

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра общей химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
к контактным формам работы**

Вариативная часть **Биологически активные вещества и реакции в
жизнедеятельности**

Специальность (код, название) **30.05.02 Медицинская биофизика**

Курс **1**

Семестр **2**

Уфа 2023

Рецензенты:

1. Главный врач ГБУЗ Республиканский кардиологический центр, к.м.н., Николаева И.Е.
2. Заведующий кафедрой общей физики Уфимского университета науки и технологий, д.ф.-м.н., профессор Балапанов М.Х.

Авторы:

доцент, к.х.н., Мунасипова Д.А.

зав. кафедрой, д. фарм.н., профессор Мещерякова С.А.

Утверждение на заседании кафедры общей химии «29» марта 2023 г., протокол №7.

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи вариативной части

Цели освоения вариативной части:

- формирование системных знаний о закономерностях химического поведения основных биологически важных классов органических соединений и биополимеров во взаимосвязи с их строением для использования этих знаний в качестве основы при изучении процессов, протекающих в живом организме, на молекулярном уровне;
- формирование у обучающихся умений оперировать химическими формулами органических соединений, выделять в молекулах реакционные центры и определять их потенциальную реакционную способность.

Задачи вариативной части:

- приобретение обучающимися знаний в области биоорганической химии;
- обучение обучающихся проведению качественных реакций на функциональные группы и характерные структурные фрагменты молекулы с объяснением визуально наблюдаемого результата;
- обучение обучающихся прогнозированию направления и результата химических превращений биологически активных веществ *in vitro* и *in vivo*;
- подготовка обучающихся к овладению основами дисциплин, изучаемых при подготовке специалистов по направлению Лечебное дело;
- формирование естественнонаучного мировоззрения, пониманию основных закономерностей различных физико-химических, биологических и иных явлений природы и технологических процессов;
- формирование навыков изучения научной литературы и официальных статистических обзоров;
- формирование у обучающегося навыков общения с коллективом.

Требования к результатам освоения вариативной части

Процесс изучения вариативной части направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

В результате изучения вариативной части обучающийся должен:

Знать:

- цель и задачи биоорганической химии;
- важнейшие реакции свободнорадикального замещения, электрофильного присоединения и замещения, нуклеофильного

присоединения и замещения, окисления и восстановления на примерах углеводов и монофункциональных классов органических соединений;

- специфические свойства гетерофункциональных органических соединений;

- биологически важные гетероциклические системы;

- структурные компоненты, свойства и структурную организацию молекул углеводов, аминокислот, пептидов, белков, конденсированных систем и алкалоидов;

- строение важнейших представителей низкомолекулярных биорегуляторов (стероидов);

- потенциальную реакционную способность органических соединений;

- роль биологически значимых органических соединений в качестве структурно-функциональных компонентов и молекулярных участников химических процессов, протекающих в живых организмах;

- правила техники безопасности работы в химической лаборатории;

- роль биологически значимых органических соединений в качестве структурно-функциональных компонентов и молекулярных участников химических процессов, протекающих в живых организмах.

Уметь:

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по биоорганической химии;

- классифицировать органические соединения и называть по структурным формулам типичные представители биологически важных веществ и лекарственных средств;

- выделять функциональные группы, кислотный и основной центры в молекулах для определения потенциальной реакционной способности органических соединений;

- прогнозировать направление и результат химических превращений органических соединений;

- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных;

- применять полученные знания при изучении биохимии, функциональной биохимии, фармакологии, микробиологии, вирусологии, нормальной физиологии;

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по биоорганической химии;

- собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований;

- табулировать экспериментальные данные, графически представлять их;

- проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах;

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по биоорганической химии;

- табулировать экспериментальные данные, графически представлять их;
- проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах.

Владеть:

- проведением качественных реакций на функциональные группы и характерные структурные фрагменты молекулы с объяснением визуально наблюдаемого результата;
- прогнозированием направления и результата химических превращений биологически активных веществ;
- навыками проведения научных исследований для установления взаимосвязи структура-свойство;
- техникой проведения основных химических экспериментов; навыками проведения научных исследований для установления взаимосвязи структура-свойство.

Общие правила выполнения лабораторных работ.

Лабораторные работы являются одной из важнейших составных частей курса вариативной части. Для их выполнения обучающийся должен ознакомиться с лабораторным оборудованием, а приборами и с техникой проведения основных лабораторных операций

Обучающиеся должны строго соблюдать правила внутреннего распорядка и технику безопасности.

Перед каждым лабораторным занятием обучающийся должен изучить соответствующий раздел учебника, конспекта лекций и описание лабораторной работы, ответить на вопросы для самоподготовки (письменно).

При оформлении отчета по лабораторной работе в тетради записывают дату, тему занятия, название лабораторной работы и опытов, краткое описание хода опыта и результаты, полученные при его выполнении, выводы.

При проведении эксперимента необходимо соблюдать следующие правила:

- опыты проводят в чистой посуде;
- нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку;
- сухие соли набирают чистым шпателем или ложечкой;
- нельзя путать пробки от разных склянок, пробки кладут на стол внешней поверхностью;
- нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место;
- остатки металлов после опытов собирают в баночку, а не выбрасывают в раковину;
- дорогостоящие, ядовитые реактивы собирают в специально отведенную посуду;
- битую посуду отдают лаборанту, обрывки бумаги, спички и другой мусор выбрасывают в урну.

Правила техники безопасности

1. Выполнять лабораторные работы можно только надев халат.
2. Не трогайте, не включайте и не выключайте без разрешения преподавателя рубильники и электрические приборы.
3. Не загромождайте свое рабочее место и проходы между столами лишними предметами.
4. Нельзя брать вещества руками и пробовать их на вкус. При определении запаха склянку держат на расстоянии и направляют движением руки воздух от отверстия склянки или пробирки к носу.
5. Опыты с ядовитыми, сильно пахнущими веществами, с концентрированными кислотами и щелочами проводят в вытяжном шкафу (под тягой).

6. При приливании реактивов и при нагревании нельзя наклоняться над отверстием склянки во избежание попадания брызг на лицо и одежду.

7. Разбавляя концентрированные кислоты, особенно серную, осторожно вливают кислоту в воду.

8. С легковоспламеняющимися жидкостями нельзя работать вблизи нагревательных приборов.

Первая помощь при несчастных случаях

В лаборатории бывают случаи, требующие неотложной медицинской помощи: порезы рук стеклом, ожоги горячими предметами, кислотами, щелочами. В серьезных случаях необходимо немедленно обратиться к врачу.

Для оказания первой помощи в лаборатории имеется аптечка. Основные правила первой помощи сводятся к следующему:

- при ранении стеклом удалите осколки из раны, смажьте края раны раствором иода и перевяжите бинтом;

- при ожоге реактивом смойте реактив большим количеством воды, затем либо разбавленной уксусной кислотой (при ожоге щелочью), либо раствором соды (при ожоге кислотой), а затем опять водой;

- при ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обработайте свежеприготовленным слабым раствором марганцовки, смажьте обожженное место вазелином или мазью от ожогов; можно присыпать ожог содой и забинтовать;

- при химических ожогах глаз обильно промойте глаза водой, используя глазную ванночку, затем обратитесь к врачу.

Занятие №1

Галогено-, гидрокси- и оксокислоты.

Тема и ее актуальность: из соединений с несколькими различными функциональными группами в природных объектах широко представлены аминоспирты, гидрокси-, галогено- и оксокислоты. Гетерофункциональные соединения могут проявлять свойства, присущие монофункциональным соединениям, т.е. способность вступать в реакции по каждой функциональной группе. Однако одновременное наличие нескольких функциональных групп в молекуле ведет к появлению специфических свойств, которые важны для обеспечения биологических функций, выполняемых этими веществами.

Учебные цели: сформировать знания реакционной способности гетерофункциональных кислот с учетом взаимного влияния функциональных групп как основу для изучения лекарственных средств и метаболитов аналогичной химической природы.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать:**

- классификацию, номенклатуру, изомерию и способы получения гетерофункциональных карбоновых кислот;
- общие и специфические свойства гетерофункциональных карбоновых кислот; реакции нуклеофильного замещения у тригонального атома углерода, протекающие с разрывом связи С-ОН в карбоксильной группе.

В результате изучения темы обучающийся должен **владеть:**

- навыками составления химических уравнений, характеризующих способы получения и химические свойства гетерофункциональных карбоновых кислот;
- техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой; навыками по постановке и проведению качественных реакций с органическими соединениями.

В результате освоения темы обучающийся должен **уметь:**

- использовать знания реакционной способности гетерофункциональных карбоновых кислот в синтезе лекарственных веществ;
- прогнозировать реакционную способность галогено-, гидрокси-, оксо- и фенолокислот как бифункциональных соединений;
- провести реакции, характеризующие химические свойства гетерофункциональных карбоновых кислот и на качественный функциональный анализ;

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и

решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминспирты, оксокислоты, гидроксикислоты, галогенокислоты).

2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп.

3. Специфические реакции гетерофункциональных соединений.

4. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира (двойственная реакционная способность).

5. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин). Салициловая кислота и ее применение (ацетилсалициловая кислота, фенилсалицилат). Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Общая структура сульфаниламидов.

6. Функциональные производные угольной кислоты (уретаны, уриеды, мочевины).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Молочная кислота, салициловая кислота, бензойная кислота.	на группу
---	-----------

6.3. Реактивы:

1% Раствор фенола, 1% раствор FeCl ₃ .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Установите соответствие

Название соединения

Формула

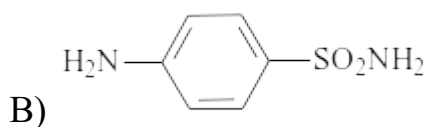
1) молочная кислота

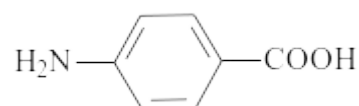
А) OHCH_2COOH

2) *n*-аминобензойная кислота

Б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$

3) гликолевая кислота





- 4) стрептоцид
2. Кислота, образующая лактон при нагревании
- 1) 3-аминопентановая кислота;
 - 2) 4-гидроксимасляная кислота;
 - 3) 3-гидроксипропионовая кислота;
 - 4) 4-оксо-валериановая кислота.
3. Кислота, содержащая три карбоксильные группы
- 1) лимонная кислота;
 - 2) винная кислота;
 - 3) яблочная кислота;
 - 4) молочная кислота.
4. Гетерофункциональные кислоты, при нагревании которых происходит реакция элиминирования
- 1) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$;
 - 2) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$;
 - 3) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$;
 - 4) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{OH})\text{COOH}$.
5. Функциональные производные угольной кислоты
- 1) мочевины;
 - 2) аспирин;
 - 3) аланин;
 - 4) фосген.

7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксикислоты).

2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп и их специфические свойства.

3. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.

4. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные. Салициловая кислота и ее применение. Сульфаниловая кислота и ее амид. Общая структура сульфаниламидов.

5. Функциональные производные угольной кислоты.

7.4 Лабораторная работа

Опыт 1. Качественная реакция на салициловую кислоту

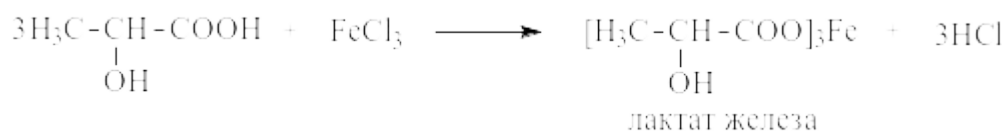
В одну пробирку налейте 1 мл раствора салициловой кислоты, в другую – 1 мл бензойной кислоты. Прилейте в каждую пробирку 1-2 капли раствора хлорида железа (III). Опишите наблюдения. Напишите уравнение реакции.

Опыт 2. Качественная реакция на молочную кислоту

На этой реакции в клинической практике основано открытие молочной кислоты в желудочном соке.

В пробирке смешайте 5 мл 1% раствора фенола с несколькими каплями 1% раствора хлорида железа (III). Наблюдается появление фиолетового окрашивания. Добавьте 1-2 капли молочной кислоты. Окраска переходит в зелено-желтую вследствие нарушения соединения железа с фенолом и образованием железной соли молочной кислоты.

На этой реакции в клинической практике основано открытие молочной кислоты в желудочном соке.



7.5. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

- Химические свойства салициловой кислоты на примере реакций:
 - декарбоксилирования;
 - образования метилсалицилата;
 - образования ацетилсалициловой кислоты;
 - образования фенолсалицилата (салола).
- Докажите соответствующими реакциями двойственную способность ацетоуксусного эфира.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

- Напишите по две реакции для каждой функциональной группы гликолевой кислоты.
- Напишите реакции пировиноградной кислоты с:
 - гидроксиламином;
 - этанолом;
 - тионилхлоридом;
 - циановодородной кислотой.
- Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании молочной кислоты (без и в присутствии минеральной кислоты).
- Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании α -аминопропановой, β -гидроксимасляной, γ -гидроксиимасляной кислот. Назовите полученные продукты.
- Напишите схему расщепления лимонной кислоты при нагревании ее с серной кислотой. Назовите конечные продукты.
- Покажите явление кето-енольной таутомерии на примере ацетоуксусного эфира и напишите уравнения реакций, доказывающих наличие кетонной и енольной форм.

7. Напишите реакции восстановления и декарбоксилирования ацетоуксусной кислоты. При каком заболевании проводится определение в моче продукта декарбоксилирования?

8. В качестве анальгетиков и противовоспалительных средств используются производные салициловой кислоты – метилсалицилат и ацетилсалициловая кислота. При участии каких функциональных групп салициловой кислоты получают эти производные?

9. Приведите формулы эфиров *n*-аминобензойной кислоты (анестезина и новокаина) и общую структуру сульфаниламидных препаратов.

10. Приведите формулы производных угольной кислоты, имеющих значение в медицине.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №2

α-Аминокислоты. Пептиды.

1. Тема и ее актуальность. Белки как основа всего живого были издавна в центре внимания естественных наук. Белки составляют материальную основу химической деятельности клетки. Функции белков в природе универсальны. Пептиды имеют меньшую молекулярную массу, чем белки. В биологическом плане пептиды отличаются от белков более узким спектром функций. Многообразные пептиды и белки состоят из остатков α-аминокислот. Общее число встречающихся аминокислот в природе достигает 100, однако некоторые из них обнаружены лишь в определенном обществе организмов или даже в одном из видов. Известно 20 наиболее важных α-аминокислот, постоянно встречающихся во всех белках.

2. Учебные цели. Сформировать знания о строении и свойствах важнейших α-аминокислот, о структурной организации пептидов и белков.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- строение и номенклатуру α-аминокислот, входящих в состав белков;
- химические свойства α-аминокислот;
- первичную структуру пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана);
- частичный и полный гидролиз белков.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства α-аминокислот;
- определять N- и C-концевые аминокислоты в молекулах пептидов и белков;
- приводить реакции частичного и полного гидролиза белков;
- проводить реакции аминокислот с формальдегидом и азотистой кислотой, биуретовую реакцию;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. α-Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура.

2. Классификация α-аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.

3. Химические свойства α-аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α-аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.

4. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.

5. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).

6. Частичный и полный гидролиз белков.

4. **Вид занятия:** практическое занятие.

5. **Продолжительность занятия:** 2 академических часа.

6. **Оснащение рабочего места:**

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки.	на группу
-------------------------------	-----------

6.2. Объекты исследования:

1% Раствор глицина, раствор яичного белка, раствор желатина.	на группу
--	-----------

6.3. Реактивы:

Метиловый красный, формалин, 5% раствор NaNO_2 , $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{конц.})}$, 10% раствор NaOH , 2% раствор CuSO_4 .	на группу
--	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Выберите незаменимые в организме α -аминокислоты

- 1) валин;
- 2) аспарагин;
- 3) фенилаланин;
- 4) серин.

2. Установите соответствие

Название	Формула
1) цистеин	А) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$
2) глицин	Б) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{COOH}$
3) аланин	В) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3)\text{COOH}$
4) метионин	Г) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$

3. Дезаминирование α -аминокислот *in vitro* осуществляется

- 1) с участием ферментов дегидрогеназ и кофермента НАД⁺;
- 2) баритовой водой;
- 3) азотистой кислотой;
- 4) формальдегидом.

4. Установите соответствие

Аминокислота	Оксокислота, образующаяся в результате реакции трансаминирования
1) аланин	А) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCOON}$
2) аспарагиновая кислота	Б) CH_3COCOON
	В) $\text{HOOCCH}_2\text{COCOON}$
	Г) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COON}$

5. Пептиды содержат в молекуле

- 1) до 100 аминокислотных остатков;
- 2) до 1000 аминокислотных остатков;
- 3) до 10000 аминокислотных остатков;
- 4) до 1000000 аминокислотных остатков

7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. α -Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура.

2. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.

3. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.

4. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.

5. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).

6. Частичный и полный гидролиз белков.

7.4 Лабораторная работа

Опыт 1. Реакция глицина с формальдегидом

Реакция α -аминокислот с формальдегидом является основой метода формального титрования (метод Сёренсена). Этот метод используется в фармацевтическом анализе для количественного определения лекарственных средств аминокислотной природы.

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина и добавьте 1 каплю индикатора метилового красного. Раствор окрашивается в желтый цвет (нейтральная среда). К полученной смеси добавьте равный объем формалина. Отметьте появление красной окраски (кислая среда). Данная реакция под названием «формальное титрование» используется для количественного определения карбоксильных групп в α -аминокислотах.

Опыт 2. Реакция глицина с азотистой кислотой

Реакция с азотистой кислотой лежит в основе метода количественного определения α -аминокислот по объему выделившегося азота (метод Ван-Слайка). В настоящее время реакция сохранила лишь историческое значение.

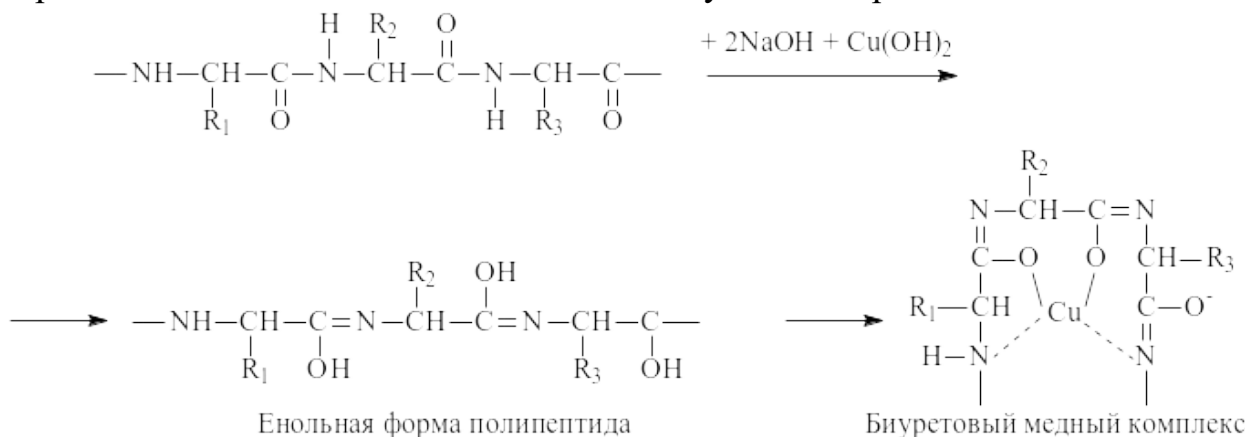
В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина и равный объем 5% раствора нитрита натрия. Добавьте 2 капли концентрированной уксусной кислоты и осторожно взболтайте смесь. Наблюдайте выделение газа. Реакция используется для количественного определения аминогрупп в аминокислотах.

Опыт 3. Биуретовая реакция

Биуретовая реакция позволяет обнаружить структурный фрагмент, содержащий не менее двух амидных групп. Реакция основана на способности пептидной группы белков и полипептидов образовывать с ионами меди в щелочной среде комплексные соединения фиолетового цвета.

Реакция позволяет обнаружить наличие пептидной группы $-\text{CONH}-$ в исследуемом веществе и, следовательно, является универсальной реакцией для обнаружения веществ белковой природы. Свое название реакция

получила от производного мочевины биурета, который дает в данных условиях то же окрашивание, что и белок. Окрашивание появляется за счет образования медной комплексной соли следующего строения:



В одну пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка, в другую – раствор желатина. В обе пробирки добавьте по 10 капель раствора едкого натра и по 1 капле раствора сульфата меди. В той и другой пробирке появляется красно-фиолетовое или сине-фиолетовое окрашивание.

7.5. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

1. Напишите реакцию декарбоксилирования *in vitro* гистидина.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия лизина с:
 - а) пятихлористым фосфором;
 - б) хлорангидридом уксусной кислоты;
3. Напишите структурную формулу дипептида Мет-Три.
4. Почему водный раствор аспарагиновой кислоты изменяет окраску синей лакмусовой бумаги, а водный раствор аспарагина – нет?

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. На примере реакции N-ацилирования валина объясните, почему эта реакция может использоваться для защиты аминогруппы. Напишите схему реакции.

2. Образование оснований Шиффа часто происходит в процессах превращений α -аминокислот в организме. Напишите схему реакции взаимодействия аланина с уксусным альдегидом. Какое соединение образуется при взаимодействии аланина с формальдегидом?

3. Докажите амфотерность α -аминокислот на примере реакций глицина с гидроксидом натрия и соляной кислотой.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия изолейцина с:

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{H}^+)$;
- б) $\text{NH}_3(\text{t}^\circ)$;
- в) NaOH ;
- г) PCl_5 .

5. Напишите схему реакций трансаминирования глутаминовой и пировиноградной кислот.

6. При длительном хранении водных растворов цистеина на воздухе выпадает осадок цистина. Напишите схему происходящей реакции.

7. Напишите реакцию дезаминирования лейцина *in vivo* и *in vitro*.

8. Приведите строение фрагмента нейропептида головного мозга Леу-энкефалина, имеющего аминокислотную последовательность Тир-Гли-Глу-Фен-Лей. Какие продукты образуются в результате полного гидролиза этого пептида?

9. Определите N-концевую аминокислоту в трипептиде Гис-Сер-три методом деградации по Эдману.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №3

Моносахариды

1. Тема и ее актуальность. Углеводы, или сахара, играют большую роль в жизнедеятельности организма и присутствуют во всех клетках живых организмов. Углеводы являются источниками энергии, регуляторами многих биохимических процессов. Они участвуют в процессе клеточного узнавания,

в проявлении иммунитета. Общеизвестный представитель моносахаридов – глюкоза – содержится в растительных соках, плодах, фруктах. Глюкоза является обязательным компонентом крови и тканей всех животных и непосредственным источником энергии для клеточных растений.

2. Учебные цели: сформировать знания о стереохимическом строении, таутомерных формах и важнейших свойствах моносахаридов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- классификацию, строение основных представителей моносахаридов;
- стереоизомерию моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды.

Формулы Фишера, формулы Хеурса, эпимеры, аномеры;

- цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов;
- химические свойства моносахаридов;

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства моносахаридов;

- приводить цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов;

- проводить реакции, доказывающие наличие гидроксильных групп в моносахаридах и восстанавливающую способность моносахаридов;

- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Классификация, строение моносахаридов.
2. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
3. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеурса, эпимеры, аномеры.
4. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
5. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.

6. Неклассические моносахариды: дезокси- и аминсахара, альдиты, альдоновые и уроновые кислоты.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

0,5% Раствор D-глюкозы.	на группу
-------------------------	-----------

6.3. Реактивы:

10% Раствор NaOH, 2% раствор CuSO₄.

на группу

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Альдопентоза

- 1) глюкоза;
- 2) фруктоза;
- 3) рибоза;
- 4) галактоза.

2. Соединения, являющиеся эписмерами

- 1) глюкоза и галактоза;
- 2) глюкоза и фруктоза;
- 3) манноза и галактоза;
- 4) рибоза и ксилоза.

3. Правильные утверждения для α - и β -аномеров

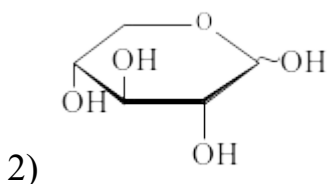
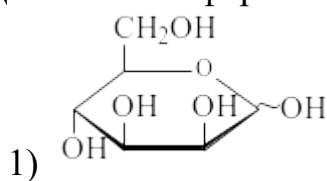
- 1) существуют только в открытой форме;
- 2) существуют только в циклической форме;
- 3) являются энантиомерами;
- 4) различаются конфигурацией атома углерода, определяющего принадлежность к D- или L-ряду.

4. При взаимодействии моносахаридов с алкилгалогенидами могут быть получены

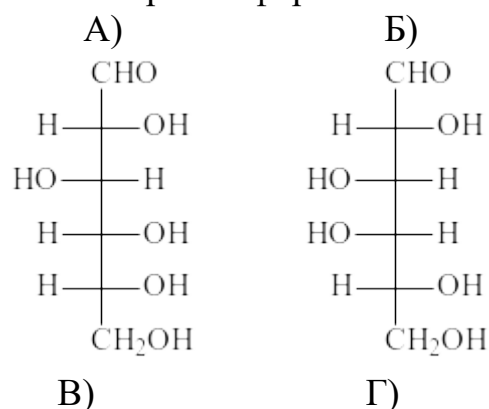
- 1) сложные эфиры;
- 2) простые эфиры;
- 3) гликозиды;
- 4) многоатомные спирты.

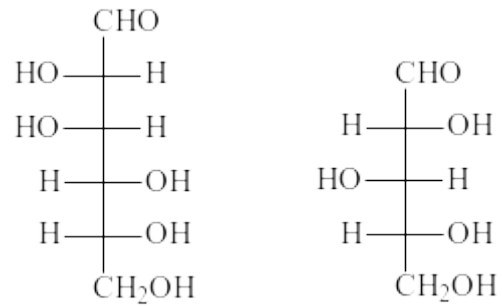
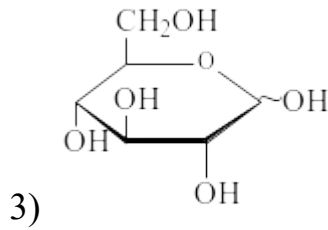
5. Установите соответствие

Циклическая форма моносахарида



Открытая форма моносахарида





7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Классификация, строение моносахаридов.
2. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
3. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
4. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
5. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
6. Неклассические моносахариды: дезокси- и аминосахара, альдиты, альдоновые и уроновые кислоты.

7.4 Лабораторная работа

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в D-глюкозе

В пробирку налейте 1 каплю 0,5% раствора D-глюкозы и 6 капель 10% раствора гидроксида натрия. К полученной смеси добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образующийся голубой осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется, и получается прозрачный раствор синего цвета. Полученный раствор сохраните для следующего опыта.

Опыт 2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в щелочной среде

Эта реакция называется пробой Троммера и используется для обнаружения и количественного определения моносахаридов в растворах, в том числе и биологических жидкостях, например глюкозы в моче.

К полученному в предыдущем опыте синему раствору добавьте несколько капель воды до высоты слоя жидкости в пробирке ~ 20 мм. Нагрейте ее над пламенем горелки, держа пробирку наклонено так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора. Нагрейте до начала кипения, но не кипятите. Отметьте наблюдения и напишите уравнение реакции.

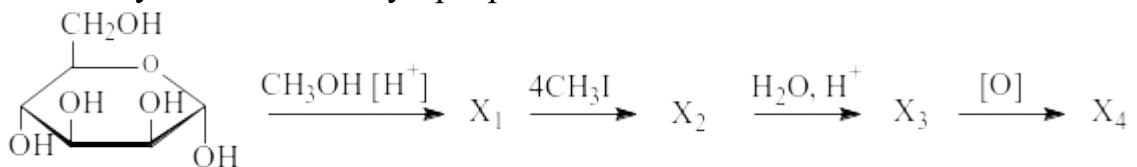
7.5. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

1. Напишите строение эписмера, отличающегося от D-галактозы конфигурацией хирального атома углерода C₃. Как называется этот моносахарид?
2. Назовите продукт, образующийся в результате полного метилирования D-маннозы. Напишите схему реакции.
3. Напишите реакцию мягкого окисления D-ксилозы.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Сколько хиральных центров содержат молекулы глюкозы в цепной и циклических формах?
2. Напишите схему таутомерных превращений D-маннозы в растворе (циклические формы изобразите, используя проекционные формулы Колли-Толленса и перспективные формулы Хеуорса).
3. Напишите реакции восстановления моносахаридов, в результате которых получают D-сорбит, D-ксилит, D-манит.
4. Напишите реакции мягкого, жесткого и ферментативного окисления D-глюкозы. Назовите продукты реакций.
5. Напишите схему реакции α-D-галактопиранозы с метанолом в безводной кислой среде. Назовите полученные продукты.
6. Напишите схему реакции получения гликозида при взаимодействии β-D-маннопиранозы с этиламином.
7. Напишите схему реакции гидролиза этил-α-D-глюкопиранозиды в кислой среде. Какие продукты при этом образуются?
8. Напишите схему реакции взаимодействия α-D-галактопиранозы с избытком метилйодида в щелочной среде.
9. Напишите схему реакции взаимодействия D-глюкопиранозы с избытком уксусного ангидрида.
10. Осуществите схему превращений:



Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books->

up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №4

Олиго- и полисахариды

1. Тема и ее актуальность. В природе распространены сложные углеводы – олиго- и полисахариды, которые входят в состав клеточных стенок растений, бактерий, являются депо энергии о организме (крахмал и гликоген). Некоторые из них используются как лекарственные препараты – заменители крови (полиглюкин), как наполнители при изготовлении порошков и таблеток.

2. Учебные цели: сформировать знания о принципах строения, структурной организации и основных химических превращениях важнейших гомо- и гетерополисахаридов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- принципы строения и номенклатура олиго- и полисахаридов;
- восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Отношение к гидролизу;
- таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз;
- принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов и гетерополисахаридов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить реакции гидролиза дисахаридов;
- приводить таутомерные превращения дисахаридов, реакции сложных эфиров;
- проводить реакцию Троммера и качественную реакцию на крахмал;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Принципы строения и номенклатура олиго- и полисахаридов.
2. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
3. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
4. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, пектиновые вещества.
5. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

1% раствор лактозы, 1% раствор сахарозы, 0,5% крахмальный клейстер.	на группу
---	-----------

6.3. Реактивы:

10% Раствор NaOH, 2% раствор CuSO ₄ , 1% раствор йода.	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Гетерополисахаридами являются

- 1) гепарин;
- 2) амилоза;
- 3) гликоген;
- 4) гиалуроновая кислота.

2. Биозным фрагментом амилозы является

- 1) мальтоза;
- 2) лактоза;
- 3) целлобиоза;
- 4) сахароза.

3. Продуктами гидролиза сахарозы являются

- 1) D-глюкоза и D-галактоза;
- 2) D-глюкоза и D-фруктоза;
- 3) D-глюкоза и D-рибоза;
- 4) D-галактоза и D-фруктоза.

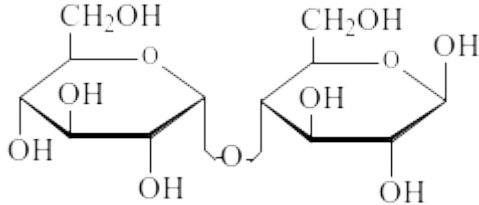
4. Верные утверждения для лактозы

- 1) образует сложные эфиры;
- 2) является невосстанавливающим дисахаридом;
- 3) гидролизуется в кислой среде;
- 4) образует простые эфиры.

5. Установите соответствие

Структурная формула

1)

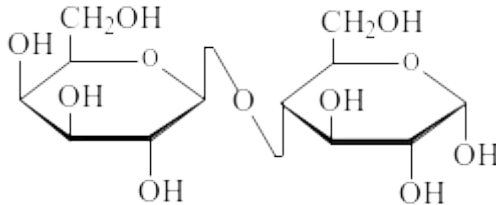


Систематическое название

А) β -D-глюкопиранозил-(1→4)- α -D-глюкопираноза

Б) α -D-глюкопиранозил-(1→4)- β -D-глюкопираноза

2)



В) β -D-галактопиранозил-(1→4)- α -D-глюкопираноза

Г) α -D-галактопиранозил-(1→4)- α -D-глюкопираноза

7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов.
2. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
3. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
4. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстрины, пектиновые вещества.
5. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

7.4. Лабораторная работа

Опыт 1. Восстанавливающая способность лактозы (проба Троммера)

Лактоза – второй по распространенности дисахарид. Ее выделяют из сыворотки коровьего молока, в котором она содержится в количестве 4-5%; в женском молоке лактозы до 8%. Кроме лактозы в женском молоке содержится около 0,3% олигосахаридов с более длинной цепью. Олигосахариды молока играют важную роль в формировании кишечной флоры новорожденных.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора лактозы и 4 капли 10% гидроксида натрия. Добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образующийся голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании пробирки растворяется, образуя синий раствор комплексной соли меди (II) с лактозой. Добавьте для разбавления несколько капель воды до высоты слоя

жидкости, равной 20 мм. Осторожно нагрейте пробирку над пламенем горелки до кипения так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора. Отметьте наблюдения и напишите уравнение реакции.

Опыт 2. Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы

Сахароза, или обычный сахар, является наиболее распространенным дисахаридом. Она присутствует почти во всех растениях, но больше всего ее содержится в сахарном тростнике и сахарной свекле. Сахарозу используют как пищевой продукт, а в высоких концентрациях – как консервант.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора сахарозы и 6 капель 10% раствора гидроксида натрия. Добавьте для разбавления несколько капель воды до высоты слоя жидкости, равной 20 мм. Прибавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II). Образуется прозрачно-синий раствор комплексной соли меди (II) с сахарозой. Нагрейте смесь до кипения, но не кипятите. Изменение окраски не происходит.

Опыт 3. Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 5 капель 0,5% крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного йода. Раствор окрашивается в синий цвет. Нагрейте раствор, он обесцвечивается; при охлаждении окраска восстанавливается.

7.5. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

1. Напишите уравнение реакции, доказывающее восстанавливающие свойства мальтозы. Дайте название мальтозы по систематической номенклатуре.

2. Какие полисахариды называются гомополисахаридами? Назовите моносахаридные звенья декстрана и характер связи между ними.

3. Напишите уравнения реакций гидролиза крахмала. Назовите промежуточные продукты.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Напишите строение α -D-глюкопиранозил-(1→4)- β -D-глюкопиранозы. Приведите тривиальное название. Покажите способность этого дисахарида к цикло-оксо-таутомерии.

2. Напишите структуру изомера α -D-глюкопиранозил-(1→4)- α -D-глюкопиранозы с (1→6) связью. Способны ли эти дисахариды вступать в реакцию «серебряного зеркала»?

3. Напишите реакцию гидролиза сахарозы. Почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии?

4. Напишите гидролиз полностью метилированной лактозы. Имеют ли продукты гидролиза восстановительные способности?

5. Напишите реакцию окисления целлобиозы гидроксидом меди (II).

6. Дайте определение понятию гомополисахариды. Из каких моносахаридных и дисахаридных звеньев построены макромолекулы амилозы, амилопектина, гликоген, целлюлоза, декстрана? Укажите виды связей между D-глюкопиранозными остатками в них.

7. Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала. Назовите промежуточные продукты.

8. Приведите синтез тринитрата целлюлозы.

9. Укажите различия в строении крахмала и клетчатки.

10. Приведите строение полисахарида хондроитин-6-сульфата, повторяющимся дисахаридным фрагментам которого является 6-сульфат дисахарида N-ацетилхондрозина, а сами дисахаридные фрагменты соединены $\beta(1\rightarrow4)$ гликозидной связью. Хондрозин - тривиальное название дисахарида, состоящего из остатков D-глюкуроновой кислоты (невосстанавливающее звено) и D-галактозамина, соединенных $\beta(1\rightarrow3)$ гликозидной связью.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №5

Контрольная работа № 1. «Гетерофункциональные соединения»

1.Цель занятия: обобщить материал занятий 1-4, проверить его усвоение.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- материал занятий 1-4.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства гетерофункциональных соединений, которые обусловлены наличием различных функциональных групп; α -аминокислот; моно-, олиго- и полисахаридов;

- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих различные функциональные группы.

- приводить специфические реакции гетерофункциональных соединений;

- проводить качественные реакции на салициловую и молочную кислоты;

- определять N- и C-концевые аминокислоты в молекулах пептидов и белков;

- приводить реакции частичного и полного гидролиза белков;

- проводить реакции аминокислот с формальдегидом и азотистой кислотой, биуретовую реакцию;

- приводить цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов;

- проводить реакции, доказывающие наличие гидроксильных групп в моносахаридах и восстанавливающую способность моносахаридов;

- приводить реакции гидролиза дисахаридов;

- приводить таутомерные превращения дисахаридов, реакции сложных эфиров;

- проводить реакцию Троммера и качественную реакцию на крахмал.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы.

Вопросы к контрольной работе № 1. «Гетерофункциональные соединения»

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, оксокислоты, гидроксикислоты).

2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп.

3. Специфические реакции гетерофункциональных соединений.

4. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира (двойственная реакционная способность).

5. Функциональные производные угольной кислоты (уретаны, уриды, мочевина).

6. Гетероциклические соединения: определение, классификация, номенклатура.

7. α -Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение. Номенклатура.

8. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.
9. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
10. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.
11. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).
12. Частичный и полный гидролиз белков.
13. Классификация, строение моносахаридов.
14. Основные представители пентоз (рибоза и ксилаоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
15. Стереои́зомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
16. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
17. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
18. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов.
19. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
20. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
21. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстрины, пектиновые вещества.
22. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

Образец билета

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминспирты, оксокислоты, гидроксикислоты). Приведите по одному примеру.

Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании β -оксипропионовой и γ -оксиимасляной кислот. Назовите полученные продукты.

2. Частичный и полный гидролиз белков.

Приведите строение трипептида Фен-Лей-Асп.

3. Стереои́зомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.

Напишите строение дисахарида, состоящего из двух D-глюкоз, связанных α -(1 \rightarrow 4) гликозидной связью. Дайте тривиальное название этому

дисахариду. Способен ли данный дисахарид вступать в реакцию «серебряного зеркала»?

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: таблица Д.И. Менделеева.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №6

Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом

1. Тема и ее актуальность. Структуры гетероциклов лежат в основе таких биологически важных молекул как витамины, коферменты, азотистые основания нуклеиновых кислот и другие. Они являются основой многочисленных лекарственных веществ. Знание свойств гетероциклов необходимо для понимания природы биохимических процессов и свойств лекарственных веществ.

2. Цель занятия: сформировать знания о строении и реакционной способности пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- определение, классификацию и номенклатуру пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом;
- ароматические и кислотные свойства пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом;
- реакции электрофильного замещения пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом;
- особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом;
- проводить реакцию образования фурфурола;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки:

1. Пятичленные гетероциклы одним гетероатомом (пиррол, тиофен, фуран): классификация, номенклатура. Конденсированные гетероциклические системы (индол).
2. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, тиофен, фуран, индол).
3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол).
4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.
5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (триптамин, триптофан, серотонин).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка, фильтровальная бумага	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Опилки	на группу
--------	-----------

7. Содержание занятия:

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Типовой тест входного контроля.

1. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом

- 1) пиррол;
- 2) имидазол;
- 3) тиазол;
- 4) фуран.

2. Выберите номера правильных ответов

- 1) пиррол является ацидофобным гетероциклом;
- 2) конечным продуктом восстановления пиррола является циклический третичный амин;

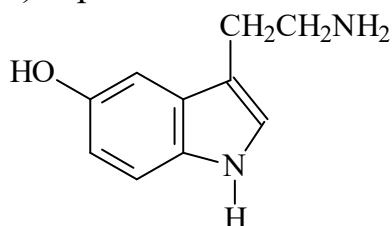
3) пиррол, фуран и тиофен относятся к π -избыточным гетероциклам;

4) фуран – гетероциклическое соединение, содержащее атом азота.

3. Установите соответствие

Биологически активное
соединение

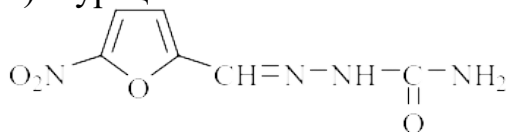
1) серотонин



Гетероцикл как его
структурный фрагмент

- А) индол;
- Б) пиразол;
- В) фуран;
- Г) имидазол.

2) Фурацилин



4. Реакционная способность тиофена в реакциях электрофильного замещения (S_E) по сравнению с бензолом

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется;
- 4) нельзя сделать однозначный вывод.

5. Реагентом для сульфирования тиофена является

- 1) серная кислота;
- 2) тионилхлорид;
- 3) пиридинсульфотриоксид;
- 4) бисульфит натрия.

7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия:

1. Пятичленные гетероциклы одним гетероатомом (пиррол, тиофен, фуран): классификация, номенклатура. Конденсированные гетероциклические системы (индол).

2. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, тиофен, фуран, индол).

3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол).

4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.

5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (триптамин, триптофан, серотонин).

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя:

1. Напишите схемы реакций нитрования тиофена и пиррола. Какой из этих гетероциклов проявляет ацидофобность и каким образом это учитывается при выборе нитрующего агента?

2. Напишите схему реакции ацилирования и сульфирования тиофена. Объясните, почему реакцию сульфирования тиофена используют для удаления из бензола примеси тиофена?

3. Приведите реакцию получения тетрагидрофурана из фурана.

4. Напишите реакцию взаимодействия пиррола с амидом натрия. Какие свойства проявляет пиррол в этой реакции?

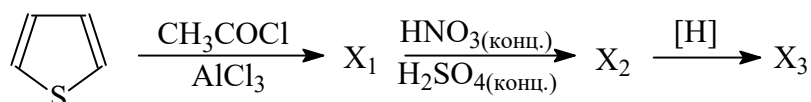
5. На первой стадии синтеза противомикробных средств фуранового ряда проводится реакция нитрования фурфурола (фуран-2-карбальдегида). Почему фурфурол в отличие от фурана можно нитровать азотной кислотой? Напишите уравнение реакции.

6. Напишите уравнение реакции получения фурфурола любым способом. Пронитруйте фурфурол и напишите взаимодействие продукта нитрования с фенилгидразином.

7. Индол и его биологически активные производные: триптамин, триптофан, серотонин.

8. Объясните, почему имидазол в отличие от пиррола проявляет более сильные кислотные свойства. Напишите схему реакции, доказывающей кислотные свойства имидазола.

9. Осуществите превращения:



7.5. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт. Реакция образования фурфурола

В пробирку поместите небольшое количество (высотой 15-20 мм) опилок, смочите их приготовленной отдельно смесью концентрированной

соляной кислоты и воды (в соотношении 1:1), перемешайте и прокипятите. Смочите узкую полоску фильтровальной бумаги смесью из 2 капель анилина и 4 капель 2 н. уксусной кислоты и опустите в пробирку с кипящей смесью. В парах смеси фильтровальная бумага окрашивается в розово-красный цвет продукта конденсации фурфурола с анилином.

7.6. Типовой билет выходного контроля

1. Приведите формулы гетероциклических соединений: пиррол, тиофен.

2. Сравните реакционную способность фурана и бензола в реакциях электрофильного замещения S_E . Напишите для фурана реакции:

- а) нитрования;
- б) сульфирования;
- в) галогенирования;
- г) ацилирования.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами

1. Тема и ее актуальность. Структуры гетероциклов лежат в основе таких биологически важных молекул как витамины, коферменты и другие. Они являются основой многочисленных лекарственных веществ. Знание свойств гетероциклов необходимо для понимания природы биохимических процессов и свойств лекарственных веществ.

2. Учебные цели: сформировать знания о строении и реакционной способности пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- определение, классификацию и номенклатуру пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами;
- ароматические и кислотные свойства пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомом;
- реакции электрофильного замещения пятичленных гетероциклов с одним гетероатомами;

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (бензимидазол).

2. Ароматические свойства гетероциклов (имидазол).

3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (имидазол, пиразол).

4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения.
5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (пиразолон-3, гистидин, гистамин)

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка, фильтровальная бумага	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

антипирин.	на группу
------------	-----------

6.3. Реактивы:

1% раствор FeCl_3 , 10% раствор H_2SO_4 , 5% раствор NaNO_2 .	на группу
---	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами:

- 1) пиррол;
- 2) имидазол;
- 3) тилфен;
- 4) фуран.

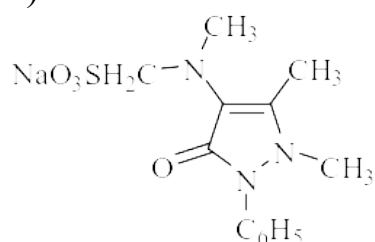
2. Выберите номера правильных ответов

- 1) оксазол является ацидофобным гетероциклом;
- 2) конечным продуктом восстановления имидазола является циклический третичный амин;
- 3) имидазол, пиразол и тиазол не относятся к π -избыточным гетероциклам;
- 4) пиразол – гетероциклическое соединение, содержащее два атома азота.

3. Установите соответствие

Биологически активное
соединение

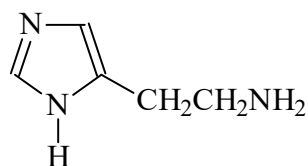
1) Анальгин



2) Гистамин

Гетероцикл как его
структурный фрагмент

- А) индол;
- Б) пиразол;
- В) бензимидазол;
- Г) имидазол.



4. Реакционная способность имидазол в реакциях электрофильного замещения (S_E) по сравнению с бензолом:

- 1) увеличивается;
 - 2) уменьшается;
 - 3) не изменяется;
 - 4) нельзя сделать однозначный вывод.
5. Реагентом для сульфирования тиазола является
- 1) серная кислота;
 - 2) тионилхлорид;
 - 3) пиридинсульфотриоксид;
 - 4) бисульфит натрия.

7.3. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (бензимидазол).

2. Ароматические свойства гетероциклов (имидазол).

3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (имидазол, пиразол).

4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения.

5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (пиразолон-3, гистидин, гистамин)

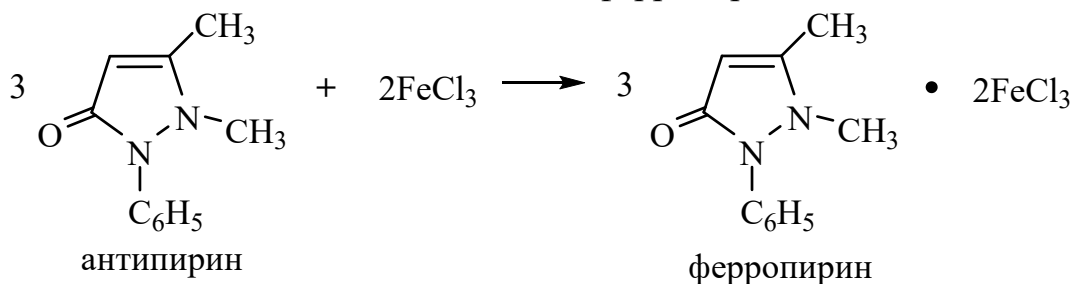
7.4 Лабораторная работа

Опыт. Цветные реакции антипирина

Антипирин принадлежит к группе лекарственных средств, производных пиразолона-5 и оказывает умеренное жаропонижающее и болеутоляющее действие.

А. Проба с хлоридом железа (III)

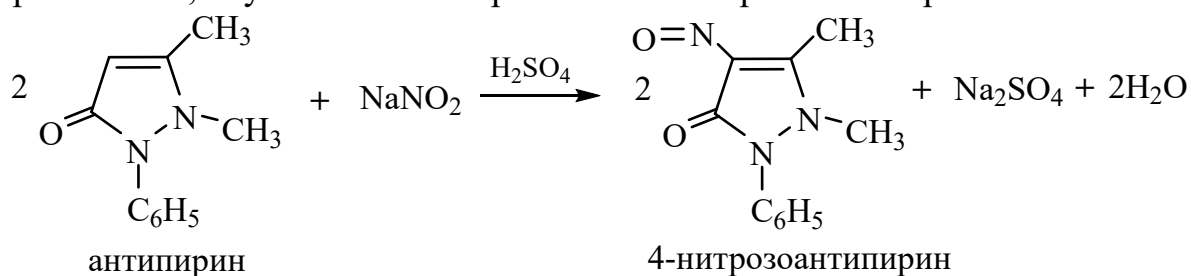
В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина. Добавьте в нее 2 капли воды и 1 каплю 1% раствора хлорида железа (III). В пробирке появляется стойкое оранжево-красное окрашивание, обусловленное образованием комплексного соединения – ферропирина.



Б. Проба с азотистой кислотой

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина. Добавьте в нее 2 капли воды, 1 каплю 10% раствора серной кислоты и 1 каплю 5%

раствора нитрита натрия. В пробирке появляется изумрудно-зеленое окрашивание, обусловленное образованием нитроантипирина.



7.5. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Какое влияние на химические свойства оказывает введение второго атома азота в молекуле пиразола и имидазола в сравнении с пирролом? Ответ подтвердите уравнениями реакций и назовите их продукты. Покажите таутомерию диазолов.

2. Напишите уравнения следующих реакций:

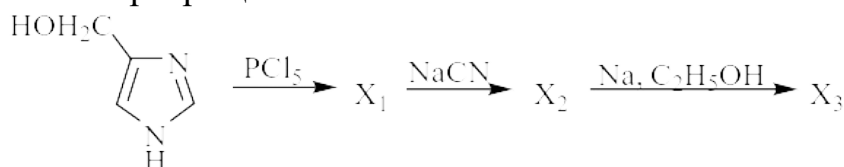
- 1) сульфирование и нитрование пиразола;
- 2) нитрования имидазола;
- 3) взаимодействия бензимидазола с хлороводородной кислотой;
- 4) ацилирование имидазола;
- 5) галогенирование пиразола;
- 6) сульфирование имидазола;
- 7) алкилирование имидазола;
- 8) галогенирование пиразола.

3. Объясните возможность таутомерных превращений 5-гидроксипиразолов. Приведите формулы лекарственных средств, в основе которых лежит структура пиразолона-3(5).3. Приведите реакцию получения тетрагидрофурана из фурана.

4. Объясните, почему имидазол в отличие от пиррола проявляет более сильные кислотные свойства. Напишите схему реакции, доказывающей кислотные свойства имидазола.

5. Гистамин является одним из эндогенных факторов (медиаторов), участвующих в регуляции жизненно важных функций организма и играющих важную роль в патогенезе ряда болезненных состояний; образуется в организме при декарбоксилировании аминокислоты гистидина. Приведите синтез гистамина из гистидина.

9. Осуществите превращения:



Образец билета выходного контроля

1. Приведите формулы гетероциклических соединений: пиррол, имидазол, оксазол.

2. Сравните реакционную способность фурана и бензола в реакциях электрофильного замещения S_E . Напишите для фурана реакции:

- а) нитрования;
- б) сульфирования;
- в) галогенирования;
- г) ацилирования.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №8

Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом

1. Тема и ее актуальность. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом широко распространены в природе, имеют еще большее значение, чем 5-ти членные гетероциклы. Пираны в свободном состоянии не получены, но их производные широко распространены. Моносахариды в природных состояниях чаще всего находятся в пиранозной форме. Конденсированные системы пирана входят в состав красящего

вещества. Пиридин со своими гомологами, объединяющими в группу пиридиновых оснований, содержится в каменноугольной смоле и костном масле. Ядро пиридина содержится в молекулах некоторых алкалоидов, например никотина, а также в молекуле витамина РР.

2. Цель занятия. Сформировать знания о строении и реакционной способности шестичленных гетероциклических соединений.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать**:

- определение, классификацию и номенклатуру шестичленных гетероциклических соединений;
- реакционную способность азинов;
- алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺;
- важнейшие представители шестичленных гетероциклов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства шестичленных гетероциклов с одним гетероатомом;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом;
- проводить реакции на изучение свойств пиридина;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.
- и овладеть следующими **компетенциями**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов: гетероциклы с одним (пиридин, пирин) и их конденсированные системы (хинолин, изохинолин).

2. Реакционная способность азинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

3. Алкилпиридиниевый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, красная лакмусовая и универсальная индикаторная бумага, стеклянная палочка.	на группу
---	-----------

6.2. Объекты исследования:

Пиридин.	на группу
----------	-----------

6.3. Реактивы:

1% Раствор FeCl ₃ .	на группу
--------------------------------	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Организационный этап — проверка готовности группы к занятию, внешний вид, отметка присутствующих, ознакомление с планом работы.

7.2. Типовой билет входного контроля

1. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом

- 1) хинолин;
- 2) индол;
- 3) пиримидин;
- 4) пиридин.

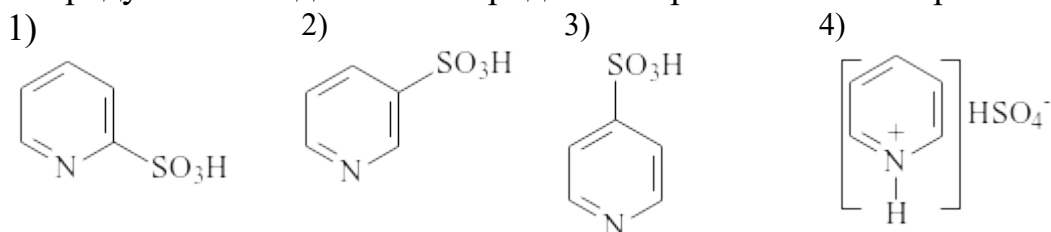
2. В состав молекулы никотиновой кислоты (витамина РР) входит следующий гетероцикл

- 1) хинолин;
- 2) пиридин;
- 3) пиримидин;
- 4) пиперидин.

3. Водный раствор пиридина окрашивают лакмус в

- 1) синий цвет;
- 2) красный цвет;
- 3) фиолетовый цвет;
- 4) не окрашивают.

4. Продукт взаимодействия пиридина с серной кислотой при 20 °С



5. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения следующие соединения

- 1) пиридин;
- 2) бензол;

- 3) пиримидин;
- 4) пиррол.

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и их конденсированные системы (хинолин, изохинолин).

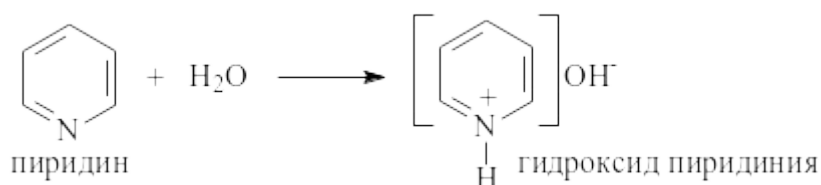
3. Реакционная способность азинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Свойства пиридина

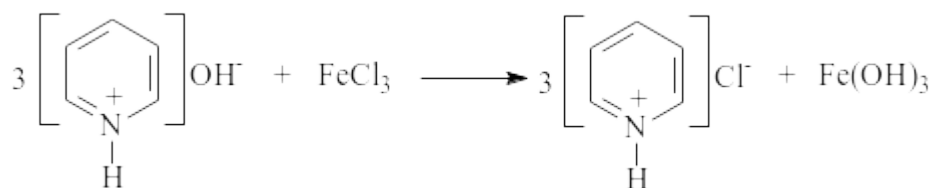
Пиридиновое ядро является основой многих алкалоидов (никотина, анабазина и др.), витаминов (никотиновой кислоты, витаминов группы В₆), а также лекарственных средств.

В пробирку поместите 2 капли пиридина и около 2 мл воды. Отметьте растворимость пиридина в воде и его специфический запах. Раствор используйте для проведения опытов А-Б.



А. С помощью стеклянной палочки поместите по 1 капле полученного раствора пиридина на полоску красной лакмусовой и универсальной индикаторной бумаги. Отметьте изменение окраски индикаторов.

Б. В пробирку поместите 5 капель раствора пиридина и добавьте 5 капель 1% раствора хлорида железа (III). Отметьте цвет выпавшего осадка.



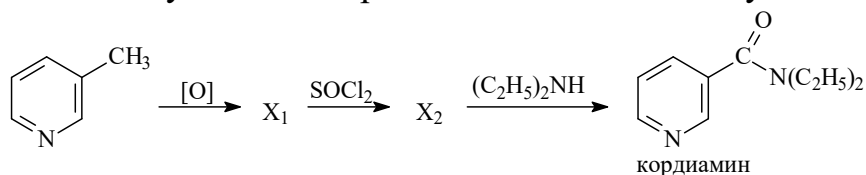
7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Напишите схемы реакций взаимодействия пиридина с:

- а) с соляной и серной кислотами на холоду;
- б) йодистым этилом;
- в) амидом натрия;
- г) нитрующей смесью;
- д) избытком водорода.

2. Кордиамин (стимулятор центральной нервной системы) представляет собой 25% водный раствор N,N-диэтиламида никотиновой кислоты. Напишите схему синтеза кордиамина согласно следующей схеме:



3. Никотиновая кислота - витамин, участвующий во многих окислительных реакциях живых клеток. Она может быть синтезирована окислением хинолина до пиридин-2,3-дикарбоновой кислоты с последующим ее декарбоксированием. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты.

4. Напишите схемы реакций взаимодействия хинолина с:

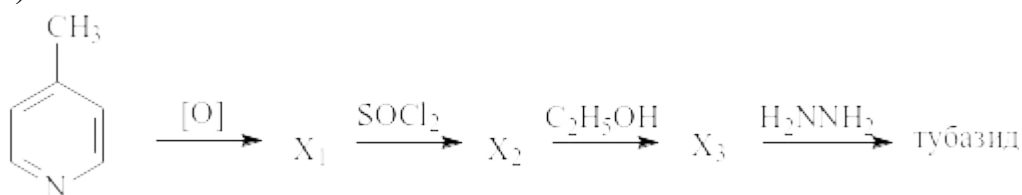
- с соляной и серной кислотами на холоду;
- йодистым этилом;
- амидом натрия;
- нитрующей смесью.

Назовите продукты реакции.

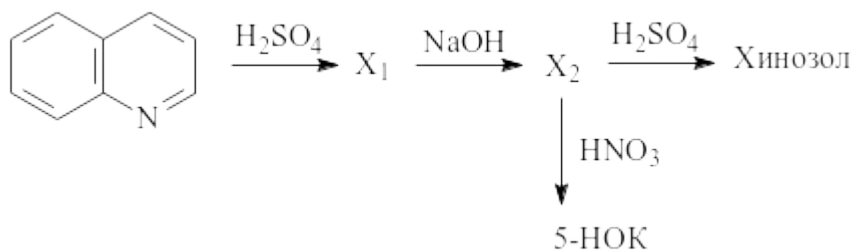
5. Химическая основа действия кофермента НАД⁺. Приведите реакцию алкилпиридиниевого иона с гидрид-ионом.

6. Осуществите превращения:

1)



2)



7.5. Контроль конечного уровня усвоения темы:

Образец билета выходного контроля

1. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиридина с:

- HCl;
- метилйодидом;
- нитрующей смесью.

2. Приведите структурную формулу витамина PP.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №9

Шестичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами.

1. Тема и ее актуальность: шестичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами, как природного, так и синтетического происхождения, находят широкое применение в фармации и медицине. Они являются компонентами ряда важных биологически активных соединений: нуклеиновых кислот, алкалоидов, некоторых биогенных аминов и аминокислот, гемоглобина, хлорофилла и др.

2. Учебные цели: сформировать знания о строении и реакционной способности шестичленных гетероциклических соединений.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- определение, классификацию и номенклатуру шестичленных гетероциклических соединений;
- реакционную способность диазинов;
- барбитуровая кислота и ее кислотные свойства;
- производные барбитуровой кислоты, применяемые в медицине (фенобарбитал, барбитал)
- важнейшие представители шестичленных гетероциклов с двумя гетероатомами (цитозин, тимин, урацил).

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- показать явление лактим-лактамной таутомерии для гидроксипроизводных азотсодержащих гетероциклов;
- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов с двумя (пиридазин, пиримидин, пиазин) гетероатомами.
2. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота) и пуриновые (гуанин, аденин, мочевиная кислота) основания, их лактамные формы.
3. Реакционная способность диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E). Особенности протекания и правила ориентации.
4. Лактим-лактамная таутомерия у гидроксипроизводных азотсодержащих гетероциклов.
5. Важнейшие представители шестичленных гетероциклов (тиамин (витамин B_1)), барбитал, фенобарбитал).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1. Дидактический материал – ситуационные задачи.

6.2. ТСО (компьютеры)

7. Содержание занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Типовой тест входного контроля.

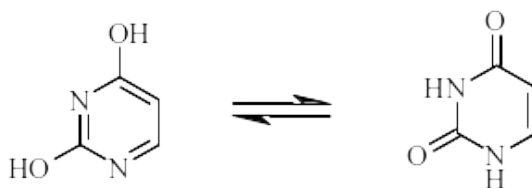
1. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами:

- 1) хинолин;
- 2) индол;
- 3) пиримидин;
- 4) пиридин.

2. В состав молекулы тиамина (витамина РР) входит следующий шестичленный гетероцикл:

- 1) хинолин;
- 2) пиридин;
- 3) пиримидин;
- 4) пиперидин.

3. Верные утверждения для приведенной схемы таутомерных превращений:



- 1) приведена схема лактим-лактамной таутомерии урацила
- 2) в лактамной форме урацила содержатся два пиррольных атома азота
- 3) лактимная форма урацила превращается в лактамную за счет перехода протона ОН - кислотного центра к пиридиновому атому азота
- 4) лактимная форма более устойчива, чем лактамная
- 5) в процессе таутомерии нарушается ароматический характер урацила

5. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях электрофильного замещения следующие соединения

- 1) пиридин;
- 2) бензол;
- 3) пиримидин;
- 4) пиррол.

7.3. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя.

1. Напишите схемы реакций взаимодействия пиримидина с:

- а) йодистым метилом ;
- б) бромом (160°C);
- в) серной кислотой;

2. Напишите схему реакции бромирования урацила.

3. Лактим-лактаманная таутомерия гидроксипроизводных пиридина, нуклеиновых оснований, барбитуровой кислоты. Укажите, какая таутомерная форма преобладает в смеси таутомеров.

4. Кето–енольная таутомерия барбитуровой кислоты. Приведите реакцию доказывающую кислотные свойства барбитуровой кислоты.

5. В результате гидролиза гликозида, выделенного из вики, образуется дивигин (2,3-диамино-5,6-дигидроксиимидин) Какие виды таутомерии возможны для этого соединения? Напишите схему таутомерных превращений дивигина.

7.4. Контроль конечного уровня усвоения темы:

Образец билета выходного контроля.

1. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиридина с:

а) HCl;

б) метилйодидом;

в) нитрующей смесью.

2. Приведите таутомерные формы производных пиридина: урацила и цитозина.

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие № 11

Конденсированные гетероциклические соединения. Алкалоиды.

1. Тема и ее актуальность: гетероциклические соединения, как природного, так и синтетического происхождения, находят широкое применение в фармации и медицине. Они являются компонентами ряда важных биологически активных соединений: нуклеиновых кислот, алкалоидов, некоторых биогенных аминов и аминокислот, гемоглобина, хлорофилла и др.

Конденсированные гетероциклы и алкалоиды. Актуальность темы. Конденсированные системы гетероциклов: пурин, тропан, птеридин лежат в основе молекул многих биологически важных соединений. Алкалоиды – органические азотсодержащие соединения растительного происхождения. Благодаря высокой биологической активности многие алкалоиды в малых дозах используются в качестве лекарственных средств.

2. Учебные цели: сформировать знания о закономерностях химического поведения конденсированных гетероциклических соединений во взаимосвязи с их электронным строением; сформировать знания принципов классификации, строения и важнейших свойств алкалоидов как химическую основу для дальнейшей ориентации в лекарственных средствах алкалоидной природы.

Для формирования умений обучающийся должен **знать:**

- основные и нуклеофильные свойства азотсодержащих гетероциклов;
- реакционную способность функциональных групп;
- причины появления лактим-лактамной таутомерии у гидроксипроизводных азотсодержащих гетероциклов.

В результате изучения темы обучающийся должен **владеть:** навыками составления химических уравнений, характеризующих способы получения и химические свойства конденсированных гетероциклических соединений и алкалоидов, техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой; навыками по постановке и проведению качественных реакций с органическими соединениями, химическими методами анализа веществ.

В результате освоения темы обучающийся должен **уметь:**

- использовать знания реакционной способности гетероциклических соединений в синтезе лекарственных веществ;
- приводить уравнения реакций, связанных с основными и нуклеофильными свойствами азотсодержащих гетероциклов и алкалоидов;
- показать явление лактим-лактамной таутомерии для гидроксипроизводных азотсодержащих гетероциклов;

- провести реакции, характеризующие химические свойства гетероциклов;
- провести общие реакции на алкалоиды;
- провести синтез заданного соединения.

В результате освоения темы у обучающихся должны сформироваться следующие **компетенции**:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки.

1. Конденсированные системы гетероциклов. Ароматичность, таутомерия пурина.

2. Гидроксипроизводные пурина: гипоксантин, ксантин и мочевая кислота. Лактим-лактаминная таутомерия.

3. Кислотно-основные свойства мочевой кислоты. Соли мочевой кислоты. Ураты.

4. Метилированные ксантины: теофиллин, теобромин, кофеин. Получение, кислотно-основные свойства.

5. Пуриновые основания аденин, гуанин. Значение азотистых оснований в физиологии живых организмов и медицине.

6. Алкалоиды. Химическая классификация.

7. Основные свойства алкалоидов. Образование солей.

8. Алкалоиды группы пиридина и пиперидина: анабазин, никотин. Строение, химические свойства.

10. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Строение, химические свойства.

11. Алкалоиды группы изохинолина и изохинолинофенантрена: папаверин, морфин, кодеин. Строение, химические свойства.

12. Алкалоиды группы тропана: атропин, кокаин. Строение, химические свойства.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 3 академических часа

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: ситуационные задачи.;

6.2. ТСО (компьютеры, видеодвойка, мультимедийные проекторы и др.).

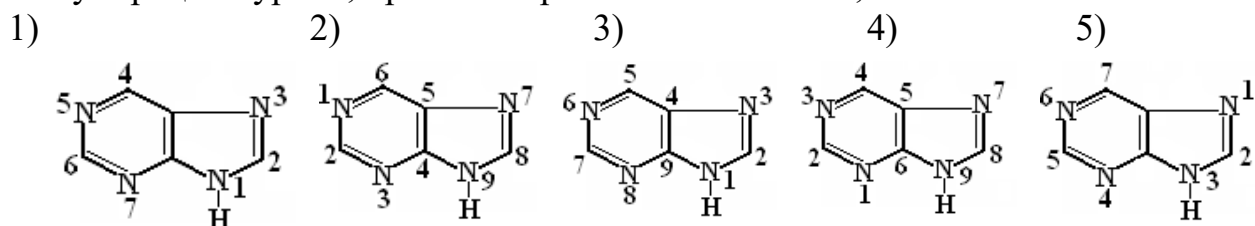
7. Содержание занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

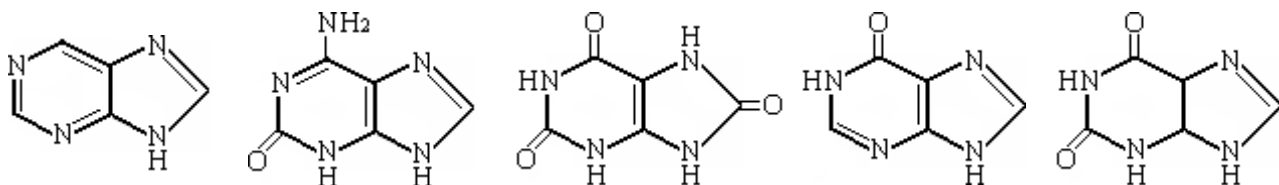
Типовой билет тестового контроля

Типовой тест входного контроля.

1. Нумерация пурина, принятая правилами ИЮПАК, - это ...

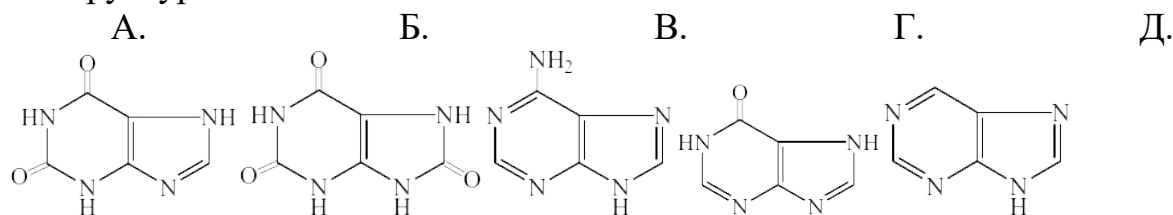


2. Соответствие между структурной формулой и названием соединения: ...



1) пурин 2) теобромин 3) мочевая кислота 4) пиридоксин 5) ксантин

3. Структура мочевой кислоты ...



5. Верные утверждения по отношению к мочевой кислоте и ее солям:

- 1) мочевая кислота очень плохо растворима в воде и не растворима в спирте и эфире;
- 2) кислые соли мочевой кислоты за исключением литиевых также плохо растворимы в воде;
- 3) средние соли щелочных металлов мочевой кислоты хорошо растворимы в воде;
- 4) растворы средних солей имеют нейтральную реакцию;
- 5) мочевая кислота является более сильной кислотой, чем угольная.

Задания для самоконтроля: решение обучающимися индивидуальных наборов тестовых заданий по теме:

1. Приведите таутомерные формы мочевой кислоты. Напишите реакцию образования кислой и средней соли мочевой кислоты. Назовите заболевание при котором наблюдается откладывание не растворимых кристаллов солей мочевой кислоты в тканях организма человека.

2. Химическая основа действия кофермента ФАД⁺.

3. Напишите структурную формулу хинина и приведите реакции на функциональные группы.

7.2 Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя
Опыт 1. Мурексидная проба.

Возьмите две фарфоровые чашки. В первую поместите на кончике лопаточки мочевую кислоту, во вторую – такое же количество кофеина. В

первую чашку добавьте 2 капли концентрированной азотной кислоты, а во вторую – 10 капель 5%-го раствора пероксида водорода и 1 каплю 10%-й хлороводородной кислоты. Полученные растворы выпарите в обеих чашках досуха на кипящей водяной бане. К сухому остатку в каждой чашке добавьте по 2-3 капли 10%-го водного раствора аммиака. Появляется пурпурно-фиолетовое окрашивание.

Опыт 2. Кислотные свойства мочевой кислоты.

Трудно растворимые в воде моносодиевая и аммониевая соли мочевой кислоты являются компонентами мочевых камней.

В пробирку поместите на кончике лопаточки мочевую кислоту и при встряхивании добавьте 5-6 капель воды. Мочевая кислота плохо растворяется в воде. К полученной взвеси добавьте 1 каплю 10%-го раствора гидроксида натрия. Раствор становится прозрачным вследствие образования динатриевой соли мочевой кислоты. К этому раствору добавьте 1 каплю насыщенного раствора хлорида аммония. Наблюдается появление нерастворимого раствора.

7.3. Контроль конечного уровня усвоения темы:

Образец билета выходного контроля.

1. Приведите строение лекарственных веществ, включающих пуриновое ядро: теобромин и кофеин. Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Приведите уравнения реакции получения кислого урата аммония. К каким нарушениям в организме приводит образование нерастворимых солей мочевой кислоты?
3. Приведите формулу гидрохлорида папаверина. К какой группе алкалоидов относится папаверин?

Литература.

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-

9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №12

Нуклеотиды. Нуклеозиды.

1. Тема и ее актуальность. Нуклеиновые кислоты – основные носители генетической информации. Знание строения и химических свойств нуклеиновых кислот и их мономеров – нуклеотидов необходимо для дальнейшего усвоения биологии, биохимии, гистологии. Нуклеотиды имеют большое значение не только как строительный материал для нуклеиновых кислот. Они участвуют в биохимических процессах, и особенно важны в роли коферментов, т.е. веществ, тесно связанных с ферментами и необходимых для проявления ферментативной активности.

2. Учебные цели: Сформировать знания о строении и химических свойствах нуклеиновых кислот и их мономеров – нуклеотидов как химическую основу для усвоения различных уровней структурной организации макромолекул нуклеиновых кислот и действия нуклеотидных коферментов.

Для формирования необходимых компетенций студент должен **знать**:

- пиримидиновые и пуриновые основания, лактим-лактаминую таутомерию производных пиримидина и пурина, комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями;
- определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком в нуклеозидах;
- определение и характер связей между структурными единицами нуклеотидов, строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов;
- гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов;
- первичную структуру нуклеиновых кислот, фосфодиэфирную связь;
- нуклеотидный состав РНК и ДНК, гидролиз нуклеиновых кислот.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь**:

- определять характер связи азотистого основания с углеводным остатком в нуклеозидах, характер связей между структурными единицами нуклеотидов;
- приводить реакции гидролиза нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот;
- проводить реакции обнаружения пуриновых оснований, пентоз, фосфорной кислоты;

- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных;

- и овладеть следующими компетенциями:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактаманная таутомерия производных пиримидина и пурина. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.

2. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком.

3. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.

4. Гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов.

5. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь.

6. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка.	на группу
--	-----------

6.2. Объекты исследования:

Гидролизат нуклеопротеидов.	на группу
-----------------------------	-----------

6.3. Реактивы:

3% Раствор NH_4NO_3 , аммиачный раствор AgNO_3 , 1% спиртовой раствор тимола, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$, молибденовый реактив.	на группу
--	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Соединения, входящие в состав РНК

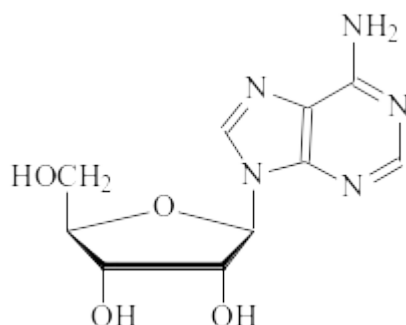
1) тимин;

2) урацил;

3) аденин;

4) пурин.

2. Название соединения



- 1) аденозин;
- 2) 5'-адениловая кислота;
- 3) аденозинмонофосфат;
- 4) гуанозин.

3. Связи, образующиеся в результате следующих процессов

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| 1) фосфорилирование | А) ангидридная; |
| 2) взаимодействие лейцина с АТФ | Б) сложноэфирная; |
| | В) О-гликозидная; |
| | Г) амидная. |

4. Установите соответствие

Нуклеиновое основание

Комплементарное ему соединение

- | | |
|------------|------------|
| 1) аденин | А) гуанин |
| 2) цитозин | Б) цитозин |
| | В) урацил |
| | Г) аденин |

5. Выберите правильные утверждения

- 1) ДНК и РНК различаются поведением в условиях щелочного и кислотного гидролиза;
- 2) Нуклеозиды в щелочной среде гидролизуются до гетероциклических оснований и углеводов;
- 3) Продуктами полного гидролиза аденозинмонофосфата являются аденин, рибоза и фосфорная кислота;
- 4) ДНК преимущественно находятся в рибосомах, а также в протоплазме клеток.

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактамина таутомерия производных пиримидина и пурина. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.

2. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком.

3. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.

4. Гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов.

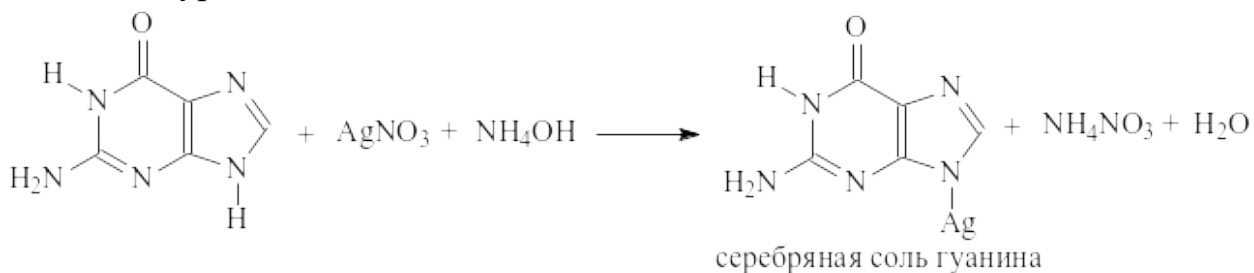
5. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь.
6. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Обнаружение пуриновых оснований

Реакция основана на образовании серебряной соли пуринового основания.

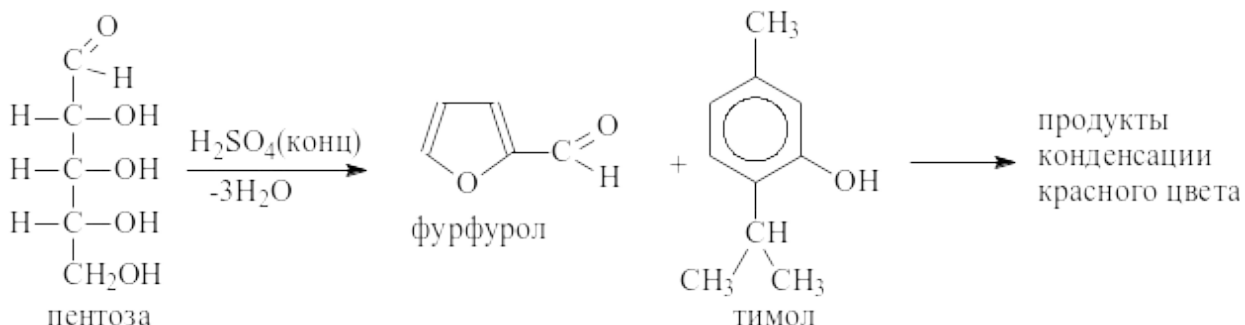
К 1-2 мл гидролизата нуклеопротеидов добавьте несколько капель 3% раствора гидроксида аммония до слабощелочной реакции и 1 мл аммиачного раствора азотнокислого серебра. При нагревании содержимого пробирки выпадает бурый осадок.



Опыт 2. Обнаружение пентоз (реакция Молиша)

Реакция основана на дегидратации пентоз и образовании фурфурола при действии концентрированной серной кислоты. Образовавшийся фурфурол в присутствии серной кислоты дает с тимолом продукт конденсации красного цвета.

К 1-2 мл гидролизата нуклеопротеидов добавьте 0,5-1 мл 1% спиртового раствора тимола. Содержимое пробирки перемешайте, по стенке пробирки наложите равный объем концентрированной серной кислоты. Появляется красное окрашивание.



Опыт 3. Обнаружение фосфорной кислоты

К 1-2 мл гидролизата нуклеопротеидов добавьте равный объем молибденового реактива (раствор молибдата аммония в азотной кислоте) и содержимое пробирки прокипятите. Жидкость окрашивается в лимонно-желтый цвет. При охлаждении образуется кристаллический осадок фосфорномолибденовокислого аммония.



7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

1. Напишите реакцию дефосфорилирования АТФ до АМФ.
2. Напишите строение участка цепи ДНК с последовательностью оснований ТГ.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Напишите строение дезокситимидина. В какой таутомерной форме входит в его состав нуклеиновое основание?
2. Напишите строение аденозина. Какую конфигурацию имеет аномерный атом углерода в углеводном остатке? Укажите N-гликозидную связь. В какой среде эта связь подвергается гидролизу?
3. Приведите строение комплементарной пары Гуанин-Цитозин. Обозначьте водородные связи.
4. Напишите структурные формулы нуклеотидов:
 - а) 5'-гуаниловой кислоты (гуанозин-5'-фосфата);
 - б) 3'-дезоксицитидиловой кислоты (дезоксицитидин-3'-фосфата);
 Выделите сложноэфирную связь в структуре формул.
5. Приведите структуру циклического нуклеотида тимидин-3',5'-циклофосфата. Какие продукты получаются при гидролизе этого соединения?
6. При кислотном гидролизе нуклеотида получены аденин, фосфорная кислота и рибоза в соотношении 1:2:1. Напишите строение нуклеотида, обозначьте сложноэфирную и N-гликозидную связи.
7. Напишите строение участка цепи РНК с последовательностью оснований ЦАУ.
8. Напишите строение второй цепи ДНК, соответствующей последовательности оснований ГА в первой.

7.5 Подведение итогов занятия

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoj-i-bioorganicheskoj-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>
2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>
3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-

9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №13

Контрольная работа № 2

«Гетероциклические соединения. Алкалоиды»

Учебные цели. Обобщить материал занятий 6-11, проверить его усвоение.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- материал занятий 6-11.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства гетерофункциональных соединений, которые обусловлены наличием различных функциональных групп; пятичленных и шестичленных гетероциклов; конденсированных гетероциклических соединений, алкалоидов, нуклеотидов, нуклеозидов, нуклеиновых кислот.

- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих различные функциональные группы; пятичленные и шестичленные гетероциклы;

- приводить специфические реакции гетерофункциональных соединений, пяти- и шестичленных гетероциклов, нуклеиновых кислот;

- проводить качественные реакции на салициловую и молочную кислоты, пиридин, производных пиразолона-3, нуклеопротеидов;

- проводить реакцию образования фурфурола;

- проводить цветные реакции антипирин (с $FeCl_3$, с HNO_2);

- проводить реакции на изучение свойств пиридина;

- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Пятичленные гетероциклы одним гетероатомом (пиррол, тиофен, фуран): классификация, номенклатура. Конденсированные гетероциклические системы (индол).
2. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, тиофен, фуран, индол).
3. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол).
4. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.
5. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (триптамин, триптофан, серотонин).
6. Гетероциклические соединения: определение, классификация, номенклатура.
7. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (бензимидазол).
8. Ароматические свойства гетероциклов (имидазол).
9. Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (имидазол, пиразол).
10. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения.
11. Важнейшие представители пятичленных гетероциклов (пиразолон-3, гистидин, гистамин).
12. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и двумя (пиридазин, пиримидин, пиразин) гетероатомами, их конденсированные системы (хинолин, изохинолин, пурин).
13. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания, их лактамные формы.
14. Реакционная способность азинов и диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.
15. Алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺.
16. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов с двумя (пиридазин, пиримидин, пиразин) гетероатомами.
17. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота) и пуриновые (гуанин, аденин, мочевая кислота) основания, их лактамные формы.
18. Реакционная способность диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E). Особенности протекания и правила ориентации.
19. Лактим-лактимная таутомерия у гидроксипроизводных азотсодержащих гетероциклов.

20. Важнейшие представители шестичленных гетероциклов (тиамин (витамин В₁)), барбитал, фенобарбитал).

21. Конденсированные системы гетероциклов. Ароматичность, таутомерия пурина.

22. Гидроксипроизводные пурина: гипоксантин, ксантин и мочевая кислота. Лактим-лактаминная таутомерия.

23. Кислотно-основные свойства мочевой кислоты. Соли мочевой кислоты. Ураты.

24. Метилированные ксантины: теofilлин, теобромин, кофеин. Получение, кислотно-основные свойства.

25. Пуриновые основания аденин, гуанин. Значение азотистых оснований в физиологии живых организмов и медицине.

26. Алкалоиды. Химическая классификация.

27. Основные свойства алкалоидов. Образование солей.

28. Алкалоиды группы пиридина и пиперидина: анабазин, никотин. Строение, химические свойства.

29. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Строение, химические свойства.

30. Алкалоиды группы изохинолина и изохинолинофенантрена: папаверин, морфин, кодеин. Строение, химические свойства.

31. Алкалоиды группы тропана: атропин, кокаин. Строение, химические свойства.

Образец билета

1. Реакции электрофильного замещения пятичленных гетероциклов, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.

2. Сравните реакционную способность пиррола и бензола в реакциях электрофильного замещения S_E. Напишите для пиррола реакции:

а) нитрования;

б) сульфирования;

в) галогенирования;

г) ацилирования.

3. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиридина с : а) H₂ SO₄ (разб); б) нитрующей смесью ; в) амидом натрия.

3. Пиримидиновые основания (урацил, тимин, цитозин).

Напишите схему таутомерных превращений тимина, урацила и цитозина. Укажите, какая таутомерная форма преобладает в смеси таутомеров.

4. Напишите схему получения дезоксигуаниловой кислоты из соответствующего нуклеотида. Укажите сложноэфирную связь.

5. Как можно открыть производные пурина? Приведите уравнения соответствующих реакций.

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места: периодическая таблица Менделеева.

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие №14

Терпеноиды.

1. Тема и ее актуальность. Вместе с омыляемыми липидами в липидных фракциях, извлекаемых органическими растворителями из материала как животного, так и растительного происхождения, содержатся в небольшом количестве вещества, обладающие высокой биологической активностью. За этими веществами закрепилось название «неомыляемые липиды». Наиболее важными представителями неомыляемых липидов являются терпены и стероиды. Терпены и терпеноиды встречаются в составе эфирных масел растений, в смоле хвойных деревьев и каучуконосов. К терпенам относятся различные растительные пигменты и жирорастворимые витамины.

2. Учебные цели: сформировать знания принципов строения важнейших низкомолекулярных биорегуляторов – терпенов и терпеноидов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- классификацию терпеноидов, изопреновое правило;
- важнейших представителей монотерпенов, дитерпенов, тетратерпенов;

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- классифицировать терпеноиды и стероиды;
- прогнозировать направление и результат химических превращений терпеноидов и стероидов;
- приводить реакцию активирования кислорода терпенами;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки

1. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
2. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
3. Дитерпены: ретинол (витами А₁), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки,	на группу
-------------------------------	-----------

6.2. Объекты исследования:

Скипидар.	на группу
-----------	-----------

6.3. Реактивы:

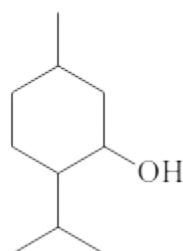
0,5% Раствор крахмального клейстера, 0,5 н раствор KI.	на группу
--	-----------

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Камфора - это

- 1) монотерпен;
 - 2) дитерпен;
 - 3) тритерпен;
 - 4) тетратерпен.
2. Название терпена



- 1) камфора;
- 2) ретинол;
- 3) ментол;
- 4) цитраль.

3. Выберите правильные ответы по отношению к ментолу

- 1) относится к моноциклическим монотерпеноидам;
- 2) является третичным спиртом;
- 3) окисляется дихроматом калия в кислой среде в соответствующий альдегид;

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
2. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
3. Дитерпены: ретинол (витами А₁), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).

7.3 Лабораторная работа

Опыт. Активирование кислорода терпенами

Терпены легко окисляются кислородом воздуха по месту двойной связи. При этом образуются перекиси, которые легко разлагаются, активируя кислород, дающий нестойкий озон. Этим объясняется благотворное действие воздуха сосновых лесов на лёгочных больных. На способности терпенов активировать кислород воздуха основано также применение масел при дезинфекции.

Поместите в пробирку 1 каплю 0,5% раствора крахмального клейстера, 1 каплю 0,5 н раствора йодида калия и 1 каплю скипидара. Встряхните пробирку. Через несколько секунд появляется темно-фиолетовое окрашивание, постепенно переходящее в синее, что указывает на выделение свободного йода вследствие окисления йодистого калия.



7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

1. Выделите изопреновые звенья в структуре растительного пигмента β -каротина.

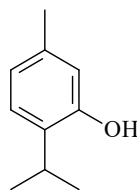
2. Напишите реакцию гидрирования тимола до ментола.

3. Напишите реакцию получения холестериды стеариновой кислоты.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Ретинол (витамин A_1) относится к каротиноидам. Обозначьте в структуре ретинола изопреновые звенья.

2. В эфирных маслах душицы и чабреца содержится тимол. Относится ли тимол к изопреноидам?



3. Напишите реакцию окисления гераниола.

4. Напишите схему гидрирования и гидратация лимонена.

7.5 Подведение итогов занятия

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва

: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие № 15. Стероиды

1. Тема и ее актуальность: стероиды широко распространены в природе и выполняют в организме разнообразные функции (половые гормоны, кортикоиды, желчные кислоты и др.). К настоящему времени известно около 20000 стероидов; более 100 из них применяется в медицине (тестостерон, альдостерон и др.). Наряду с природными стероидами известны сотни полученных синтетически физиологически активных веществ стероидной природы (преднизолон, синестрол и др.).

2. Цель занятия: сформировать знания принципов строения важнейших низкомолекулярных биорегуляторов – стероидов, терпенов и терпеноидов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- классификацию стероидов, строение гонана.
- важнейших представителей стероидных гормонов, холестерина.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- приводить структуры стероидных гормонов, желчных кислот, стероидов, агликонов сердечных гликозидов;

- уравнения реакций, связанных с реакционной способностью функциональных групп (гидроксильной, карбонильной, карбоксильной) стероидов;

- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных.

- навыками составления химических уравнений, характеризующих способы получения и химические свойства стероидов, техникой химических экспериментов,

- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон.

2. Холестерин. Биологическая роль холестерина

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1. Дидактические материалы: ситуационные задачи.

7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

Типовой тест входного контроля.

1. Женские половые гормоны

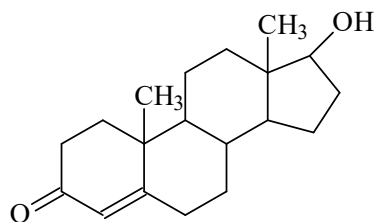
1) тестостерон;

2) эстрон;

3) прогестерон;

4) холестерин.

2. Название соединения



1) тестостерон;

2) эстрон;

3) прогестерон;

4) холестерин.

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия:

1. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон.

2. Холестерин. Биологическая роль холестерина

Образец билета выходного контроля

1. Выделите изопреновые звенья в структуре растительного пигмента β -каротина.

2. Напишите реакцию гидрирования тимола до ментола.

3. Напишите реакцию получения холестероида стеариновой кислоты.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Напишите реакции мужского полового гормона андростерона с:

а) натрием;

б) гидросульфитом натрия.

2. Напишите реакцию ацилирования холестерина. Как называются ацилированные производные холестерина?

3. Напишите реакцию получения холестеринада пальмитиновой кислоты.

7.5 Подведение итогов занятия

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие № 16.

Омыляемые липиды

1. Тема и ее актуальность. Липиды выполняют в живых организмах ряд важных функций. Они являются основными структурными компонентами клеточных мембран, играют защитную роль, служат формой, в виде которой запасается и транспортируется энергетическое «топливо». Отмечается связь между нарушением метаболизма липидов и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

2. Учебные цели: сформировать знания о строении и химических свойствах омыляемых липидов.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- определение, классификацию липидов;
- структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты.
- свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов;

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- классифицировать липиды;
- приводить реакции омыляемых липидов и их структурных компонентов;
- проводить акролеиновую пробу на нейтральные жиры;
- выделять свободные жирные кислоты из мыла;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментальных данных;
- и овладеть следующими **компетенциями:**

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

ПК-4. Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Липиды: определение, классификация.
2. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.
3. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды.
4. Свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
5. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерина, фосфатидилколонины, фосфатидилхолина).
6. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение рабочего места:

6.1 Посуда и приборы:

Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички,	на группу
--	-----------

держатель для пробирок, стеклянная палочка.	
6.2. Объекты исследования:	
Подсолнечное масло, раствор мыла.	на группу
6.3. Реактивы:	
Сухой порошок KHSO_4 или H_3BO_3 , 2н раствор H_2SO_4 .	на группу

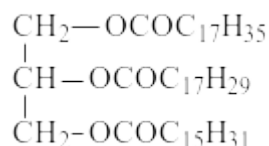
7. Содержание занятия

7.1. Типовой билет входного контроля

1. Верные высказывания о ненасыщенных жирных кислотах, входящих в состав омыляемых липидов

- 1) содержат четное число атомов углерода в молекуле;
- 2) двойные связи имеют, как правило, *транс*-конфигурацию;
- 3) двойные связи находятся в сопряжении;
- 4) ненасыщенные участки углеродного радикала обычно принимают зигзагообразную конформацию.

2. Название соединения

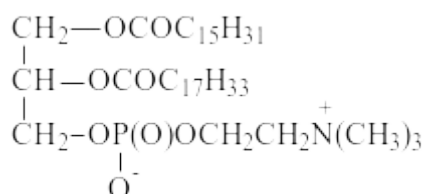


- 1) 2-линоленоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;
- 2) 2-линоленоил-1-пальмитоил-3-стеароилглицерин;
- 3) 2-линоленоил-1-олеоил-3-стеароилглицерин;
- 4) 2-линолеоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;

3. Триацилглицерины с твердой консистенцией

- 1) 1,2,3-трипальмитоилглицерин;
- 2) 1,2-диолеоил-3-стеароилглицерин;
- 3) 1,3-диглицероил-3-пальмитоилглицерин;
- 4) 1,2,3-стеароилглицерин.

4. Соединение является



- 1) фосфатидилсерин;
- 2) фосфатидилколамин;
- 3) фосфатидилхолин;
- 4) цереброзид.

5. Верные утверждения для глицерофосфолипидов

- 1) молекула имеет строение внутренней соли (диполярного иона);
- 2) являются производными L-фосфатидовых кислот;
- 3) остаток глицерина соединен сложноэфирными связями с ацильными остатками высших жирных кислот;
- 4) остаток глицерина соединен сложноэфирными связями с двумя остатками фосфорной и одним остатком высшей жирной кислоты.

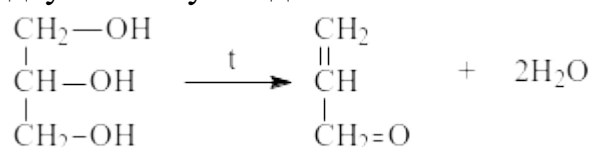
7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия

1. Липиды: определение, классификация.
2. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты.
3. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды.
4. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
5. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерины, фосфатидилколамины, фосфатидилхолины).
6. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).

7.3 Лабораторная работа

Опыт 1. Акролеиновая проба на нейтральные жиры

При нагревании жира с отнимающими воду веществами, такими как KHSO_4 или H_3BO_3 , появляются едкие пары акролеина, образующегося из глицерина при отнятии двух молекул воды.



В пробирку поместите несколько капель растительного масла, добавьте сухого порошка KHSO_4 или H_3BO_3 , перемешайте и осторожно нагрейте. Появляется резкий запах акролеина.

Опыт 2. Выделение свободных жирных кислот из мыла

С помощью пипетки поместите в пробирку 5 капель раствора мыла и добавьте 1 каплю 2н H_2SO_4 . Немедленно выпадает белый хлопьевидный маслянистый осадок свободных жирных кислот. Напишите уравнение реакции.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя

Образец билета выходного контроля

1. Сокращенное обозначение арахидоновой кислоты, являющейся основным предшественником простагландинов в организме, 20:4 5, 8, 11, 14. Изобразите конформационное строение данной кислоты.
2. Напишите реакцию образования смешанного триацилглицерина, имеющего жидкую консистенцию. Назовите полученный продукт.
3. Приведите формулу фосфолипида, содержащего линоленовую и пальмитиновую кислоты, аминспирт холин.

Вопросы и упражнения для аудиторной работы

1. Основу препарата «Линетол», применяемого для лечения и профилактики атеросклероза, составляют этиловые эфиры ненасыщенных высших жирных кислот C_{16} и C_{18} с небольшой примесью их насыщенных

аналогов. Приведите тривиальные и систематические названия, сокращенные обозначения основных компонентов этого препарата.

2. Под действием оксидов азота олеиновая кислота ($t_{\text{пл}} = 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$) превращается в элаидиновую кислоту ($t_{\text{пл}} = 52 \text{ }^{\circ}\text{C}$) с тем же строением, но имеющую *транс*-конфигурацию двойной связи. Напишите структурные формулы этих соединений. К какому типу кислот (ω -3, ω -6, ω -9) она относится?

3. Напишите структурные формулы следующих триглицеридов: трипальмитин, 1-пальмитоил-2,3-дистеароилглицерин, 2-линоленоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин.

4. Напишите схему реакции гидролиза 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерина в среде гидроксида натрия. Назовите продукты реакции.

5. В результате какой реакции можно перейти от жидкой консистенции триацилглицеринов к твёрдой? Приведите пример.

6. Напишите структурную формулу фосфатидилхолина (лецитина), в состав которого входят остатки пальмитиновой и линоленовой кислот.

7. Напишите структурную формулу соединения, если известно, что в результате реакции гидролиза в кислой среде образуется глицерин, линолевая, стеариновая и фосфорная кислоты, и этаноламин. Назовите это соединение.

8. Цереброзиды входят в состав оболочек нервных клеток. Напишите структурную формулу галактоцереброзида, в состав которого входит олеиновая кислота.

7.5 Подведение итогов занятия

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-

9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Занятие № 16.

Контрольная работа №3

«Нуклеозиды, нуклеотиды, омыляемые и неомыляемые липиды».

1.Цель занятия. Обобщить материал занятий 13-15, проверить его усвоение.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **знать:**

- материал занятий 13-15.

Для формирования необходимых компетенций обучающийся должен **владеть и уметь:**

- классифицировать липиды;
- приводить реакции омыляемых липидов и их структурных компонентов;

- проводить акролеиновую пробу на нейтральные жиры;

- выделять свободные жирные кислоты из мыла;

- классифицировать терпеноиды и стероиды;

- прогнозировать направление и результат химических превращений терпеноидов и стероидов;

- приводить реакцию активирования кислорода терпенами.

3. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Липиды: определение, классификация.
2. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.
3. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
4. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерина, фосфатидилколामीны, фосфатидилхолины).
5. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).
6. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.

7. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
8. Дитерпены: ретинол (витами A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин A).
9. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон. Холестерин. Биологическая роль холестерина.

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

10. 6.1. Дидактический материал: ситуационные задачи.

Образец билета

1. Приведите формулу моноциклического терпена – лимонена и выделите в нем изопреновые звенья.

3. Напишите уравнения реакций, характеризующие химические свойства функциональных групп молекулы стерина – холестерина.

4. Напишите формулы эстрадиола и андростерона.

5. Напишите реакцию образования смешанного триацилглицерина, имеющего твердую констистенцию.

6. Приведите формулу фосфолипида, содержащего линолевую и пальмитиновую кислоты, аминспирт - коламин.

Занятие №17

Зачетное занятие

1. Учебные цели. Сформировать системные знания о закономерностях химического поведения основных биологически важных классов органических соединений и биополимеров во взаимосвязи с их строением для использования этих знаний в качестве основы при изучении процессов, протекающих в живом организме, на молекулярном уровне.

Сформировать умения оперировать химическими формулами органических соединений, выделять в молекулах реакционные центры и определять их потенциальную реакционную способность.

Обобщить материал занятий 1-16, проверить его усвоение.

2. Материалы для самоподготовки к усвоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминспирты, оксокислоты, гидроксикислоты.).
2. Химические свойства гетерофункциональных соединений, обусловленные наличием различных функциональных групп и их специфические свойства.
3. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.
4. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные. Салициловая кислота и ее применение. Сульфаниловая кислота и ее амид. Общая структура

сульфаниламидов.

5. Функциональные производные угольной кислоты.

6. Гетероциклические соединения: определение, классификация, номенклатура.

7. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (индол, бензимидазол).

8. Ароматические свойства гетероциклов (пиррол, имидазол). Кислотные свойства гетероциклов, содержащих пиррольный атом азота (пиррол, индол, имидазол, пиразол).

9. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования и сульфирования ацидофобных гетероциклов.

11. Шестичленные гетероциклы: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и двумя (пиридазин, пиримидин, пиазин) гетероатомами, их конденсированные системы (хинолин, изохинолин, пурин).

12. Реакционная способность азинов и диазинов: основные свойства; реакции электрофильного замещения (S_E); реакции нуклеофильного замещения (S_N); нуклеофильные свойства; окисление и восстановление пиридина. Особенности протекания и правила ориентации.

13. α -Аминокислоты. Строение. Номенклатура. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.

14. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.

15. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.

16. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).

17. Классификация, строение моносахаридов. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).

18. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.

19. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.

20. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.

21. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.

22. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.

23. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, пектиновые вещества.

24. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактаминная таутомерия. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.

25. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком. Гидролиз.

26. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.

27. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

28. Липиды: определение, классификация.

29. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.

30. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).

31. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерина, фосфатидилколонины, фосфатидилхолины).

32. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).

33. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.

34. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.

35. Дитерпены: ретинол (витами A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).

36. Стероиды. Строение гонана. Представители стероидных гормонов: кортикостерон, тестостерон, эстрон, прогестерон. Холестерин. Биологическая роль холестерина.

Вид занятия: Зачетное занятие.

Продолжительность занятия: 2 академических часа.

Оснащение рабочего места: периодическая таблица Менделеева.

Образец билета

1. Типы реагентов в органических реакциях. Гомолитический и гетеролитический разрыв химической связи. Промежуточные частицы – свободные радикалы, карбокатионы и карбоанионы, их электронное строение и факторы стабильности.

2. Пятичленные гетероциклы: классификация, номенклатура. Гетероциклы с одним (пиррол, тиофен, фуран) и двумя (имидазол, пиразол, тиазол, оксазол) гетероатомами. Конденсированные гетероциклические системы (индол, бензимидазол).

3. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.

Место проведения самоподготовки: читальный зал и др.

Литература:

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-3188-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительная:

1. Учебное пособие по органической и биоорганической химии для самостоятельной работы студентов / И. Л. Филимонова, Г. А. Жолобова, А. С. Галактионова, М. С. Юсубов. - Томск : Издательство СибГМУ, 2010. - 69 с. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/uchebnoe-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoj-raboty-studentov-9572224/>

2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-3189-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431894.html>

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>