

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

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра химии

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

_____ профессор Саламов А.М.

факультета _____ Кодзоева Б.А.

« 22 » _____ апреля _____ 2026 г.

« 29 » _____ апреля _____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки

04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

«Органическая химия»

Квалификация выпускника

Химик.Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

МАГАС
2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Биоорганическая химия» являются:

- сформировать системные знания о закономерностях химического поведения основных биологически важных классов органических соединений и биополимеров во взаимосвязи с их строением;
- освоение студентами понятия об основных классах органических соединений, их взаимопревращений, механизмах реакций и биологической роли; понятий о биополимерах и биорегуляторах, их функциях.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биоорганическая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1; изучается в 7 семестре.

Как учебная дисциплина «Биоорганическая химия» связана со следующими дисциплинами: физика, биология, органическая химия, химические основы биопроцессов.

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать:

- принципы классификации и номенклатуру органических соединений;
- основные типы химических связей;
- основы современной теории строения;
- механизмы химических реакций;
- способы получения основных соединений, их свойства и области применения;
- основные принципы проведения конкретных химических экспериментов и обработку полученных результатов.

Уметь:

- находить связь между строением вещества и его химическими возможностями;
- работать в лаборатории с использованием простейшего лабораторного оборудования;
- составлять химические реакции любых химических процессов и выполнять на их основе необходимые расчеты.

Владеть:

- методикой проведения химического эксперимента в лабораторных условиях;
- умением правильного объяснения результатов эксперимента;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения			
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде УК-3.2. Понимает особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает /взаимодействует, учитывает их в своей деятельности (выбор категорий групп людей осуществляется образовательной организацией в зависимости от целей подготовки – по возрастным особенностям, по этническому или религиозному признаку, социально незащищенные слои населения и т.п.) УК-3.3. Прогнозирует результаты (последствия) личных действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата УК-3.4.	Знать – методики формирования команд; методы разработки командной стратегии и эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства. Уметь – разрабатывать командную стратегию; формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; применять эффективные стили руководства командой. Владеть: – умением анализировать, проектировать и организовывать коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.

		Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды	
Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения			
ПК-1	Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической промышленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1 Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках предложенного плана ПК-1.2. Систематизирует информацию, полученную в ходе собственных исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знать: - стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов; - типы функциональных материалов в химической технологии: катализаторы, адсорбенты, электроды, мембраны, сенсоры и др. - фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТС, основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов Уметь: - применять типовые приемы анализа веществ и материалов; - пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии; - систематизировать материалы по составу, свойствам и функциональному назначению; - оценить весь промышленный объект как большую химико-технологическую систему и грамотно описать ее иерархическую структуру; - использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа; - грамотно анализировать полученные результаты,

			сопоставлять с имеющимися в литературе; - оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований. Владеть: - стандартными инструментальными методами исследования органических веществ и материалов; - навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований.
--	--	--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия	54	54
Лекции	36	36
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа	54	54

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

Таблица 5.1.

Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№№ п/п	Наименование раздела (темы)	сем	нед	Виды учебной	Формы текущего контроля
-----------	--------------------------------	-----	-----	-----------------	----------------------------

				работы			успеваемости
				Л	ЛЗ	СР	
1.	Введение в биоорганическую химию.	1		2	1	2	Тест №1
2.	Пространственное строение.	1		2	1	3	
3.	Оптическая активность.	1		2	1	3	Тест №2
4.	Сопряжение и ароматичность.	1		2	1	3	коллоквиум
5.	Электронные эффекты.	1		2	1	3	
6.	Кислотность и основность.	1		2	1	3	Тест №3
7.	Классификация реакций и реагентов.	1		2	1	3	
8.	Реакции присоединения к алкенам.	1		2	1	3	
9.	Реакции замещения в аренах.	1		2	1	3	Тест №4
10.	Реакции галогенопроизводных.	1		2	1	3	коллоквиум
11.	Реакции присоединения к оксосоединениям.	1		2	1	3	
12.	Реакции карбоновых кислот.	1		2	1	3	Тест №5
13.	Реакции окисления и восстановления.	1		2	1	3	
14.	Полифункциональные соединения.	1		2	1	2	
15.	Гетероциклы.	1		2	1	2	коллоквиум
16.	Аминокислоты. Белки.	1		2	1	4	
17.	Углеводы.	1		2	1	4	
18.	Нуклеиновые кислоты.	1		2	1	4	
	ИТОГО:			36	18	54	

5.2. Содержание дисциплины «Биоорганическая химия»

Введение. Предмет биоорганической химии. Понятие о биогенных элементах, метаболизме, метаболитах и антиметаболитах. Классификация органических соединений по строению углеродной цепи. Функциональные группы. Важнейшие классы органических соединений. Классификация органических реакций. Тривиальная и радикало-функциональная номенклатура. Заместительная номенклатура ИЮПАК. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы, карбокатионы и карбоанионы. Механизмы органической реакции, понятие о лимитирующей стадии, энергетический профиль реакции. Понятия «субстрат», «реагент», «реакционный центр».

Стереохимия алканов. Стереохимические формулы. Конформации открытых цепей. Конформации циклических соединений.

Оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Проекционные формулы Фишера. Диастереомеры. Мезо-формы.

Сопряженные системы; π - π -сопряжение, p, π -сопряжение. Энергия сопряжения (делокализации). Аromaticность, правило Хюккеля.

Эффекты. Индуктивный эффект. «Эффект затухания». Мезомерный эффект. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

Кислоты- основания. Кислоты Бренстеда, кислотный центр. Сопряженные кислоты и основания. Факторы, влияющие на силу кислот. Основания Бренстеда, основной центр, типы оснований. Факторы, влияющие на силу оснований.

Реакции электрофильного присоединения (A_E) к ненасыщенным соединениям: галогенирование, гидрогалогенирование и гидратация алкенов. Правило Марковникова.

Электрофильное замещение (S_E) в ароматических соединениях (π -, σ -комплексы). Механизм реакции галогенирования, нитрования, сульфирования и алкилирования бензола, роль кислот Льюиса.

Реакции нуклеофильного замещения в галогенопроизводных и спиртах. Реакции нуклеофильного замещения в галогенопроизводных: взаимодействие с водой, щелочами, алкоголями, фенолями, гидросульфидами, тиолями, аммиаком.

Реакции нуклеофильного присоединения (A_N) к альдегидам и кетонам: взаимодействие с гидридами металлов, магниорганическими соединениями, водой, спиртами (полуацетали и ацетали) и тиолами. Взаимодействие альдегидов с гидроксиламином, гидразином и его производными. Галоформное расщепление. Альдольное присоединение (конденсация).

Реакции нуклеофильного замещения (S_N) у sp^2 -гибридизованного атома углерода (карбоновые кислоты и их функциональные производные). Реакции ацилирования: образование ангидридов, сложных эфиров и тиоэфиров и обратные им реакции гидролиза.

Окислительно-восстановительные реакции в органических соединениях. Окисление спиртов, тиолов, альдегидов и кетонов, аминов. Реакции восстановления альдегидов и кетонов, дисульфидов, иминов. Понятие о действии систем НАД⁺ - НАДН, убихинон- убихинол.

Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Образование хелатных комплексов, сложных эфиров. Диамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин, гексаметилендиамин. Биосинтез и биологическая роль. **Двухосновные карбоновые кислоты:** щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Поведение при нагревании. Превращение янтарной кислоты в фумаровую.

Аминоспирты: 2-аминоэтанол-1 (коламин), холин, ацетилхолин. Биосинтез. Биологическая роль. Аминофенолы. Биосинтез адреналина из фенилаланина, стадии и катализаторы.

Гидроксикислоты: молочная, яблочная, винная, лимонная. Поведение при нагревании: лактиды, лактоны. Оксокислоты: глиоксильная, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая: биосинтез. Кето-енольная таутомерия.

Гетероциклы: пиррол, индол, пиридин, хинолин, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин. Понятие о строении тетрапиррольных соединений (порфин, гем). Производные пиридина - никотинамид, пиридоксаль, изоникотиновая кислота и ее производные.

Аминокислоты. Классификация. Номенклатура. Кислотно – основные свойства, биполярная структура. Стереои́зомерия. Классификация *α*-аминокислот: а) по химической природе радикала б) по полярности радикала в) по кислотно-основным свойствам. Биосинтез *α* – аминокислот: восстановительное аминирование и трансаминирование. Химические свойства *α* – аминокислот: образование внутрикомплексных солей, реакции этерификации, ацилирования, образование иминов. Поведение при нагревании. Биологически важные реакции *α*-аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного). Реакции гидроксирования. Декарбоксилирование *α* – аминокислот: образование коламина, гистамина, триптамина, серотонина, кадаверина, β - аланина, γ - аминomásляной кислоты. Пептиды и белки. Строение и свойства пептидной группы. Первичная структура белков. Частичный и полный гидролиз. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеиды, нуклеопротеиды, фосфопротеиды.

Углеводы. Классификация моносахаридов. Альдозы, кетозы, триозы, пентозы, гексозы. Стереои́зомерия моносахаридов. Д-и L-ряды. Открытые и циклические формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса. Фуранозы и пиранозы: α - и β - аномеры. Цикло-оксотаутомерия. Конформации пиранозных форм моносахаридов. Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2 - дезоксирибоза , аминосахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин). Нуклеофильное замещение у аномерного центра в моносахаридах: О – и N – гликозиды. Гидролиз гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аминосахаров. Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Восстановление моносахаридов: ксилит, сорбит, маннит.

Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстановительные свойства. Гидролиз. Полисахариды. Крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, целлюлоза. Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза).

Нуклеиновые основания: пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин). Комплементарность нуклеиновых оснований. Нуклеозиды, их гидролиз. Строение и номенклатура мононуклеотидов, гидролиз нуклеотидов. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. РНК и ДНК, нуклеотидный состав и гидролиз. Вторичная структура ДНК. Нуклеозидмоно-и полифосфаты- АМФ, АДФ, АТФ. Понятие о макроэргических связях.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается заложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

На лекциях используются в качестве демонстрационного материала Периодическая система элементов Д. И. Менделеева и ряд других справочных таблиц.

При изучении свойств отдельных химических соединений и химических процессов предусматривается постановка лекционных демонстрационных опытов.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

Для более основательной оценки усвояемости теоретического материала студентами используются тесты, а также традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При прохождении лабораторного практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание (лабораторные опыты) из лабораторного практикума по общей и бионеорганической химии. Процесс выполнения лабораторных опытов осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой лабораторный журнал, где записывает результаты опытов, наблюдения, составляет уравнения реакций химических процессов, если нужно производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной лабораторной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение тестового метода «защиты».

Групповая работа в химической лаборатории стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

В лабораторном практикуме при выполнении отдельных опытов используется метод проблемного обучения: студент получает задание на химический процесс, методику которого он должен подобрать самостоятельно, исходя из имеющихся реактивов, обсудить ее с преподавателем и затем приступить к его выполнению.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лекционные занятия проводятся 1 раз в неделю в объеме 1 часа в 7 семестре. Лабораторные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов в неделю. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, выполняют контрольные работы.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Тюкавкина Н.А, Бауков Ю.П. Бионеорганическая химия М.: Медицина, 2011.
2. Руководство к лабораторным занятиям по бионеорганической химии под реакцией Н.А. Тюкавкиной. М.: Медицина, 2009.
3. Овчинников Ю.А. Бионеорганическая химия М.: Просвещение, 1987

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Введение в биоорганическую химию. Пространственное строение. Оптическая активность. Сопряжение и ароматичность. Электронные эффекты. Кислотность и основность. Классификация реакций и реагентов.	8	собеседование
2.	Реакции присоединения к алкенам. Реакции замещения в аренах. Реакции галогенопроизводных.	10	собеседование
3.	Реакции присоединения к оксосоединениям. Реакции карбоновых кислот.	8	собеседование
4.	Реакции окисления и восстановления. Полифункциональные соединения.	10	собеседование
5.	Гетероциклы. Аминокислоты. Белки.	8	собеседование
6.	Углеводы. Нуклеиновые кислоты.	10	собеседование

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы для собеседования

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов: а) 3,4-диметилгексен-3; б) 2-метилпентадиен-1,4; в) 2,5-диметилгептин-3; г) 4-метилпентин-2.
2. Нарисуйте структурные формулы ароматических углеводородов с десятью π -электронами.
3. Сравните кислотность: а) этанола и 2,2,2-трибромэтанола; б) фенола и 2,4-динитрофенола.
4. Напишите реакцию гидратации пропена в кислой среде с последующим окислением продукта присоединения. Укажите механизм реакций.
5. Напишите реакцию циклопентанона с метиламином и с диметиламином. По какому механизму протекают эти реакции?
6. Сравните отношение к нагреванию следующих дикарбоновых кислот: щавелевой, янтарной, фталевой. Напишите схемы реакций.
7. При гидролизе фосфолипида образовались следующие соединения: глицерин, холин, 2 молекулы олеиновой кислоты, фосфорная кислота. Приведите структуру исходного фосфолипида и назовите его.
8. Напишите реакцию получения витамина А из витамина А₁, опишите область их применения в медицине.
9. Какие структурные фрагменты, содержащиеся в молекуле глюкозы, обнаруживаются реакцией с гидроксидом меди (II)? Напишите уравнение реакции.

10. Напишите реакцию образования дисахарида с α -1,4-гликозидной связью из двух молекул 3-дезоксигалактозы. Поясните, обладает ли продукт восстанавливающим действием.
11. Напишите качественную реакцию на мочевины – образование биурета.
12. Напишите для каждого из гормональных соединений (андростерон, эстрон, эстриол) следующие реакции: а) с водным раствором едкого натра; б) с натрием. Почему возможны эти реакции?

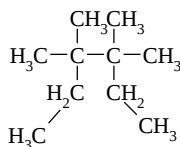
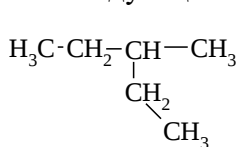
Вариант 2

1. Расположите в ряд по увеличению кислотности: CH_3COOH , CCl_3COOH , FCH_2COOH , HCOOH .
2. Расположите в ряд по увеличению основности: CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$, $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$.
3. Изобразите конформационные изомеры для 3,5-диоксигептанола и назовите их.
4. Покажите оптические изомеры 2,4-диаминогексановой кислоты. Укажите среди них энантиомеры и диастереомеры.
5. Напишите реакцию получения полуацетала и ацетала, исходя из пропанола и бутилового спирта.
6. Напишите реакцию формальдегида с водой.
7. Напишите реакции ацетальдегида: а) с анилином; б) с гидросульфитом натрия.
8. Напишите реакцию этерификации янтарной кислоты с бензиловым спиртом, приведите механизм реакции.
9. Напишите реакцию хлорирования уксусной кислоты. Объясните повышенную активность атома водорода при α -углеродном атоме.
10. Напишите реакцию окисления бутен-2-овой кислоты по Вагнеру.
11. Напишите реакцию образования метилбутирата. Приведите механизм реакции.
12. Выберите соединения, которые вступают в реакцию с яблочной кислотой: HBr , HCN , KOH , бром. Напишите эти реакции.
13. Среди предложенных выберите соединения, которые реагируют с ацетилсалициловой кислотой: этанол, HCl , NH_3 , Cl_2 , NaOH . Напишите эти реакции.
14. Напишите реакции окисления D-галактозы в разных условиях (в растворе бромной воды, в азотной кислоте, в растворе щелочи, под действием ферментов).
15. Напишите реакцию образования α -метил-D-рибопиранозиды. Обладает ли продукт восстанавливающими свойствами и почему?
16. Напишите реакцию окисления α -фенил-D-галактопиранозиды до соответствующей кислоты. Укажите гликозидные связи.
17. Напишите реакцию образования гликозида из фруктозы и бутанола-2. Укажите гликозидную связь.

Примерный комплект заданий для контрольных работ по дисциплине «Биоорганическая химия»

Контрольная работа по теме «Алканы».

1. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре ИЮПАК :

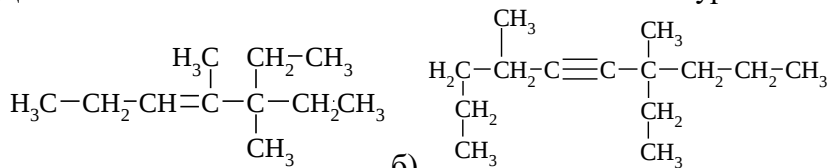


2. Составьте структурные формулы следующих соединений:
а) 3-метил-4-изопропилотан б) диизопропилметан
3. Получите гексан :

- а) по реакции Вюрца б) по реакции Кольбе в) по способу Дюма
г) из соответствующего спирта
- Рассмотрите механизм реакции S_R на примере реакции Кольбе.
 - Напишите уравнения реакций пропана (4 балла): а) Cl_2, hv ; б) HNO_3 (разб.), t, p ; в) $SO_2 + O_2$; г) горение
 - Что такое конфигурация. Приведите проекционные формулы Ньюмена для бутана, назовите их, составьте энергетическую диаграмму (4 балла).
 - Что такое конформация. Приведите проекционные формулы Ньюмена для этана, назовите их, составьте энергетическую диаграмму.

Контрольная работа по теме: «Непредельные углеводороды»

- Дайте названия УВ по систематической номенклатуре.



- Напишите структурные формулы.
а) 2,2,4, - триметилпентен – 3 б) 3,4 – диэтилгексин – 1
- В чем причина повышения кислотных свойств терминальных алкинов.
- Приведите механизм (A_E) в алкенах
- Получите дивинил: а) из нефти б) реакцией Лебедева в) из соответствующего дигалогенопроизводного
- Напишите уравнение реакций бутена-1 с: а) водородом, б) HCl , в) H_2O в кислой среде, г) озонном с последующим гидролизом, д) надуксусной кислотой е) водным раствором $KMnO_4$, ж) Br_2 / H_2O з) полимеризация.
- В чем сущность эффекта сопряжения (на примере дивинила). Укажите длины связей $C-C$ и перекрывание P_z - орбиталей.

Контрольная работа по теме «Ароматические углеводороды.»

- Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:

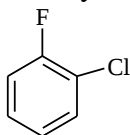


- Составьте структурные формулы следующих соединений:
а) 3,4-дихлор-2-метилдифенил
б) 2,2,2- тринитротрифенилметан
в) амфи-дихлорнафталин
г) п-хлорбензолсульфокислота
- Рассмотрите механизм реакции S_E (аром.) на примере реакции нитрования бензола.
- Какой вид ориентации- согласованная или несогласованная- наблюдается для о-хлорбензойной кислоты? Какой продукт получается в результате мононитрования?
- Напишите уравнения реакций нафталина с:
а) H_2SO_4 ($80^\circ C$) б) O_2, V_2O_5 .
в) 3 моль HNO_3 г) $Br_2, (Fe)$
- Какой вид ориентации- согласованная или несогласованная- наблюдается для м-нитрофенола? Какой продукт получается в результате монохлорирования? Напишите уравнение реакции

7.Получите этилбензол всеми возможными способами

Контрольная работа по теме «Галогенопроизводные»

6. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



а)

б) $\text{CHCl}_2\text{-CHCl}_2$

в) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-Br}$

2. Составьте структурные формулы следующих соединений:

а) 1-бром-2-метилпентен-2

б) бензилидендихлорид

в) 2,3-дибром-2-фторгексан.

3. Получите хлорэтан четырьмя способами

4. Напишите уравнения реакций этилиодида с:

а) цианидом натрия; б) аммиаком; в) ацетатом натрия;

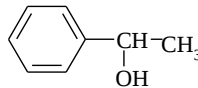
г) гидросульфидом натрия; д) нитритом серебра.

5. Рассмотрите механизм реакции нуклеофильного замещения

6. Рассмотрите механизм реакции элиминирования

Контрольная работа по теме «Спирты, фенолы»

1. Дайте названия по номенклатуре ИЮПАК следующим соединениям



а) $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CHOH-CH}_3$

б)

2. Составьте структурные формулы следующих соединений:

а) этилкарбинол б) 2,4-динитрофенол

3. Получите этиленгликоль по реакции Вагнера

4. Получите бутанол-2 по реакции Кучерова

5. Получите фенол кумольным способом

6. Напишите бутанол-2 с хлоридом фосфора (5)

7. Напишите реакции фенола с гидроксидом калия

8. Напишите уравнение реакции внутримолекулярной дегидратации пропанола-1

Контрольная работа по теме: «Оксосоединения. Карбоновые кислоты».

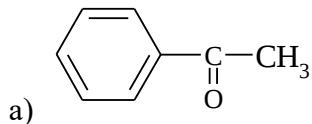
1. Составьте структурные формулы (3 балла):

а) коричный альдегид

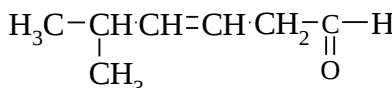
б) метилвинилкетон

в) изовалериановый альдегид

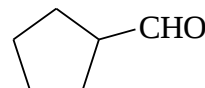
2. Назовите следующие соединения (3 балла):



б)



в)



3. Напишите уравнения реакций масляного альдегида с (5 баллов):

а) фенилгидразином

б) NaHSO_3 в) LiAlH_4 с последующим гидролизом г) $\text{Ag(NH}_3\text{)OH}$

4. Рассмотрите механизм этерификации.

5. Получите п- толуиловый альдегид из:

а) толуола б) п- ксилола

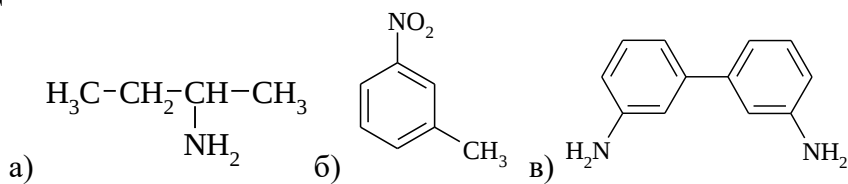
6. Напишите уравнения реакций валериановой кислоты с а) SOCl_2

б) $\text{C H}_3\text{OH}$ в) NaOH г) K_2CO_3

7. Рассмотрите механизм реакции нуклеофильного присоединения к оксогруппе

Контрольная работа по теме: «Азотсодержащие соединения».

1. Дайте названия:



2. Составьте структурные формулы.

а) м-нитро-N-метиланилин, б) 2-амино-2-нитробутан,

в) хлорид тетраэтиламмония.

3. Получите бензиламин из соответствующих соединений:

нитросоединения, нитрила, амида кислоты, галогенопроизводного.

4. Напишите уравнения реакций изопропиламина с: а) H_2SO_4 , б) пропионовым ангидридом, в) HNO_2 , г) пропаналем д) хлороформом в присутствии щелочи

5. Напишите уравнения реакций 2-нитропропана:

а) с водородом, б) с изомасляным альдегидом, в) с гидроксидом натрия, г) с бромом.

6. Осуществите превращения по схеме:

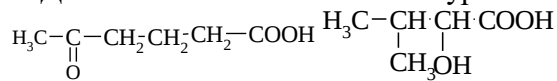
толуол $\rightarrow$ о-нитротолуол $\rightarrow$ о-толуидин $\rightarrow$ диазосоединение $\rightarrow$ о-крезол.

7. Напишите уравнения реакций п-толилдiazонийхлорида с:

а) водой, нагрев б) иодид калия в) этанол, нагрев д) р-ция Шимана

Контрольная работа по теме: «Оксикислоты. Оксокислоты».

1. Дайте названия по номенклатуре ИЮПАК следующим соединениям:



2. Составьте структурные формулы следующих соединений:

лимонная кислота

2-оксо-3-этилпентановая кислота

β -оксокапроновая кислота

3. Получите α -оксипропионовую кислоту всеми возможными способами

4. Получите β -оксомасляную кислоту всеми возможными способами

5. Напишите уравнения реакций α -оксимасляной кислоты а) натрием б) гидроксидом натрия в) этанол, нагрев д) пентахлоридом фосфора

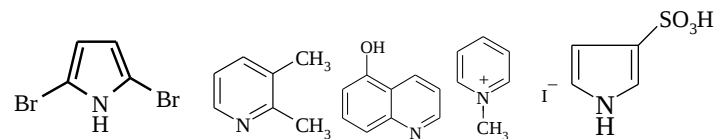
6. Напишите уравнения реакций β -оксопропионовой кислоты с а) циановодородом б) бисульфитом натрия в) этанол, нагрев д) пентахлоридом фосфора

7. Для треонина (2-амино-3-метилбутановой кислоты) составьте формулы Фишера, укажите энантиомеры и диастереомеры

Контрольная работа по теме: «Гетероциклы».

Вариант №1

1. Дайте названия по номенклатуре ИЮПАК следующим соединениям:



2. Составьте структурные формулы следующих соединений:

2-метилхинолин

Пиррол-3-сульфокислота

3. Получите 2-этилпиррол из диальдегида
4. Получите 3-метилендол по реакции Фишера
5. Получите 5-оксихинолин по реакции Скраупа
6. Напишите уравнения реакций 2-метилпиррола с: а) этилмагнийбромидом б) хлором в) азотной кислотой д) серной кислотой
7. Напишите уравнения реакций 2-метилпиридина с: а) этилбромидом б) хлором в) азотной кислотой д) серной кислотой

Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

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

Примерные варианты тестовых заданий

1. Какие из приведенных ниже формул соответствуют α-аминокислотам?

- $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH(NH}_2\text{)-COOH}$
- $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$
- $\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$

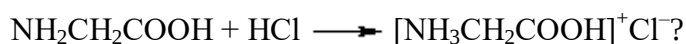
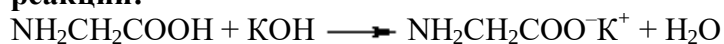
2. Оптическая изомерия не характерна для:

- 2-аминопропановой кислоты
- 2-амино-2-метилпропановой кислоты
- 2-аминобутановой кислоты

- 3-аминобутановой кислоты
- аминокснтовой кислоты

3. Сколько изомерных аминокислот имеют состав $C_4H_9O_2N$?

5. Какие свойства аминоксусной кислоты характеризуют следующие уравнения реакций:



- кислотные свойства
- восстановительную способность
- амфотерность
- основные свойства
- окислительную способность

5. По карбоксильной группе в реакции с аминоксусной кислотой вступают:

- $H_2C=O$
- KOH
- CH_3OH
- HCl
- NH_3
- Zn
- $KMnO_4$

6. Укажите реагенты, взаимодействующие с аминоксусной кислотой по аминогруппе.

- HCl
- Mg
- $NaOH$
- CH_3Cl

- HNO_2
- CH_3OH

7. Жиры относятся к классу

- простых эфиров
- многоатомных спиртов
- карбоновых кислот
- предельных спиртов
- сложных эфиров

8. Молекулы жиров состоят из остатков:

- глицерина и высших двухосновных кислот
- глицерина и высших непредельных одноосновных кислот
- глицерина и высших одноосновных карбоновых кислот
- этиленгликоля и двухосновных кислот
- одноатомных спиртов и высших карбоновых кислот
- глицерина и высших предельных одноосновных кислот

9. Пиррол отличается от пиридина

- наличием амфотерных свойств
- числом атомов углерода в цикле
- числом атомов азота в молекуле
- меньшей активностью при электрофильном замещении
- проявлением кислотности
- числом электронов в системе сопряжения
- повышенной основностью

10. По распределению электронной плотности в кольце пиридин наиболее схож

- с анилином
- с нитробензолом

- с пирролом
- с бензолом
- с фенолом

Примеры заданий выходного тестирования

1. Какое соединение относится к классу оксикислот:

- А. Молочная кислота Б. Синильная кислота В. Уксусная кислота
Г. Масляная кислота Д. Пропановая кислота

2. Какое соединение образуется в реакции уксусной кислоты с аммиаком:

- А. Метилацетат Б. Фенол В. Ангидрид уксусной кислоты
Г. Этилацетат Д. Амид уксусной кислоты

3. Какое из перечисленных соединений не может входить в состав жиров:

- А. Линолевая кислота Б. Бутанон-2 В. Олеиновая кислота
Г. Глицерин Д. Пальмитиновая кислота

4. Какое из указанных соединений проявляет свойства альдегидов:

- А. Сахароза Б. Рибоза В. Этиленгликоль Г. Глицерин Д. Пропанол-1

5. Какое из соединений обладает одновременно свойствами спиртов и карбоновых кислот:

- А. Бензиловый спирт Б. Этанол В. Бензойная кислота Г. Стеариновая кислота Д. Винная кислота

6. Укажите тривиальное название этановой кислоты:

- А. Масляная кислота Б. Уксусная кислота В. Молочная кислота
Г. Фталевая кислота Д. Олеиновая кислота

7. Явление кето-енольной таутомерии наблюдается в следующем соединении:

- А. Бутанол-2 Б. Уксусная кислота В. 2,2-диметилпропаналь
Г. Ацетоуксусный эфир Д. Пропанол-1

8. Какое из перечисленных соединений входит в состав жиров:

- А. Глицерин Б. Толуол В. Этанол Г. Бутаналь Д. Бензол

9. Какое из указанных соединений входит в состав фосфолипида кефалина:

А. Толуол Б. Пропаналь В. Коламин (2-аминоэтанол-1) Г. Бензол Д. Аммиак

10. С каким из указанных соединений будет реагировать метиламин:

А. Этан Б. HCl В. NaOH Г. Аммиак Д. Бутадиен

Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Дайте определение органической химии
2. Основные положения теории химического строения
3. В чём суть тривиальной номенклатуры (примеры)
4. В чём суть радикало-функциональной/рациональной номенклатуры (примеры)
5. В чём суть заместительной номенклатуры ИЮПАК. (примеры)
6. Классификация органических соединений по строению углеродной цепи.
7. Классификация по природе функциональных групп, классы органических соединений.
8. Способ образования и характеристика ковалентной связи (примеры)
9. Способ образования и характеристика донорно-акцепторной (примеры)
10. Способ образования и характеристики ионной связи (примеры)
11. Способ образования и характеристики водородной связи. (примеры)
12. Гомолитический способ разрыва химической связи, примеры
13. Гетеролитический способ разрыва химической связи, примеры
14. Понятие о свободных радикалах, карбокатионах и карбоанионах, строение
15. Дайте определения- механизм органической реакции, энергетический профиль моно- и бимолекулярной реакций, лимитирующая стадия.

16. Классификация реагентов: свободные радикалы, электрофилы, нуклеофилы.
17. Классификация химических реакций по изменению связей в субстрате и реагенте, по конечному результату, молекулярности, изменению степени окисления.
18. Сопряженные системы; π - π -сопряжение, примеры.
19. Сопряженные системы; σ , π -сопряжение, примеры.
20. Индуктивный эффект, электронодонорные и электроноакцепторные заместители
21. Мезомерный эффект, электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
22. Кислоты Бренстеда-Лоури, их типы, факторы, влияющие на их устойчивость.
23. Основания Бренстеда-Лоури, их типы, факторы, влияющие на их устойчивость.
24. Кислоты и основания Льюиса.
25. Дайте определения- оптическая активность, энантиомеры, рацематы, проекционные формулы Фишера.
26. Схема поляриметра.
27. Оптическая активность соединений с одним хиральным центром- глицеральдегид, молочная кислота. D,L- -стереохимическая номенклатура.
28. R,S-стереохимическая номенклатура.
29. Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, sp^3 - гибридизация.
30. Способы получения алканов: из природного сырья, гидрирование непредельных углеводородов, восстановление органических соединений, реакция Вюрца, Кори-Хауса, Кольбе, Дюма, Бертелло.
31. Стереохимия алканов, проекционные формулы Ньюмена для этана и бутана.
32. Физические свойства алканов
33. Химические свойства алканов : галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление, крекинг.
34. Циклоалканы, классификация, номенклатура, изомерия.
35. Способы получения циклоалканов: из дигалогеноалканов, через карбены, фотодимеризация алкенов, диеновый синтез, гидрирование ароматических углеводородов.
36. Физические свойства циклоалканов
37. Химические свойства циклоалканов, отличие свойств малых циклов.
38. Стереохимия циклов, Байера и термодинамический подход. Конформации цикlopентана, циклогексана.
39. Алкены. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. sp^2 - гибридизация.
40. Способы получения алкенов: дегидрирование алканов, гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование и дегидратация (правило Зайцева), дегалогенирование, реакция Виттига.
41. Физические свойства алкенов
42. Химические свойства алкенов: гидрирование. Механизм электрофильного присоединения (A_E) галогенов, галогеноводородов, воды, гидроксимеркурирование-демеркурирование, гидроборирование, кислот, алкилирование, правило Марковникова. Перекисный эффект Караша. Полимеризация. Окисление алкенов, эпоксидирование, озонолиз, реакция Вагнера.
43. Алкадиены. Классификация, номенклатура и изомерия.
44. Сопряженные диены, электронное строение, π , π - сопряжение.
45. Способы получения диенов: из нефти, реакция Лебедева, дегидратация, дегидрогалогенирование, из ацетилена.
46. Физические свойства сопряженных диенов
47. химические свойства сопряженных диенов. Гидрирование, присоединение галогенов и галогеноводородов. Диеновый синтез. Полимеризация сопряженных диенов. Синтетический и натуральный каучук, их пространственное строение. Вулканизация каучука: резина и эбонит.
48. Алкины. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, sp - гибридизация.
49. Пиролизный и карбидный способы получения ацетилена, Способы получения гомологов ацетилена. 50. Физические свойства алкинов

- 51.** Химические свойства алкинов: каталитическое и частичное гидрирование, реакции Кучерова, присоединение галогеноводородов спиртов, кислот, циановодорода. Реакции олигомеризации. Кислотные свойства алкинов, ацетилениды металлов.
- 52.** Бензол и его гомологи. Номенклатура и изомерия.
- 53.** Электронное строение бензольного кольца, π, π - сопряжение. Понятие об ароматичности, правило Хюккеля.
- 54.** Способы получения бензола и его гомологов: из природного сырья, циклизация-ароматизация алканов, из ацетилена, реакция Дюма, Вюрца-Фиттига, Фриделя - Крафтса.
- 55.** Химические свойства ароматических соединений. Присоединение водорода и галогенов. Электрофильное замещение в ароматическом ядре (S_E), механизм реакции. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования, ацилирования. Окисление бензола и его гомологов. Правила ориентации в бензольном ядре. Заместители I и II рода.
- 56.** Номенклатура и изомерия производных нафталина, ароматичность, электронное строение.
- 57.** Способы получения нафталина.
- 58.** Физические свойства нафталина
- 59.** Химические свойства нафталина: реакции присоединения водорода, бромирование, диеновый синтез. Реакции электрофильного замещения. Реакции нуклеофильного замещения в нафталине. Реакции окисления.
- 60.** Галогенопроизводные углеводородов, классификация. Алкилгалогениды, гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Способы получения: радикальное галогенирование, присоединение галогеноводородов, замещение галогена на галоген, замещение гидроксогруппы. Физические и химические свойства галогеноалканов. Механизм реакции бимолекулярного (S_N2) и мономолекулярного (S_N1) нуклеофильного замещения. Реакции элиминирования (отщепления).
- Реакции замещение галогенов, гидролиз, взаимодействие с аммиаком, аминами, сульфидами и гидросульфидами металлов, цианидами, алкоголятами, нитритами металлов, получение литий- и магнийорганических соединений, восстановления галогеналканов. Реакции элиминирования..
- 61..** Непредельные галогенопроизводные, классификация. Винилхлорид, способы получения, физические и химические свойства. Арилгалогениды. Хлорбензол, способы получения, физические и химические свойства.
- 62..** Спирты, классификация. Предельные одноатомные спирты, гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Способы получения спиртов: гидратация алкенов(прямая, гидроксимеркурирование-демеркурирование, гидроборирование), восстановление карбонильной группы, синтез с использованием металлоорганических соединений, гидролиз, из природного сырья. Физические свойства. Химические свойства алканолов: образование алкоголятов, внутри -и межмолекулярная дегидратация, образование сложных эфиров минеральных и органических кислот, зашение ОН-группы на галоген. Окисление, дегидрирование спиртов.
- 63..** Двухатомные спирты, классификация. Этиленгликоль, способы получения, физические и химические свойства: образование алкоголятов, эфиров, дегидратация, окислительное расщепление α -гликолей.
- 64..** Фенолы, классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения фенолов: из каменноугольной смолы, щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенопроизводных, синтез через соли диазония, кумольный способ. Химические свойства фенолов: образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции, карбоксилирование. Окисление и восстановление фенолов.
- 65.** Простые эфиры, номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства.
- 66.** Оксосоединения, классификация. Строение оксогруппы. Гомологический ряд. Номенклатура. Физические свойства. Способы получения оксосоединений: окисление спиртов, гидролиз дигалогенопроизводных, пиролиз солей карбоновых кислот, реакция Кучерова,

Вакер-процесс, гидроформилирование, магнийорганический синтез, окисление углеводов. Химические свойства оксосоединений: присоединение циановодорода, гидросульфита натрия, воды, спиртов, взаимодействие с аммиаком, гидроксиламином, гидразином и его производными, с магнийорганическими соединениями, с хлоридом фосфора (V). Окисление оксосоединений (правило Попова). Замещение в α -положение. Галоформное расщепление. Альдольная и кротоновая конденсация. Окисление и восстановление оксосоединений, реакции Канниццаро, Тищенко. Полимеризация альдегидов.

67. Непредельные оксосоединения. Основные представители, способы синтеза акролеина: дегидратация глицерина, окисление, реакции конденсации.

Химические свойства акролеина: присоединение воды, галогеноводорода, циановодорода, гидросульфита натрия. Метилвинилкетон. Физические свойства, способы получения: гидратация винилацетилена, конденсация формальдегида с ацетоном. Химические свойства: реакция Михаэля, полимеризация.

68. Ароматические альдегиды. Основные представители. Методы синтеза: окисление аренов, гидролиз дигалогенопроизводных, реакции Розенмунда, Гаттермана-Коха, Вильсмайера. Химические свойства ароматических альдегидов: реакции Канниццаро, Кляйзена, Перкина, бензоиновая конденсация, хлорирование, взаимодействие с аммиаком. Ароматические кетоны. Основные представители. Методы синтеза: из кетена, реакция Фриделя – Крафтса, окисление аренов. Химические свойства ароматических кетонов: галогенирование, перегруппировка Бекмана, расщепление амидом натрия.

69. Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Гомологический ряд. Строение карбоксильной группы. Физические свойства. Методы синтеза предельных одноосновных кислот: реакции окисления, гидролиза галогенпроизводных, нитрилов, металлоорганический синтез, оксосинтез, карбонилирование щелочи и алкоголятов. Синтез муравьиной кислоты. Химические свойства предельных одноосновных кислот: образование солей, галогеноангидридов. Свойства галогеноангидридов. Образование ангидридов и амидов кислот, их свойства. Реакция этерификации и ее механизм. Галогенирование. Реакция Геля-Фольгарда-Зелинского. Особенности химических свойств муравьиной кислоты. Декарбоксилирование предельных одноосновных кислот (реакция Хунсдиккера). Восстановление кислот и их сложных эфиров.

70. Дикарбоновые кислоты. Гомологический ряд. Кислотные свойства. Физические свойства. Методы синтеза дикарбоновых кислот: окисление диолов, омыление динитрилов, окисление циклических кетонов, реакции теломеризации, Кольбе. Синтез щавелевой кислоты. Недоокись углерода. Химические свойства дикарбоновых кислот: поведение при нагревании, реакция Дикмана. Малоновая кислота и ее эфиры, использование в органическом синтезе.

71. Ароматические монокарбоновые кислоты. Способы получения: окисление аренов, кетонов, гидролиз галогенопроизводных и нитрилов, взаимодействие аренов с фосгеном, металлоорганический синтез. Химические свойства ароматических монокарбоновых кислот: образование солей, сложных эфиров, галогеноангидридов, ангидридов (реакция Вильямсона), пероксидов, декарбоксилирование. Ароматические дикарбоновые кислоты. Фталевая кислота, получение и свойства. Фталаты, фталимид, глифтали. Ароматические дикарбоновые кислоты. Терефталевая кислота, получение и свойства, лавсан, кевлар.

72. Непредельные монокарбоновые кислоты, основные представители. Физические свойства. Синтез акриловой кислоты из алкенов, ацетилен. Полимеры акриловой кислоты и ее гомологов и производных. Синтез метакриловой кислоты и ее полимеры. Непредельные дикарбоновые кислоты: малеиновая и фумаровая. Способы получения и свойства.

73. Предельные нитросоединения. Изомерия, номенклатура. Строение нитро-группы. Способы получения: реакция Коновалова, обменные реакции. Амбидентность нитрит-ионов. Физические и химические свойства алифатических нитросоединений: восстановление, нитро-аци-нитротавтомерия, взаимодействие с азотистой и серной кислотами.

74. Ароматические нитросоединения, основные представители. Способы получения: нитрование, действие трифторнадукусной кислоты. Физические свойства. Химические

свойства ароматических нитросоединений: восстановление в кислой и щелочной средах. Замещение в ароматическое ядро. Комплексы с переносом заряда.

75. Алифатические амины. Классификация, изомерия и номенклатура. Методы синтеза: реакции Гофмана, Габриэля, расщепление амидов гипогалогенидами (механизм реакции), из спиртов, восстановление нитросоединений и нитрилов. Физические свойства. Основность аминов. Химические свойства алифатических аминов: взаимодействие с водой, кислотами, азотистой кислотой (механизм реакции), альдегидами, алкилирование, ацилирование, расщепление по Гофману четвертичных аммониевых оснований. Ди- и полиамины, основные представители. Методы синтеза гексаметилендиамина из адипиновой кислоты, дивинила. Свойства этилендиамина и гексаметилендиамина.

76. Ароматические амины. Основные представители. Номенклатура. Методы синтеза: реакция Зинина, из галогенопроизводных и амидов кислот, восстановление оснований Шиффа. Физические свойства. Химические свойства ароматических аминов: реакции со спиртами, альдегидами, кислотами, азотистой кислотой, алкилирование, ацилирование, окисление. Реакции в ароматическое ядро.

77. Диазо- и азосоединения. Соли диазония, строение катиона диазония, типы химических связей в солях диазония. Химические свойства солей диазония. Реакции с выделением азота, реакция Гаттермана – Зандмейера, восстановление. Реакции солей диазония без выделения азота: восстановление, окисление, азосочетание. Азокрасители и индикаторы.

78. Гидроксикислоты. Классификация. Основные представители. Синтез α , β и γ - гидроксикислот. Физические свойства. Химические свойства гидроксикислот: реакции карбоксильной и гидроксильной групп, особенности дегидратации - α -, β - и γ - гидроксикислот. Оптическая изомерия. Энантиомеры, проекционные формулы Фишера. Абсолютная и относительная конфигурации. Глицеральдегид как стандарт. D,L- и R,S - стереономенклатура. Рацематы. Стереои́зомерия соединений с несколькими хиральными центрами. «Гидроксикислотный ключ». Стереои́зомеры винной и хлорябочной кислот, треонина. Диастереомеры.

79. Оксокислоты. Основные представители, классификация. Пировиноградная кислота, методы синтеза и химические свойства. Ацетоуксусная кислота, методы синтеза и химические свойства. Ацетоуксусный эфир, получение, кето-енольная таутомерия. Реакции кетонных и енольных форм. Использование в органическом синтезе.

80. Гетероциклы, классификация, номенклатура. Ароматичность гетероциклов. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом- фуран, тиофен, пиррол. Общие методы синтеза и взаимопревращения. Физические свойства. Химические свойства пиррола: гидрирование, реакции электрофильного замещения, конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра (реакция Фишера). Химические свойства индола, как аналога пиррола. Пиридин и его гомологи. Синтез пиридина (реакция Ганча). Ароматичность и основность пиридинового цикла. Окисление и гидрирование пиридина. Реакции S_E и S_N в пиридине. Хиолин и его производные. Синтез: реакции Скраупа и Дебнера – Миллера. Окисление.

Критерии оценки ответа на зачете с оценкой

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания

	правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено т.е. студент не

		способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебная литература:

а) основная литература:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.П. Биоорганическая химия М.: Медицина, 2011.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии под редакцией Н.А. Тюкавкиной. М.: Медицина, 2009.
3. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия М.: Просвещение, 1987
4. Органическая химия. Основной курс. Книги 1,2. Под редакцией Тюкавкиной Н.А., М.: Дрофа, 2008.
5. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям. Под редакцией Тюкавкиной Н.А., М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

б) дополнительная литература

1. Шабаров Ю.С. Органическая химия, т. 1,2. М., 2006.
2. Неницеску К.Д. Органическая химия, т.1,2. М.: Мир, 1963.
3. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия М.: ВШ, 1981.
4. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии, т. 1,2.М; ВШ, 1970
5. Артеменко А.И. «Органическая химия» М.: Высшая школа, 1998.

9.2. Интернет-ресурсы:

<http://fizrast.ru/sitemap.html>
<http://www.don-agro.ru>
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека
<http://primo.nl.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

9.3. Программное обеспечение

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

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

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

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

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

Таблица 9.1.

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

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретический курс

- 1) Лекции: презентации.
- 2) Контрольные тесты.
- 3) Список вопросов для проведения собеседования.
- 4) Таблицы.
- 5) Варианты заданий для контрольных работ.

Лабораторный практикум

- 1) Тематика и описание лабораторных работ (специально разработанный и изданный лабораторный практикум для студентов-медиков).
- 2) Набор химических реактивов к каждой лабораторной работе.
- 3) Лабораторные установки, оборудование.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Биоорганическая химия» направлена на формирование компетенций: УК-1, УК-3.

Промежуточная аттестация предполагает зачет с оценкой.

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

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала для бакалавров необходимо:

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

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

При подготовке к лабораторному занятию необходимо:

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

Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

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

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

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

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

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

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

Программу составил:

к.п.н., профессор

Саламов А.М.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 8 от «22» апреля 2026 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом
химико-биологического факультета

Протокол заседания № 6 от «28» апреля 2026 г.

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

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