

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**О. Н. РИНЕЙСКАЯ, И. В. РОМАНОВСКИЙ, В. В. ПИНЧУК**

# **БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая тетрадь для студентов медицинского факультета,  
обучающихся по специальности 1-79 01 07 «Стоматология»



Минск БГМУ 2011

УДК 577.1-054.6(076.5) (075.8)  
ББК 28.072 я73  
P51

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
рабочей тетради 25.05.2011 г., протокол № 9

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. А. Д. Таганович; канд. мед. наук, доц. В. Э. Бут-  
виловский

**Ринейская, О. Н.**

P51 Биоорганическая химия : рабочая тетрадь для студ. мед. ф-та, обучающихся по  
специальности 1-79 01 07 «Стоматология» / О. Н. Ринейская, И. В. Романовский,  
В. В. Пинчук. – Минск : БГМУ, 2011. – 48 с.

ISBN 978-985-528-417-9.

Содержит методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по биоорганиче-  
ской химии. К каждой теме даны цель занятия, вопросы для обсуждения, письменные задания. Приведе-  
ны описания и протоколы лабораторных опытов.

Предназначено для студентов 1-го курса медицинского факультета иностранных учащихся, обучаю-  
щихся по специальности 1-79 01 07 «Стоматология».

УДК 577.1-054.6(076.5) (075.8)  
ББК 28.072 я73

---

Учебное издание

**Ринейская** Ольга Николаевна  
**Романовский** Иосиф Витольдович  
**Пинчук** Валентина Владимировна

**БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Рабочая тетрадь для студентов медицинского факультета,  
обучающихся по специальности 1-79 01 07 «Стоматология»

Ответственная за выпуск О. Н. Ринейская  
В авторской редакции

Подписано в печать 26.05.11. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 1,81. Тираж 65 экз. Заказ 480.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».  
ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.  
ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-528-417-9

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2011

## УЧЕБНО-УЧЕТНАЯ КАРТА

студента \_\_\_\_\_ гр. стоматологического факультета, \_\_\_\_\_

*имя, фамилия*

Уч. нед.	Тема лабораторного занятия	Дата занятия	Оценка	Подпись преподавателя	Дата отработки
1.	Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений.				
2.	Стереоизомерия, ее значение для проявления биологической активности				
3.	Взаимное влияние атомов и способы его передачи в органических молекулах				
4.	Кислотно-основные свойства органических соединений				
5.	Реакционная способность углеводов				
6.	Биологически важные реакции карбонильных соединений				
7.	Карбоновые кислоты и их функциональные производные				
8.	<b>Итоговое занятие</b> «Теоретические основы строения и реакционной способности основных классов органических соединений»				
9.	Гетерофункциональные соединения алифатического, бензольного и гетероциклического рядов				
10.	Липиды: классификация, строение, свойства. ПОЛ				
11.	Углеводы. Моносахариды				
12.	Олиго- и полисахариды				
13.	Структура и реакционная способность аминокислот как гетерофункциональных соединений				
14.	Пептиды, строение, свойства, значение. Уровни организации белковых молекул				
15.	Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты				
16.	<b>Итоговое занятие</b> «Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды»				
17.	Полимерные материалы, применяемые в стоматологии				
18.	<b>Дифференцированный зачет</b>				

## ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ КАФЕДРОЙ К СТУДЕНТУ

1. Студент должен **соблюдать правила техники безопасности** в аудиториях кафедры, выполнять правила внутреннего распорядка УО «БГМУ».
2. На лабораторных занятиях студент должен быть в халате, иметь рабочую тетрадь.
3. Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение **2-х недель после пропуска**. Студент, не отработавший в течение 2-х недель пропущенные лабораторные занятия, к последующим занятиям, итоговым занятиям и зачету не допускается.
4. Во время работы в учебном практикуме необходимо соблюдать дисциплину и порядок, за поддержание которых отвечает дежурный по группе и староста группы.
5. Запрещается вносить в учебный практикум верхнюю одежду.
6. Каждый студент должен работать на закрепленном за ним рабочем месте. Переход на другое рабочее место без разрешения преподавателя не допускается.
7. Запрещается принимать пищу в учебном практикуме.
8. Рабочее место следует содержать в чистоте и порядке, не загромождая его посторонними предметами.
9. В учебной аудитории запрещается выполнение любых экспериментальных работ, не связанных с выполнением учебного задания.
10. Запрещается выполнять лабораторные опыты в отсутствие преподавателя.
11. По окончании работы необходимо: вымыть химическую посуду, навести порядок на рабочем месте, выключить светильники.
12. Все вопросы по технике безопасности, возникшие в процессе работы, следует немедленно выяснять у преподавателя или лаборанта.

С требованиями кафедры ознакомлен(а) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_

*подпись*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

### ТЕМА: Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания основных принципов классификации и номенклатуры органических соединений и умений использовать их при составлении названий и написании формул биологически активных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА<sup>1</sup>

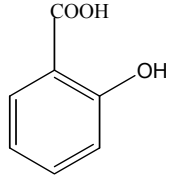
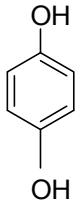
[1] С. 11-24, [2] С. 9-26.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Предмет и задачи биоорганической химии.
2. Объекты, изучаемые биоорганической химией.
3. Классификация органических соединений. Функциональные группы, характерные для биологически важных соединений и их старшинство.
4. Номенклатура органических соединений.

#### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Назовите по заместительной номенклатуре ИЮПАК следующие соединения:

молочная кислота $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	щавелевоуксусная кислота $\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	серин $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	салициловая кислота 
	изопрен $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	цистеин $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$

2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

Название соединения	Структурная формула
а) этанол	
б) этантиол	
в) метаналь	

<sup>1</sup> Список литературы см. на с. 48

г) пропантриол-1,2,3	
д) диметоксиметан	
е) 2,6-диаминогексановая кислота	
ж) этановая кислота	
з) этандиовая кислота	
и) 2-гидроксипутандиовая кислота	

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

**ТЕМА: Стереоизомерия, ее значение для проявления биологической активности**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания о единстве строения, конфигурации и конформации органических молекул как основы для понимания связи пространственного строения с биологической активностью.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 50 – 85, [2] С. 18 – 26, [3] С. 19 – 31.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Основные понятия стереохимии – конфигурация и конформации. Проекционные формулы Ньюмена.
2. Конформации алифатических соединений, их сравнительная энергетическая характеристика.
3. Конформации циклогексана. Конформация кресла, инверсия цикла.
4. Конформации моно- и дизамещенных циклогексана. 1,3-диаксиальное взаимодействие.
5. Хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Стереоизомерия молекул с одним центром хиральности. Энантиомерия.
6. Проекционные формулы Фишера. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Относительная D, L-система стереохимической номенклатуры.
7. Абсолютная конфигурация стереоизомеров. R, S-номенклатура.
8. Стереоизомерия молекул с двумя центрами хиральности, энантиомерия и диастереомерия. Мезоформы.
9. Рацемические смеси. Методы разделения рацемических смесей.
10.  $\pi$ -Диастереомерия.  $\pi$ -Диастереомеры бутандиовой и 9-октадеценной кислот.

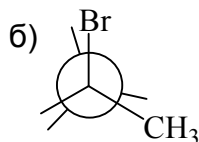
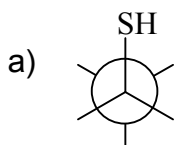
### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. С помощью проекционных формул Ньюмена напишите конформации следующих соединений, возникающие при вращении вокруг связи С—С:

а) этанола

б) этандиола-1,2

2. Напишите структурные формулы соединений, конформации которых приведены ниже:



3. Изобразите возможные конформации кресла циклогексиламина

4. Изобразите наиболее устойчивую конформацию 2-метилциклогексанола

5. Напишите структурные формулы: бутанола-2, 2,3-дигидроксипропаноля, 2-аминопропановой кислоты, 3-гидроксибутановой кислоты. Обозначьте асимметрические атомы углерода.

6. Напишите проекционные формулы Фишера возможных стереоизомеров следующих соединений:

а) 2-аминопропановой кислоты

б) 2,3-дигидроксипропановой (винной) кислоты

Укажите пары энантиомеров и диастереомеров.

7. Составьте формулы R, S-изомеров 2-гидроксипропановой кислоты:

**ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

***Стереоизомеры*** –

***Конфигурация***–

***Конформации*** –

***Асимметрический атом углерода*** –

***Энантиомеры*** –

***Диастереомеры*** –

***Рацемическая смесь*** –

*Подпись преподавателя:*



## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

### ТЕМА: Взаимное влияние атомов и способы его передачи в органических молекулах

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания о пространственных и электронных эффектах заместителей как основных способах передачи взаимного влияния атомов в органических молекулах, формирования реакционных центров.

#### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

[1] С. 24-47, [2] С. 27-37.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Сопряжение. Сопряженные системы с открытой цепью, их виды ( $\pi$ - $\pi$ - и  $p, \pi$ -сопряжения). Энергия сопряжения. Бутадиен-1,3 как сопряженная система.
2. Строение молекулы бензола. Ароматичность. Правило Хюккеля.
3. Ароматичность гетероциклических систем на примере пиррола и пиридина. Электронное и пространственное строение пиррольного и пиридиновых атомов азота.
4. Индуктивный эффект и мезомерный эффект.
5. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

#### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Определите вид сопряжения в молекулах:

а) виниламина	г) пропеновой кислоты
б) 2-метилбутадиена-1,3	д) пиррола
в) пропеналя	е) пиридина

2. Докажите ароматичность соединений, используя правило Хюккеля:

а) фенантрена	г) имидазола
б) пиррола	д) пиримидина

в) пиридина	е) пурина
-------------	-----------

3. Укажите вид и знак электронных эффектов функциональных групп в молекулах; какие свойства, электронодонорные или электроноакцепторные, проявляют функциональные группы в указанных соединениях?

а) этиламина	в) пропаналя
б) анилина	г) бензальдегида

**ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

*Сопряжение* –

*Ароматичность* –

*Индуктивный эффект* –

*Мезомерный эффект* –

*Подпись преподавателя:*

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

**ТЕМА: Кислотно-основные свойства органических соединений. Реакции окисления**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания о кислотности и основности органических соединений, изучить факторы, влияющие на их выраженность и позволяющие качественно оценивать кислотность и основность органических соединений.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] С. 100-115, [2] С. 63-76.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Протолитическая теория кислотности и основности органических соединений Бренстеда-Лоури. Классификация органических кислот.
2. Электронная теория кислотности и основности Льюиса.
3. Качественная характеристика силы водородсодержащих органических кислот. Факторы, влияющие на выраженность кислотных свойств органических соединений.
4. Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Антиоксиданты
5. Основность. Классификация оснований Бренстеда. Факторы, влияющие на выраженность основных свойств органических соединений.
6. Амфотерные свойства органических соединений. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.

### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

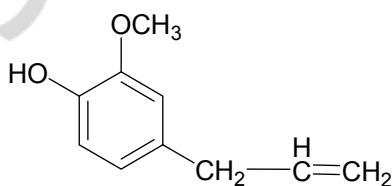
1. Сравните кислотность соединений в группах, учитывая стабильность анионов:

а) этанол и этантиол

б) этановая и этандиовая кислота

в) пропеновая и 2-метилпропеновая кислота

г) фенол и эвгенол



эвгенол

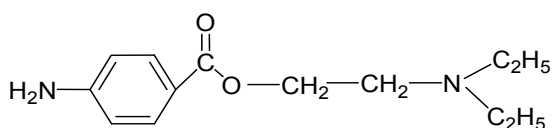
2. Сравните основность соединений в группах:

а) диметиловый эфир и диметиламин

б) этиламин и анилин

3. Напишите схемы реакций окисления этанола in vivo и in vitro:

4. Обозначьте основные центры в молекуле новокаина и укажите наиболее сильный из них:



ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Кислоты Бренстеда* –

*Основания Бренстеда* –

*Антиоксиданты* –

### Лабораторная работа

#### 1. Окисление этилового спирта

В пробирку поместите 3 капли этанола\*<sup>2</sup>, добавьте 2 капли раствора серной кислоты (23) и 3 капли раствора дихромата калия (24). Полученный оранжевый раствор нагрейте над пламенем спиртовки до начала изменения окраски. Через несколько секунд раствор становится синевато-зеленым [цвет солей хрома (III)]. Одновременно ощущается характерный запах уксусного альдегида, напоминающий запах антоновских яблок.

Внесите 1 каплю полученного раствора в другую пробирку с 3 каплями фуксинсернистой кислоты (33). Появляется розово-фиолетовое окрашивание (цветная реакция на альдегиды).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Напишите схему реакции окисления этанола в ацетальдегид:*

<sup>2</sup> *Примечание:* реактивы, отмеченные звездочкой (\*), находятся в вытяжном шкафу.

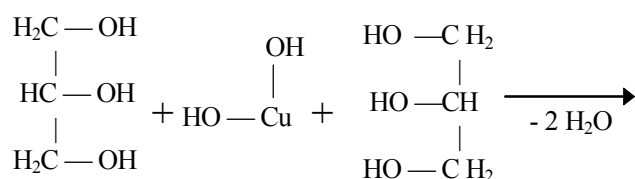
**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 2. Качественная реакция на многоатомные спирты

В пробирку внесите 2 капли раствора  $\text{CuSO}_4$  (26) и 2 капли раствора гидроксида натрия (21). Образуется голубой осадок гидроксида меди (II). Добавьте к нему 2 капли глицерина (4) и встряхните. Происходит растворение осадка с образованием раствора синего цвета.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции взаимодействия глицерина с гидроксидом меди (II) с образованием хелатного комплекса глицерата меди:*



**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 3. Получение фенолята натрия и его разложение

К 10 каплям эмульсии фенола (\*) с водой добавляют по каплям раствор  $\text{NaOH}$  (21) до получения прозрачного раствора, образуется фенолят натрия. Затем добавляют по каплям разбавленную  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (23), снова образуется эмульсия (выделяется фенол).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции получения фенолята натрия:*

*Почему при добавлении серной кислоты к раствору фенолята натрия наблюдается помутнение раствора? Напишите схему происходящей реакции:*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 4. Качественная реакция на фенолы

К 10 каплям водной эмульсии фенола (\*) добавляют 1–2 капли раствора  $\text{FeCl}_3$  (8), встряхивают. Появляется фиолетовое окрашивание.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 5. Сравнение основных свойств метиламина и анилина

Одну полоску красной лакмусовой бумаги смачивают водным раствором метиламина\*, другую — водным раствором анилина\*. Фиксируют изменение цвета лакмусовой бумаги.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя:

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ТЕМА: Механизмы реакций в органической химии.

Реакционная способность углеводородов

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания механизмов органических реакций, зависимости реакционной способности углеводородов от электронного строения и типа химических связей, распределения электронной плотности в молекуле.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 85 – 99, 116-149, [2] С. 38-62.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Понятие о механизме органической реакции. Субстрат, реагент, реакционный центр. Гомолитический и гетеролитический механизмы разрыва ковалентной связи. Типы реагентов.
2. Классификация органических реакций по направлению (конечному результату) реакции.
3. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ). Условия генерирования радикальных частиц. Галогенирование алканов и циклоалканов.
4. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ). Галогенирование, гидрогалогенирование и гидратация алкенов. Правило Марковникова (статический и динамический факторы).
5. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ) в ароматических соединениях, их механизм.
6. Ориентирующее влияние заместителей в бензольном кольце на скорость реакции  $S_E$  и характер образующихся продуктов.

### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Опишите механизм реакции радикального замещения на примере хлорирования пропана:
  - а) хлороводорода к пропену
  - б) воды к пропену
  - в) иодоводорода к акриловой (пропеновой) кислоте

3. Опишите механизм реакций электрофильного замещения:

а) алкилирования толуола хлористым этилом, используя катализатор  $\text{AlCl}_3$

б) нитрования бензойной кислоты

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Субстрат* –

*Реагент* –

*Электрофил* –

*Нуклеофил* –

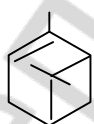
#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

##### 1. Доказательство неопределенности терпенов

В пробирку поместите 4 капли бромной воды\* и 2 капли  $\alpha$ -пинена\* (компонент скипидара), встряхните. Желтая окраска бромной воды быстро исчезает.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Допишите схему реакции взаимодействия  $\alpha$ -пинена с бромом:*



$\alpha$ -пинен



**Вывод:** \_\_\_\_\_

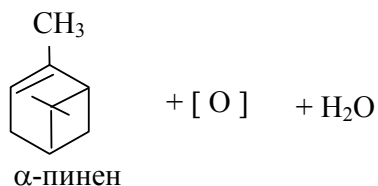
##### 2. Легкая окисляемость терпенов

В пробирку поместите 6 капель раствора  $\text{KMnO}_4$  (14), добавьте 1 каплю  $\alpha$ -пинена и встряхните. Розовая окраска переходит в бурую, обусловленную образованием  $\text{MnO}_2$ .

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---

Допишите схему реакции окисления  $\alpha$ -пинена перманганатом калия в нейтральной среде:



**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

### 3. Окисление толуола

В пробирку поместите 10 капель раствора  $KMnO_4$  (14) и 2 капли разбавленной  $H_2SO_4$  (23). Добавьте 3 капли толуола\* и энергично встряхните. Нагрейте пробирку над пламенем спиртовки. Наблюдается обесцвечивание раствора. Перманганат калия окисляет толуол в бензойную кислоту.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---

*Напишите схему реакции окисления толуола. Назовите продукт реакции.*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

### ТЕМА: Биологически важные реакции карбонильных соединений

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания зависимости реакционной способности альдегидов и кетонов от электронного и пространственного строения оксо- группы, электронных эффектов заместителей; навыки выполнения качественных реакций на альдегиды и кетоны.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 182-194, [2] С. 87-94.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Электронное строение карбонильной группы. Реакционные центры в альдегидах и кетонах. Различия в реакционной способности альдегидов и кетонов.
2. Механизм реакций нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ): присоединение воды, спиртов, аминов. Биологическое значение реакций нуклеофильного присоединения.
3. Восстановление альдегидов и кетонов.
4. Реакции по  $C=O$ -кислотному центру. Альдольная конденсация.
5. Формальдегид. Формалин, применение в медицине. Реакция диспропорционирования.



## ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций восстановления этанала *in vivo* и *in vitro*.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия этанала с метанолом (избыток). Опишите механизм.
3. Опишите механизм реакции внутримолекулярной ацетализации 5-гидроксигексаналя.
4. Опишите механизм реакции взаимодействия ацетальдегида с анилином (образования основания Шиффа).

## ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Полуацеталь** –

**Ацеталь** –

**Основание Шиффа** –

**Формалин** –

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### 1. Окисление формальдегида гидроксидом меди (II)

В пробирку поместите 5 капель раствора гидроксида натрия (21) и 1 каплю раствора  $\text{CuSO}_4$  (26). К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 3 капли формалина (32). Содержимое пробирки осторожно нагрейте до кипения. *Осадок приобретает сначала желтую окраску, затем – красную и, если пробирка была чистая, то на ее стенках может вы-*

делиться медь (медное зеркало). Изменение окраски осадка, наблюдаемое в процессе реакции, объясняется различной степенью окисления меди.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Напишите схему реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II):

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 2. Реакция взаимодействия формальдегида с фуксинсернистой кислотой

В пробирку поместите 2-3 капли формалина (32), добавьте 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты (33), встряхните. Появляется розово-фиолетовое окрашивание.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 3. Реакция диспропорционирования водных растворов формальдегида

В пробирку поместите 2-3 капли формалина (32), добавьте 1 каплю раствора индикатора метилового красного\*. Покраснение раствора указывает на кислую реакцию среды.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Напишите уравнение реакции диспропорционирования формальдегида:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 4. Открытие ацетона путем перевода его в йодоформ

В пробирку поместите 3 капли раствора йода в йодиде калия (47) и прибавьте по каплям раствор NaOH (21) до исчезновения бурой окраски йода. К обесцвеченному раствору добавьте 1 каплю ацетона\*, встряхните. Выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом йодоформа.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Напишите схему реакции образования йодоформа:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 5. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

Цветная реакция с нитропруссидом натрия (проба Легалья) широко применяется в клинической лабораторной практике для открытия ацетона в моче (при диагностике сахарного диабета).

В пробирку поместите 2-3 капли ацетона\*, 1 каплю раствора нитропруссид натрия (35) и 1 каплю раствора NaOH (21). Через 2–3 минуты прибавьте 1 каплю уксусной кислоты (36). Появляется вишнево-красное окрашивание.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя:

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

### ТЕМА: Карбоновые кислоты и их функциональные производные

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания реакционной способности карбоновых кислот и их функциональных производных, механизма реакций ацилирования, их биологической роли.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 194-214, [2] С. 96-103.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Электронное строение карбоксильной группы. Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот.
2. Кислотные свойства карбоновых кислот.
3. Двухосновные карбоновые кислоты: реакции декарбоксилирования и образования циклических ангидридов.
4. Функциональные производные карбоновых кислот.
5. Механизм реакции этерификации.
6. Гидролиз сложных эфиров.
7. Амиды кислот, гидролиз. Мочевина, роль в организме.

#### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнения реакций декарбоксилирования малоновой и 2-аминопентандиовой кислот.

2. Опишите механизм реакции этерификации на примере взаимодействия метакриловой кислоты с метиловым спиртом.
3. Напишите схему реакции гидролиза метилметакрилата в щелочной среде, опишите механизм.
4. Укажите основные центры в молекуле мочевины.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

##### 1. Получение этилацетата

В сухую пробирку поместите порошок безводного ацетата натрия (42) (высота столбика вещества около 2 мм) и 3 капли этанола\*. Добавьте 2 капли  $H_2SO_4$  (конц.)\* и осторожно нагрейте над пламенем спиртовки. Через несколько секунд появляется приятный освежающий запах.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции образования этилацетата:*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

##### 2. Декарбоксилирование щавелевой кислоты

В сухую пробирку поместите кристаллическую щавелевую кислоту\* (навеска 0,5г.). Пробирку закройте газоотводной трубкой и осторожно нагрейте. Конец газоотводной трубки опустите в пробирку, содержащую 15 капель известковой воды (2). Известковая вода мутнеет, образуется нерастворимый в воде карбоната кальция.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции, происходящей при нагревании щавелевой кислоты:*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

**ТЕМА: Итоговое занятие «Теоретические основы строения и реакционной способности основных классов органических соединений»**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать целостное представление о пространственном строении и реакционной способности основных классов органических соединений

### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 11-24, 50 – 85, 24-47, 100-115, 85 – 99, 116-149, 182-214, [2] С. 9-26, 18 – 26, 27-37, 63-76, 38-62, 87-103, [3] С. 19 – 31.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация и номенклатура органических соединений.
2. Основные понятия стереохимии – конфигурация и конформации. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации алифатических соединений.
3. Конформации циклогексана. Конформация кресла, инверсия цикла.
4. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. 1,3-диаксиальное взаимодействие.
5. Хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Стереизомерия молекул с одним центром хиральности. Энантиомерия.
6. Проекционные формулы Фишера. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Относительная D, L-система стереохимической номенклатуры. R, S-номенклатура.
7. Стереизомерия молекул с двумя центрами хиральности, энантиомерия и диастереомерия. Мезоформы.
8. Рацемические смеси. Методы разделения рацемических смесей.
9. Сопряжение. Сопряженные системы с открытой цепью, их виды ( $\pi$ - $\pi$ - и  $p, \pi$ -сопряжения). Энергия сопряжения.
10. Циклические сопряженные системы. Ароматичность. Правило Хюккеля.
11. Ароматичность гетероциклических систем. Электронное и пространственное строение пиррольного и пиридинового атомов азота.
12. Электронные эффекты: индуктивный, мезомерный. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
13. Протолитическая теория кислотности и основности органических соединений Бренстеда-Лоури. Электронная теория Льюиса. Классификация органических кислот.
14. Сравнительная характеристика кислотных свойств спиртов, фенолов, тиолов и карбоновых кислот. Факторы, влияющие на выраженность кислотных свойств органических соединений.
15. Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Антиоксиданты.
16. Основность. Классификация оснований Бренстеда. Факторы, влияющие на выраженность основных свойств органических соединений. Основность алифатических и ароматических аминов.
17. Амфотерные свойства органических соединений. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.

18. Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклов.
19. Гомолитический и гетеролитический механизмы разрыва ковалентной связи. Типы реагентов. Свободные радикалы, электрофильные и нуклеофильные реагенты.
20. Классификация органических реакций по направлению реакции.
21. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ). Генерирование радикальных частиц. Механизм реакций галогенирования алканов и циклоалканов.
22. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ). Механизм реакций галогенирования, гидрогалогенирования и гидратации алкенов. Правило Марковникова (статический и динамический факторы).
23. Особенности механизма реакций  $A_E$  у диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями.
24. Механизм реакций электрофильного замещения ( $S_E$ ) в ароматических соединениях. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования.
25. Особенности реакций  $S_E$  в ряду гетероциклических ароматических соединений.
26. Ориентирующее влияние заместителей в бензольном кольце на скорость реакции  $S_E$  и характер образующихся продуктов.
27. Электронное строение карбонильной группы. Реакционные центры в альдегидах и карбоновых кислотах. Различия в реакционной способности.
28. Механизм реакций нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ). Присоединение спиртов, аминов. Восстановление альдегидов и кетонов *in vitro* и *in vivo*.
29. Реакции по СН-кислотному центру. Реакции альдольной конденсации. Галоформные реакции.
30. Формальдегид. Формалин, применение в медицине. Реакция диспропорционирования.
31. Карбоновые кислоты. Кислотные свойства карбоновых кислот: одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических.
32. Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных.
33. Реакции ацилирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Гидролиз амидов.
34. Сложные эфиры акриловой и метакриловой кислот, их применение.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

### ТЕМА: Гетерофункциональные соединения алифатического, бензольного и гетероциклического рядов, метаболиты и биорегуляторы

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать умение прогнозировать химические свойства биологически важных гетерофункциональных соединений.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 233-278, [3] С. 5-18.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Гетерофункциональные соединения, их особенности и роль в процессах жизнедеятельности.
2. Гидроксикислоты (молочная, яблочная). Строение, химические свойства, биологическая роль. Окисление гидроксикислот *in vivo*.
3. Лимонная кислота. Цитраты. «Цитратная кровь».
4. Оксокислоты (пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая). Кислотные свойства и реакционная способность. Восстановление оксокислот *in vivo*.
5. Кетонные тела. Строение, свойства, механизм взаимопревращений.
6. Таутомерия. Таутомерные формы щавелевоуксусной кислоты.
7. Салициловая кислота как представитель фенолокислот. Производные салициловой кислоты: ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенилсалицилат, их строение, медицинское применение.
8. *p*-Аминобензойная кислота. Производные *p*-аминобензойной кислоты — анестезин, новокаин, их получение и применение. Современные анестезирующие средства — ультракаин, лидокаин.

#### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций окисления молочной и яблочной кислот *in vivo*, назовите продукты.
2. Напишите таутомерные формулы пировиноградной кислоты (ПВК). Приведите схему реакции ПВК (в енольной форме) с фосфорной кислотой.
3. Приведите схему реакции восстановления ПВК *in vivo*.

4. Напишите схему реакции получения ацетилсалициловой кислоты из салициловой кислоты и уксусного ангидрида.
5. Напишите схемы реакций кислотного гидролиза новокаина и ультракаина. Какое соединение гидролизуется легче?

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Таутомерия* –

*Соли молочной кислоты называются* –

*Соли яблочной кислоты* –

*Соли лимонной кислоты* –

*Соли пировиноградной кислоты* –

*Соли щавелевоуксусной кислоты* –

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

##### 1. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте

В пробирку поместите 2 капли 15% раствора винной кислоты (50), 2 капли 5% раствора КОН (51) и встряхните. Постепенно начинает образовываться белый кристаллический осадок кислой калиевой соли винной кислоты. Если осадок не выпадает, то потрите внутреннюю стенку пробирки стеклянной палочкой. Добавьте в пробирку 2-3 капли 10% раствора NaOH (21). Кристаллический осадок постепенно растворяется, так как образуется хорошо растворимая в воде смешанная калиево-натриевая соль винной кислоты – *сегнетова соль*.

Раствор сохраните для следующего опыта.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---



Напишите схемы реакций образования гидротартрата калия и тартрата калия-натрия:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 2. Доказательство наличия гидроксильных групп в винной кислоте

В две пробирки поместите по 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26) и по 2 капли 10% раствора NaOH (21). В 1-ю пробирку добавьте раствор тартрата калия-натрия, полученный в предыдущем опыте. Осадок гидроксида меди (II) растворяется. Полученный раствор имеет синюю окраску. Он носит название *реактива Фелинга* и используется для обнаружения глюкозы.

Жидкости в обеих пробирках нагрейте до кипения. В 1-й пробирке окраска не изменится, во 2-й – голубой осадок гидроксида меди (II) превращается в оксид меди (II) черного цвета.

*Наличие какого структурного фрагмента обуславливает взаимодействие тартрата калия-натрия с гидроксидом меди (II)?*

*Объясните, почему при нагревании не изменяется окраска содержимого в 1-й пробирке и изменяется во 2-й?*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 3. Доказательство отсутствия фенольного гидроксила в ацетилсалициловой кислоте (аспирине) и ее гидролиз

В пробирку № 1 поместите несколько крупинок аспирина\* и 5–6 капель воды. Встряхните пробирку, чтобы ускорить растворение вещества, и затем отлейте часть раствора в пробирку № 2. При добавлении 1 капли  $\text{FeCl}_3$  (8) в пробирку № 2 фиолетовая окраска не появляется.

Остаток раствора ацетилсалициловой кислоты в пробирке № 1 прокипятите в течение полминуты и затем прибавьте 1 каплю  $\text{FeCl}_3$  (8). Как меняется цвет раствора? Как можно объяснить изменение цвета?

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Приведите уравнение реакции гидролиза ацетилсалициловой кислоты, назовите продукты реакции.*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

**ТЕМА: Липиды: классификация, строение, свойства.**

### **Пероксидное окисление липидов**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания зависимости физико-химических свойств, биологической активности и значимости липидов от структуры (характера ацильных остатков высших жирных кислот и других структурных компонентов)

#### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] С. 444-464; [2] С. 103-118.

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ**

1. Определение и классификация липидов, их биологическое значение.
2. Высшие жирные кислоты (ВЖК), входящие в состав липидов, строение, свойства. Эссенциальные жирные кислоты,  $\omega$ -номенклатура.
3. Триацилглицеролы. Строение, свойства, номенклатура.
4. Строение и свойства восков. Применение восков в стоматологии.
5. Фосфолипиды. Строение, номенклатура, свойства. Физико-химические свойства фосфолипидов, лежащих в основе липидного бислоя клеточных мембран.
6. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. Антиоксиданты.
7. Анионные мыла, их гигиеническое применение.

#### **ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ**

1. Приведите структурную формулу 1-пальмитоилдидолинолеилглицерола.
2. Напишите схему реакции щелочного гидролиза (омыления) 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерола. Назовите продукты реакции.
3. Напишите структурную формулу 1-пальмитоил-2-линоленоилфосфатидилэтаноламина, укажите гидрофильную и гидрофобную части молекулы.
4. Напишите схему реакции кислотного гидролиза 1,2-дипальмитоилфосфатидилхолина, назовите продукты реакции.

**ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Воски** –

**Жиры** –

**Мыла** –

**Фосфолипиды** –

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**1. Открытие остатков непредельных кислот в жире**

В пробирку поместите 1 каплю растительного масла\* и добавьте несколько капель бромной воды\*. Энергично встряхните. Происходит присоединение брома и раствор обесцвечивается.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

Напишите схему реакции присоединения брома к олеиновой кислоте, назовите полученное соединение:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

**2. Окисление непредельных кислот раствором  $\text{KMnO}_4$**

В пробирку поместите 1 каплю растительного масла\* и добавьте 10 капель раствора  $\text{KMnO}_4$  (14) и 2 капли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (43). Энергично встряхните. Розовая окраска исчезает, происходит окисление по месту разрыва двойной связи.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

**3. Определение малонового диальдегида в продуктах перекисного окисления растительных масел**

В пробирку № 1 поместите 10 капель раствора свежего подсолнечного масла\*, в пробирку № 2–10 капель длительно хранившегося на свету (в условиях доступа кислорода) подсолнечного масла, в пробирку № 3–10 капель раствора маргарина\* (масло и маргарин растворялись в гептан-хлороформной смеси в соотношении 1:1 по объему). Затем в каждую пробирку добавьте по 10 капель ТБК-реактива (0,8%-ный раствор тиобарбитуровой кислоты в ледяной уксусной кислоте)\*. Пробирки с реакционной смесью встряхните и, закрыв фольгой, поместить в кипящую водяную баню. Через 15 минут пробирки достаньте из водяной бани и визуально оцените интенсивность розовой окраски в них.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

### ТЕМА: Углеводы. Моносахариды

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания стереохимического строения, таутомерии, важнейших химических свойств моносахаридов как основу для понимания их метаболических превращений и для изучения структурной организации полисахаридов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 369-400, [3] С. 32-41.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Углеводы, классификация, биологическое значение.
2. Определение и классификация моносахаридов, стереоизомерия. Формулы Фишера. Эпимеры.
3. Таутомерия моносахаридов. Аномеры. Формулы Хеуорса.
4. Химические свойства моносахаридов. О- и N- гликозиды. Гидролиз гликозидов.
5. Окисление моносахаридов. Гликуроновые кислоты.
6. Восстановление моносахаридов. Ксилит, сорбит.
7. Фосфаты моносахаридов, их биологическое значение.
8. Аминосакхара. Строение, свойства, биологическое значение.
9. Аскорбиновая кислота (витамин С). Строение, свойства, биологическое значение.

#### ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схему таутомерных превращений D-глюкозы и назовите таутомерные формы.

3. Напишите по Хеуорсу формулы  $\beta$ -D-рибофуранозы и  $\beta$ -D-дезоксирибофуранозы.

4. Изобразите  $\alpha$ - и  $\beta$ -D-глюкопиранозу в конформации *кресла*.

5. Составьте структурную формулу 2-дезокси-2-амино- $\beta$ -D-глюкопиранозы.

6. Напишите по Хеуорсу формулу 6-фосфата D-глюкопиранозы.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Моносахариды* –

*Эпимеры* –

*Аномеры* –

*Гликозиды* –

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

##### 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе

Поместите в пробирку 5 капель 0,5% раствора глюкозы (54) и 2 капли 10% раствора гидроксида натрия (21). К полученной смеси добавьте 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26). Образующийся вначале осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---

*Какой структурный фрагмент глюкозы обуславливает участие в растворении осадка?*

Напишите схему реакции образования комплексной соли иона  $\text{Cu}^{2+}$  с диольным фрагментом глюкозы:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 2. Восстановительные свойства глюкозы (реакция с реактивом Фелинга)

Поместите в пробирку 3 капли раствора Фелинга (55) и добавьте 10 капель 0,5% раствора глюкозы (54). Держа пробирку наклонно, осторожно нагрейте до кипения. Синяя окраска исчезает. Выпадает желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в оранжево-красный осадок оксида меди (I).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Какая таутомерная форма глюкозы обладает восстановительными свойствами?*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 3. Сравнение реакций глюкозы и формалина с фуксинсернистой кислотой

В две пробирки внесите по 2 капли фуксинсернистой кислоты (33), затем в одну пробирку добавьте 5 капель формалина (32), в другую 5 капель 0,5% раствора глюкозы (54). В пробирке с формалином появляется розово-фиолетовое окрашивание.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

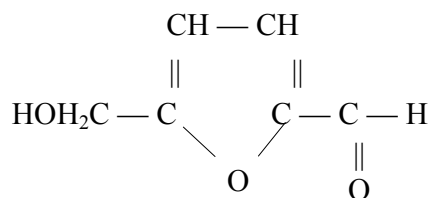
*Наличие какой функциональной группы можно обнаружить данной реакцией?*

*Почему раствор глюкозы не реагирует с фуксинсернистой кислотой?*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 4. Реакция Селиванова на фруктозу

Поместите в пробирку крупинку сухого резорцина\* и 2 капли концентрированной соляной кислоты\*. Добавьте 2 капли 0,5% раствора фруктозы (56) и нагрейте до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения – 5-гидроксиметилфурфуrolа.



Под влиянием концентрированной соляной кислоты 5-гидроксиметилфурфуrol конденсируется с резорцином, давая окрашенное соединение. Реакция Селиванова характерна для фруктозы и для других кетогексоз. Она основана на том, что гидроксиметилфурфуrol образуется из кетоз легче, чем из альдоз, не требуя кипячения. При длительном же кипячении и глюкоза может вызвать небольшое покраснение раствора.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_



3. Приведите структурный фрагмент альгиновой кислоты.

**ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Гомополисахариды –**

**Гетерополисахариды –**

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

#### 1. Отсутствие восстановительной способности у сахарозы

В пробирку поместите 10 капель раствора сахарозы (57) и 3 капли реактива Фелинга (55). Осторожно нагрейте пробирку над пламенем спиртовки.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Объясните причину отсутствия восстановительных свойств у сахарозы.*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

#### 2. Восстановительная способность лактозы

В пробирку поместите 10 капель раствора лактозы (58) и 3 капли реактива Фелинга (55). Осторожно нагрейте пробирку над пламенем спиртовки. Синяя окраска исчезает. Выпадает желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в оранжево-красный осадок оксида меди (I).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Объясните причину наличия восстановительных свойств у лактозы. Какой из моносахаридных остатков в молекуле лактозы способен к цикло-оксо-таутомерии?*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

#### 3. Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 10 капель крахмального клейстера и 1 каплю раствора йода в йодиде калия (47). Появляется синее окрашивание (йодкрахмальная реакция). Нагрейте пробирку, при этом происходит обесцвечивание ее содержимого. При охлаждении пробирки под струей воды вновь появляется синее окрашивание.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_





3. Напишите схемы реакций дезаминирования глутаминовой кислоты *in vivo*.
4. Напишите схему реакции трансаминирования L-аланина и щавелевоуксусной кислоты.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Протеиногенные аминокислоты* –

*Биогенные аминокислоты* –

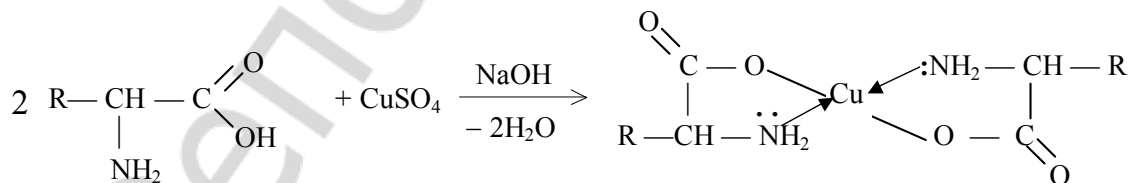
*Биогенные амины* –

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

##### 1. Образование внутрикислотных солей $\alpha$ -аминокислот

В пробирку поместите 10 капель 1% раствора глицина (6); добавьте кристаллик медного купороса (3) и кристаллик ацетата натрия (42). Пробирку аккуратно встряхните. Раствор становится темно-синим.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_



**Вывод:** \_\_\_\_\_

##### 2. Отсутствие кислой реакции у глицина

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина (6). Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного\*. Раствор приобретает желтую окраску (нейтральная среда). Сохраните полученный раствор для следующего опыта.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---

С чем связано отсутствие кислой реакции у глицина?

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

### 3. Реакция глицина с формальдегидом (образование основания Шиффа)

Поместите в пробирку 5 капель формалина (32). Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного\*. Появляется красное окрашивание (кислая среда). С помощью стеклянной палочки добавьте небольшое количество 10% раствора гидроксида натрия (21) до нейтральной реакции (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавьте к нейтральному раствору глицина, полученному в предыдущем опыте. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на появление кислоты.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---

Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

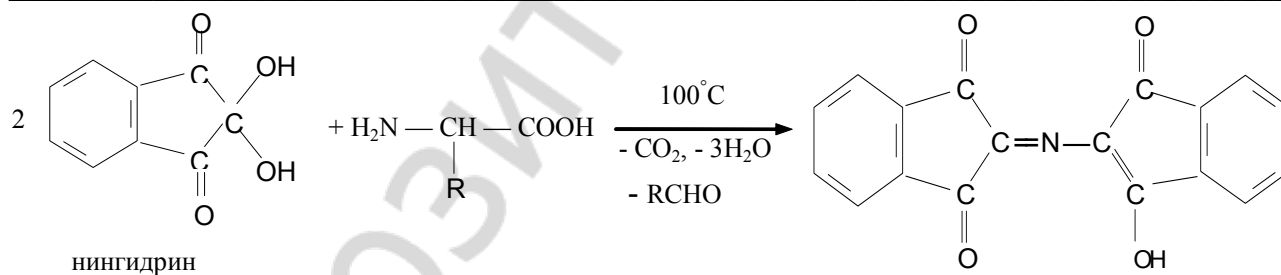
---

### 4. Реакция глицина с нингидрином (общая реакция обнаружения $\alpha$ -аминокислот)

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина (6) и 2 капли 0,1% раствора нингидрина\*. Содержимое пробирки встряхните и осторожно нагрейте. Раствор приобретает синефиолетовую окраску.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

---



**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

Подпись преподавателя:

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 14

**ТЕМА:** Пептиды, строение, свойства, значение. Уровни организации белковых молекул

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания строения пептидов и уровней пространственной организации пептидов и белков.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] С. 345-369, [3] С. 67-79.



Натишите схему реакции взаимодействия тирозина с азотной кислотой:

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 2. Биуретовая реакция

В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка (28), добавьте равный объем 10% раствора NaOH (21), а затем 2-3 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26). Раствор приобретает фиолетовую окраску.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 3. Осаждение белков сульфосалициловой кислотой

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка (28), добавьте 5 капель 20% раствора сульфосалициловой кислоты\*. Наблюдается образование осадка.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

## 4. Осаждение белков дегидратирующими агентами

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка (28), добавьте 5 капель ацетона\*. Наблюдается помутнение раствора (образование осадка).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

**Вывод:** \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя:

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 15

ТЕМА: Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания строения и свойств нуклеотидов; первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 420-444, [3] С. 80-92.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

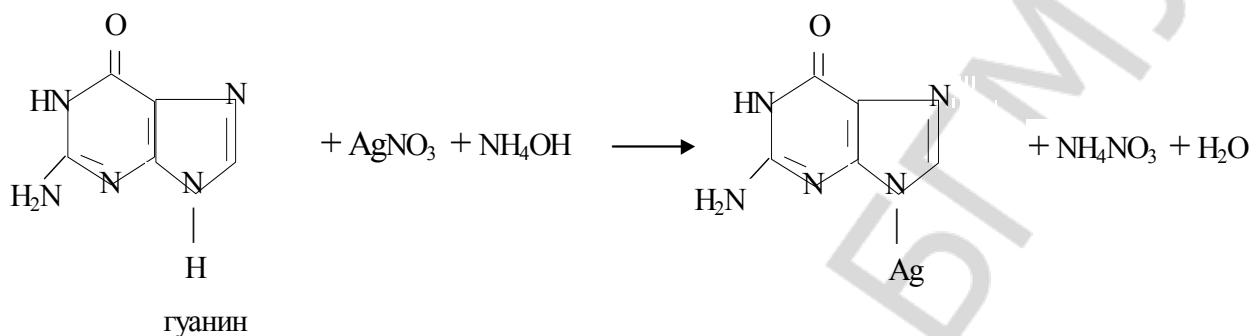
1. Азотистые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Таутомерные формы нуклеиновых оснований.
2. Нуклеозиды, строение, номенклатура.
3. Нуклеотиды, строение, номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.
4. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК.



### 1. Обнаружение пуриновых оснований в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов (серебряная проба)

В пробирку поместите 5 капель гидролизата дрожжей\* и 1 каплю концентрированного раствора аммиака. Затем добавьте 5 капель 2 % раствора нитрата серебра\*. Через 3–5 мин. выпадает светло-коричневый осадок серебряных солей пуриновых оснований.

Наблюдаемые изменения: \_\_\_\_\_



Вывод: \_\_\_\_\_

### 2. Обнаружение пентоз в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов

К 10 каплям гидролизата пекарских дрожжей\* добавьте 10 капель реактива Биляя\* (раствор орцина в HCl с FeCl<sub>3</sub>) и кипятите 1–2 мин. Появляется сине-зеленое окрашивание.

Наблюдаемые изменения: \_\_\_\_\_

Вывод: \_\_\_\_\_

### 3. Обнаружение фосфорной кислоты в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов

К 5 каплям гидролизата дрожжей\* прибавьте 5 капель молибденового реактива\* и прокипятите несколько минут. На дне пробирки появляется кристаллический лимонно-желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония.

Наблюдаемые изменения: \_\_\_\_\_



Вывод: \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя: \_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 16

ТЕМА: Итоговое занятие «Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды»

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать целостное представление о строении и свойствах биополимеров, их структурных компонентов и липидов

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 444-464, 369-400, 400-420, 314-345, 345-369, 420-444.

[3] С. 32-41, 43-53, 54-66, 67-79, 80-92.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ:**

1. Реакции окисления гидроксикислот *in vivo*.
2. Реакции восстановления кетокислот *in vivo*.
3. Реакции декарбоксилирования кето- и  $\alpha$ -аминокислот. Биогенные амины, их биологическое значение.
4. Реакция образования лимонной кислоты из щавелевоуксусной кислоты и ацетил-СоА.
5. Реакция дегидратации лимонной кислоты *in vivo*.
6.  $\pi$ -Диастереомеры бутендиовой кислоты. Реакция гидратации фумаровой кислоты.
7. Таутомерия. Кето-енольная и лактим-лактаменная таутомерия гетерофункциональных соединений.
8. Кетоновые тела, биологическое значение.
9. Ацетилсалициловая кислота, получение. Оценка доброкачественности аспирина.
10.  $p$ -Аминобензойная кислота, ее производные. Современные местные анестетики.
11. Высшие жирные кислоты, конформационное строение.  $\omega$ -Номенклатура ненасыщенных жирных кислот.
12. Триацилглицеролы, строение, номенклатура, кислотный и щелочной гидролиз.
13. Фосфолипиды, строение, номенклатура, физико-химические свойства. Кислотный и щелочной гидролиз фосфолипидов.
14. Перекисное окисление липидов и его биологическая роль.
15. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Конформации моносахаридов. Реакции образования гликозидов.
16. Окисление моносахаридов. Гликоновые, гликардовые и уроновые кислоты. Биологическое значение уроновых кислот.
17. Производные моносахаридов: ксилит, сорбит, аминсахара, нейраминная кислота, фосфорные эфиры.
18. Аскорбиновая кислота, биологическое значение.
19. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Строение, биологическое и медицинское значение.
20. Полисахариды, строение, биологическое значение.
21. Протеиногенные аминокислоты, строение, стереоизомерия, кислотно-основные свойства.
22. Биологически важные реакции аминокислот: декарбоксилирование, переаминирование, окислительное дезаминирование, гидроксильное. Окисление цистеина.
23. Пептиды, строение, номенклатура, кислотно-основные свойства. Глутатион, биологическая роль.
24. Нуклеиновые основания, строение, таутомерные формы, кислотные и основные центры.
25. Комплементарные пары нуклеиновых оснований. Водородные связи.
26. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Строение, номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.
27. Нуклеозидди- и нуклеозидтрифосфаты. Макроэргическая связь.

**К итоговому занятию необходимо знать формулы:**

Пировиноградная кислота (ПВК)	Арахидоновая кислота
Щавелевоуксусная кислота (ЩУК)	Холин



$\alpha$ -Кетоглутаровая кислота	Этаноламин
Молочная кислота	D-рибоза
Яблочная кислота	D-дезоксирибоза
Ацетилкоэнзим А	D-глюкоза
Лимонная кислота	D-фруктоза
Фумаровая кислота	Аскорбиновая кислота
Малеиновая кислота	Сахароза
$\beta$ -Гидроксимасляная кислота	Мальтоза
$\beta$ -Кетомасляная кислота	Лактоза
$\gamma$ -Аминомасляная кислота (ГАМК)	Лактулоза
Мочевая кислота	Крахмал
Ацетилсалициловая кислота	Гликоген
Новокаин	Целлюлоза
Ультракаин	Декстран
Лидокаин	Альгиновая кислота
Пальмитиновая кислота	Урацил
Стеариновая кислота	Тимин
Олеиновая кислота	Цитозин
Линолевая кислота	Аденин
Линоленовая кислота	Протеиногенные аминокислоты: тривиальные названия и трехбуквенный код на английском языке

#### ОБРАЗЕЦ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнение реакции восстановления щавелевоуксусной кислоты *in vivo*. Назовите стереоизомер образующегося соединения. По какому механизму протекает эта реакция?
2. Напишите схему реакции гидролиза 1-стеароил-2-линолеоил-3-олеоилглицерола в щелочной среде, назовите продукты реакции.
3. Напишите таутомерные формы D-рибозы, дайте им названия. В какой форме D-рибоза входит в состав РНК?
4. Напишите формулу трипептида Glu-Ile-Asn. Обозначьте N- и C-концевые аминокислоты. Какой заряд будет иметь этот трипептид при физиологическом значении pH крови?
5. Напишите схему таутомерных превращений тимина. Какой из таутомеров преобладает в равновесной смеси?

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

**ТЕМА: Полимерные материалы, применяемые в стоматологии**

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** сформировать знания о строении и свойствах полимерных материалов, применяемых в стоматологии.

**ЛИТЕРАТУРА** [4].

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ**

1. Общая характеристика ВМС; мономер, элементарное звено ВМС, степень полимеризации. Олиго- и полимеры, сополимеры, композиционные полимеры.
2. Классификация полимеров.
3. Способы получения полимеров (полимеризация, поликонденсация).
4. Механизм свободнорадикальной полимеризации эфиров акриловых кислот.
5. Генерация свободных радикалов. Инициаторы процесса полимеризации. Активаторы. Ингибиторы свободнорадикальной реакции.
6. Современные реставрационные материалы. Композиционные материалы фото- и химического отверждения.
7. Основные компоненты композиционных материалов. Реакция образования Bis-GMA (бис-фенола-А-глицидилметакрилата), ТЭГ-ДМА (триэтиленгликолдиметакрилата), глицидилдиметакрилата, уретандиметакрилата.
8. Низкомолекулярные соединения, используемые в адгезивных системах для улучшения прилипания материала пломбы к тканям зуба.
9. Оттискные материалы на основе альгиновых кислот.

**ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ**

1. Напишите схемы реакций образования метилового и этилового эфиров метакриловой кислоты (метилметакрилата и этилметакрилата).
2. Составьте уравнения реакции полимеризации этилметакрилата. Опишите механизм радикальной полимеризации с участием инициатора перекиси дибензоила.
3. Каким образом материал пломбы связывается с дентином. Ответ поясните схемой взаимодействия соответствующих функциональных групп.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Инициаторы* –

*Активаторы* –

*Ингибиторы* –

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

#### 1. Приготовление и отверждение формовочной массы, используемой для изготовления зубных протезов

В фарфоровый тигелек поместите небольшое количество порошка (АКР-7 или АКР-15) и несколько капель мономера (до полного смачивания порошка). Содержимое тигля перемешайте стеклянной палочкой, закройте картонной крышечкой и оставьте для набухания на 15-20 минут. Масса считается готовой, когда она теряет липкость и не пристает к стенкам тигля и палочке. Из полученной массы слепите предмет требуемой формы и проведите сополимеризацию (сшивку олигомеров), для чего изделие поместите в сосуд с водой, нагрейте до кипения и кипятите до полного отверждения (10-15 минут).

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции полимеризации метилметакрилата:*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

#### 2. Деполимеризация полиметилметакрилата и доказательство непердельности мономера

В пробирку поместите небольшое количество полимера (АКР-7 или АКР-15) или кусочек плексигласа, зафиксируйте пробирку держателем почти горизонтально (с небольшим наклоном в сторону отверстия) и осторожно нагревайте на спиртовке. Образующиеся пары мономера в виде белого дыма (тяжелее воздуха) осторожно перелейте во вторую пробирку с 3-5 каплями бромной воды и встряхните.

**Наблюдаемые изменения:** \_\_\_\_\_

*Напишите схему реакции присоединения брома к метилметакрилату:*

**Вывод:** \_\_\_\_\_

---

*Подпись преподавателя:*

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 18

### ТЕМА: Дифференцированный зачет

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Системы с открытой цепью сопряжения. Энергия сопряжения.
2. Системы с замкнутой цепью сопряжения. Ароматичность. Правило ароматичности Хюккеля.
3. Конформации, факторы, влияющие на их состояние. Проекционные формулы Ньюмена. Виды напряжений. Энергетическая характеристика заслоненных, скошенных и заторможенных конформаций. Конформационное строение ацильных радикалов высших жирных кислот в липидах.
4. Энантиомерия соединений с одним центром хиральности. Относительная и абсолютная конфигурация. D, L- и R-, S-системы обозначений. Рацемические смеси.
5. Кислотность и основность органических соединений, факторы их определяющие.
6. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот: сложные эфиры, амиды, их гидролиз.
7. Реакция декарбоксилирования моно- и дикарбоновых кислот.
8. Мочевина как полный амид угольной кислоты. Ее физические и химические свойства, биологическая роль.
9. Формальдегид. Формалин. Параформ. Качественные реакции на альдегидную группу.
10. Двухатомные фенолы и их производные: гидрохинон, резорцин, пирокатехин, адреналин. Реакции окисления фенолов. Фенолы как антиоксиданты и ингибиторы свободно-радикальных реакций.
11. Биологически важные гидроксикислоты. Строение и свойства молочной, яблочной, винной, лимонной кислот, их соли.
12. Отдельные представители оксокислот: пировиноградная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая, их соли.
13. Анестезин и новокаин как сложные эфиры парааминобензойной кислоты. Хлорид новокаина. Современные анестезирующие средства (лидокаин, ультракаин), применение в стоматологической практике.
14. Салициловая кислота, строение, кислотные свойства, качественная реакция на фенольный гидроксил. Салицилаты, ацетилсалициловая кислота, применение в медицине.
15. Никотиновая кислота, ее амид как разновидности витамина PP. Роль в структуре и функционировании никотинамидных коферментов (НАД<sup>+</sup>, НАДН).
16. Высшие жирные кислоты. Классификация, отдельные представители, роль в структуре и амфифильных свойствах фосфолипидов.

17. Особенности строения и конформаций непредельных высших жирных кислот. Эссенциальные высшие жирные кислоты,  $\omega$ -номенклатура. Качественные реакции на непредельность.
18. Липиды, классификация. Воски как представители простых омыляемых липидов. Строение, свойства, применение в стоматологической практике.
19. Нейтральные триацилглицеролы, строение, свойства, биологическая значимость. Реакции омыления. «Анионные» мыла — их гигиеническое применение.
20. Фосфолипиды, их физико-химические свойства, роль в формировании липидного бислоя мембран.
21. Классификация моносахаридов.
22. Стереизомерия моносахаридов. Энантиомеры, диастереомеры, эпимеры, аномеры. Конформации циклических форм моносахаридов.
23. Цикло-оксо- таутомерия моносахаридов. Таутомерные формы глюкозы, фруктозы, рибозы, дезоксирибозы.
24. Аскорбиновая кислота, участие в окислительно-восстановительных процессах и реакциях гидроксирования.
25. Дисахариды: мальтоза, лактоза, сахароза, О-гликозидная связь.
26. Строение гомо- и гетерополисахаридов (крахмал, гликоген, целлюлоза, декстран, альгиновая кислота). Биологическое значение.
27. Амфотерные свойства протеиногенных аминокислот. Влияние pH среды на диссоциацию аминокислот. Незаменимые аминокислоты.
28. Реакции декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины: гистамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота, серотонин, этаноламин их биологическая роль.
29. Реакции гидроксирования аминокислот: 5-гидроксилизин, 4-гидроксипролин и их биологическая роль.
30. Пептиды, строение, номенклатура, кислотнo-основные свойства.
31. Глутатион, строение, кислотнo-основные свойства, биологическая роль.
32. Уровни организации белковых молекул, их характеристика, домены. Типы взаимодействий, стабилизирующих вторичную и третичную структуры.
33. Кислотнo-основные свойства нуклеиновых оснований. Комплементарные пары нуклеиновых оснований.
34. Нуклеотиды. Строение, типы связей, номенклатура. Гидролиз. Структура полинуклеотидной цепи.
35. Аденозинтрифосфат, строение, типы связей, биологическая роль.
36. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. РНК и ДНК, различие в нуклеотидном составе и их биологической роли.
37. Высокомолекулярные соединения. Мономер, элементарное звено, степень полимеризации. Основные способы получения высокомолекулярных соединений.
38. Классификация высокомолекулярных соединений.
39. Свободно-радикальная полимеризация. Инициаторы, активаторы, ингибиторы свободно-радикальных реакций.
40. Полимеры на основе эфиров акриловой и метакриловой кислот. Механизм химически инициированной полимеризации. Применение полимеров на основе акриловых мономеров.

41. Стоматологические материалы на основе эпоксидных смол, их применение.
42. Композиционные полимерные материалы и их компоненты.
43. Классификация композиционных материалов. Общие свойства композитов.
44. Адгезивные системы.
45. Оттисковые стоматологические материалы на основе альгиновых кислот. Свойства калиевых и кальциевых солей альгиновых кислот.

#### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

1. Строение и уровни организации белков, особенности белков эмали зуба.
2. Перекисное окисление липидов и его роль в повреждении биологических мембран при действии ионизирующих излучений.
3. Высшие жирные кислоты как компоненты липидов, формирующих липидный бислой биологических мембран.
4. Холестерол, стереохимическое строение, роль в структуре и функционировании биологических мембран и процессах жизнедеятельности.
5. Аскорбиновая кислота как водорастворимый антиоксидант, роль в синтезе коллагена.
6. Жирорастворимые витамины А и Е, роль в процессах жизнедеятельности.
7. Адреналин и норадреналин – строение, свойства, биологическая роль.
8. ГАМК ( $\gamma$ -аминомасляная кислота) – медиатор ЦНС.
9. Трипептид глутатион – строение, свойства, роль в окислительно-восстановительных процессах.
10. Биохимические механизмы действия этанола на поведение человека.

11. Опиатные пептиды – эндорфины и энкефалины, их биологическая роль.
12. Алкалоиды опиумного мака, их строение и применение в медицинской практике.
13. Никотин – строение, свойства, действие на ткани ротовой полости и организм человека.
14. Молекулярные основы бактериостатического действия сульфаниламидных препаратов.
15. Декстран и продукты его частичного гидролиза, их применение в медицинской практике.
16. Строение и свойства витаминов группы Д, роль в кальциевом обмене.
17. Гликированный гемоглобин и значимость его определения в диагностике сахарного диабета.
18. Гормоны щитовидной железы, строение, свойства, роль в процессах жизнедеятельности.
19. Антиоксидантные системы клетки, их роль в адаптации организма к действию повреждающих факторов.
20. Молекулярные основы действия дезинфектантов и антисептиков.
21. Биополимеры оболочек бактериальной стенки.
22. Современные анестезирующие средства, используемые в стоматологии.
23. Молекулярные основы использования адгезивных систем в стоматологии.
24. Стеклоиономерные композиты в стоматологии.
25. Фотоотверждаемые реставрационные материалы, применяемые в стоматологии.
26. Композиционные материалы химического отверждения.
27. Применение восков в стоматологии.
28. Оттисковые материалы.
29. Применение акрилатов в стоматологии.
30. Современные наноматериалы и их применение в стоматологической практике.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. *Тюкавкина, Н. А.* Биоорганическая химия : учеб. для вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. 4-е изд., стереотип. М. : Дрофа, 2005. 542 с.
- [2]. *Романовский, И. В.* Основы биоорганической химии : учеб.-метод. пособие. В 2-х ч. Ч. 1: Теоретические основы биоорганической химии / И. В. Романовский. 3-е изд. Минск : БГМУ, 2004. 119 с.
- [3]. *Романовский, И. В.* Основы биоорганической химии : учеб.-метод. пособие. В 2-х ч. Ч. 2: Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности. Биополимеры / И. В. Романовский. 3-е изд. Минск : БГМУ, 2004. 123 с.
- [4]. *Романовский, И. В.* Современные полимерные материалы, применяемые в стоматологии : учеб.-метод. пособие / И. В. Романовский, Н. И. Губкина, А. В. Губкина. Минск : 2001. 47 с.