

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

Кафедра общей химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ
к лабораторному практикуму**

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.

Содержание

	С.
Занятие №1. Галогено-, гидроксид- и оксокислоты.	4
Занятие №2. α -Аминокислоты. Пептиды.	10
Занятие №3. Моносахариды	16
Занятие №4. Олиго- и полисахариды.	21
Занятие №5. Контрольная работа № 1. «Гетерофункциональные соединения».	27
Занятие №6. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом.	31
Занятие №7. Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами.	36
Занятие №8. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом.	42
Занятие №9. Шестичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами.	47
Занятие №10. Конденсированные гетероциклические соединения. Алкалоиды.	52
Занятие №11. Нуклеотиды. Нуклеозиды.	57
Занятие №12. Контрольная работа №2 «Гетероциклические соединения. Алкалоиды».	63
Занятие №13. Терпеноиды.	68
Занятие №14. Стероиды.	72
Занятие №15. Омыляемые липиды.	76
Занятие №16. Контрольная работа №3 «Нуклеозиды, нуклеотиды, омыляемые и неомыляемые липиды».	81
Занятие №17. Зачетное занятие	84

Занятие №1

Галогено-, гидроксид- и оксокислоты.

1. Тема и ее актуальность: гетерофункциональные кислоты включают большую группу соединений, которые принимают участие в биохимических процессах, являются лекарственными средствами (аминалон, аскорбиновая кислота, винилпирромидон). Широкое применение имеют производные салициловой кислоты: метилсалицилат, фенолсалицилат, ацетилсалициловая кислота, ПАСК.

Гетерофункциональные соединения, сохраняя реакционную способность, характерную отдельным функциям, проявляют и ряд специфических свойств, к которым относятся реакции образования α -лактонов, лактидов, лактамов и др.

2. Цель занятия: 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 умений 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 у обучающихся должны сформироваться следующие компетенции:

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

- использовать знания реакционной способности гетерофункциональных карбоновых кислот в синтезе лекарственных веществ;
- прогнозировать реакционную способность галогено-, гидроксид-, 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, 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. Необходимые базисные знания и умения: базовые знания о номенклатуре, изомерии, способах получения и химических свойствах карбоновых кислот и их функциональных производных.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний

3	<p>Ознакомление обучающихся с содержанием занятия</p> <p>Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.</p> <p>1) Химические свойства галогенозамещенных кислот:</p> <p>а) кислотные свойства и их зависимость от числа атомов галогена и взаимного расположения галогена и карбоксильной группы;</p> <p>б</p> <p>2) Химические свойства гидроксикислот, как гетерофункциональных соединений.</p> <p>3) Фенолокислоты. Салициловая кислота. Получение и свойства как гетерофункционального соединения.</p> <p>4) Химические свойства оксокислот, как гетерофункциональных соединений.</p> <p>5) Ацетоуксусный эфир. Таутомерия и двойственная реакционная способность.</p>	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
---	--	---------	----------------	---	--

4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: а)Выполнение лабораторной работы, Оп.1. Качественная реакция на салициловую кислоту Оп. 2. Качественная реакция на молочную кислоту винной кислоты.	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь провести опыты по изучению хим. свойств гетерофункциональных карбоновых кислот	Контроль за выполнением лабораторной работы и соблюдением правил техники безопасности
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме. (приложение 5)	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля.	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	α -Аминокислоты. Пептиды.			

Литература для преподавателей:

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/

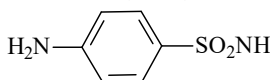
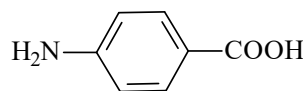
2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

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>

Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

1. Установите соответствие

Название соединения	Формула
1) молочная кислота	А) OHCH_2COOH
2) <i>n</i> -аминобензойная кислота	Б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
3) гликолевая кислота	В) 
4) стрептоцид	Г) 

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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения 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. *p*-Аминобензойная кислота и ее производные. Салициловая кислота и ее применение. Сульфаниловая кислота и ее амид. Общая структура сульфаниламидов.
5. Функциональные производные угольной кислоты.

Приложение 3. Типовые задачи.

1. Напишите по две реакции для каждой функциональной группы гликолевой кислоты.
2. Напишите реакции пировиноградной кислоты с:
 - а) гидроксиламином;
 - б) этанолом;
 - в) тионилхлоридом;
 - г) циановодородной кислотой.
3. Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании молочной кислоты (без и в присутствии минеральной кислоты).
4. Напишите специфические реакции, происходящие при нагревании α -аминопропановой, β -гидроксимасляной, γ -гидроксиимасляной кислот. Назовите полученные продукты.
5. Напишите схему расщепления лимонной кислоты при нагревании ее с серной кислотой. Назовите конечные продукты.
6. 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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

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

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

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

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. Цель занятия: 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. Необходимые базисные знания и умения.

- строение и номенклатура α -аминокислот, входящих в состав белков;
- химические свойства α -аминокислот;
- первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана);
- частичный и полный гидролиз белков;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки.

Объекты исследования: 1% раствор глицина, раствор яичного белка, раствор желатина.

Реактивы: метиловый красный, формалин, 5% раствор NaNO_2 , $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{конц.})}$, 10% раствор NaOH , 2% раствор CuSO_4 .

7. Структура занятия

Технологическая карта

№	Этапы занятия и их	Время	Наглядные	Цель и характер действия
---	--------------------	-------	-----------	--------------------------

пп.	содержание	в мин.	пособия	обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих , внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Реакция глицина с формальдегидом. Опыт 2. Реакция глицина с азотистой кислотой Опыт 3. Биуретовая реакция. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить реакции глицина с формальдегидом и азотистой кислотой; - проводить биуретовую реакцию.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных

6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Моносахариды.			

Литература для преподавателей:

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>

Приложение № 1. Типовой тест 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) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{SH})\text{COOH}$ |

- а) $C_2H_5OH(H^+)$;
- б) $NH_3(t^0)$;
- в) $NaOH$;
- г) PCl_5 .

5. Напишите схему реакций трансаминирования глутаминовой и α -оксоглутаровой 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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Реакция глицина с формальдегидом

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

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

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.

Приложение 5. Типовой билет 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?

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. Цель занятия: 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 Хеуорса, 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. Необходимые базисные знания и умения.

- классификация, строение основных представителей моносахаридов;
- стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры;
- цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов;
- химические свойства моносахаридов;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.

Объекты исследования: 0,5% раствор D-глюкозы.

Реактивы: 10% раствор NaOH, 2% раствор CuSO₄.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.

4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в D-глюкозе. Опыт 2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в щелочной среде. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь проводить реакции, доказывающие: -наличие гидроксильных групп в D-глюкозе. - восстанавливающую способность глюкозы (с $\text{Cu}(\text{OH})_2$).	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Олиго- и полисахариды.			

Литература для преподавателей:

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 "Букал" : [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>

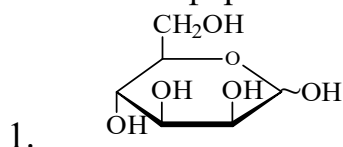
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

1. Альдопентоза
 - 1) глюкоза;
 - 2) фруктоза;
 - 3) рибоза;
 - 4) галактоза.
2. Соединения, являющиеся эписимерами
 - 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

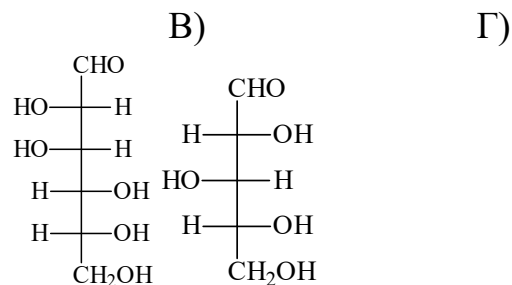
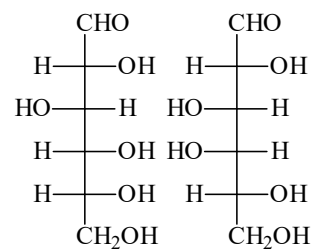
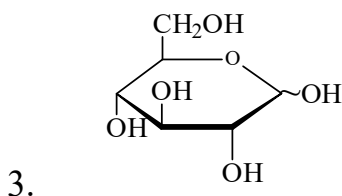
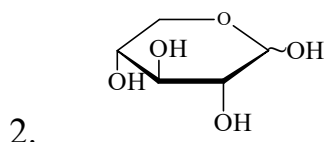
Циклическая форма моносахарида

Открытая форма моносахарида



А)

Б)



Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

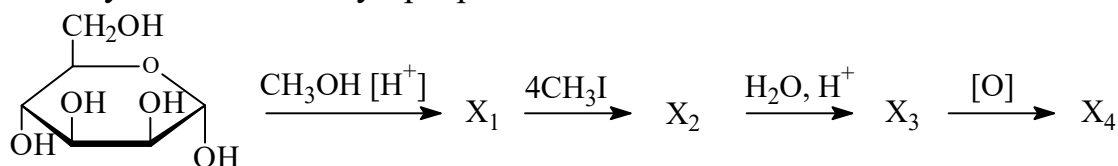
1. Классификация, строение моносахаридов.
2. Основные представители пентоз (рибоза и ксиланоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
3. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеурса, эпимеры, аномеры.
4. Цикло-оксо-таутомерные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

Приложение 3. Типовые задачи.

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 Хеурса).
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:



Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

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

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

1. Напишите строение эпимера, 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.

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. Цель занятия: 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. Необходимые базисные знания и умения.

- 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;

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.

Объекты исследования: 1% раствор лактозы, 1% раствор сахарозы, 0,5% крахмальный клейстер.

Реактивы: 10% раствор NaOH, 2% раствор CuSO₄, 1% раствор йода.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.

4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1 Восстанавливающая способность лактозы (проба Троммера). Опыт 2. Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы. Опыт 3. Качественная реакция на крахмал. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь проводить: - реакцию, доказывающую восстанавливающую способность лактозы; - реакцию, доказывающую отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы; - качественную реакцию на крахмал.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Контрольная работа № 1. «Гетерофункциональные соединения».			

Литература для преподавателей.

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>

Приложение № 1. Типовой тест 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

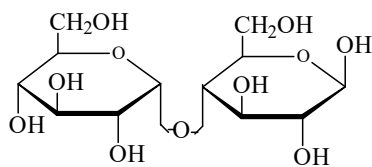
Структурная формула

Систематическое название

1)

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

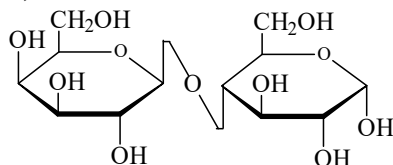
Б) α -D-глюкопиранозил-(1→4)-



β -D-глюкопираноза

В) β -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопираноза

2)



Г) α -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопираноза

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения 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, декстраны, пектиновые вещества.

5. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

Приложение 3. Типовые задачи.

1. Напишите строение α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)- β -D-глюкопиранозы. Приведите тривиальное название. Покажите способность этого дисахарида к цикло-оксо-таутомерии.
2. Напишите структуру изомера α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопиранозы с (1 \rightarrow 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 фрагментом 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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Восстанавливающая способность лактозы (проба Троммера)

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

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

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.

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. Необходимые базисные знания и умения.

- материал занятий 1-4;

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

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

6.2. ТСО: калькуляторы.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия.	5 мин.			Ознакомить обучающихся с 2х-этапной сдачей контрольного занятия.
3	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме а) I этап- контроль усвоения студентами теоретического материала. б) II этап- решение типовых задач, собеседование по вопросам к контрольному занятию.	80 мин.	Типовые билеты (приложение 1)	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала	Проверка результатов письменного контроля и оценка уровня усвоения данного модуля. Подведение итогов занятия.
	Задание на дом	Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом.			

Литература для преподавателей.

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>

Приложение 1.

Вопросы к контрольной работе № 1. «Гетерофункциональные соединения»

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминоспирты, 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, уриеды, мочевины).
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. Стереизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеурса, 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, декстраны, пектиновые вещества.
22. Представление о структуре гетерополисахаридов: гиалуроновая кислота, гепарин, хондроитинсульфат.

Образец билета

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминокислоты, 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. Стереοизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.

Напишите строение дисахаридов, 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»?

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. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация и номенклатура пятичленных гетероциклических соединений;
- химические свойства пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка, фильтровальная бумага.

Объекты исследования: опилки.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя

1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт. Реакция образования фурфуrolа.	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить реакцию образования фурфуrolа.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами.			

Литература для преподавателей.

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/>

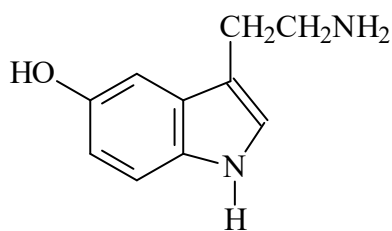
2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

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>

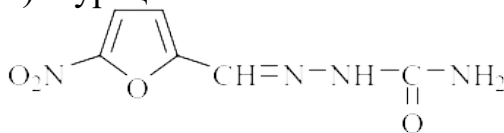
Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

- Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом
 - пиррол;
 - имидазол;
 - тиазол;
 - фуран.
 - Выберите номера правильных ответов
 - пиррол является ацидофобным гетероциклом;
 - конечным продуктом восстановления пиррола является циклический третичный амин;
 - пиррол, фуран и тиофен относятся к π -избыточным гетероциклам;
 - фуран – гетероциклическое соединение, содержащее атом азота.
 - Установите соответствие
- | | |
|----------------------------------|---|
| Биологически активное соединение | Гетероцикл как его структурный фрагмент |
| 1) серотонин | 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.

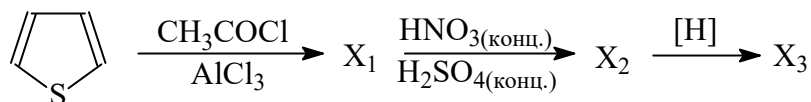
Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

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).

Приложение 3. Типовые задачи.

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:



Приложение 4. 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.

Приложение 5. 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.

Занятие №7

Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами.

1. Тема и ее актуальность. Среди гетероциклических соединений наиболее многочисленна и разнообразна группа пятичленных гетероциклов,

содержащих более одного гетероатома. Большинство этих циклических систем можно формально получить из фурана, пиррола и тиофена заменой одной или более групп — СН на гетероатом азота. Возможность варьирования числа и расположения атомов азота в кольце приводит к структурному многообразию гетероциклов.

2. Цель занятия: 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 гетероатомом;

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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация и номенклатура пятичленных гетероциклических соединений;
- химические свойства пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка, фильтровальная бумага.

Объекты исследования: антипирин.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт. Цветные реакции антипирина (с FeCl_3 , с HNO_2); (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить цветную реакции антипирином (с FeCl_3 , с HNO_2);	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.

5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом			

Литература для преподавателей.

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>

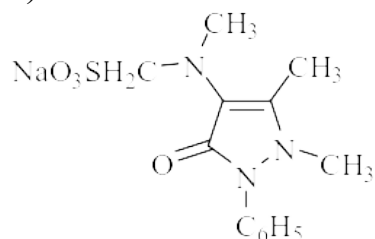
Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

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.

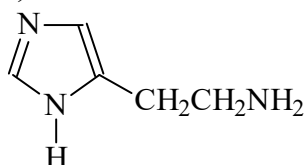
3. Установите соответствие

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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения 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)

Приложение 3. Типовые задачи.

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:

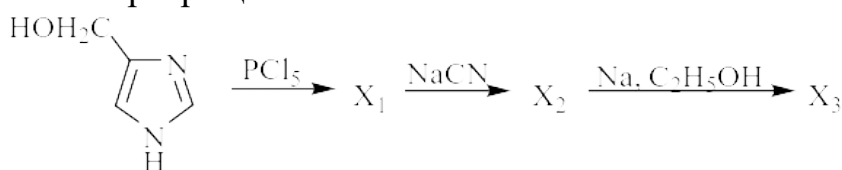
- 1) сульфирование и нитрование пиразола;
- 2) нитрования имидазола;
- 3) взаимодействия бензимидазола с хлороводородной кислотой;
- 4) ацилирование имидазола;
- 5) галогенирование пиразола;
- 6) сульфирование имидазола;
- 7) алкилирование имидазола;
- 8) галогенирование пиразола.

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:



Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт. Цветные реакции антипирина

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

1. Приведите формулы гетероциклических соединений: имидазол, оксазол.

2. Для имидазола напишите реакции:

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

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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация и номенклатура шестичленных гетероциклических соединений;
- химические свойства азинов и диазинов;
- алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺;
- важнейшие представители шестичленных гетероциклов;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, красная лакмусовая и универсальная индикаторная бумага, стеклянная палочка.

Объекты исследования: пиридин.

Реактивы: 1% раствор FeCl₃.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся

2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Свойства пиридина. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить реакции на изучение свойств пиридина.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Шестичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомом.			

Литература для преподавателей.

Литература для преподавателей.

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 биорганической 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. Биорганическая 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. Биорганическая 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>

Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

1. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом

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

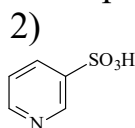
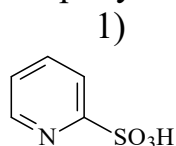
2. В состав молекулы никотиновой кислоты (витамина РР) входит следующий гетероцикл

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

3. Водный раствор пиридина окрашивают лакмус в

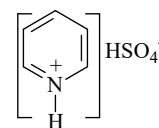
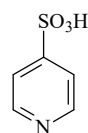
- 1) синий цвет;
- 2) красный цвет;
- 3) фиолетовый цвет;
- 4) не окрашивают.

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



3)

4)



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

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

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Общий обзор структур шестичленных гетероциклов: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) 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.

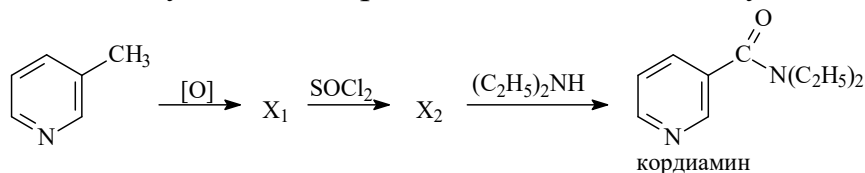
3. Алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа действия кофермента НАД⁺.

Приложение 3. Типовые задачи.

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 декарбоксилацией. Напишите схему синтеза никотиновой кислоты.

4. Напишите схемы реакций взаимодействия хинолина с:

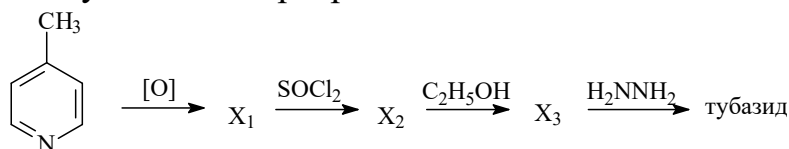
- а) с соляной и серной кислотами на холоду;
- б) йодистым этилом;

- в) амидом натрия;
г) нитрующей смесью.

Назовите продукты реакции.

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

6. Осуществите превращения:



Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Свойства пиридина

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

1. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиридина с:

- а) HCl;
б) метилйодидом;
в) нитрующей смесью.

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

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. 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 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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация и номенклатура шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами;
- важнейшие представители шестичленных гетероциклов с двумя гетероатомами;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, красная лакмусовая и универсальная индикаторная бумага, стеклянная палочка.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6

1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить реакции.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Конденсированные гетероциклы. Алкалоиды.			

Литература для преподавателей.

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>

Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

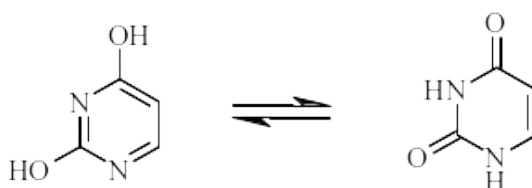
1. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами:

- 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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

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 В₁)), барбитал, фенобарбитал).

Приложение 3. Типовые задачи.

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-лактамная 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 дивидин (2,3-диамино-5,6-дигидропиримидин) Какие виды таутомерии возможны для этого соединения? Напишите схему таутомерных превращений дивидина.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся. Решение типовых задач.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

1. Напишите уравнения реакции взаимодействия пиримидина с:
 - а) HCl;
 - б) метилйодидом;
 - в) нитрующей смесью.
2. Приведите таутомерные формы производных пиримидина: урацила и цитозина.

Занятие №10

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. Цель занятия: 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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация и номенклатура шестичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами;
- важнейшие представители шестичленных гетероциклов с двумя гетероатомами;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, красная лакмусовая и универсальная индикаторная бумага, стеклянная палочка.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6

1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих , внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Разбор и анализ результатов лабораторной работы Оп. 1.Мурексидная проба Оп. 2.Кислотные свойства мочевой кислоты.	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить реакции.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных

6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты			

Литература для преподавателей.

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/>

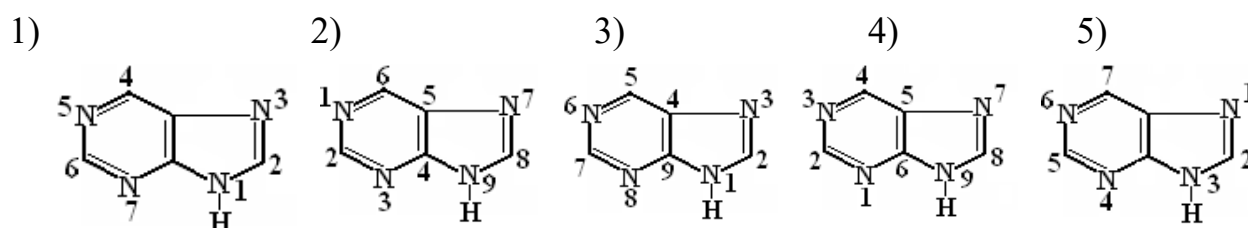
2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

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>

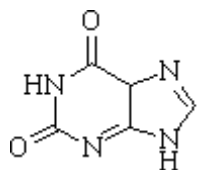
Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

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

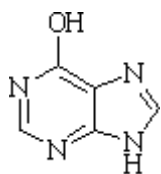


2. Структура гипоксантина:

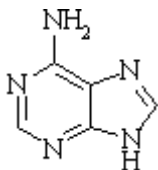
1)



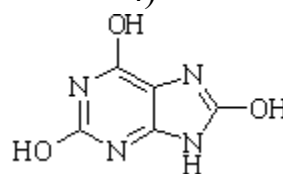
2)



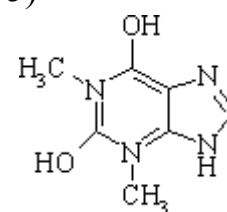
3)



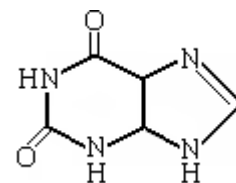
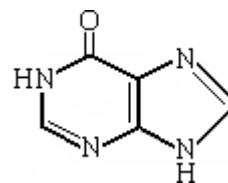
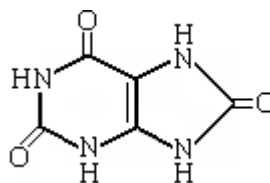
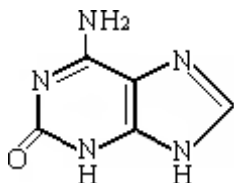
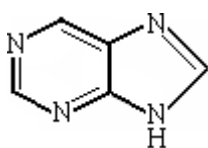
4)



5)



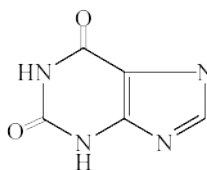
3. Соответствие между структурной формулой и названием соединения: ...



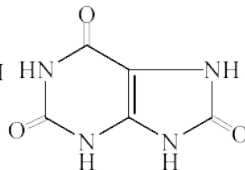
1) пурин 2) теобромин 3) мочевая кислота 4) пиридоксин 5) ксантин

4. Структура мочевой кислоты ...

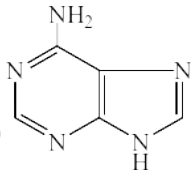
А.



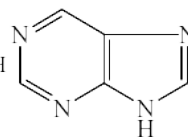
Б.



В.



Г.



Д.

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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Конденсированные системы гетероциклов. Ароматичность, таутомерия пурина.
2. Гидроксипроизводные пурина: гипоксантин, ксантин и мочевая кислота. Лактим-лактаманная 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.

Приложение 3. Типовые задачи.

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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Руководство к лабораторным занятиям по органической химии./ Под ред. Тюкавкиной Н.А., – с. 213-218.

Опыт 1. Мурексидная проба

Опыт 2. Кислотные свойства мочевой кислоты

Приложение 5. Типовой билет 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?

Занятие №11

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. Цель занятия: 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-лактаминную 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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- пиримидиновые и пуриновые основания, лактим-лактаминная таутомерия 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;
- первичная структура нуклеиновых кислот, фосфодиэфирную связь;
- нуклеотидный состав РНК и ДНК, гидролиз нуклеиновых кислот.
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка.

Объекты исследования: гидролизат нуклеопротеидов.

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

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.

4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Обнаружение пуриновых оснований. Опыт 2. Обнаружение пентоз (реакция Молиша). Опыт 3. Обнаружение фосфорной кислоты. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь проводить - реакции, позволяющее обнаружить: - пуриновые основания; - пентозы; - фосфорную кислоту.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Контрольная работа №2 «Гетероциклические соединения. Алкалоиды».			

Литература для преподавателей.

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 "Букал" : [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>

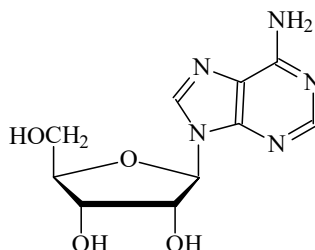
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Приложение № 1. Типовой тест 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

- 1) аденин
- 2) цитозин

Комплементарное ему соединение

- А) гуанин
- 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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактазная 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.

Приложение 3. Типовые задачи.

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'-дезоксцитидиловой кислоты (дезоксцитидин-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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Обнаружение пуриновых оснований

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)

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

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

Занятие №12

Контрольная работа №2 «Гетероциклические соединения. Алкалоиды».

1.Цель занятия. 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 антипирина (с FeCl_3 , с HNO_2);
- проводить реакции на изучение свойств пиридина;

3. Необходимые базисные знания и умения.

- материал занятий 6-11;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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

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.

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

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

6.2. ТСО: калькуляторы.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия.	5 мин.			Ознакомить обучающихся с 2х-этапной сдачей контрольного занятия.

3	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме а) I этап- контроль усвоения студентами теоретического материала. б) II этап- решение типовых задач, собеседование по вопросам к контрольному занятию.	80 мин.	Типовые билеты (приложение 1)	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала	Проверка результатов письменного контроля и оценка уровня усвоения данного модуля. Подведение итогов занятия.
	Задание на дом	Терпеноиды.			

Литература для преподавателей.

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>

Приложение 1.

Вопросы к контрольной работе по модулю «Гетероциклические соединения. Алкалоиды».

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-лактаманная 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 мочева кислота. Лактим-лактаманная таутомерия.
23. Кислотно-основные свойства мочево́й кислоты. Соли мочево́й кислоты. Ураты.
24. Метилированные ксантины: теофиллин, 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.

Занятие №13 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. Цель занятия: 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.

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. Необходимые базисные знания и умения.

- классификация терпеноидов, изопреновое правило;
- важнейшие представители монотерпенов, дитерпенов, тетратерпенов;

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки.

Объекты исследования: скипидар.

Реактивы: 0,5% раствор крахмального клейстера, 0,5 н раствор KI.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Активирование кислорода терпенами. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь проводить реакцию активирования кислорода терпенами.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.

5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Стероиды.			

Литература для преподавателей.

Литература для преподавателей.

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/uchebное-posobie-po-organicheskoy-i-bioorganicheskoy-himii-dlya-samostoyatelnoy-raboty-studentov-9572224/>

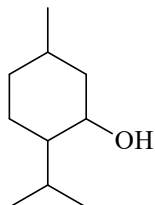
2. Василенко Ю. К. Биологическая химия / Ю. К. Василенко. - 3-е изд., Учебное пособие. - М. : МЕДпресс-информ, 2021. - 432 с. - ISBN 9785000309070. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/biologicheskaya-himiya-11956595/>

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>

Приложение № 1. Типовой тест входного контроля.

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



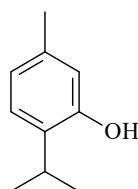
- 1) камфора;
 - 2) ретинол;
 - 3) ментол;
 - 4) цитраль.
3. Выберите правильные ответы по отношению к ментолу
 - 1) относится к моноциклическим монотерпеноидам;
 - 2) является третичным спиртом;
 - 3) окисляется дихроматом калия в кислой среде в соответствующий альдегид;
 - 4) образует сложные эфиры.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

1. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
2. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
3. Дитерпены: ретинол (витами A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин A).

Приложение 3. Типовые задачи.

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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Активирование кислорода терпенами

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.

Приложение 5. Типовой билет выходного контроля

1. Выделите изопреновые звенья в структуре растительного пигмента β -каротина.
2. Напишите реакцию гидрирования тимола до ментола.

Занятие №14 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,

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. Необходимые базисные знания и умения.

- классификация стероидов, строение гонана.
- важнейшие представители стероидных гормонов, холестерин;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки.

Объекты исследования: скипидар.

Реактивы: 0,5% раствор крахмального клейстера, 0,5 н раствор KI.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.

4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь проводить реакцию активирования кислорода терпенами.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.
5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Омыляемые липиды.			

Литература для преподавателей.

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>

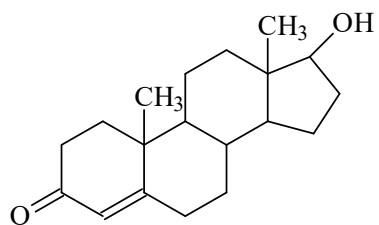
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Приложение № 1. 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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения темы занятия.

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

Приложение 3. Типовые задачи.

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 холестероида пальмитиновой кислоты.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся. Решение типовых задач.

Приложение 5. Типовой билет 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.

Занятие №15 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. Цель занятия: 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.

3. Необходимые базисные знания и умения.

- определение, классификация липидов;
- структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты.
- свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

6.1. Дидактический материал: типовые задачи, методические указания.

6.2. ТСО: калькуляторы.

6.3. Посуда и приборы: штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, спички, держатель для пробирок, стеклянная палочка.

Объекты исследования: подсолнечное масло, раствор мыла.

Реактивы: сухой порошок KHSO_4 или H_3BO_3 , 2н раствор H_2SO_4 .

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	2	3	4	5	6
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Контроль исходных знаний обучающихся с применением тестового контроля (приложение 1)	10 мин.	Типовые тесты входного контроля.	Усвоение теоретического материала.	Контроль исходного уровня знаний
3	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия: а) разбор узловых вопросов по теме занятия. (приложение 2) б) решение типовых задач (приложение 3)	30 мин.	Типовые задачи	Разбор узловых вопросов темы данного занятия.	Формирование у обучающихся знаний по теме занятия.
4	Самостоятельная работа обучающихся под руководством преподавателя: - выполнение лабораторной работы Опыт 1. Акролеиновая проба на нейтральные жиры. Опыт 2. Выделение свободных жирных кислот из мыла. (приложение 4)	20 мин.	Учебные таблицы. Реактивы, химическая посуда.	Уметь: - проводить акролеиновую пробу на нейтральные жиры; - выделять свободные жирные кислоты из мыла.	Контроль за выполнением лабораторной работы, за соблюдением правил техники безопасности.

5	Разбор выполненной лабораторной работы и защита протоколов	10 мин.		Обработка, анализ и обобщение результатов экспериментальных данных	Формирование у обучающихся навыков по обработке, анализу и обобщению результатов экспериментальных данных
6	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме (приложение 5).	15 мин.	Типовые билеты выходного контроля	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Подведение итогов занятия. Проверка результатов тестирования, уровня усвоения темы занятия.
	Задание на дом	Зачетное занятие			

Литература для преподавателей.

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>

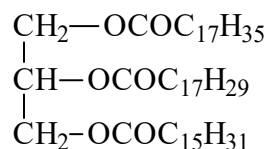
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-3801-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970438015.html>

Приложение № 1. Типовой тест 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

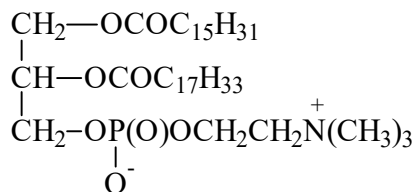


- 1) 2-линоленоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;
- 2) 2-линоленоил-1-пальмитоил-3-стеароилглицерин;
- 3) 2-линоленоил-1-олеоил-3-стеароилглицерин;
- 4) 2-линолеоил-1-олеоил-3-пальмитоилглицерин;

3. Триацилглицерины с твердой консистенцией

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

4. Соединение является



- 1) фосфатидилсеринном;
- 2) фосфатидилколамином;
- 3) фосфатидилхолином;
- 4) цереброзидом.

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.

Приложение 2. Узловые вопросы, необходимые для усвоения 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).

Приложение 3. Типовые задачи.

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 ($t_{пл} = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$) превращается в элаидиновую кислоту ($t_{пл} = 52\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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 твердой? 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.

Приложение 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Опыт 1. Акролеиновая проба на нейтральные жиры

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.

Приложение 5. Типовой билет 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, аминоксирин холин.

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. Необходимые базисные знания и умения.

- материал занятий 13-15;

- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: контрольная работа.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

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

6.2. ТСО: калькуляторы.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя
1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих, внешнего вида обучающихся
2	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия.	5 мин.			Ознакомить обучающихся с 2х-этапной сдачей контрольного занятия.
3	Контроль конечного уровня знаний и умений по теме а) I этап- контроль усвоения студентами теоретического материала. б) II этап- решение типовых задач, собеседование по вопросам к контрольному занятию.	80 мин.	Типовые билеты (приложение 1)	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала	Проверка результатов письменного контроля и оценка уровня усвоения данного модуля. Подведение итогов занятия.
	Задание на дом	Зачетное занятие.			

Литература для преподавателей.

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>

Приложение 1.

Вопросы к контрольной работе по модулю «Липиды».

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.

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, аминоспирт - коламин.

Занятие №17 Зачетное занятие

1.Цель занятия. 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.

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

- материал занятий 1-16.

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

- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих кратные связи, циклические, ароматические структуры; карбонильную и карбоксильную группы;

- проводить окисление спирта хромовой смесью;

- сравнивать кислотные и основные свойства органических соединений;

- приводить уравнения реакций, характеризующих химические свойства гетерофункциональных соединений, которые обусловлены наличием различных функциональных групп; пятичленных и шестичленных гетероциклов; алкалоидов; нуклеиновых кислот; неомыляемых и омыляемых липидов.

- прогнозировать направление и результат химических превращений соединений, содержащих различные функциональные группы; пятичленные и шестичленные гетероциклы; алкалоидов; нуклеиновых кислот; неомыляемых и омыляемых липидов.

- приводить специфические реакции гетерофункциональных соединений;

- проводить качественные реакции на салициловую и молочную кислоты;
- проводить реакцию образования фурфурола;
- проводить цветные реакции антипирина (с FeCl_3 , с HNO_2);
- проводить реакции на изучение свойств пиридина;
- 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;
- 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. Необходимые базисные знания и умения.

- материал занятий 1-16;
- правила работы и техники безопасности в химической лаборатории с реактивами и приборами.

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.

4. Вид занятия: зачетное занятие.

5. Продолжительность занятия: 2 академических часа.

6. Оснащение:

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

6.2. ТСО: калькуляторы.

7. Структура занятия

Технологическая карта

№ пп.	Этапы занятия и их содержание	Время в мин.	Наглядные пособия	Цель и характер действия	
				обучающегося	преподавателя

1	Организационный этап	5 мин.			Проверка присутствующих , внешнего вида обучающихся
2	Ознакомление обучающихся с содержанием занятия.	5 мин.			Ознакомить студентов с 3х-этапной сдачей зачетного занятия.
3	Контроль конечного уровня знаний и умений по дисциплине а) I этап- тестирование. б) II этап- сдача практических навыков. в) III этап- сдача зачета.	80 мин.	Типовые билеты (приложение 1)	Закрепление знаний по теме занятия, самопроверка уровня усвоения материала.	Проверка результатов письменного контроля и оценка уровня усвоения данного модуля. Подведение итогов занятия.

Литература для преподавателей.

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>

Приложение 1.

Вопросы к зачетному занятию.

1. Основные классы гетерофункциональных соединений (аминокислоты, аминоспирты, 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.
10. Шестичленные гетероциклы: гетероциклы с одним (пиридин, пиран) и двумя (пиридазин, пиримидин, пиразин) гетероатомами, их конденсированные системы (хинолин, изохинолин, пурин).
11. 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.
12. α -Аминокислоты. Строение. Номенклатура. Классификация α -аминокислот по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.
13. Химические свойства α -аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Специфические свойства α -аминокислот: отношение к нагреванию, комплексообразование. Качественные реакции.
14. Реакции трансаминирования и восстановительного аминирования. Реакции дезаминирования, декарбоксилирования, окисления тиольных групп.
15. Первичная структура пептидов и белков. Методы определения N- и C-концевых аминокислот. Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана).

16. Классификация, строение моносахаридов. Основные представители пентоз (рибоза и ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза).
17. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L-стереохимические ряды. Формулы Фишера, формулы Хеуорса, эпимеры, аномеры.
18. Цикло-оксо-таутомерные превращения моносахаридов.
19. Химические свойства моносахаридов: восстановление, окисление (мягкое, жесткое, ферментативное), образование простых и сложных эфиров, гликозидов.
20. Принципы строения и номенклатура ди- и полисахаридов. Восстанавливающие (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (сахароза) дисахариды. Отношение к гидролизу.
21. Таутомерные превращения дисахаридов. Реакции сложных эфиров. Гидролиз.
22. Принципиальные структуры полисахаридных цепей важнейших гомосахаридов: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстрины, пектиновые вещества.
23. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (гуанин, аденин) основания. Лактим-лактамина таутомерия. Комплементарность нуклеиновых оснований, обусловленная водородными связями.
24. Нуклеозиды. Определение и характер связи азотистого основания с углеводным остатком. Гидролиз.
25. Нуклеотиды. Определение и характер связей между структурными единицами. Строение нуклеозидмонофосфатов, дифосфатов и трифосфатов.
26. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.
27. Липиды: определение, классификация.
28. Структурные компоненты липидов: высшие жирные кислоты, спирты. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Биологическая роль ненасыщенных жирных кислот.
29. Простые липиды: воски, триацилглицерины (жиры и масла), церамиды. Некоторые свойства омыляемых липидов и их структурных компонентов (реакции гидролиза, присоединения, окисления).
30. Сложные липиды. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды – фосфатиды (фосфатидилсерина, фосфатидилколामीны, фосфатидилхолины).
31. Сфинголипиды: сфингомиелины, гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).
32. Терпеноиды. Изопреновое правило. Классификация.
33. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен, ментан, ментол). Бициклические терпены: α -пинан, камфора.
34. Дитерпены: ретинол (витами A_1), ретиналь. Тетратерпены: β -каротин (провитамин А).

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

Образец билета к зачету

1. Химические свойства салициловой кислоты на примере реакций:
 - а) декарбоксилирования;
 - б) образования метилсалицилата;
 - в) образования ацетилсалициловой кислоты;
 - г) образования фенолсалицилата (салола).
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.