



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Рязанский государственный медицинский университет  
имени академика И.П.Павлова»**  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России)

**Кафедра общей и фармацевтической химии**

**Дисциплина Биоорганическая химия**

**Методические указания для студентов**

Уровень высшего образования – специалитет  
Специальность – 32.05.01 Медико-профилактическое дело  
Курс – 1  
Семестр - 2

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_/Сычев И.А./

Рязань, 2018г.

**Раздел дисциплины: Основы строения и реакционной способности органических соединений. Общая характеристика строения и реакционной способности углеводов.**

**Тема занятия №1**

Общая характеристика органических соединений. Взаимное влияние атомов в органических соединениях. Сопряжение. Ароматичность.

**Цель:**

- изучить вопросы классификации органических соединений
- познакомиться с типами сопряжения и видами электронных эффектов
- изучить критерии ароматичности на примере карбо- и гетероциклов

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

1. Классификация органических соединений по структуре углеродного скелета и природе функциональных групп. Биологически важные классы органических соединений: спирты, фенолы, тиолы, амины, эфиры, сульфиды, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их производные.
2. Основные номенклатурные термины: органический радикал, родоначальная структура, характеристическая группа (на конкретных примерах).
3. Электронное строение атома углерода, три состояния гибридизации атома углерода.
4. Ковалентные связи – основной тип связей в органических соединениях:
  - $\delta$  и  $\pi$ - связи;
  - свойства ковалентной связи ( энергия, длина, полярность, поляризуемость).
  - Донорно-акцепторные связи.
5. Водородные связи. Значение водородных связей.
6. Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений:
  - индуктивный эффект;
  - сопряжение как один из важнейших факторов повышения устойчивости молекул и ионов биологически важных соединений; виды сопряжения:  $\pi,\pi$ - и  $p,\pi$ - сопряжение;
  - сопряженные системы с открытой цепью: 1,3-диены;  $\alpha,\beta$ -ненасыщенные карбонильные соединения, карбоксильная группа;
  - сопряженные системы с замкнутой цепью, критерии ароматичности, ароматичность бензоидных (бензол, нафталин) и гетероциклических (фуран, тиофен, пиррол, пиразол, имидазол, пиридин, пиримидин, пурин) соединений;
  - мезомерный эффект;

- электронодонорные и электроноакцепторные заместители;

## Рекомендуемая литература

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

- дополнительная:

1. Учебно-методическое пособие: Сопряжение и ароматичность. Кислотно-основные свойства органических соединений / авт.-сост. Т.Ю. Колосова, Л.В. Кубасова; – Рязань:РИО РязГМУ, 2007. – 36 с.

## Тема занятия №2.

Типы реакций и реагентов. Реакционная способность предельных и непредельных углеводородов.

**Цель:** изучить типы реакций в органических превращениях, химические свойства углеводородов: алканов, алкенов, алкадиенов, алкинов и аренов

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

### Вопросы для обсуждения:

1. Какие реагенты называют радикальными, электрофильными, кислотными, нуклеофильными, основными, окислителями, восстановителями?
2. Какие вещества называют субстратом и реагентом?
3. Приведите примеры гомолитического (радикального) и гетеролитического разрыва связей в субстрате.
4. Классификация органических реакций по направлению (конечному результату).
5. Реакции радикального замещения для насыщенных углеводородов ( $S_R$ ): галогенирование. Обсудите преимущественное направление реакции.
6. Реакционная способность ненасыщенных алифатических углеводородов (алкенов, алкадиенов, алкинов) - электрофильное присоединение ( $A_E$ ):
  - гидратация, галогенирование, гидрогалогенирование; правило Марковникова; реакция Кучерова;
  - на примере реакций бромирования и гидробромирования бутадиена-1,3 приведите образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения
  - восстановление и окисление
  - $C\equiv N$ -кислотные свойства алкинов.- взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра.
7. Реакционная способность ароматических углеводородов:

- электрофильное замещение ( $S_E$ ) (реакции галогенирования, сульфирования, нитрования, алкилирования, ацилирования);
- окисление, восстановление;
- ориентирующее действие заместителей в бензольном кольце - ориентанты I и II рода

### Рекомендуемая литература

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

- дополнительная:

1. Иванычева Ю.Н. Углеводороды: Учебно - методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2007.- 46

### Тема занятия №3.

Пространственное строение органических соединений.

**Цель:** изучить стереохимические основы строения молекул органических соединений и связь биологической активности органических соединений с пространственным строением

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

#### Вопросы для обсуждения:

1. Какие изомеры называются стереоизомерами? Что такое конфигурация и конформация?
2. Какой атом углерода называют асимметрическим (хиральным)? Приведите примеры соединений, содержащих такой атом.
3. Что такое энантиомеры? С помощью проекционных формул Фишера приведите энантиомеры следующих соединений: глицериновый альдегид, молочная кислота, 2-аминопропановая кислота, бутанол-2. 2-гидроксипентаналь. Укажите асимметрические атомы углерода. Относительная и абсолютная конфигурация. Назовите каждый из изомеров. Как количество конфигурационных изомеров зависит от количества асимметрических центров?
4. Что такое рацемат? Обладают ли рацематы оптической активностью?
5. Дайте определение диастереомерам. Сколько конфигурационных изомеров имеют: 2-амино-3-метилпентановая кислота, 2-бром-3-хлорпентан, 2-амино-3-гидроксипентаналь, 2-гидрокси-3-хлорбутандиовая кислота, 2,3-дигидроксипентаналь. С помощью проекционных формул Фишера приведите все возможные изомеры. Назовите их и укажите энантиомеры и диастереомеры.
6. Постройте формулы пространственных изомеров и назовите их по Z-E номенклатуре для следующих соединений:

2-бром-1-хлорпропен-1

1-йод-1-хлорпропен-1

2-йодбутен-2

2-хлорпентен-2

### Рекомендуемая литература

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

### Тема занятия №4

#### Контрольная работа №1

1. **Цель:** осуществить контроль по усвоению знаний студентов по темам:

- Основы строения и реакционной способности органических соединений

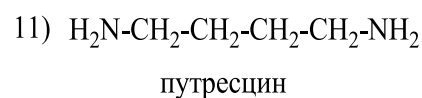
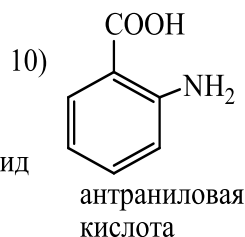
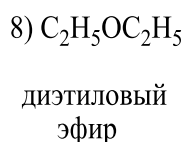
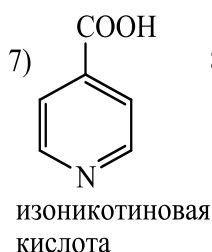
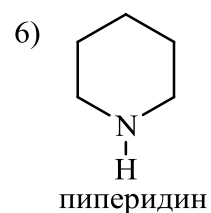
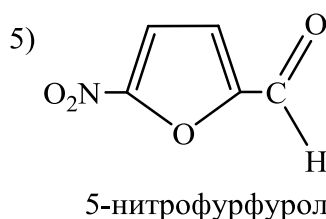
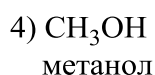
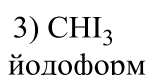
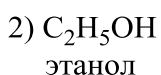
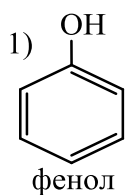
Взаимное влияние атомов в органических соединениях. Сопряжение. Ароматичность.

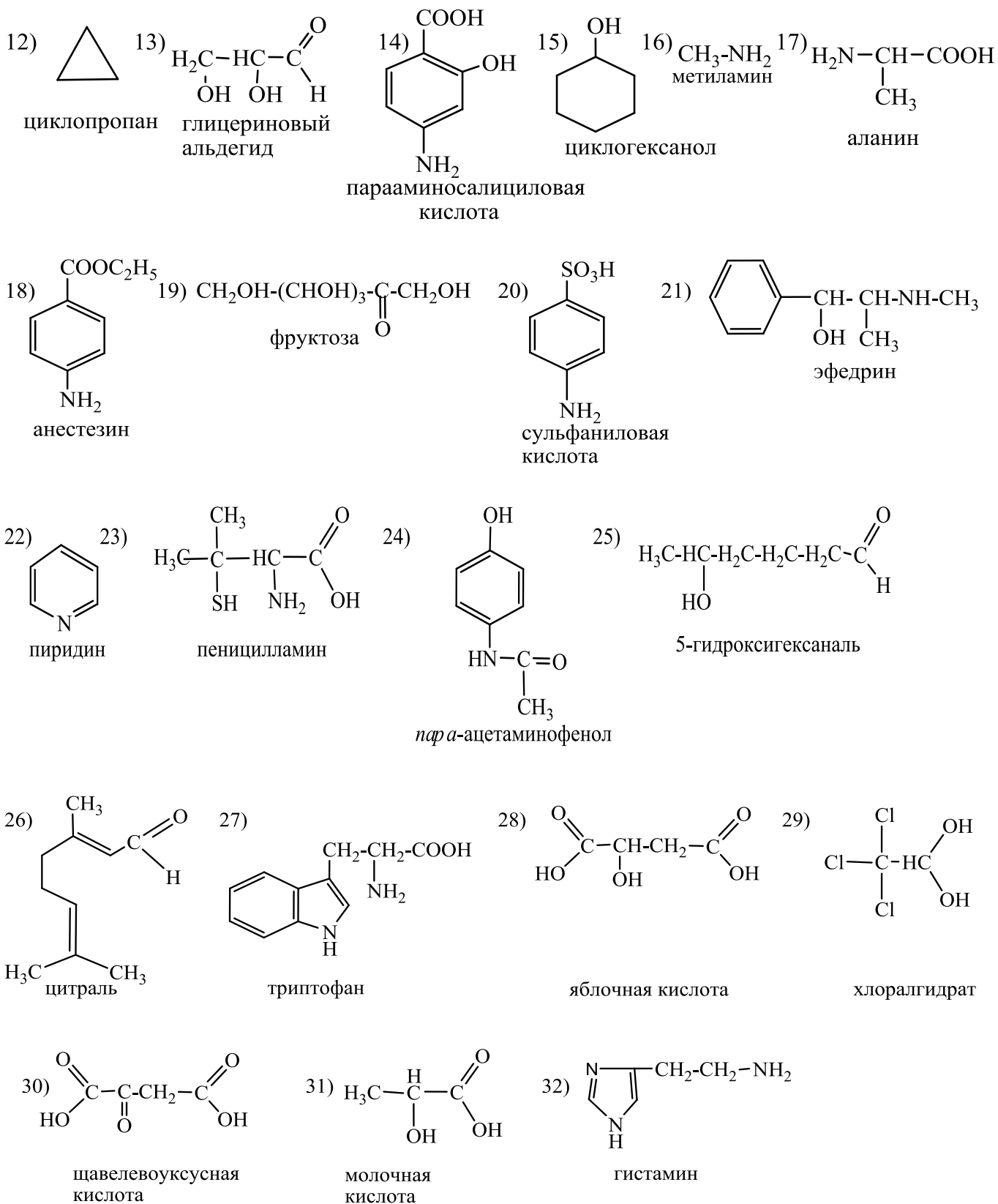
- Общая характеристика строения и реакционной способности углеводородов.
- Типы реакций и реагентов. Реакционная способность предельных и непредельных углеводородов.
- Пространственное строение органических соединений.

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

#### Вопросы контрольной работы №1

1. Укажите функциональные группы и назовите классы, к которым принадлежат следующие органические соединения. Определите их место в классификации по структуре углеродного скелета



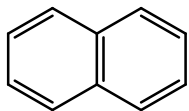


2. Приведите структурные формулы следующих соединений. Для молекул, имеющих сопряжение, укажите тип сопряжения и поясните, как оно возникает.

1) пропеналь, пентан, фенол

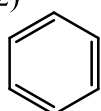
- 2) пропановая кислота, толуол, бензальдегид
  - 3) анилин, бензойная кислота, пропиен
  - 4) уксусная кислота, метоксибензол, бутен-1
  - 5) бензиловый спирт, нитробензол, пропаналь
3. Сформулируйте критерии ароматичности. Докажите ароматичность следующих соединений:

1)



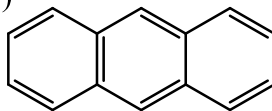
нафталин

2)



бензол

3)

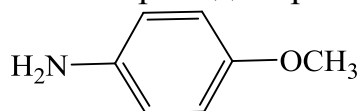


антрацен

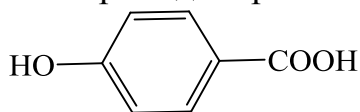
4. Приведите структурные формулы соединений. **Графически** покажите смещение электронной плотности в молекулах. Для этого укажите вид и знак электронных эффектов функциональных групп. Определите, какими заместителями они являются: электронодонорами (ЭД) или электроноакцепторами (ЭА)?

- 1) пропановая кислота, бензойная кислота
- 2) фенол, этанол
- 3) хлорбензол, хлорэтан
- 4) анилин, этиламин
- 5) пропеналь, пропаналь

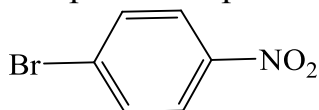
5. Какими заместителями являются амино- и метокси-группы - электронодонорами или электроноакцепторами? Ответ обоснуйте.



6. Какими заместителями являются гидроксильная и карбоксильная группы - электронодонорами или электроноакцепторами? Ответ обоснуйте.



7. Какими заместителями являются бром и нитро-группа - электронодонорами или электроноакцепторами? Ответ обоснуйте.



8. Дайте определение радикальным, электрофильным и нуклеофильным реагентам. Выберите из предложенных структур все электрофилы, нуклеофилы и радикалы:

$\text{Br}^+$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Br}^\cdot$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{R}_3\text{C}^+$ ,  $\text{R}_3\text{C}^-$ ,  $\text{R}_3\text{C}^\cdot$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CH}_3^\cdot$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{RC}=\text{O}^+$ ,  $\text{RO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{ROO}^\cdot$

9. Дайте определение энантиомеров. Что такое рацемат? С помощью проекционных формул Фишера приведите энантиомеры для следующих соединений: глицериновый альдегид, молочная кислота, 2-аминопропановая кислота, бутанол-2, 2-гидроксипропаналь. Укажите асимметрические атомы углерода. Назовите каждый из изомеров.
10. Дайте определение диастереомерам. Сколько конфигурационных изомеров имеют: 2-амино-3-метилпентановая кислота, 2-бром-3-хлорпентан, 2-амино-3-гидроксипропаналь, 2-гидрокси-3-хлорбутандиовая кислота. С помощью проекционных формул Фишера приведите все возможные изомеры. Назовите их и укажите энантиомеры и диастереомеры.
11. Постройте формулы пространственных изомеров и назовите их по Z-E номенклатуре для следующих соединений:
- 1) 2-бром-1-хлорпропен-1
  - 2) 1-йод-1-хлорпропен-1
  - 3) 2-йодбутен-2
  - 4) 2-хлорпентен-2
12. Напишите уравнение реакции монобromирования при освещении для следующих соединений: 2-метилпропана, 2-метилбутана, толуола. Назовите продукты реакций.
13. Приведите уравнения реакции гидрохлорирования следующих соединений: 2-метилбутен-2, 2-метилбутен-1, пропеналь, 3-метилбутен-1, пропеновая кислота. Объясните направление их протекания. Назовите продукты реакций.
14. Приведите для этина, пропина, бутина-1, бутина-2 по два уравнения реакций: а) гидратация; б) гидрохлорирование в избытке реагента. Укажите условия реакций, назовите продукты.
15. Приведите для бутадиена -1,3 и 2-метилбутадиена-1,3 схемы реакций бромирования и гидробромирования с образованием 1,2-продуктов присоединения и 1,4-продуктов присоединения.
16. Перечислите ориентанты I и II рода. Используя информацию по электронному влиянию этих заместителей, объясните, как они изменяют скорость реакции замещения и в какие позиции кольца направляют вновь входящие группы. Приведите уравнения реакций.
17. Учитывая ориентирующее влияние заместителя, приведите следующие уравнения реакций, протекающие по бензольному кольцу, укажите условия реакций:
- 1) алкилирование толуола третбутиловым спиртом
  - 2) бромирование этилбензола
  - 3) ацилирование нитробензола
  - 4) алкилирование этоксибензола 2-хлорпропаном
  - 5) сульфирование бензойной кислоты



- б) алкилирование изопропилбензола метилхлоридом
  - 7) нитрование хлорбензола
  - 8) ацилирование этилбензола
18. Приведите схемы реакций окисления следующих соединений: *пара*-этилтолуола, пропилбензола, *мета*-диэтилбензола, *пара*-ксилола. Назовите продукты реакций.
19. Напишите реакцию каталитического окисления бензола. Назовите продукт реакции.
20. Приведите для 2-метилпентена-2, пентена-1, бутена-2, бутена-1 по две схемы окисления: а) водным раствором перманганата калия; б) перманганатом калия в присутствии серной кислоты. Назовите продукты реакций.

## VII. Рекомендуемая литература

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие / Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 5-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. – 320 с.: ил.; УМО. - (Высш. образование: соврем. учеб.). – ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010. - 116 с.; УМС.- Библиогр.: С.110
2. Учебно-методическое пособие: Сопряжение и ароматичность. Кислотно-основные свойства органических соединений / авт.-сост. Т.Ю. Колосова, Л.В. Кубасова; – Рязань: РИО РязГМУ, 2007. – 36 с.
3. Ивановичева Ю.Н. Углеводороды: Учебно - методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2007. - 46

## Раздел дисциплины: Биологически важные реакции моно- поли- и гетерофункциональных соединений

### Тема занятия №5

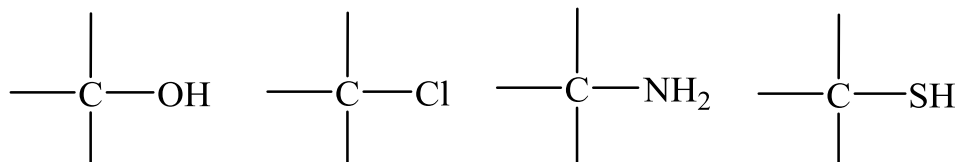
Спирты одноатомные и многоатомные, фенолы, тиолы, амины, диамины, галогенопроизводные (реакции  $S_N, E$ )

**Цель:** изучить свойства одноатомных и многоатомных спиртов, фенолов, тиолов, аминов, диаминов и галогенопроизводных; получить практические навыки в лабораторном практикуме

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

### Вопросы для обсуждения:

1. Классификация галогенопроизводных, спиртов, аминов.
2. Дайте характеристику связям:



Объясните, какой тип разрыва связи и почему характерен для них. Как называется механизм реакции?

3. Получите из 2-хлорбутана а) спирт; б) алкен; в) сложный эфир. Это должны быть одностадийные процессы. Укажите условия. Назовите продукты.
4. Получите из бромэтана а) простой эфир; б) тиол; в) сульфид. Назовите все органические соединения.
5. Получите из любого спирта алколят, сложный эфир, галогенопроизводное, алкен.
6. Сравните кислые свойства этанола и глицерина; этанола и фенола. Объясните причины различия кислотных свойств. Подтвердите свои выводы химическими реакциями.
7. Приведите **схемы** окисления первичных, вторичных спиртов и фенолов.
8. Примените правило Зайцева при дегидратации бутанола-2 и дегидрогалогенировании 3-метил-2хлорбутана.
9. Сравните кислые свойства этанола и этантиола. Свои выводы подтвердите уравнениями реакций.
10. Приведите схемы реакций окисления и восстановления тиолов и сульфидов. Восстановление дисульфидов.
11. Покажите образование водородных связей у спиртов и аминов. Как это отражается на свойствах?
12. Приведите для аминов реакции солеобразования, алкилирования и ацилирования.
13. Сравните основные свойства аммиака, метиламина, диметиламина, анилина.
14. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропиламина с а) азотной кислотой; б) азотистой кислотой; в) водой. Назовите продукты реакций.
15. Приведите схему окисления первичных аминов.

### Рекомендуемая литература

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии:

учеб. пособие/Артемяева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

1. Практикум по биорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110

## Тема занятия №6

Карбонильные соединения. Альдегиды, кетоны.

**Цель:** Изучить свойства альдегидов и кетонов и биологическую значимость этих превращений

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

### Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика реакционной способности карбонильной группы. Какой основной тип реакции характерен для альдегидов и кетонов? Каково влияние электронных и пространственных факторов, а также кислотного катализа на реакционную способность карбонильной группы?

2. Реакции нуклеофильного присоединения с участием  $\pi$ -связи углерод-кислород ( $A_N$ ) с водой, спиртами, тиолами и аминами. Гидролиз ацеталей.:

- получите полуацеталь и ацеталь пропаналя
- какие два их трех предложенных соединений можно использовать для получения полуацеталя, а затем ацеталя?

а) этанол б) пропаналь в) бензойная кислота

Напишите уравнения реакций. Назовите соединения

- получите из бутаналя ацеталь и напишите уравнение реакции гидролиза полученного ацеталя. Укажите условия и назовите продукты.
- получите из хлораля: а) хлоральгидрат; б) ацеталь. Приведите уравнения реакций.
- получите из этаналя замещенный имин, а затем восстановите его до амина. Подберите для превращений соответствующий реагент. Назовите конечный продукт.
- напишите для пропаналя два уравнения реакций а) с водой; б) с фенилгидразином. Назовите продукты реакций.
- предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



Напишите уравнения реакций. Назовите соединения X и Y.

3. Напишите уравнения реакции альдольной конденсации для: а) этанала, б) пропаналя. Укажите условия. Для продуктов реакций напишите уравнения внутримолекулярной дегидратации. Назовите продукты реакций.
4. Приведите для пропаналя уравнение реакции альдольной конденсации. Могут ли формальдегид и бензальдегид участвовать в реакции альдольной конденсации. Ответ обоснуйте. В случае положительного ответа приведите уравнения реакций.
5. Реакции окисления и восстановления для альдегидов и кетонов. Приведите качественные реакции на альдегидную группу. Назовите органические соединения.
6. Для формальдегида приведите уравнения реакций: а) восстановление. б) с 2,4-динитрофенилгидразином. Назовите продукты реакций.
7. С какими из реагентов ацетон вступит в реакцию: а)  $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ; б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; в) водород; г) фенилгидразин? Приведите уравнения этих реакций и назовите продукты.

### **VII. Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.— 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.— 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). —ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.-Библиогр.: С.110
2. Кубасова Л.В. Нуклеофильные реакции органических соединений: Учебно- методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Колосова Т.Ю ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2007.- 64

### **Тема занятия №7**

Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот.

**Цель:** Изучить свойства карбоновых, а также способы получения и свойства функциональных производных карбоновых кислот

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

1. Приведите электронное строение карбоксильной группы – функциональной группы карбоновых кислот. Укажите реакционные центры.
2. Какой фрагмент карбоновой кислоты называется ацилом? Приведите примеры.
3. В каких реакциях проявляются кислотные свойства предельных одноосновных карбоновых кислот. Напишите все эти реакции для пропановой кислоты.
4. Приведите формулы следующих соединений и расположите их в порядке увеличения кислотности: бензойная кислота, 4-хлорбензойная кислота, 4-метилбензойная кислота. Расположите их в порядке возрастания кислотности. Объясните свой выбор с помощью электронных эффектов заместителей. Из самой слабой кислоты получите сложный эфир.
5. Приведите для уксусной кислоты формулы её функциональных производных: сложный эфир, тиоэфир, амид, ангидрид, галогенангидрид. Расположите их в ряд по увеличению их способности подвергаться нуклеофильной атаке. Объясните выбранную последовательность.
6. Из двух приведенных соединений – уксусная кислота и хлорангидрид уксусной кислоты – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования ( $S_N$ ). Получите из него сложный эфир. Назовите всех участников реакции.
7. Из двух приведенных соединений – пропионовый ангидрид и метилпропионат – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования ( $S_N$ ). Получите из него амид. Назовите всех участников реакции.
8. Из двух приведенных соединений – хлорангидрид бутановой кислоты и бутановая кислота – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования. Получите из него ангидрид. Назовите всех участников реакции.
9. Напишите уравнение реакции этерификации для бензойной кислоты и 2-метилпропанола-2. Укажите необходимые условия. Назовите полученное вещество и напишите реакции его кислого и щелочного гидролиза.
10. Получите ацетилхлорид из соответствующей кислоты. Используя ацетилхлорид, получите ангидрид, сложный эфир и амид.
11. Получите из пропионового ангидрида все возможные функциональные производные исходной карбоновой кислоты.
12. Получите ацетамид из кислоты, ангидрида, хлорангидрида и сложного эфира. Можно ли из ацетамида получить ацетилхлорид?
13. Напишите уравнения реакций гидролиза следующих соединений: ацетилхлорида, метилацетата, уксусного ангидрида, ацетамида, этаннитрила. Сравните способность к гидролизу этих веществ. Объясните.
14. Напишите формулу гидразида бутановой кислоты. Получите его из соответствующих ангидрида, галогенангидрида и сложного эфира.
15. Какие реакции протекают с участием углеводородного радикала насыщенных монокарбоновых кислот? Приведите пример.
16. Каковы особенности строения и свойств метановой кислоты?

22 Какое из предложенных соединений - хлорангидрид или ацетамид можно использовать для получения ангидрида уксусной кислоты? Ответ обоснуйте. Напишите уравнение реакции. Назовите соединения.

23 Приведите уравнения реакций кислотного и щелочного гидролиза изопрропилбензоата, фенилацетата, бензилформиата. Назовите все соединения.

24 Приведите уравнения кислотного и щелочного гидролиза бензамида, N-метилацетамида, ацетилхлорида. Назовите все органические соединения.

25 Приведите три уравнения реакции получения из пропилацетата соли, карбоновой кислоты, амида. Назовите все органические соединения.

26 Получите из бутановой кислоты амид и ангидрид. Укажите условия и назовите соединения.

27 Приведите формулы ацетамида и гидразида уксусной кислоты. Получите ацетамид из уксусного ангидрида.

### **Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.-Библиогр.: С.110
2. Кубасова Л.В. Нуклеофильные реакции органических соединений: Учебно- методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Колосова Т.Ю ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2007.- 64
3. Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности: Учебно- методическое пособие / авт.-сост. Л.В.Кубасова, Т.Ю.Колосова – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 46 с.

### **Тема занятия №8**

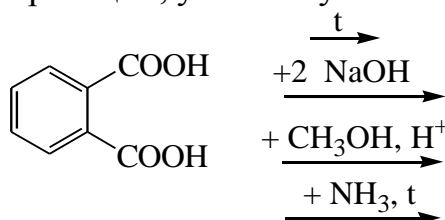
Дикарбоновые кислоты. Ненасыщенные карбоновые кислоты. Оксокислоты.

**Цель:** Изучить свойства дикарбоновых, ненасыщенных карбоновых кислот, оксокислот; получить практические навыки работы с рН-метром.

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

1. Почему дикарбоновые кислоты обладают более кислыми свойствами, чем монокрбоновые с тем же числом углеродных атомов?
2. Получите сукцинат аммония и оксалат кальция из соответствующих кислот.
3. Какая реакция называется реакцией декарбоксилирования? Как способность к декарбоксилированию меняется в гомологическом ряду насыщенных дикарбоновых кислот? Приведите примеры такой реакции.
4. Почему янтарная и глутаровые кислоты могут давать внутренние ангидриды, а малоновая и щавелевая кислоты – нет? Получите внутренний ангидрид глутаровой кислоты.
5. Закончите реакции, укажите условия:



6. Получите из янтарной кислоты среднюю соль, имид и ангидрид.
7. Для пропеновой кислоты напишите реакции: а) гидратации; б) гидрогалогенирования. Назовите продукты реакций.
8. Получите оксалат кальция и оксалат калия.
9. Приведите уравнения реакций декарбоксилирования щавелевой и малоновой кислот. Какая кислота более сильная и почему: уксусная или щавелевая?
10. Приведите для янтарной кислоты следующие уравнения реакций: а) получение кислой соли; б) получение средней соли; в) получение янтарного ангидрида.
11. Напишите формулы фумаровой и малеиновой кислот. Напишите для них реакции гидратации. Назовите соединения. Обозначьте в продуктах реакции асимметрический атом углерода. Почему он асимметрический? Получите малеиновый ангидрид.
12. Получите пировиноградную кислоту из молочной кислоты. Покажите keto-енольную таутомерию для пировиноградной кислоты. Приведите формулы фосфоенолпировиноградной кислоты и фосфоенолпирувата.
13. Приведите по две реакции по каждому реакционному центру пировиноградной кислоты.
14. Приведите реакции декарбоксилирования и декарбонилирования для пировиноградной кислоты. Укажите условия реакций. Назовите продукты.
15. Получите ацетоуксусную кислоту из 3-гидроксимасляной кислоты. Приведите для ацетоуксусной кислоты:
16. два уравнения реакций по карбоксильной группе ацетоуксусной кислоты
17. одну реакцию по кетогруппе

18. кето-енольную таутомерию
19. реакцию декарбоксилирования, назовите продукты реакции.
20. Объясните причину двойственной реакционной способности ацетоуксусного эфира? Приведите два уравнения реакций ацетоуксусного эфира по кетогруппе.
21. Какие соединения относятся к ацетоновым телам? Приведите их формулы и покажите, какими превращениями они между собой связаны.
22. Получите щавелевоуксусную кислоту из яблочной кислоты. Приведите для щавелевоуксусной кислоты кето-енольную таутомерию и получите из неё кислую и среднюю соли.

### **Рекомендуемая литература**

- основная:

- 1 Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
- 2 Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

- 1 Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110
- 2 Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности: Учебно- методическое пособие / авт.-сост. Л.В.Кубасова, Т.Ю.Колосова – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 46 с.

### **Тема занятия №9**

Гидроксикислоты, аминокислоты, фенолоксиклоты. аминспирты

**Цель:**

- познакомится с некоторыми представителями и изучить свойства гетерофункциональных соединений: гидроксикислот, аминокислот, фенолоксиклот, аминспиртов.

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

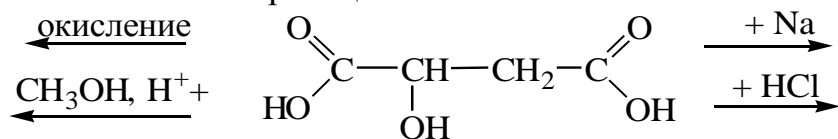
1. Напишите для молочной кислоты и для 2-метил-2-гидроксипропановой кислоты реакции разложения при нагревании в присутствии минеральных кислот. Назовите продукты реакций.
2. Получите из молочной кислоты лактид. К какому классу органических соединений относится лактид?
3. Напишите реакцию внутримолекулярного элиминирования воды для β-гидроксимасляной кислоты. Назовите полученное соединение.



4. Получите лактон из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?

5. Приведите для лимонной кислоты реакцию дегидратации её как β-гидроксикарбоновой кислоты.

6. Закончите реакции:

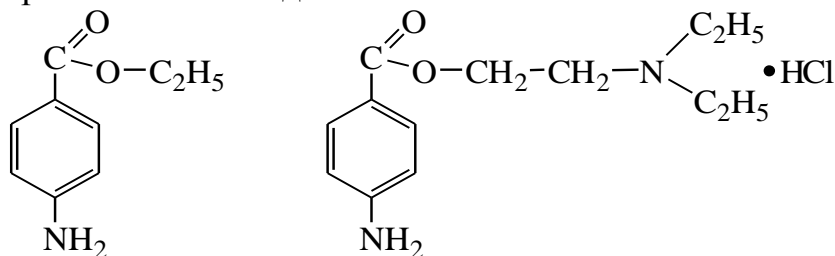


Коэффициенты могут быть разными.

7. Получите дикетопиперазин из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?

8. Напишите реакцию внутримолекулярного элиминирования аммиака для β-аминомасляной кислоты. Назовите полученное соединение.

9. Получите лактам из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?



Проведите гидролиз

второго соединения в кислой среде.

### Рекомендуемая литература

- основная:

3 Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

4 Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.- 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.- 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). -ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная

3 Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110

4 Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности: Учебно- методическое пособие / авт.-сост. Л.В.Кубасова, Т.Ю.Колосова – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 46 с.

### Тема занятия №10

Контрольная работа № 2

**Цель:** осуществить контроль усвоения информации студентами по темам:

- Спирты одноатомные и многоатомные, фенолы, тиолы, амины, диамины, галогенопроизводные (реакции  $S_N, E$ )
- Карбонильные соединения. Альдегиды, кетоны.
- Карбоновые кислоты, дикарбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот.
- Ненасыщенные карбоновые кислоты. Гидроксикислоты. Аминокислоты. Фенолокислоты. Аминоспирты. Оксокислоты.

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы контрольной работы:**

1. Приведите формулы первичного, вторичного и третичного спиртов. Получите из третичного спирта соответствующий алкен. Назовите все органические соединения.

2. Напишите реакции элиминирования (E) для а) бутанол-1; б) 2-метилбутанол-2. Сформулируйте правило Зайцева. Назовите продукты реакций.

3. Сравните кислотность фенола и этанола. Объясните причины различия кислотных свойств. Подтвердите свои выводы химическими реакциями.

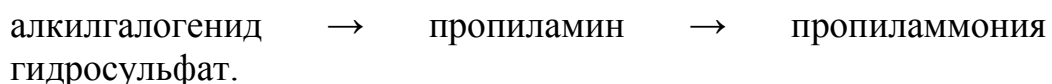
4. Напишите для пропанол-2 реакции внутри- и межмолекулярной дегидратации. Укажите условия реакций. Назовите все органические соединения.

5. Предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



Назовите все органические соединения.

6. Предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



Назовите все органические соединения.

7. Предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



8. Приведите реакции окисления для первичного и вторичного спирта. Получите реакцией окисления диметилдисульфид из соответствующего тиола. Назовите всех участников реакций.

9. Напишите уравнения реакций взаимодействия азотистой кислоты с этиламино и диэтиламино. Назовите продукты реакций.

10. Получите анилин из соответствующего нитросоединения. Приведите для анилина две реакции а)бромирование; б)солеобразования. Назовите продукты реакций.

11. Какое из соединений обладает более кислыми свойствами: этанол или этантиол. Объясните. Подтвердите это химическими реакциями.
12. Получите из 2-хлорбутана а) спирт; б) алкен; в) сложный эфир. Это должны быть одностадийные процессы. Укажите условия. Назовите продукты.
13. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропиламина с а) азотной кислотой; б) азотистой кислотой; в) водой. Назовите продукты реакций.
14. Получите из бромэтана а) простой эфир; б) тиол; в) сульфид. Назовите все органические соединения.
15. Предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



16. Получите тринитрат глицерина из глицерина. Приведите формулы  $\alpha$ - и  $\beta$ -глицерофосфатов.
17. Сравните реакционную способность альдегидов и кетонов. Объясните свои выводы. Приведите уравнения реакций. Назовите участников реакций.
18. Приведите качественные реакции на альдегидную группу. Назовите органические соединения.
19. Получите полуацеталь и ацеталь пропаналя.
20. Какие два из трех предложенных соединений можно использовать для получения полуацеталя, а затем ацеталя?
- а) этанол б) пропаналь в) бензойная кислота
21. Напишите уравнения реакций. Назовите соединения.
22. Какие два из трех предложенных соединений можно использовать для получения полуацеталя, а затем ацеталя?
- а) метанол б) уксусный альдегид в) уксусная кислота
23. Напишите уравнения реакций. Назовите соединения.
24. Предложите для цепочки превращений соответствующие уравнения реакций:



Напишите уравнения реакций. Назовите соединения X и Y.

25. Напишите для пропаналя два уравнения реакций а) с водой; б) с фенилгидразином. Назовите продукты реакций.
26. Напишите уравнения реакции альдольной конденсации для: а) этанала, б) пропаналя. Укажите условия. Для продуктов реакций напишите уравнения внутримолекулярной дегидратации. Назовите продукты реакций.
27. Для формальдегида приведите уравнения реакций: а) восстановление. б) с 2,4-динитрофенилгидразином. Назовите продукты реакций.
28. Получите из хлораля: а) хлоральгидрат; б) ацеталь. Приведите уравнения реакций.
29. С какими из реагентов ацетон вступит в реакцию: а)  $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ; б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; в) водород; г) фенилгидразин? Приведите уравнения этих реакций и назовите продукты.

30. Приведите для пропанона уравнение реакции альдольной конденсации. Могут ли формальдегид и бензальдегид участвовать в реакции альдольной конденсации. Ответ обоснуйте. В случае положительного ответа приведите уравнения реакций.

31. Получите из бутанала ацеталь и напишите уравнение реакции гидролиза полученного ацетала. Укажите условия и назовите продукты.

32. Получите из этанала замещенный имин, а затем восстановите его до амина. Подберите для превращений соответствующий реагент. Назовите конечный продукт.

33. Приведите формулы следующих соединений и расположите их в порядке увеличения кислотности: бензойная кислота, 4-хлорбензойная кислота, 4-метилбензойная кислота. Расположите их в порядке возрастания кислотности. Объясните свой выбор с помощью электронных эффектов заместителей. Из самой слабой кислоты получите сложный эфир.

34. Приведите формулы следующих соединений и расположите их в порядке увеличения кислотности: пропановая кислота, 2-бромпропановая кислота, 3-бромпропановая, 2-фторпропановая кислота. Расположите их в порядке возрастания кислотности. Объясните свой выбор с помощью электронных эффектов заместителей. Из наиболее сильной кислоты получите соль.

35. Приведите для уксусной кислоты формулы её функциональных производных: сложный эфир, тиоэфир, амид, ангидрид, галогенангидрид. Расположите их в ряд по увеличению их способности подвергаться нуклеофильной атаке. Объясните выбранную последовательность.

36. Из двух приведенных соединений – уксусная кислота и хлорангидрид уксусной кислоты – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования ( $S_N$ ). Получите из него сложный эфир. Назовите всех участников реакции.

37. Из двух приведенных соединений – пропионовый ангидрид и метилпропионат – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования ( $S_N$ ). Получите из него амид. Назовите всех участников реакции.

38. Из двух приведенных соединений – хлорангидрид бутановой кислоты и бутановая кислота – выберите наиболее активное в реакциях ацилирования. Получите из него ангидрид. Назовите всех участников реакции.

39. Какое из предложенных соединений - хлорангидрид или ацетамид можно использовать для получения ангидрида уксусной кислоты? Ответ обоснуйте. Напишите уравнение реакции. Назовите соединения.

40. Приведите уравнения реакций кислотного и щелочного гидролиза изопропилбензоата, фенилацетата, бензилформиата. Назовите все соединения.

41. Приведите уравнения кислотного и щелочного гидролиза бензамида, N-метилацетамида, ацетилхлорида. Назовите все органические соединения.

42. Приведите три уравнения реакции получения из пропилацетата соли, карбоновой кислоты, амида. Назовите все органические соединения.

43. Получите из бутановой кислоты амид и ангидрид. Укажите условия и назовите соединения.
44. Приведите формулы ацетамида и гидразида уксусной кислоты. Получите ацетамид из уксусного ангидрида.
45. Приведите уравнения реакций декарбоксилирования щавелевой и малоновой кислот. Какая кислота более сильная и почему: уксусная или щавелевая?
46. Приведите для янтарной кислоты следующие уравнения реакций: а) получение кислой соли; б) получение средней соли; в) получение янтарного ангидрида.
47. Напишите формулы фумаровой и малеиновой кислот. Получите малеиновый ангидрид.
48. Напишите формулы фумаровой и малеиновой кислот. Напишите для них реакции гидратации. Назовите соединения. Обозначьте в продуктах реакции асимметрический атом углерода. Почему он асимметрический?
49. Для пропеновой кислоты напишите реакции: а) гидратации; б) гидрогалогенирования. Назовите продукты реакций.
50. Получите оксалат кальция и оксалат калия.
51. Приведите формулу холина. Для коламина приведите уравнение реакции солеобразования.
52. Приведите формулы катехоламинов: дофамина, норадреналина и адреналина. Каково их биологическое значение?
53. Приведите для 2-аминоэтанола уравнение реакции комплексообразования с гидроксидом меди(II).
54. Получите из молочной кислоты лактид. К какому классу органических соединений относится лактид?
55. Напишите для молочной кислоты и для 2-метил-2-гидроксипропановой кислоты реакции разложения при нагревании в присутствии минеральных кислот. Назовите продукты реакций.
56. Получите дикетопиперазин из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?
57. Напишите реакцию внутримолекулярного элиминирования воды для  $\beta$ -гидроксимасляной кислоты. Назовите полученное соединение.
58. Напишите реакцию внутримолекулярного элиминирования аммиака для  $\beta$ -аминомасляной кислоты. Назовите полученное соединение.
59. Получите лактон из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?
60. Получите лактам из соответствующей кислоты. К какому классу органических соединений он относится?
61. Приведите для лимонной кислоты реакцию дегидратации её как  $\beta$ -гидроксикарбоновой кислоты.
62. Приведите реакции декарбоксилирования и декарбонилирования для пировиноградной кислоты. Укажите условия реакций. Назовите продукты.

63. Получите пировиноградную кислоту из молочной кислоты. Покажите кето-енольную таутомерию для пировиноградной кислоты.
64. Покажите кето-енольную таутомерию для пировиноградной кислоты. Приведите формулы фосфоенолпировиноградной кислоты и фосфоенолпирувата.
65. Приведите по две реакции по каждому реакционному центру пировиноградной кислоты.
66. Получите ацетоуксусную кислоту из 3-гидроксимасляной кислоты. Приведите два уравнения реакций по карбоксильной группе ацетоуксусной кислоты.
67. Покажите кето-енольную таутомерию ацетоуксусной кислоты. Приведите одну реакцию по кетогруппе ацетоуксусной кислоты.
68. Приведите уравнение реакции декарбоксилирования ацетоуксусной кислоты. Назовите продукты реакции.
69. Объясните причину двойственной реакционной способности ацетоуксусного эфира?
70. Приведите два уравнения реакций ацетоуксусного эфира по кетогруппе.
71. Какие соединения относятся к ацетоновым телам? Приведите их формулы и покажите, какими превращениями они между собой связаны.
72. Из щавелевоуксусной кислоты получите кислую и среднюю калиевые соли.
73. Получите щавелевоуксусную кислоту из яблочной кислоты.
74. Приведите для щавелевоуксусной кислоты кето-енольную таутомерию
75. Предложите способы получения салицилата натрия и ацетилсалициловой кислоты (аспирина) из салициловой кислоты.
76. Покажите возможность существования сульфаниловой кислоты в виде диполярного иона.

### **Рекомендуемая литература**

- основная:

- 1 Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
- 2 Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемяева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная:

- 1 Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110
- 2 Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности: Учебно- методическое пособие / авт.-сост. Л.В.Кубасова, Т.Ю.Колосова – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 46 с.

3 Кубасова Л.В. Нуклеофильные реакции органических соединений: Учебно- методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Колосова Т.Ю ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2007.- 64

### Тема занятия №11

$\alpha$ -Аминокислоты. Пептиды. Белки.

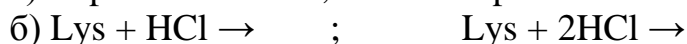
**Цель:** Изучить:

- структурные формулы, различные принципы классификации протеиногенных  $\alpha$ -аминокислот
- химические свойства  $\alpha$ -аминокислот, специфические реакции
- основные понятия по первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуре полипептидов

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8.

#### Вопросы для обсуждения:

1. Назовите основные принципы химической классификации  $\alpha$ -аминокислот. Приведите примеры по каждой группе.
2. Какие  $\alpha$ -аминокислоты называются незаменимыми. Приведите их структуры и названия.
3. Напишите формулы D-валина, L-лейцина, D-серина, L-фенилаланина. Сколько асимметрических атомов углерода содержит каждая из этих кислот? Как биологическая активность  $\alpha$ -аминокислот связана с их пространственным строением?
4. Покажите с помощью уравнений химических реакций амфотерные свойства изолейцина и треонина.
5. Напишите уравнения реакций:

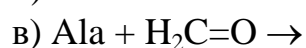
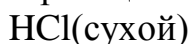


6. Приведите уравнение реакции взаимодействия аланина со свежеприготовленным гидроксидом меди (II).

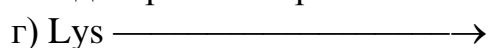
7. Дайте определение изоэлектрической точки.

8. Приведите строение биполярных ионов для триптофана, метионина, тирозина.

9. Напишите уравнения реакций:



декарбоксилирование



10. Приведите уравнения реакций декарбоксилирования триптофана и гистидина. Назовите продукты реакций.
11. Приведите уравнение нингидриновой реакции с аланином.
12. Приведите уравнение ксантопротеиновой реакции на тирозин. Для обнаружения каких еще  $\alpha$ -аминокислот она используется?
13. Какая реакция протекает при взаимодействии  $\alpha$ -аминокислот с азотистой кислотой. Приведите уравнение этой реакции для метионина.
14. В чем пептиды и белки похожи и чем отличаются?
15. Постройте трипептиды:
  - а) Pro-Ala-Ile
  - б) Trp-Arg-Gly
  - в) Ser-Pro-Tyr
  - г) Lys-Asp-Met
 Для каждого трипептида напишите уравнения гидролиза в кислой и щелочной средах.
16. Строение пептидной группы.
17. Пространственное строение полипептидов и белков: дать определение первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурам белковой молекулы.
18. Что такое денатурация белка?

#### **Рекомендуемая литература**

- основная:
  2. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
  3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8
- дополнительная:
 

Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.-Библиогр.: С.110

#### **Тема занятия №12**

Строение и свойства моносахаридов

#### **Цель: изучить строение и свойства моносахаридов**

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Классификация углеводов, в том числе, классификация моносахаридов. Приведите пример соединения на каждую группу.



2. Стереои́змерия моносахаридов. D- и L-Стереохимические ряды. Зависимость биологической активности от пространственного строения в ряду моносахаридов.
3. Приведите схему таутомерных превращений для D-глюкозы. Назовите все формы. В каждой форме отметьте аномерный атом углерода и гликозидный гидроксил.
4. Приведите схему таутомерных превращений для D-фруктозы. Назовите все формы. В каждой форме отметьте аномерный атом углерода и гликозидный гидроксил.
5. Приведите для 2-дезоксид-D-рибозы открытую и циклическую форму. Назовите циклическую форму.
6. Приведите для 2-амино-2-дезоксид-D-глюкозы открытую и циклическую форму. Назовите циклическую форму.
7. Получите гликозид из глюкозы. Назовите всех участников реакции. Покажите гликозидную связь и агликон.
8. Получите гликозид из фруктозы. Назовите всех участников реакции. Покажите гликозидную связь и агликон.
9. Напишите уравнение гидролиза этил-β-D-глюкопиранозида. Укажите условия, назовите продукты реакции. Обладает ли гликозид восстанавливающими свойствами? Объясните свой выбор.
10. Напишите уравнение гидролиза метил-α-D-фруктофуранозида. Укажите условия, назовите продукты реакции. Обладает ли гликозид восстанавливающими свойствами? Объясните свой выбор.
11. Получите из α-D-глюкопиранозы пентаацетат и приведите гидролиз продукта реакции в кислой среде.
12. Получите из β-D-фруктопиранозы пентаацетат и приведите гидролиз продукта реакции в кислой среде.
13. Приведите формулы следующих фосфатов: 1-фосфат-α-D-глюкопиранозы, 6-фосфат-β-D-глюкопиранозы, 1,6-дифосфат фруктозы.
14. Приведите реакции восстановления D-глюкозы и D-ксилозы. Назовите продукты реакций.
15. Приведите реакции восстановления D-маннозы и D-фруктозы. Назовите продукты реакций.
16. Получите из D-глюкозы D-глюконовую и D-глюконовую кислоты. Укажите условия реакций. Могут ли эти кислоты образовывать таутомерные циклические формы. Объясните свой вывод.
17. Почему большинство моносахаридов называют восстанавливающими? Какие это моносахариды? Приведите уравнения реакций, подтверждающие восстанавливающие свойства моносахаридов.
18. Как получить D-глюкуроновую кислоту? Приведите необходимые уравнения реакций. Назовите участников реакций.
19. Как называются гликозиды глюкуроновой кислоты? Приведите уравнения реакций образования такого гликозида на примере ацетилсалициловой кислоты.

20. Напишите формулу аскорбиновой кислоты, приведите уравнение ее диссоциации в водных растворах и реакцию получения дегидроаскорбиновой кислоты.

#### **Рекомендуемая литература**

- основная:

2. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная:

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.-Библиогр.: С.110
2. Учебно-методическое пособие Углеводы: / авт.-сост.Т.Ю. Колосова Т.Ю, Кубасова Л.В. – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 36 с.
3. Колосова Т.Ю. Углеводы: Учебно- методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Кубасова Л.В.ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2005.- 28.

### **Тема занятия №13**

Дисахариды. Гомополисахариды

**Цель:** Изучить строение, свойства дисахаридов и гомополисахаридов

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Приведите два типа связывания моносахаридных остатков в дисахаридах. Покажите восстанавливающее звено. Приведите формулы восстанавливающего и невосстанавливающего дисахарида.
2. Приведите цикло-оксо-таутомерию мальтозы. Назовите все формы. Гидролиз. Характеристика гликозидной связи.
3. Приведите цикло-оксо-таутомерию целлобиозы. Назовите все формы. Гидролиз. Характеристика гликозидной связи.
4. Приведите цикло-оксо-таутомерию лактозы. Назовите все формы. Гидролиз. Характеристика гликозидной связи.
5. Приведите строение сахарозы. Дайте ей систематическое название. Почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии? Характеристика гликозидной связи.

6. К какой группе полисахаридов относится крахмал и почему? Из каких макромолекул он состоит? Что является дисахаридным фрагментом? Приведите строение этого фрагмента. Гидролиз крахмала.
7. Из каких фракций состоит крахмал? Приведите строение разветвленного и неразветвленного компонентов крахмала. Назовите их. Характеристика связей. Каково вторичное строение этих макромолекул. Йодкрахмальная проба.
8. Гликоген. Строение. Характеристика связей.
9. Сравните строение гликогена и амилопектина. Их сходство и различие. Объясните это, используя формулы.
10. Целлюлоза. Строение. Характеристика связей. Расположение цепей в пространстве.
11. Приведите строение амилозы и целлюлозы. Сравните их вторичную структуру. Какая реакция является качественной на крахмал?
12. Приведите строение пектовой кислоты. Из чего построена эта молекула? Характеристика связей между монозными остатками. Какое действие оказывают препараты, содержащие пектиновые вещества?
13. К какой группе полисахаридов относится гиалуроновая кислота? Приведите её строение. Характеристика связей. Подробно объясните, из чего состоит дисахаридный фрагмент гиалуроновой кислоты.

#### **Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемяева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная:

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.-Библиогр.: С.110
2. Учебно-методическое пособие Углеводы: / авт.-сост.Т.Ю. Колосова Т.Ю, Кубасова Л.В. – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 36 с.

#### **Тема занятия №14**

Контрольная работа № 3.

**Цель:** Оценить полученные студентами знания по темам:

- $\alpha$ -Аминокислоты. Пептиды. Белки.

- Углеводы.

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы контрольной работы:**

1. Классификация алифатических  $\alpha$ -аминокислот в зависимости от числа карбоксильных и аминогрупп. Приведите формулы и названия этих кислот.
2. Объясните деление  $\alpha$ -аминокислот на полярные и неполярные. Приведите по два примера для каждой группы, дайте названия.
3. Приведите формулы гидроксилсодержащих и ароматических  $\alpha$ -аминокислот. Где гидроксильная группа является ионогенной, и где неионогенной. Что это значит?
4. Какие  $\alpha$ -аминокислоты относятся к незаменимым? Приведите определение, формулы и названия.
5. Постройте проекционные формулы Фишера для D- и L-лейцина, метионина. Какая из этих молекул обладает биологической активностью?
6. Приведите формулы  $\alpha$ -аминокислот, содержащих 2 асимметрических атома углерода в молекуле. Постройте проекционные формулы Фишера для одной из этих кислот.  $\alpha$ -Аминокислоты какого ряда (D или L) входят в состав белков человеческого организма?
7. Какие  $\alpha$ -аминокислоты называют «неприродными»? Напишите реакцию взаимодействия любой «неприродной»  $\alpha$ -аминокислоты с гидроксидом калия.
8. Чем обусловлена амфотерность  $\alpha$ -аминокислот? Докажите амфотерность  $\alpha$ -аминокислот на примере валина, треонина.
9. Приведите формулы двух кислых и двух основных аминокислот. Для одной кислой кислоты напишите уравнение взаимодействия с гидроксидом натрия, а для одной основной напишите уравнение взаимодействия с соляной кислотой.
10. Приведите уравнение реакции взаимодействия аланина с гидроксидом меди (II).
11. Приведите уравнения реакций декарбоксилирования триптофана и гистидина. Назовите продукты реакций.
12. Приведите уравнения реакций для валина: а) этерификации в присутствии кислого катализатора, б) с формальдегидом.
13. Приведите уравнение нингидриновой реакции с аланином.
14. Приведите уравнение ксантопротеиновой реакции на тирозин. Для обнаружения каких еще  $\alpha$ -аминокислот она используется?
15. Приведите уравнения реакций дезаминирования изолейцина и декарбоксилирования лизина. Назовите продукты.
16. Постройте трипептид по предложенному названию (в каждом билете). Обозначьте пептидную группу. Опишите строение пептидной группы.
17. Пространственное строение полипептидов и белков: дать определение первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуре белковой молекулы.
18. Что такое денатурация белка?

19. Классификация углеводов, в том числе, классификация моносахаридов. Приведите пример соединения на каждую группу.
20. Приведите схему таутомерных превращений для D-глюкозы.
21. Приведите схему таутомерных превращений для D-фруктозы.
22. Приведите для 2-дезоксид-рибозы открытую и циклическую форму. Назовите циклическую форму.
23. Приведите для 2-амино-2-дезоксид-глюкозы открытую и циклическую форму. Назовите циклическую форму.
24. Получите гликозид из глюкозы. Назовите всех участников реакции. Покажите гликозидную связь и агликон.
25. Получите гликозид из фруктозы. Назовите всех участников реакции. Покажите гликозидную связь и агликон.
26. Напишите уравнение гидролиза этил-β-D-глюкопиранозиды. Укажите условия, назовите продукты реакции. Обладает ли гликозид восстанавливающими свойствами? Объясните свой выбор.
27. Напишите уравнение гидролиза метил-α-D-фруктофуранозиды. Укажите условия, назовите продукты реакции. Обладает ли гликозид восстанавливающими свойствами? Объясните свой выбор.
28. Получите из α-D-глюкопиранозы пентаацетат и приведите гидролиз продукта реакции в кислой среде.
29. Получите из β-D-фруктопиранозы пентаацетат и приведите гидролиз продукта реакции в кислой среде.
30. Приведите формулы следующих фосфатов: 1-фосфат-α-D-глюкопиранозы, 6-фосфат-β-D-глюкопиранозы, 1,6-дифосфат фруктозы.
31. Приведите реакции восстановления D-глюкозы и D-ксилозы. Назовите продукты реакций.
32. Приведите реакции восстановления D-маннозы и D-фруктозы. Назовите продукты реакций.
33. Получите из D-глюкозы D-глюконовую и D-глюконовую кислоты. Укажите условия реакций. Могут ли эти кислоты образовывать таутомерные циклические формы. Объясните свой вывод.
34. Почему большинство моносахаридов называют восстанавливающими? Какие это моносахариды? Приведите уравнения реакций, подтверждающие восстанавливающие свойства моносахаридов.
35. Как получить D-глюкуроновую кислоту? Приведите необходимые уравнения реакций. Назовите участников реакций.
36. Как называются гликозиды глюкуроновой кислоты? Приведите уравнения реакций образования такого гликозида на примере ацетилсалициловой кислоты.
37. Приведите два типа связывания моносахаридных остатков в дисахаридах. Покажите восстанавливающее звено. Приведите формулы восстанавливающего и невосстанавливающего дисахарида.
38. Приведите цикло-оксо-таутомерию мальтозы. Назовите все формы.
39. Приведите цикло-оксо-таутомерию целлобиозы. Назовите все формы.
40. Приведите цикло-оксо-таутомерию лактозы. Назовите все формы.

41. Приведите строение сахарозы. Дайте ей систематическое название. Почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии?
42. Из каких фракций состоит крахмал? Приведите строение неразветвленного компонента крахмала. Назовите его. Характеристика связей. Каково вторичное строение этой макромолекулы. Йодкрахмальная проба.
43. Из каких фракций состоит крахмал? Приведите строение разветвленного компонента крахмала. Назовите его. Каково вторичное строение этой макромолекулы. Характеристика связей.
44. К какой группе полисахаридов относится крахмал и почему? Из каких макромолекул он состоит? Что является дисахаридным фрагментом? Приведите строение этого фрагмента. Гидролиз крахмала.
45. Гликоген. Строение. Характеристика связей.
46. Сравните строение гликогена и амилопектина. Их сходство и различие. Объясните это, используя формулы.
47. Целлюлоза. Строение. Характеристика связей. Расположение цепей в пространстве.
48. Приведите строение амилозы и целлюлозы. Сравните их вторичную структуру. Какая реакция является качественной на крахмал?
49. Приведите строение пектовой кислоты. Из чего построена эта молекула? Характеристика связей между монозными остатками. Какое действие оказывают препараты, содержащие пектиновые вещества?
50. К какой группе полисахаридов относится гиалуроновая кислота? Приведите её строение. Характеристика связей. Подробно объясните, из чего состоит дисахаридный фрагмент гиалуроновой кислоты.

### **Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемяева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная:

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110
2. Учебно-методическое пособие Углеводы: / авт.-сост.Т.Ю. Колосова Т.Ю, Кубасова Л.В. – Рязань: РИО РГМУ, 2005. – 36 с.

### **Тема занятия №15**

Липиды.

**Цель:** изучить строение, классификацию и свойства липидов

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

### **Вопросы для обсуждения:**

1. Какие соединения называют липидами? Классификация липидов на простые и сложные. Приведите примеры соединений к каждой группе липидов.
2. Приведите формулы высших насыщенных карбоновых кислот ( $C_{16-20}$ ). Назовите их. Особенности строения.
3. Приведите формулы высших ненасыщенных карбоновых кислот ( $C_{18-20}$ ). Назовите их. Особенности строения. Какие кислоты и почему относят к *незаменимым*?
4. Какие спирты могут входить в состав липидов? Приведите примеры к каждой группе, назовите спирты.
5. Воски. Строение. Приведите пример воска и уравнение реакции его гидролиза.
6. От чего зависит агрегатное состояние триацилглицерина? Переведите жидкий триацилглицерин в твердый.
7. Приведите уравнение реакции кислого гидролиза жидкого триацилглицерина.
8. Приведите уравнение реакции щелочного гидролиза твердого триацилглицерина.
9. Что такое *йодное число*? Какую информацию по структуре триацилглицерина несет эта характеристика? Приведите уравнение реакции, лежащей в основе определения *йодного числа*.
10. Строение L-фосфатидовых кислот.
11. Что такое бифильность липидов? Рассмотрите на примере лецитина.
12. Приведите строение кефалинов (фосфатидилэтаноламина и фосфатидилсерина).
13. Приведите уравнение кислого гидролиза фосфатидилэтаноламина.
14. Приведите уравнение щелочного гидролиза фосфатидилсерина.
15. Приведите уравнение щелочного гидролиза фосфатидилхолина.
16. Приведите общую структуру сфингомиелинов. Укажите все составные части этих соединений.

### **Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

### **Тема занятия №16**

Биологически важные пятичленные гетероциклические соединения

**Цель:** изучить строение и свойства пятичленных гетероциклических систем  
В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

Какие соединения называются гетероциклическими? Приведите примеры пятичленных гетероциклов и приведите нумерацию атомов в циклах.

1. Опишите распределение электронов по орбиталям пиррольного и пиридинового атомов азота. Докажите ароматичность пиррола. К каким системам: « $\pi$ - избыточным» или « $\pi$ -недостаточным» он относится? Почему?
2. Докажите ароматичность тиофена, фурана, имидазола, пиразола
3. Кислотно-основные свойства имидазола, пиррола. Приведите необходимые уравнения реакций.
4. Объясните, в чем заключается ацидофобность фурана и пиррола? Напишите для пиррола уравнения галогенирования, алкилирования и ацилирования.
5. Приведите структуру индола и нумерацию атомов цикла. Докажите ароматичность индола. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования триптофана.
6. Приведите декарбоксилирование гистидина. Назовите конечный продукт.
7. Приведите формулы следующих форм витамина В<sub>6</sub>: пиридоксаль, пиридоксол, пиридоксальфосфат.

**Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

- дополнительная

1. Иванычева Ю.Н. Биологически важные гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты: Учебно- методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2005.- 49

**Тема занятия №17**

Шестичленные и конденсированные гетероциклические соединения.

**Цель:** изучить особенности строения и химических свойств шестичленные и конденсированных гетероциклов;

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3 ОПК-8

**Вопросы для обсуждения:**

1. Приведите формулу пиридина. Докажите его ароматичность. Опишите строение пиридинового атома азота, распределение электронов по его орбиталям. К каким системам: « $\pi$ - избыточным» или « $\pi$ -недостаточным» он относится? Почему?
2. Приведите уравнения реакций, подтверждающие основные свойства пиридина. Назовите продукты.



1. Приведите уравнения для реакций сульфирования, нитрования и галогенирования пиридина. К какому типу реакций относятся эти взаимодействия
2. Приведите уравнение реакции, подтверждающее нуклеофильные свойства *пиридинового атома азота*. Назовите участников уравнения реакции.
3. Напишите для пиридина уравнения реакций взаимодействия с метилйодидом, хлороводородной и серной кислотами. В каких из этих реакций проявляются нуклеофильные, а в каких основные свойства гетероатома.
4. Приведите схему реакции частичного обратимого восстановительно-окислительного процесса для N-метилпиридиниевого катиона.
5. Приведите формулы двух форм витамина РР. Назовите их.
6. Изоникотиновая кислота, изониазид. Приведите формулы этих соединений. Каково их медико-биологическое значение?
7. Докажите ароматичность пиримидина. Для цитозина, тимина и урацила покажите возможность лактим-лактамной таутомерии. Назовите изомеры.
8. Приведите формулу хинолина с нумерацией атомов. Охарактеризуйте атом азота хинолина. Кислотно-основные свойства хинолина с
9. Постройте формулу пурина и приведите нумерацию его атомов. Какие атомы азота входят в состав молекулы? Докажите ароматичность пурина. Какие свойства можно предположить для пурина? Обоснуйте свои предположения.
10. Постройте таутомерные формы для гидроксипуринов: гипоксантина (6-гидроксипурина), ксантина (2,6-дигидроксипурина) и мочевиной кислоты (2,6,8-триоксопурина).
11. Получите из мочевиной кислоты её кислую и среднюю соль. Как называются соли мочевиной кислоты?

### Рекомендуемая литература

-основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

-дополнительная

1. Иваницева Ю.Н. Биологически важные гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты: Учебно-методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2005.- 49

### Тема занятия №18

Нуклеозиды. Нуклеотиды.

**Цель:** изучить особенности строения нуклеозидов, нуклеотидов.

1. Сравните состав РНК и ДНК. Какие компоненты они содержат?

2. Приведите формулы пиримидиновых и пуриновых нуклеиновых оснований. Лактам-лактимная таутомерия.
3. В какой форме рибоза и дезоксирибоза входит в состав нуклеиновых кислот? Приведите их формулы.
4. Состав, номенклатура, строение и гидролиз нуклеозидов.
5. Состав, номенклатура, строение и гидролиз нуклеотидов.

Задания:

1. Приведите строение аденозина и его гидролиз в кислой среде.
2. Приведите строение дезоксиаденозина и его гидролиз в кислой среде.
3. Приведите строение дезоксицитидина и его гидролиз в кислой среде.
4. Приведите строение цитидина и его гидролиз в кислой среде.
5. Приведите строение тимидина его гидролиз в кислой среде.
6. Приведите строение уридина и его гидролиз в кислой среде.
7. Приведите строение тимидин- 5'-фосфата и его гидролиз в кислой среде.
8. Приведите формулы углеводных фрагментов РНК и ДНК. В какой форме они входят в состав нуклеиновых кислот?
9. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих РНК. Приведите пример рибонуклеотида, назовите его. Напишите для него уравнение гидролиза в кислой среде.
10. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих ДНК. Приведите пример дезоксирибонуклеотида, назовите его. Напишите для него уравнение гидролиза в щелочной среде.
11. АМФ, АДФ, АТФ. Ангидридные связи. Взаимопревращения фосфатов аденозина.
12. Циклические нуклеотиды (циклофосфаты). Приведите пример такой структуры и назовите её.
13. Опишите вторичную структуру ДНК. Покажите образование водородных связей в парах комплементарных нуклеиновых оснований.

### Рекомендуемая литература

-основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

-дополнительная

14. Иванычева Ю.Н. Биологически важные гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты: Учебно-методическое пособие по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2005.- 49

### Тема занятия №19

Контрольная работа № 4. Алкалоиды

1. Осуществить контроль знаний студентов по темам:

- Липиды.

- Биологически важные пятичленные и шестичленные гетероциклические соединения
- Конденсированные гетероциклические соединения.
- В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3, ОПК-8

#### **Вопросы контрольной работы №4**

1. Какие соединения называют липидами? Классификация липидов на простые и сложные. Приведите примеры соединений к каждой группе липидов.
2. Приведите формулы высших насыщенных карбоновых кислот ( $C_{16-20}$ ). Назовите их. Особенности строения.
3. Приведите формулы высших ненасыщенных карбоновых кислот ( $C_{18-20}$ ). Назовите их. Особенности строения. Какие кислоты и почему относят к *незаменимым*.?
4. Какие спирты могут входить в состав липидов? Приведите примеры к каждой группе, назовите спирты.
5. Воски. Строение. Приведите пример воска и уравнение реакции его гидролиза.
6. Приведите уравнение реакции кислого гидролиза жидкого триацилглицерина.
7. Приведите уравнение реакции щелочного гидролиза твердого триацилглицерина.
8. Переведите жидкий триацилглицерин в твердый.
9. Что такое *йодное число*? Какую информацию по структуре триацилглицерина несет эта характеристика? Приведите уравнение реакции, лежащей в основе определения *йодного числа*.
10. Строение L-фосфатидовых кислот.
11. Что такое бифильность липидов? Рассмотрите на примере лецитина.
12. Приведите строение кефалинов (фосфатидилэтаноламина и фосфатидилсерина).
13. Приведите уравнение кислого гидролиза фосфатидилэтаноламина.
14. Приведите уравнение щелочного гидролиза фосфатидилсерина.
15. Приведите уравнение щелочного гидролиза фосфатидилхолина.
16. Приведите общую структуру сфингомиелинов. Укажите все составные части этих соединений.
17. *Пиридиновый атом азота*. Распределение электронов по орбиталям. Докажите ароматичность пиридина. К каким системам: «π-избыточным» или «π-недостаточным» относиться пиридин? Почему?
18. *Пиридиновый атом азота*. Распределение электронов по орбиталям. Кислотно-основные свойства пиридинового атома азота. Приведите необходимые уравнения реакций.
19. Приведите уравнение реакции, подтверждающее нуклеофильные свойства *пиридинового атома азота*. Назовите участников уравнения реакции.

20. Приведите схему реакции частичного обратимого восстановительно-окислительного процесса для N-метилпиридиниевого катиона.
21. *Пиррольный атом азота*. Распределение электронов по орбиталям. Докажите ароматичность пиррола. К каким системам: «π-избыточным» или «π-недостаточным» относится пиррол? Почему?
22. *Пиррольный атом азота*. Распределение электронов по орбиталям. Кислотно-основные свойства пиррольного атома азота. Приведите необходимые уравнения реакций.
23. Докажите ароматичность тиафена и фурана. К каким системам: «π-избыточным» или «π-недостаточным» они относятся? Почему?
24. Докажите ароматичность имидазола. Кислотно-основные свойства имидазола. Приведите необходимые уравнения реакций.
25. Докажите ароматичность пиразола. Кислотно-основные свойства пиразола. Приведите необходимые уравнения реакций.
26. Приведите декарбоксилирование гистидина. Назовите конечный продукт.
27. Докажите ароматичность индола. Что такое ацидофобность?
28. Приведите декарбоксилирование триптофана. Назовите конечный продукт.
29. Приведите формулы следующих форм витамина B<sub>6</sub>: пиридоксаль, пиридоксол, пиридоксальфосфат.
30. Приведите формулы двух форм витамина PP. Назовите их.
31. Изоникотиновая кислота, изониазид. Приведите формулы этих соединений. Каково их медико-биологическое значение?
32. Докажите ароматичность пиримидина. Для цитозина покажите возможность лактим-лактамной таутомерии. Назовите изомеры.
33. Докажите ароматичность пиримидина. Для тимина покажите возможность лактим-лактамной таутомерии. Назовите изомеры.
34. Докажите ароматичность пиримидина. Для урацила покажите возможность лактим-лактамной таутомерии. Назовите изомеры.
35. Докажите ароматичность пурина. Приведите нумерацию атомов в пурине. Таутомерия.
36. Докажите ароматичность пурина. Кислотно-основные свойства пурина. Приведите необходимые уравнения реакций.
37. Гипоксантин. Лактим-лактамная таутомерия и таутомерия азолов. Назовите изомеры.
38. Ксантин. Лактим-лактамная таутомерия и таутомерия азолов. Назовите изомеры.
39. Мочевая кислота. Таутомерия. Получите моно- и динатриевую соли мочевой кислоты.
40. Приведите для аденина: а) таутомерные формы, назовите их; б) реакцию взаимодействия с азотистой кислотой. Назовите всех участников превращений.

41. Приведите для гуанина: а) таутомерные формы, назовите их; б) реакцию взаимодействия с азотистой кислотой. Назовите всех участников превращений.
42. Алкалоиды. Определение. Какой признак положен в основу химической классификации алкалоидов? Какое общее химическое свойство выделено для всех алкалоидов?
43. Приведите формулу хинолина с нумерацией атомов. Охарактеризуйте атом азота хинолина. Кислотно-основные свойства хинолина с необходимыми уравнениями реакций.
44. Приведите строение аденозина и его гидролиз в кислой среде.
45. Приведите строение дезоксиаденозина и его гидролиз в кислой среде.
46. Приведите строение дезоксицитидина и его гидролиз в кислой среде.
47. Приведите строение цитидина и его гидролиз в кислой среде.
48. Приведите строение тимидина его гидролиз в кислой среде.
49. Приведите строение уридина и его гидролиз в кислой среде.
50. Приведите строение тимидин- 5'-фосфата и его гидролиз в кислой среде.
51. Приведите формулы углеводных фрагментов РНК и ДНК. В какой форме они входят в состав нуклеиновых кислот?
52. Нуклеотиды. Строение моонуклеотидов, образующих РНК. Приведите пример рибонуклеотида, назовите его. Напишите для него уравнение гидролиза в кислой среде.
53. Нуклеотиды. Строение моонуклеотидов, образующих ДНК. Приведите пример дезоксирибонуклеотида, назовите его. Напишите для него уравнение гидролиза в щелочной среде.
54. АМФ, АДФ, АТФ. Ангидридные связи. Взаимопревращения фосфатов аденозина.
55. Циклические нуклеотиды (циклофосфаты). Приведите пример такой структуры и назовите её.
56. Опишите вторичную структуру ДНК. Покажите образование водородных связей в парах комплементарных нуклеиновых оснований.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Алкалоиды. Определение. Какой признак положен в основу химической классификации алкалоидов? Какое общее химическое свойство выделено для всех алкалоидов?

#### **Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.

- дополнительная

1. Иванычева Ю.Н. Биологически важные гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты: Учебно- методическое пособие

по биоорганической химии для студентов лечебного и медико-профилактического факультетов / Чурилов Г.И. ГОУ ВПО Ряз ГМУ Росздрава. – Рязань РИО Ряз ГМУ, 2005.- 49

### **Тема занятия №18**

Методы исследования органических соединений.

**Цель:** познакомиться с современными методами исследования органических соединений

В результате изучения темы студент должен овладеть следующими компетенциями: ОПК-3, ОПК-8

### **Темы рефератов:**

1. Физико-химические методы выделения и исследования органических соединений, имеющие значения для биомедицинского анализа
2. Хроматография, принцип метода и разновидности (адсорбционная, распределительная, ионообменная, гель-хроматография)
3. Электрофорез;
4. Рентгеноспектроскопия;
5. Электронная спектроскопия;
6. Инфракрасная спектроскопия;
7. Спектроскопия ЯМР, ЭПР;
8. Масс-спектрометрия

### **VII. Рекомендуемая литература**

- основная:

1. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина. - М.: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2015. - 412 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учеб. пособие/Артемьева Н.Н., Белобородов В.А., Зурабян С.З. и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.– 5-е изд., стер. -М.: Дрофа, 2009.– 320с.:ил.; УМО.- (Высш. образование: соврем. учеб.). –ISBN 978-5-358-06658-8

- дополнительная:

1. Практикум по биоорганической химии: для студентов 1 курса медико-профилактического факультетов / Ряз. гос. мед. ун-т: сост.: Колосова Т.Ю., Кубасова Л.В., Чурилов Г.И. - Рязань РИО РязГМУ, 2010.- 116с.; УМС.- Библиогр.: С.110