропилбензола, дифенил, дифениламин, хлорид цинка.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

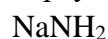
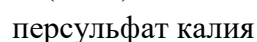
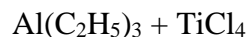
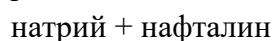
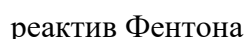
1. Напишите основные реакции, которые ответственны за то, что эффективность инициирования меньше 1 при полимеризации стирола в присутствии пероксида бензоила.
2. Какие из приведенных ниже веществ можно использовать в качестве регуляторов молекулярной массы при радикальной полимеризации винилацетата: персульфат аммония, ацетон, четырехбромистый углерод, гидрохинон, 2,6-дипрот.бутил-4-метилфенол, изопропиловый спирт, циклогексан, децилмеркаптан.
3. Какова средняя эффективность инициирования динитрилом азоизомасляной кислоты, если при полимеризации в присутствии 0.01 моль этого инициатора получен полимер, содержащий на концах макромолекул 0.012 моль осколков этого инициатора, а степень превращения инициатора составляет 80% ?
4. При полимеризации 0.128 моль стирола (конверсия 70%) в присутствии инициатора диазоаминобензола $\text{C}_6\text{H}_5\text{--NH--N=N--C}_6\text{H}_5$ в полимере найдено 0.13% азота. Сколько инициатора останется в реакционной смеси, если принять его эффективность, равной 0.7 и начальное содержание $5.0 \cdot 10^{-3}$ моль?
5. Напишите реакции передачи цепи при полимеризации стирола на CCl_4 , CBr_4 , хлороформ, n -бутилмеркаптан, n -пропиловый спирт, изопропиловый спирт, бензол, этилбензол. Расположите растворители в порядке увеличения их реакционной способности в реакции передачи цепи. Ответ поясните.
6. Обсудите влияние активности мономера и радикала на наблюдаемую активность реакций радикала с мономером. В каком порядке можно расположить следующие мономеры на основании их активности: стирол, винилацетат, метилметакрилат, акрилонитрил? В каком порядке изменяется активность радикалов, образующихся из соответствующих мономеров?
7. Какие мономеры из перечисленных относятся к неактивным: акрилонитрил, метилметакрилат, винилацетат, метакриламид, пропилен, стирол, бутилвиниловый эфир, бутадиен-1,3.

8. Из следующего ряда мономеров выберите активные: метилакрилат, винилхлорид, метакрилонитрил, изопрен, винилацетат, стирол, метилметакрилат, акриловая кислота.
9. Почему деформационные кривые «напряжение – деформация» для эластомера при увеличении напряжения и после снятия нагрузки не совпадают?
10. Для какого из двух полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии, – целлюлозы или полибутадиена – будет сильнее проявляться вынужденно-эластическая деформация? Почему?
11. Рассчитайте состав загрузочной смеси (в кг) при получении литьевого суспензионного полиметилметакрилата в кубовом реакторе объемом 1 м^3 , если он заполняется на $2/3$, соотношение мономер – вода 1:3 по объему. Инициатор – динитрил азоизомасляной кислоты, температура синтеза 60°C . Процесс проходит в течение 10 часов и протекает в стационарном режиме. Молекулярная масса образовавшегося полимера $1 \cdot 10^5$. В качестве передатчика цепи используют додецилмеркаптан. Передачей цепи на мономер пренебречь. $k_p = 515 \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$, $k_o = 25.5 \cdot 10^6 \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$, $C_S = 0.6$, $f = 0.65$, $k_e = 1.2 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, плотность метилметакрилата 0.890 г/мл , обрыв цепи протекает путем диспропорционирования.
12. При полимеризации 1 л стирола в массе в присутствии динитрила азоизомасляной кислоты при 60°C за 120 мин 10% мономера превращается в полимер. Какой молекулярной массы образуется при этом полимер, если известно, что 80% макрорадикалов обрывается диспропорционированием. Сколько процентов инициатора было введено в мономер? Как изменится начальная скорость процесса и молекулярная масса полимера при 10% конверсии, если в реакционную смесь ввести 50% от объема мономера CCl_4 ? Плотности стирола и четыреххлористого углерода равны 0.903 и 1.545 г/мл , соответственно; $f = 0.6$, $k_e = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$, $C_S = 9 \cdot 10^{-3}$, $C_M = 0.6 \cdot 10^{-4}$, $k_p/k_o^{0.5} = 0.026 \text{ л}^{0.5}/(\text{моль} \cdot \text{с})^{0.5}$.
13. Образец полистирола состоит из ряда фракций:

№ фракции	Масса фракции, г	Молекулярная масса фракции $M_i \cdot 10^{-3}$
1	26	10
2	70	20
3	110	30
4	130	40
5	128	50
6	100	60
7	68	70
8	44	80
9	26	90
10	14	100

Вычислите среднечисловую, среднемассовую молекулярные массы и параметр полидисперсности. Постройте дифференциальную и интегральную (числовую и массовую) кривые молекулярно-массового распределения.

14. Какие из приведенных инициаторов (катализаторов) можно использовать для полимеризации стирола и по какому механизму.



15. Метилметакрилат получен суспензионной полимеризацией. В качестве дисперсионной среды Вы выберете: а) ацетон, б) воду, в) диэтиловый эфир; в качестве инициатора: а) пероксид бензоила, б) персульфат калия, в) динитрил азоизомасляной кислоты, г) реактив Фентона. Свой выбор мотивировать.
16. Охарактеризуйте ход кривых состава сополимера на качественном уровне для каждой из перечисленных ниже систем сомономеров: стирол – винилхлорид, винилацетат – метилакрилат, аллилацетат – метилметакрилат, бутадиен-1,3 – акрилонитрил, метилметакрилат – N-винилпирролидон, стирол – метилметакрилат, метилметакрилат – метилакрилат. Ответ поясните.
17. Возрастание общей скорости радикальной полимеризации в блоке при конверсиях выше 15% обусловлено:
 - а) увеличением скорости роста
 - б) уменьшением скорости обрыва
 - в) уменьшением скорости инициирования
 - г) всеми тремя факторами
18. При увеличении скорости инициирования в 2 раза скорость радикальной полимеризации
 - а) увеличивается в 2 раза
 - б) уменьшается в $\sqrt{2}$ раз
 - в) увеличивается в 4 раза
 - г) увеличивается в $\sqrt{2}$ раз
 - д) уменьшается в 2 раза
 - е) не изменяется
19. После полимеризации 0.5 л раствора винилхлорида, содержащего 0.025 моль/л динитрила азоизомасляной кислоты, в реакционной смеси обнаружено 0.0025 моль/л непрореагировавшего инициатора. Сколько инициатора вошло в состав полимера, если средняя эффективность инициирования равна 0.6?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 386 с.
2. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров. СПб: Изд-во Лань, 2012. – 224 с.
3. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. С. Аржаков [и др.] ; под ред. А. Б. Зезина. [Электронный ресурс]. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 340 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/D70F2822-28CC-446A-A5E4-F38CEE702A7E>

б) дополнительная литература:

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Киреев. [Электронный ресурс]. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 365 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/44521F55-0BB6-49C4-8390-38A6BE9B6C42>
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Киреев. [Электронный ресурс] — М. :

Издательство Юрайт, 2016. — 243 с. — (Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/3D18372E-9FFD-4ACF-AB4F-5DB140F0260F>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.pslc.ws/russian/index.htm>

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/lachinov/welcome.html>

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/lachinov-basic/welcome.html>

<https://biblio-online.ru/book/D70F2822-28CC-446A-A5E4-F38CEE702A7E>

<https://biblio-online.ru/book/44521F55-0BB6-49C4-8390-38A6BE9B6C42>

<https://biblio-online.ru/book/3D18372E-9FFD-4ACF-AB4F-5DB140F0260F>

г) рекомендуемая литература

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Высш. шк., 1992. – 512 с.
2. Зильберман Е.Н., Наволокина Р.А. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений. М.: Высшая школа, 1984. 224 с.
3. Практикум по высокомолекулярным соединениям / Под редакцией В.А. Кабанова. М.: Химия, 1985. – 224 с.
4. Энциклопедия полимеров. Т. 1, 2, 3. М.: Советская энциклопедия, 1977.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории (лекционные с вместимостью 200 человек и семинарские с вместимостью 20 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; разрывная машина, прибор для определения температуры стеклования (консистометр Гепплера), установка для изучения термоокислительной деструкции полимеров, вискозиметры, фотоэлектроколориметр, штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; термостаты, сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; дистиллятор; технические и аналитические весы; ртутные термометры; набор химических реактивов. Аудитория для проведения семинарских занятий (131 корп. 5) также оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

Наименование специальных* помещений и	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---------------------------------------	---	---

помещений для самостоятельной работы		
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328	Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM • Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.
Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205	Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры , имеется выход в интернет	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г. • Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд.308	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 131	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор QUADRA H11100, ноутбук HP ProBook 4520s	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Авторы:

д.х.н. _____ С.Д. Зайцев

д.х.н., проф. _____ Л.А. Смирнова

Рецензент:

д.х.н., проф. _____ С.В. Зеленцов

Заведующий кафедрой

д.х.н. _____ С.Д. Зайцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета
от 7 мая 2023 года, протокол № 7.