

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

А.И.Жук

2024 г.

Регистрационный № УД-25-03-16-2024/уч.

ОСНОВЫ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования, утвержденного 02.08.2023, рег. № 225 и учебного плана по специальности 6-05-0113-03 «Природоведческое образование (биология и химия)», утверждённого 23.02.2023, рег № 009–2023/У.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.П.Егорова, доцент кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент;
Е.В.Васьковцев, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

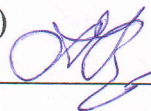
Кафедра биоорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;
В.Е.Исаков, доцент кафедры органической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии и методики преподавания химии

(протокол № 4 от 27.11.2024 г.)

Заведующий кафедрой



А.Л. Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 2 от 24.12.2024 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих её материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического
отдела



Е.А.Кравченко

Директор библиотеки



Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Основы химии полимеров» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки студентов по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия).

Цель учебной дисциплины – формирование системных знаний о структуре, синтезе и свойствах полимеров с учетом специфических функций и особенностей строения биополимеров.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) изучение строения органических полимеров и биополимеров;
- 2) изучение химических основ промышленного получения синтетических полимеров и материалов на их основе, а также закономерностей синтеза и трансформаций биополимеров;
- 3) изучение основных химических процессов модификации и физико-химических свойств полимеров;
- 4) изучение роли биополимеров в протекании важнейших процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организмов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшем образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Химия органических и неорганических соединений» государственного компонента.

Содержание учебной дисциплины «Основы химии полимеров» обеспечивает углубление профессиональной подготовки, полученной студентами при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия» и «Коллоидная химия».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия химии полимеров;
- принципы классификации полимеров;
- строение и методы синтеза мономеров синтетических полимеров;
- способы синтеза важнейших промышленных полимеров, закономерности биосинтеза биополимеров в живых организмах;
- основные химические превращения полимеров;
- структуру, физико-химические свойства и функции биополимеров;
- основные типы надмолекулярных комплексов, формирующихся в результате взаимодействия биополимеров;

уметь:

- анализировать структуру полимерных соединений, планировать схемы получения и модификации полимеров;
- проводить синтез и исследование свойств полимеров и биополимеров в рамках программы лабораторного практикума по дисциплине;
- интерпретировать полученные данные, проводить расчеты для установления строения полимерных соединений;

владеть:

- важнейшими приёмами и алгоритмами решения расчетных и ситуационных химических задач.

Требование к компетенциям.

Основное учебной дисциплины «Основы химии полимеров» должно обеспечить формирование у обучающихся следующей компетенции:

БПК – Владеть классическими разделами химических дисциплин для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

Основными методами (технологиями) обучения дисциплины, которые соответствуют ее цели и задачам, являются: проблемное обучение (проблемное изложение, частично-поисковый метод).

Изучение материала данной учебной дисциплины должно содействовать развитию профессиональной эрудиции и творческого мышления студентов. Вопросы, рассмотренные в процессе изучения дисциплины, позволяют студентам углубить и конкретизировать знания о методах получения полимеров, о химических превращениях полимеров, о роли биополимеров в процессах жизнедеятельности клетки.

Всего на изучение учебной дисциплины «Основы химии полимеров» отведено:

- для очной (дневной) формы получения высшего образования 108 часов, из них 68 аудиторных часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 24 часа, семинарские занятия – 12 часов, практические занятия – 12 часов, лабораторные занятия – 20 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена в 4 семестре.

Учебным планом специальности отводится 40 часов на выполнение курсовой работы в 7 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Физико-химия высокомолекулярных соединений

Тема 1.1. Основные понятия и определения

Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.

Понятия о полимерах, биополимерах, олигомерах, макромолекулах, мономерном звене, степени полимеризации, контурной длине цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения.

Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи).

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, строения основной цепи, топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры, дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.

Тема 1.2. Синтез полимеров

Классификация основных методов получения полимеров.

Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Полимеризация при глубоких степенях превращений. Обрыв цепи. Реакционная способность мономеров и радикалов.

Радикальная сополимеризация. Получение статистических, привитых и блок-сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и других факторов. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.

Ионная полимеризация. Катионная и анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в ионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при ионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса. «Живые цепи».

Поликонденсация (конденсационная полимеризация). Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Мономеры, элементарные стадии

процесса. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.

Синтез мономеров. Препаративные и промышленные методы синтеза мономеров, применяемых для получения полимеров по реакциям полимеризации и поликонденсации. Теоретические и технологические особенности этих методов. Технологические процессы производства базового сырья для мономеров (переработка нефти и угля, природного и попутного газов).

Тема 1.3. Полимерные тела и поведение полимеров в растворах

Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Свойства аморфных полимеров. Высокоэластическое состояние. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Вязкотекучее состояние. Пластификация полимеров. Свойства кристаллических полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Композиционные материалы.

Макромолекулы в растворах. Неограниченное и ограниченное набухание. Определение размеров макромолекул. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Диффузия макромолекул в растворах. Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Концентрированные растворы полимеров и гели.

Тема 1.4. Химические превращения полимеров

Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Радиационная деструкция. Принципы стабилизации полимеров. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).

Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитые и блок-сополимеры – основные принципы синтеза и физико-химические свойства.

Тема 1.5. Получение изделий из полимеров

Однородные и композиционные пластмассы. Состав пластических масс и назначение отдельных компонентов композиций: полимер, наполнитель, краситель, отвердитель, стабилизатор, пластификатор, антиоксидант.

Переработка полимеров: каландрование, литье, прямое прессование, формование, экструзия, вспенивание, армирование, прядение волокон. Вторичная переработка пластмасс.

Раздел 2. Химия биополимеров

Тема 2.1. Общие представления о химии биополимеров

Биополимеры как структурная основа живых организмов. Роль биополимеров в обмене веществ и энергии в биологических системах. Участие в процессах регуляции и воспроизведения.

Низкомолекулярные соединения и биополимеры. Роль нековалентных взаимодействий в функционировании биополимеров. Амфифильность биополимеров и способность к самоорганизации.

Тема 2.2. Строение, свойства и функции белков

Структура белков, уровни структурной организации белковых молекул. Первичная структура белка. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры. Вторичная и надвторичная структура белка. Образование третичной структуры белка, связи, участвующие в ее создании. Доменная организация белков, четвертичная структура белка. Формирование трехмерной структуры белка.

Тема 2.3. Олиго- и полисахариды

Природные углеводы и их производные. Олигосахариды, структура и свойства. Полисахариды, структура, классификация, свойства. Биологическая роль полисахаридов, резервные и структурные полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Мукополисахариды.

Тема 2.4. Полинуклеотиды. Нуклеиновые кислоты

Полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Классификация и номенклатура. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура нуклеиновых кислот, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм двойной спирали ДНК: А-, В-, и Z-формы ДНК. Третичная структура ДНК (суперспирализация).

Макромолекулярная структура и функции РНК, типы РНК: рибосомная, транспортная, матричная.

Тема 2.5. Надмолекулярные структуры

Белок-белковые взаимодействия. Особенности строения и функционирования олигомерных белков. Комплексы белков с природными олигоаминами и синтетическими полиэлектролитами.

Липопротеины. Строение, свойства и функции клеточных мембран. Жидко-мозаичное строение мембран. Надмолекулярные структуры внеклеточного матрикса. Протеогликаны и гликопротеины. Липополисахариды.

Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Нуклеопротеидные комплексы: хромосомы, рибосомы, вирусы.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Учебным планом специальности отводится 40 часов на выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной (дневной) формы получения высшего образования

Цель курсовой работы – показать уровень понимания студентом специфики своей профессии, охарактеризовать его умение осуществлять полноценное химическое исследование, работать с научной информацией, определять цель работы и достигать ее осуществления.

Примерный объем задания по курсовой работе содержит обоснование выбора темы и ее актуальность, цель, объект, предмет, гипотезу, задачи исследования, анализ и обобщение опыта решения проблемы исследования, методические рекомендации для специалистов по итогам исследования.

Примерная структура курсовой работы:

- титульный лист;
- задание на выполнение курсовой работы;
- оглавление;
- введение;
- основной текст курсовой работы;
- заключение;
- список использованных источников
- приложения;
- справка, полученная через систему «Антиплагиат. ВУЗ»;
- акты о внедрении – необязательный компонент;
- материалы, подтверждающие освещение результатов курсового исследования (ксерокопии научных публикаций с выходными данными, дипломов, сертификатов участников научных мероприятий в др.) – необязательный компонент.

Требования к компетенциям

Выполнение курсовой работы должно обеспечить формирование у обучающихся следующих компетенций:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

УК-6. Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНО ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ"
ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, вопросы по теме	Количество аудиторных часов					Самостоятельная (внеаудиторная) работа студента	Методические пособия, средства обучения	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4 семестр										
1.	Раздел 1. Физико-химия высокомолекулярных соединений	16	8	8	8	-	24			
1.1.	<i>Основные понятия и определения</i> 1. Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития. 2. Понятия о полимерах, биополимерах, олигомерах, макромолекулах, мономерном звене, степени полимеризации, контурной длине цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения. 3. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных	2					4 4 4	Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект Рейтинговая контрольная работа 1

	<p>материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи).</p> <p>4. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, строения основной цепи, топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры, дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.</p>									
1.2.	Синтез полимеров	4	4	4	4	-				
1.2.1.	<p>Полимеризация</p> <p>1. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Радикальная сополимеризация. Получение статистических, привитых и блок-сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и других факторов. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.</p> <p>2. Ионная полимеризация. Катионная и анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в ионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при ионной</p>	2	2					Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект

	полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса. «Живые цепи».									
1.2.2.	Радикальная полимеризация 1. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации. Обрыв цепи. Реакционная способность мономеров и радикалов.			2	4 Л.р. 1, 2			Лаб.оборуд., реактивы, метод. описание	[1, 2]	Защита лабораторных работ
1.2.3.	Поликонденсация 1. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Мономеры, элементарные стадии процесса. 2. Синтез мономеров. Препаративные и промышленные методы синтеза мономеров, применяемых для получения полимеров по реакциям полимеризации и поликонденсации. Теоретические и технологические особенности этих методов. Технологические процессы производства базового сырья для мономеров (переработка нефти и угля, природного и попутного газов).	2					Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект	
1.2.4.	Поликонденсация в массе 1. Типы реакций поликонденсации. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.		2	2	2 Л.р. 3			Лаб. оборуд., реактивы, метод. описание	[1, 2]	Защита лабораторных работ

1.3.	Полимерные тела и поведение полимеров в растворах	4	2				4			
1.3.1.	Структура и основные физические свойства полимерных тел Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Свойства аморфных полимеров. Высокоэластическое состояние. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Вязко-текучее состояние. Пластификация полимеров. Свойства кристаллических полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Композиционные материалы.	2					4	Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект
1.3.2.	Аморфные и кристаллические полимеры Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Свойства аморфных полимеров. Высокоэластическое состояние. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Вязко-текучее состояние.	2							[1, 2]	
1.3.3.	Макромолекулы в растворах Неограниченное и ограниченное набухание. Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Концентрированные растворы полимеров и гели.	2	2						[1, 2]	Конспект

1.4.	Химические превращения полимеров	2	2				4			
1.4.1.	Химические превращения полимеров 1. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. 2. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеградация. Радиационная деструкция. Принципы стабилизации полимеров. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол). 3. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитые и блок-сополимеры - основные принципы синтеза и физико-химические свойства.	2	2				4	Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект Рейтинговая контрольная работа 2
1.5	Получение изделий из полимеров	2		4	2		4			
1.5.1.	Переработка полимеров: каландрование, литье, прямое прессование, формование, экструзия, вспенивание, армирование, прядение волокон. Вторичная переработка пластмасс.	2					2	Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект, рефераты

1.5.2.	Однородные и композиционные пластмассы. Состав пластических масс и назначение отдельных компонентов композиций: полимер, наполнитель, краситель, отвердитель, стабилизатор, пластификатор, антиоксидант.			2	2 Л.р.4		2	Лаб. оборуд., реактивы, метод. описание	[1, 2]	Защита лабораторных работ
1.5.3.	Химические превращения полимеров. Получение изделий из полимеров.			2					[1, 2]	
2.	Раздел 2. Химия биополимеров	8	4	4	8		16			
2.1.	Общие представления о химии биополимеров Биополимеры как структурная основа живых организмов. Роль биополимеров в обмене веществ и энергии в биологических системах. Участие в процессах регуляции и воспроизведения. Низкомолекулярные соединения и биополимеры. Роль нековалентных взаимодействий в функционировании биополимеров. Амфифильность биополимеров и способность к самоорганизации.	2		2			4	Мультимедийная презентация	[1, 3]	Конспект, рефераты
2.2	Строение, свойства и функции белков Структура белков, уровни структурной организации белковых молекул. Первичная структура белка. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры. Вторичная и надвторичная структура белка. Образование третичной структуры белка, связи, участвующие в ее создании. Доменная организация белков, четвертичная структура белка. Формирование трехмерной структуры белка.	2	2		4 Л.р. 5,6			Мультимедийная презентация Лаб. оборуд., реактивы, метод. описание	[1, 3]	Конспект Защита лабораторных работ

2.3	Олиго- и полисахариды Природные углеводы и их производные. Олигосахариды, структура и свойства. Полисахариды, структура, классификация, свойства. Биологическая роль полисахаридов, резервные и структурные полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Мукополисахариды. Исследование свойств крахмала.	1		2	4 Л.р.7		6	Мультимедийная презентация Лаб.оборуд., реактивы, метод. описание	[1, 2]	Конспект Индивидуальные задания. Защита лабораторных работ
2.4.	Полинуклеотиды. Нуклеиновые кислоты Полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Классификация и номенклатура. Структура нуклеиновых кислот. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм двойной спирали ДНК: А-, В-, и Z формы ДНК. Третичная структура ДНК (суперспирализация). Макромолекулярная структура и функции РНК, типы РНК: рибосомная, транспортная, матричная.	2	2		5 Л.р. 8		6	Мультимедийная презентация Лаб.оборуд., реактивы, метод. Описание Задачи и методические разработки	[1, 2]	Конспект Рейтинговая контрольная работа 3
2.5.	Надмолекулярные структуры Белок-белковые взаимодействия. Особенности строения и функционирования олигомерных белков. Комплексы белков с природными олигоаминами и синтетическими полиэлектролитами. Липопротеины. и липополисахариды.	1						Мультимедийная презентация	[1, 2]	Конспект
	Всего часов	24	12	12	20		40			Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Ткачев, С. В. Введение в органическую химию : учеб.-метод. пособие / С. В. Ткачев ; Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. общ. химии. - 7-е изд. - Минск : БГМУ, 2022. – 102 с.

2. Основы химии полимеров [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» / сост.: Н. Г. Васильева, В. П. Егорова // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/21722>. – Дата доступа: 04.11.2024.

Дополнительная литература

1. Биохимия / Е. С. Северин [и др.]. – М. : Медицина, 2000. – 166 с.

2. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров / Ю. Д. Семчиков [и др.]. – СПб. : Лань, 2021. – 224 с.

3. Шишонок, В. М. Высокомолекулярные соединения / В. М. Шишонок. – Минск : Выш. шк., 2012. – 535 с.

4. Шишонок М.В. Химия высокомолекулярных соединений: учеб. пособие / М.В. Шишонок. – Минск: Вышэйшая школа, 2021. – 624 с

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и применения знаний на практике, а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций.

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;

- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговых контрольных работ;
- тестовых заданий;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях;
- обсуждение рефератов;
- проекты;
- конспекты;
- разноуровневые задачи;
- защита лабораторных работ;
- экзамена.

Требования к выполнению самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов по учебной дисциплине «Основы химии полимеров» очная (дневная) форма получения образования

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин.	4	Изучить роль науки о полимерах среди других фундаментальных научных дисциплин	Конспект
2.	Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения.	4	Изучить понятия. Подготовить задачипо теме	Конспект
3.	Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи).	4	Изучить направления использования полимеров в народном хозяйстве	Реферат
2.	Анизотропия механических свойств. Композиционные материалы.	4	Изучить строение, реакциюнную способность и получение	Разработать разноуровневые задачи
3.	Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения.	4	Изучить химические реакции с полимерами, не приводящие к изменению их степени полимеризации	Компьютерная презентация «Полимераналогичные реакции»
4.	Переработка полимеров: каландрование, литье, прямое прессование, формование, экструзия, вспенивание, армирование, прядение волокон. Вторичная переработка пластмасс.	4	Изучить строение, реакциюнную способность и получение	Реферат «Переработка полимеров»

5.	Биополимеры как структурная основа живых организмов. Роль биополимеров в обмене веществ и энергии в биологических системах. Участие в процессах регуляции и воспроизведения	4	Изучить строение, реакционную способность и получение	Проект «Биополимеры»
6.	Биологическая роль полисахаридов, резервные и структурные полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Мукополисахариды.	6	Изучить биологическую роль полисахаридов	Подготовить тестовые задания по материалу темы «Биологическая роль биополимеров»
7.	Полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Классификация и номенклатура. Роль нуклеиновых кислот в организме.	6	Изучить строение, классификацию и роль нуклеиновых кислот в организме	Реферат «Роль нуклеиновых кислот в организме»

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Основы химии полимеров» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос, при получении студентом разрешения к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- критериально-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) дисциплины;
- рейтинговые контрольные работы.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного или программированного опроса на лабораторных занятиях с выставлением текущих оценок по десятибалльной шкале.

В качестве формы текущего контроля по учебной дисциплине «Основы химии полимеров» предусмотрен экзамен.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для текущей диагностики компетенций студента по учебной дисциплине «Основы химии полимеров» возможно применение следующего диагностического инструментария:

1. Устная форма:

- устный опрос,
- выполнение компетентностно-ориентированных заданий.

2. Письменная форма:

- составление структурно-логических схем,
- подготовка мультимедийных презентаций,
- заполнение таблиц,
- рефераты.

3. Устно-письменная форма:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой,
- отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой,
- отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой,
- экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- **Защита заданий** при выполнении студентами практических работ.

Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

- **Защита лабораторных работ** при выполнении их студентами.

Оценка за выполнение заданий включает: правильность и полноту выполнения задания; качество выполнения работы, её оформление; знание теоретического материала в рамках тематики работы, знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей.

Защита подготовленного студентом реферата.

При оценивании реферата внимание обращается на: соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы; постановку проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, логичность и последовательность в изложении материала; полное раскрытие темы, самостоятельность суждений и правильность оформления; объём исследованной литературы, способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой.

Требования к оформлению реферата: титульный лист (с указанием дисциплины, темы, ФИО студента), план, объем 6-9 печатных листов

формата А4, 14 шрифт, 1,25 абзац, Times New Roman, выравнивание по ширине, сквозная нумерация листов (титульный лист не нумеруется), обязательно список использованной литературы, ссылки на список по тексту.

Примерная тематика рефератов:

1. История развития науки о полимерах.
2. Значение полимеров в быту.
3. Полимеры в пищевой промышленности.
4. Искусственная пища.
5. Роль полимеров в природе.
6. Пластификация полимеров.
7. Композиционные материалы.
8. Полимерные стекла.
9. Полимеры в строительном производстве.
10. Полимеры в машиностроении и других отраслях промышленности.
11. Полимеры этилена.
12. Полимеры пропилена.
13. Полимеры стирола.
14. Полимеры бутадиена и их производных.
15. Полимерные кислоты и их производные.
16. Кремнийорганические (селиконовые) каучуки.
17. Фторсодержащие полимеры.
18. Серосодержащие полимеры.
19. Фурановые полимеры.
20. Белки.
21. Ферменты.
22. Нуклеиновые кислоты.
23. Олиго- и полисахариды.

- **Защита** подготовленной студентом **мультимедийной презентации**.

Оценка за выполнение мультимедийной презентации включает: соответствие содержания изучаемому учебному материалу; количество слайдов адекватно содержанию; оформлен титульный слайд; текст читается хорошо (выбран нужный размер шрифта); текст на слайде представляет собой опорный конспект (не перегружен словами); ошибки и опечатки отсутствуют; содержит средства визуализации (иллюстрации, таблицы, схемы и др.), соответствующие содержанию; выдержан единый стиль презентации; цвет фона и шрифта контрастны, при защите: логика изложения, доказательность, аргументированность, знание предмета и свободное владение текстом.

- **Защита** подготовленной студентом **сводной таблицы**.

Оценка за выполнение таблиц включает: соответствие теме задания; полноту изложения материала; лаконичность формулировок, наличие ключевых слов; концентрированное представление отношений между изучаемыми феноменами, выраженными в форме переменных; грамотность, отсутствие грамматических ошибок.

- Защита подготовленного студентом проекта.

Оценка подготовленного проекта включает: актуальность и значимость темы проекта; глубину раскрытия темы: соответствие содержания теме; сложность и трудоемкость проекта; умение обобщать и структурировать собираемые данные и разного рода информацию; степень использования средств наглядности, технических средств; оригинальность решения поставленной задачи, творческий подход к работе; результативность проекта; качество оформления отчетных материалов, конечного варианта проектного «продукта»; грамотность; при защите: логика изложения, доказательность, аргументированность, знание предмета и свободное владение материалом. Примерная тематика проектов:

- Защита подготовленной студентом структурно-логической схемы.

При оценивании структурно-логической схемы внимание обращается на: соответствие теме задания; полноту изложения материала; лаконичность формулировок, наличие ключевых слов; умение самостоятельно работать с большим количеством информации, возможность строить логические связи между темами изучаемого предмета; грамотность, отсутствие грамматических ошибок.

- Устные опросы.

При оценивании устного ответа внимание обращается на: знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, умение свободно беседовать; уровень домашней подготовки по теме; способность системно и логично излагать материал; анализировать, формулировать собственную позицию, делать выводы; отвечать на дополнительные вопросы.

В соответствии с учебным планом специальности промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена**.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа № 1. Полимеризация стирола в массе при различных концентрациях катализатора.

Лабораторная работа № 2. Получение разветвленных полиэфиров поликонденсацией фталевого ангидрида и глицерина.

Лабораторная работа № 3. Получение поливинилового спирта из поливинилацетата.

Лабораторная работа № 4. Химические свойства и распознавание текстильных волокон.

Лабораторная работа № 5. Качественные реакции белков.

Лабораторная работа № 6. Получение препарата уреазы и исследование ее ферментной активности. Продолжительность работы 2 часа.

Лабораторная работа № 7. Выделение крахмала и исследование его свойств.

Лабораторная работа № 8. Электрофорез ДНК в агарозном геле.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Высокомолекулярные соединения, их роль в природе и значение в народном хозяйстве.
2. Классификация полимеров по происхождению.
3. Классификация полимеров по строению главной цепи.
4. Понятие о стереорегулярности полимеров. Примеры.
5. Понятие о гомо- и сополимерах.
6. Классификация полимеров по отношению к нагреванию.

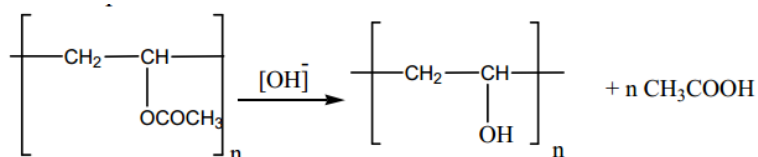
Примеры полимеров.

7. Классификация полимеров по форме макромолекул.
8. Понятие о дендримерах (строение и функции).
9. Радикальная полимеризация.
10. Катионная полимеризация.
11. Анионная полимеризация.
12. Ступенчатая полимеризация (характеристика, примеры).
13. Суспензионная полимеризация.
14. Полимеризация в массе (блоке).
15. Эмульсионная (латексная полимеризация).
16. Полимеризация в растворе.
17. Поликонденсация. Кинетика, катализ. Способы проведения.
18. Уравнение Карозерса и выводы из него.
19. Значение процесса поликонденсации в природе и технике.
20. Полимераналогичные превращения полимеров.
21. Внутримолекулярные превращения полимеров.
22. Химические превращения полимеров, приводящие к изменению молекулярной массы полимера.
23. Механическая деструкция полимеров.
24. Химическая деструкция полимеров.
25. Радиационная и ультразвуковая деструкция полимеров.
26. Фотохимическая и термическая деструкция.
27. Старение ВМС и меры его предотвращения.
28. Неограниченное и ограниченное набухание.
29. Дисперсии и эмульсии ВМС (определения, основные характеристики).
30. Коллоидные растворы (определение, основные понятия).
31. Студни и гели.
32. Понятие об агрегатных и фазовых состояниях полимеров.
33. Понятие о физических состояниях аморфных полимеров.
34. Кристаллическое фазовое состояние полимеров.
35. Механические свойства полимеров в аморфно-кристаллическом состоянии.
36. Анизотропия механических свойств полимеров.
37. Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты).

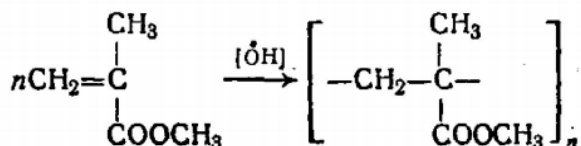
38. Важнейшие полимеры.
39. Понятие о пластмассах. Норпласты.
40. Пластификация полимеров.
41. Компаундирование.
42. Композиционные материалы (композиты).
43. Каландрование.
44. Литье.
45. Прямое прессование. Вспенивание.
46. Экструзия. Прядение.
47. Классификация волокон (с примерами).
48. Метод седиментации (центрифугирования).
49. Уникальные свойства биополимеров.
50. Функции белков в организме.
51. Амфифильность биополимеров и способность к самоорганизации.
52. Функции белков в организме.
53. Структура белка.
54. Понятие о фибриллярных и глобулярных белках (определение, примеры).
55. Строение и функции коллагена в организме.
56. Структура и особенности глобулярных белков.
57. Белоксодержащие комплексы: функции и особенности структуры.
58. Гликопротеины и протеогликаны.
59. Белок-белковые взаимодействия. Примеры.
60. Комплексы белков с синтетическими полиэлектролитами.
61. Функции углеводов в организме.
62. Олигосахариды.
63. Резервные полисахариды.
64. Мукополисахариды.
65. Функции нуклеиновых кислот в организме.
66. Первичная структура нуклеиновых кислот.
67. Полиморфизм ДНК.
68. А, Z -форма ДНК.
69. Вторичная и третичная структура РНК.
70. Нуклеосомы.
71. Наднуклеосомная укладка ДНК.
72. Надмолекулярные структуры внеклеточного матрикса.
73. Строение и функции протеогликанов.
74. Липополисахариды.
75. Нуклеопротеиды.
76. Химические формулы важнейших полимеров (синтетических и природных).

ПРИМЕРНЫЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ К ЭКЗАМЕНУ

1. Расшифруйте аббревиатуру ПС и напишите возможную реакцию получения ПС. Уточните, где конкретно применяется ПС.
2. Рассчитайте, сколько можно получить ПС из 20 г взятого Вами мономера, если выход продукта 90%, а степень полимеризации порядка 1000.
3. Расшифруйте аббревиатуру и напишите реакцию получения СКИ. Уточните, где конкретно применяется СКИ.
4. Рассчитайте количество углерода (%) в образце СКИ массой 100 г.
5. Расшифруйте аббревиатуру и напишите реакцию получения СКС.
6. Рассчитайте, сколько мономеров необходимо (при степени полимеризации СКС 2000 и 96% выходе) для получения 200 г СКС.
7. Сколько ПВА необходимо для получения 10 мл (ср. плотность 1,25 г/мл) ПВС, если выход продукта составил 70% ($n=100$).



8. В каких сферах народного хозяйства используется ПВС?
9. Сколько ММА необходимо для получения 10 г ПММА, если выход продукта составил 80% ($n=50$).



10. В каких сферах народного хозяйства используется ПММА?

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Форма контроля – экзамен

Баллы	Показатели оценки
1	2
10 (десять)	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
9 (девять)	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач. способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

<p>8 (восемь)</p>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; . использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>7 (семь)</p>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p>6 (шесть)</p>	<p>достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>5 (пять)</p>	<p>достаточные знания в объеме учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>

4 (четыре)	достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
2 (два)	фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
1 (один)	отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая и неорганическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (знакомство со строением атома)	Пр. № __ от ____ .2024 г.
Органическая химия		Согласовано на стадии Подготовки учебной программы (рассмотрено строение диенов)	