

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра общей, биоорганической и биологической химии

БИОХИМИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Рекомендовано учебно-методическим объединением
по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию
в качестве пособия для студентов учреждений высшего образования,
обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело»,
1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»**

**Гомель
ГомГМУ
2021**

УДК 577.1 (075.4+075.8)
ББК 52.57 я73
Б 63

Авторы:

М. В. Громько, И. А. Никитина, О. С. Логвинович, А. И. Грищук

Рецензенты:

***кафедра биологической химии
Гродненского государственного медицинского университета;***

кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией «Моделирования и минимизации
антропогенных рисков» Института радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси

А. А. Дворник

Биохимия для самостоятельной работы: пособие / М. В. Гро-
мько [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2021. — 148 с.
ISBN 978-985-588-218-4

В пособии приведены задания разного уровня сложности по разделам биологической химии: «Ферменты», «Биологическое окисление», «Биохимия углеводов», «Биохимия липидов», «Биохимия белков и нуклеиновых кислот», «Биохимия витаминов». Материал пособия содержит иллюстрации, таблицы, схемы метаболических реакций и процессов, требующие самостоятельной доработки. Пособие может быть использовано на лабораторно-практических занятиях по биологической химии, а также для самостоятельной подготовки студентов к итоговым занятиям и курсовому экзамену.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело».

**УДК 577.1 (075.4+075.8)
ББК 52.57 я73**

ISBN 978-985-588-218-4

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список условных обозначений	5
Предисловие	8
РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В БИОХИМИЮ	9
<i>Занятие 1.</i> Вводное занятие. Введение в биохимию	9
<i>Занятие 2.</i> Строение и функции белков.....	10
РАЗДЕЛ 2. ЭНЗИМОЛОГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ	
ОКИСЛЕНИЕ	14
<i>Занятие 3.</i> Строение, свойства и классификация ферментов	14
<i>Занятие 4.</i> Механизм действия ферментов.....	18
<i>Занятие 5.</i> Медицинская энзимология	24
<i>Занятие 6.</i> Цикл Кребса. Пути потребления кислорода в организме	27
<i>Занятие 7.</i> Тканевое дыхание. Окислительное фосфорилирование. Микросомальное и перекисное окисление.....	31
<i>Занятие 8.</i> Итоговое занятие по разделам «Введение в биохимию», «Энзимология и биологическое окисление»	38
РАЗДЕЛ 3. БИОХИМИЯ УГЛЕВОДОВ	39
<i>Занятие 9.</i> Химия углеводов. Переваривание и всасывание. Метаболизм гликогена, фруктозы и галактозы	39
<i>Занятие 10.</i> Тканевой обмен углеводов. Анаэробный и аэробный гликолиз.....	45
<i>Занятие 11.</i> Тканевой обмен углеводов. Глюконеогенез. Пентозофосфатный путь	50
<i>Занятие 12.</i> Регуляция уровня глюкозы в крови. Патология углеводного обмена.....	55
<i>Занятие 13.</i> Итоговое занятие по разделу «Биохимия углеводов».....	63

РАЗДЕЛ 4. БИОХИМИЯ ЛИПИДОВ.....	64
<i>Занятие 14.</i> Классификация, биологические функции. Переваривание и всасывание. Обмен липопротеидов.....	64
<i>Занятие 15.</i> Тканевой обмен липидов. Катаболизм триа- цилглицеролов. Метаболизм кетоновых тел	71
<i>Занятие 16.</i> Биосинтез липидов. Регуляция и патология липидного обмена	76
<i>Занятие 17.</i> Итоговое занятие по разделу «Биохимия липидов»	81
РАЗДЕЛ 5. БИОХИМИЯ БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ	82
<i>Занятие 18.</i> Переваривание и всасывание белков.....	82
<i>Занятие 19.</i> Тканевый обмен аминокислот. Обезврежива- ние продуктов обмена	87
<i>Занятие 20.</i> Синтез заменимых аминокислот. Особенности обмена отдельных аминокислот (глицина, серина, аланина, глю- тамата, метионина, аспартата, фенилаланина и тирозина)	95
<i>Занятие 21.</i> Нуклеопротеиды. Строение и функции ин- формационных макромолекул	111
<i>Занятие 22.</i> Механизмы хранения и передачи генетиче- ской информации	116
РАЗДЕЛ 6. БИОХИМИЯ ВИТАМИНОВ	128
<i>Занятие 23.</i> Витамины.....	128
Список рекомендованной литературы	145
Ответы на вопросы кроссвордов	146

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

3-ФГА	— 3-фосфоглицериновый альдегид
α -КГ	— альфа-кетоглутаровая кислота
α -КК	— альфа-кетокислоты
АДГ	— алкогольдегидрогеназа
АДФ	— аденозин-5'-дифосфорная кислота
АК	— аминокислоты
АКТГ	— адренкортикотропный гормон
Ала	— аланин
АЛТ	— аланинаминотрансфераза
АМФ	— аденозин-5'-монофосфорная кислота
АОЗ	— антиоксидантная защита
АПБ	— ацилпереносящий белок
Арг	— аргинин
Асн	— аспарагин
Асп	— аспарагиновая кислота
АСТ	— аспартатаминотрансфераза
АТФ	— аденозин-5'-трифосфорная кислота
АФК	— активные формы кислорода
АХАТ	— ацил-КоА-холестерол-ацилтрансфераза
АцКоА	— ацетил-коэнзим А
АЦ	— аденилатциклаза
БО	— биологическое окисление
Вал	— валин
ВММ	— внутренняя мембрана митохондрий
ГАМК	— гамма-аминомасляная кислота
Гис	— гистидин
Гл	— глюкоза
Гл-6-ф	— глюкозо-6-фосфат
Гли	— глицин
Глн	— глутамин;
Глу	— глутаминовая кислота
ГМГ	— гидроксиметилглутарил
ГМФ	— гуанозин-5'-монофосфорная кислота
Гн	— глицерол
ГНГ	— глюконеогенез
ГОМК	— гамма-оксимасляная кислота
ГТФ	— гуанозин-5'-трифосфорная кислота
ГЭПР	— гладкий эндоплазматический ретикулум
ДАГ	— диацилглицерол
ДАФ	— диоксиацетонфосфат
ДНК	— дезоксирибонуклеиновая кислота
ДНП	— дезоксирибонуклеопротеид
ДОФА	— диоксифенилаланин

ДЦ	— дыхательная цепь
ЖК	— жирные кислоты
ЖКТ	— желудочно-кишечный тракт
Иле	— изолейцин
ИМФ	— инозинмонофосфорная кислота
иРНК	— информационная рибонуклеиновая кислота
ИФ ₃	— инозитол-3-фосфат
КТ	— кетоновые тела
КФК (КК)	— креатинфосфокиназа
ЛДГ	— лактатдегидрогеназа
Лей	— лейцин
Лиз	— лизин
ЛПА	— липопротеинлипаза
ЛПНП	— липопротеиды низкой плотности
ЛПОНП	— липопротеиды очень низкой плотности
ЛППП	— липопротеиды промежуточной плотности
ЛХАТ	— лецитинхолестеролацилтрансфераза
МАГ	— моноацилглицерол
ММП	— межмембранное пространство
Мх	— митохондрия
МЭОС	— микросомальная этанонокисляющая система
мяРНК	— малоядерная рибонуклеиновая кислота
ОА	— оксалоацетат
ОВП	— окислительно-восстановительный потенциал
ОВР	— окислительно-восстановительные реакции
О-лиз	— оксилизин
О-про	— оксипролин
ОФ	— окислительное фосфорилирование
ПВК	— пировиноградная кислота
ПВКДГ	— пируватдегидрогеназный комплекс
ПК А	— протеинкиназа А
ПК С	— протеинкиназа С
ПА	— печёночная липаза
Про	— пролин
ПФП	— пентозофосфатный путь
РНК	— рибонуклеиновая кислота
РНП	— рибонуклеопротеид
рРНК	— рибосомальная рибонуклеиновая кислота
СД	— сахарный диабет
Сер	— серин
СТГ	— соматотропный гормон
ТАГ	— триацилглицерол
ТГФК	— тетрагидрофолиевая кислота
Тир	— тирозин
ТМФ	— тимидин-5'-монофосфорная кислота
тРНК	— транспортная рибонуклеиновая кислота

Трп	— триптофан
УДФГК	— уридин-5'-дифосфоглюкуроновая кислота
УТФ	— уридин-5'-трифосфорная кислота
ФАФС	— 3'-фосфоаденозин-5'-фосфосерная кислота
Фен	— фенилаланин
ФЕП	— фосфоенолпировиноградная кислота
ФКУ	— фенилкетонурия
ФЛ	— фосфолипиды
Фн	— фосфат неорганический
Фр-1,6-диф	— фруктозо-1,6-дифосфат
Фр-6-ф	— фруктозо-6-фосфат
ФФн	— пиродифосфат неорганический
ХМ	— хиломикрон
ХС	— холестерол
цАМФ	— циклическая аденозин-3',5'-монофосфорная кислота
Цис	— цистеин
ЦНС	— центральная нервная система
ЦСМ	— цикл синтеза мочевины
ЦТК	— цикл трикарбоновых кислот
ЦТФ	— цитозин-5'-трифосфорная кислота
ШЭПР	— шероховатый эндоплазматический ретикулум
ЩУК	— щавелевоуксусная кислота
ЭПР	— эндоплазматический ретикулум
ЭПС	— эндоплазматическая сеть
ЭХС	— эфиры холестерина
FAD	— окисленный флавинадениндинуклеотид
FADH ₂	— восстановленный флавинадениндинуклеотид
FMN (ФМН)	— окисленный флавинмононуклеотид
FMNH ₂	— восстановленный флавинмононуклеотид
GLUT (ГЛЮТ)	— глюкозный транспортёр
K _m	— константа Михаэлиса
LT	— лейкотриены
NADPH+H ⁺	— восстановленный никотинамидадениндинуклеотид-фосфат
NAD ⁺	— окисленный никотинамидадениндинуклеотид
NADP ⁺	— окисленный никотинамидадениндинуклеотидфосфат;
NADH+H ⁺	— восстановленный никотинамидадениндинуклеотид
PG	— простагландины
R _f	— относительная подвижность белка
S	— субстрат
SAG	— S-аденозилгомоцистеин
SAM	— S-аденозилметионин
SGLT (ГЛНТ)	— натрийзависимый глюкозный транспортёр
ТХА	— тромбоксаны

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие предназначено для студентов 2 курса учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело». Содержание и объем пособия соответствует типовым учебным программам по дисциплине «Биологическая химия».

Пособие включает задания различного уровня сложности по ферментативному катализу, биоэнергетике, метаболизму углеводов и липидов, а также биохимии белков, нуклеиновых кислот и витаминов. В пособие включены материалы 23 занятий, объединенных в 6 разделов. В конце 4 разделов представлены обобщающие итоговые занятия, включающие вопросы по всему разделу.

Пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов к занятиям, а также может быть использовано преподавателями на занятиях для оценки знаний студентов. Удачное сочетание текстового и иллюстративного материала позволит студентам значительно лучше усвоить материал для формирования необходимых компетенций по изучаемой дисциплине.

РАЗДЕЛ 1

ВВЕДЕНИЕ В БИОХИМИЮ

ЗАНЯТИЕ 1

Тема: Вводное занятие. Введение в биохимию

Цель занятия: знакомство с правилами внутреннего распорядка на кафедре биологической химии, со структурой изучаемого предмета.

Практическая часть:

1. Введение в биохимию

Задание 1.1 — Дайте определение понятию «биохимия».

Задание 1.2 — Приведите примеры, отражающие значение биохимии для врача.

2. Характеристика обмена веществ

Задание 2.1 — Нарисуйте схему обмена веществ (рисунок 1.1.) и дайте определение понятиям «анаболизм», «катаболизм», «метаболизм».



Рисунок 1.1 — Схема обмена веществ

Задание 2.2 — Нарисуйте схему превращения субстратов биологического окисления (рисунок 1.2).

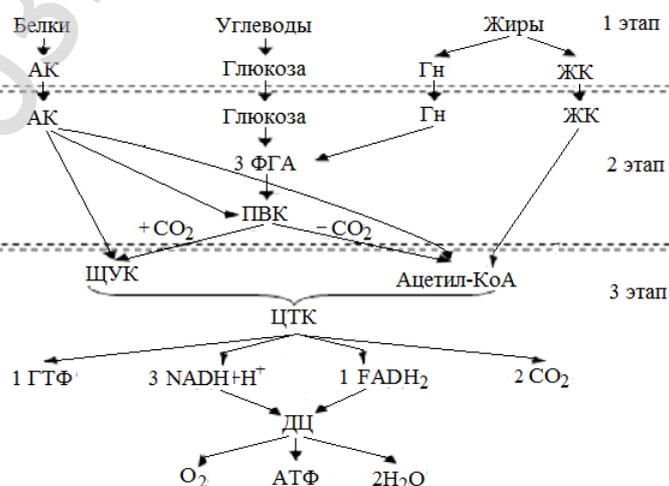


Рисунок 1.2 — Схема превращения субстратов биологического окисления

Задание 2.3 — Пользуясь рисунком 1.2, напишите схемы цепочек последовательного превращения веществ для: а) анаболизма; б) катаболизма; в) метаболизма.

3. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 2

Тема: Строение и функции белков

Цель занятия: изучение структуры и физико-химических свойств белков.

Практическая часть:

1. Функции белка

Задание 1.1 — Заполните таблицу 2.1.

Таблица 2.1 — Функции белка

Функции белка	Примеры
1.	
2.	
3. ... и т.д.	

2. Уровни организации белковой молекулы

2.1. Первичная структура белка

Задание 2.1.1 — Дайте определение понятию «первичная структура белка».

Задание 2.1.2 — Приведите примеры следующих пептидов, отметьте пептидную связь: а) трипептида; б) пентапептида.

2.2. Вторичная структура белка

Задание 2.2.1 — Дайте определение понятию «вторичная структура белка».

Задание 2.2.2 — Нарисуйте схематично α -спираль и β -структуру (рисунок 2.1) и укажите на рисунке водородные связи.

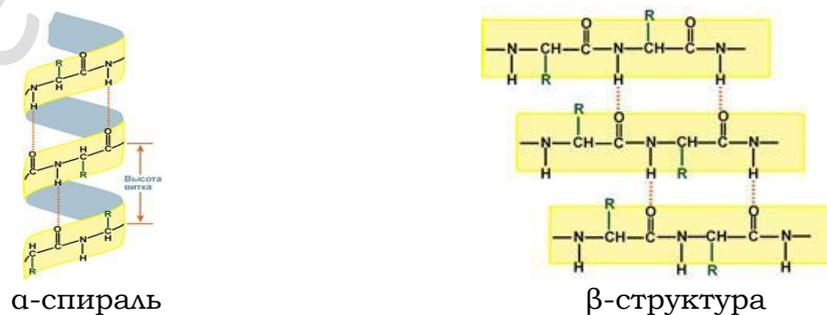


Рисунок 2.1 — Вторичная структура белка

2.3. Третичная структура белка

Задание 2.3.1 — Дайте определение понятию «третичная структура белка».

Задание 2.3.2 — Запишите химическими символами следующие тетрапептиды радикалами навстречу друг другу и укажите все возможные связи: а) тир-асп-фен-цис; б) тре-лиз-ала-цис.

2.4. Четвертичная структура белка

Задание 2.4.1 — Дайте определение понятию «четвертичная структура белка».

Задание 2.4.2 — Изобразите схематично четвертичную структуру белка на примере гемоглобина (рисунок 2.2).

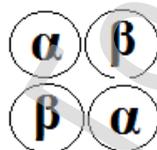


Рисунок 2.2 — Четвертичная структура молекулы белка гемоглобина

3. Фолдинг белка

Задание 3.1 — Дайте определение понятиям «фолдинг», «мисфолдинг», «шапероны».

Задание 3.2 — Изобразите схему фолдинга белка (рисунок 2.3) и поясните действия белков шаперонов.

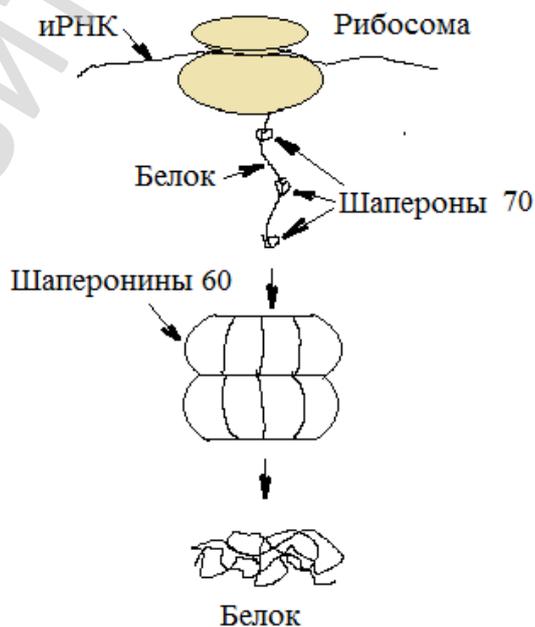


Рисунок 2.3 — Схема фолдинга белка [1]

4. Методы выделения белка

4.1. Высаливание

Задание 4.1.1 — Дайте определение понятию «высаливание».

Задание 4.1.2 — Отметьте на рисунке 2.4 молекулу белка, диполи воды (гидратную оболочку), ионы соли, выпавший в осадок белок.

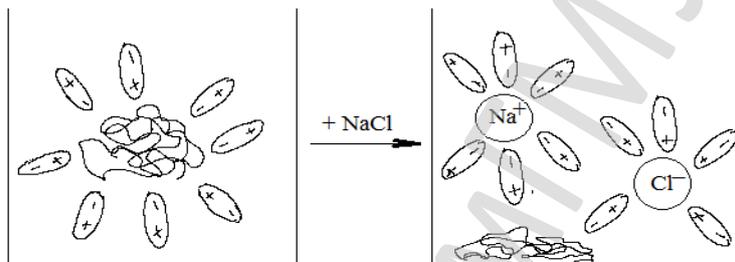


Рисунок 2.4 — Схема механизма высаливания белков из их водных растворов

Задание 4.1.3 — Дополните предложения, выбрав правильные варианты из предложенных ниже:

- а) методом высаливания получаем фракции;
- б) альбумины (выпадают в осадок при % насыщении раствора);
- в) глобулины (выпадают в осадок при % насыщении раствора);
- г) фибриноген (остается в растворе и в осадок).

Предлагаемые варианты ответов:

- а) 2, 3, 5;
- б) 30 %, 50 %, 100 %;
- в) 30 %, 50 %, 100 %;
- г) выпадает в осадок, не выпадает в осадок.

4.2. Электрофорез

Задание 4.2.1 — Дайте определение понятию «электрофорез».

Задание 4.2.2 — Дополните схему электрофореза белка (рисунок 2.5) следующими терминами: буферный раствор, анод, катод, полоска фильтровальной бумаги, образец белка.

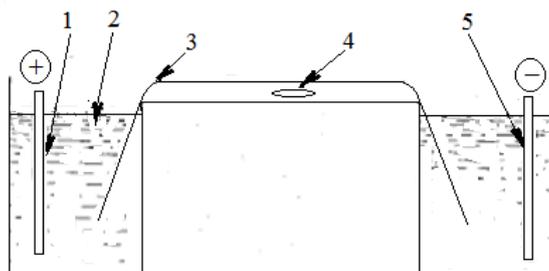


Рисунок 2.5 — Электрофорез белка

Задание 4.2.3 — Пользуясь материалом учебника, выпишите 5 фракций, получаемых методом электрофореза.

Задание 4.2.4 — Решите задачу: Какой заряд будут иметь и каким образом будут перемещаться (к аноду или катоду) в электрическом поле следующие олигопептиды при pH 7,5: а) арг-вал-гис-лиз; б) лиз-глу-тре-арг; в) гли-тир-вал-сер; г) асп-лиз-вал-сер.

4.3. Хроматография

Задание 4.3.1 — Дайте определение понятию «хроматография».

Задание 4.3.2 — Укажите виды хроматографии.

Задание 4.3.3 — Поясните суть хроматографии на бумаге, используя рисунок 2.6. Укажите какое из разделяемых веществ (1 или 2) обладает большей относительной подвижностью (R_f — отношение расстояния, пройденного белком от линии старта к расстоянию, пройденному растворителем).

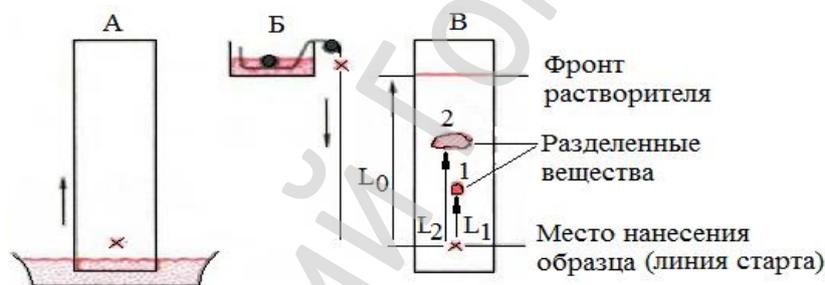


Рисунок 2.6 — Хроматография на бумаге:

А — восходящая хроматография; **Б** — нисходящая хроматография;
В — хроматограмма с разделенными и окрашенными веществами
 (где L_1 , L_2 — расстояние, пройденное белком от линии старта;
 L_0 — расстояние, пройденное растворителем) [2]

Задание 4.3.4 — Поясните суть гель-хроматографии, используя рисунок 2.8.

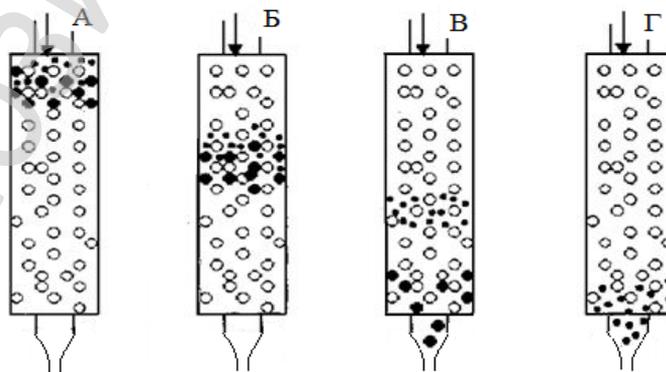


Рисунок 2.7 — Гель-хроматография:

А — ввод образца; **Б** — разделение по размерам; **В** — выход крупных макромолекул; **Г** — выход мелких макромолекул [2]

5. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

РАЗДЕЛ 2 ЭНЗИМОЛОГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ

ЗАНЯТИЕ 3

Тема: Структура, свойства и классификация ферментов

Цель занятия: сформировать представление о строении, свойствах и классификации ферментов.

Практическая часть:

1. Понятие о ферментах

Задание 1.1 — Дайте определение понятиям «катализ», «катализатор», «фермент».

Задание 1.2 — Поясните и дополните схему рисунка 3.1:



Рисунок 3.1 — Виды биологических катализаторов

2. Особенности ферментативного катализа (свойства ферментов)

Задание 2.1 — Дополните предложения, выбирая правильные варианты ответов из предлагаемых ниже:

- действуют в «мягких» условиях (температура —; рН —);
- ускоряют химические реакции за счет
- начать самостоятельно реакцию они
- после реакции
- действуют в концентрациях;
- специфичны.

предлагаемые варианты ответов:

- 20–30 °С; 37–40 °С; 90–100 °С; 3, 6, 8–7; 12–13;
- увеличения энергии активации, уменьшения энергии активации;
- могут, не могут;
- увеличиваются в концентрации, уменьшаются в концентрации, концентрация не меняется;
- высоких, очень высоких, низких;
- да, нет.

3. Строение ферментов

Задание 3.1 — Дополните предложения следующими терминами: простетическая группа, апофермент, кофактор, кофактор, кофермент, кофермент, сложные, простые.

- ферменты бывают и
- сложные ферменты имеют в своем составе белковую часть (.....) и небелковую часть (.....);
- небелковая часть представлена в виде (прочно связана с белковой частью) и (слабые связи с белковой частью);
- ионы металлов входят в состав, а производные витаминов в состав

Задание 3.2 — Обобщите задание 3.1 в виде самостоятельно составленной схемы.

Задание 3.3 — Приведите примеры коферментов, заполнив таблицу 3.1.

Таблица 3.1 — Участие витаминов в построении коферментов

	Витамин	Кофермент
B ₂	(формула B ₂)	(формула FMN и FAD)
PP	(формула PP)	(формула NAD и NADP)

4. Структурно-функциональная организация фермента

Задание 4.1 — Дополните рисунок 3.2 следующими понятиями: фермент, субстрат, якорная площадка, каталитический центр, активный центр, аллостерический центр, активатор, ингибитор.

Задание 4.2 — Выполните следующие задания:

- укажите функции якорной площадки, каталитического центра, субстратного центра, аллостерического центра, активатора, ингибитора;
- обозначьте их на рисунке 3.2.

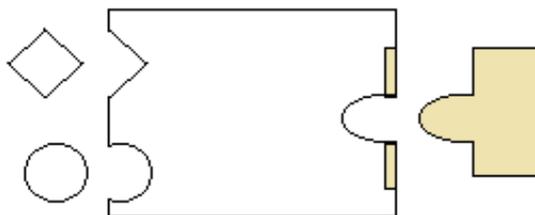


Рисунок 3.2 — Структурно-функциональная организация фермента

5. Органоспецифические ферменты

Задание 5.1 — Дайте определение понятию «органоспецифические ферменты», укажите их биологическую роль.

Задание 5.2 — Заполните таблицу 3.2.

Таблица 3.2 — Органоспецифические ферменты

№	Орган (ткань)	Фермент(ы)
1	Мозг	
2	Миокард	
3	Скелетная мышца	
4	Печень	
5	Поджелудочная железа	
6	Костная ткань	
7	Почки	
8	Простата	

6. Локализация ферментов в клетке. Маркерные ферменты

Задание 6.1 — Дайте определение понятию «маркерные ферменты», укажите их биологическую роль.

Задание 6.2 — На рисунке 3.3 обозначьте органеллы (клеточная мембрана, цитозоль, ядро, гладкая ЭПС, шероховатая ЭПС, Мх, лизосомы, комплекс Гольджи) и укажите маркерные ферменты органелл (в скобках).

Задание 6.3 — Подчеркните маркерные ферменты.

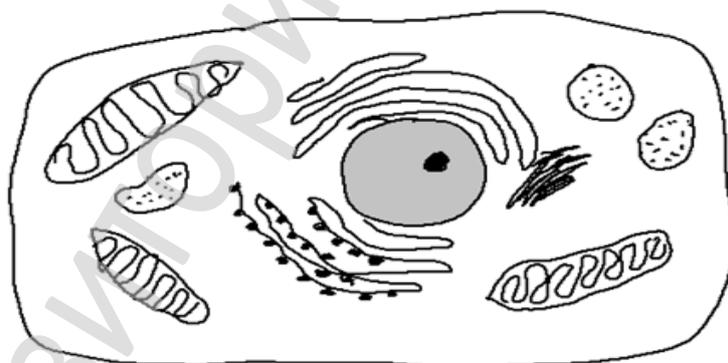


Рисунок 3.3 — Строение эукариотической клетки

7. Номенклатура и классификация ферментов

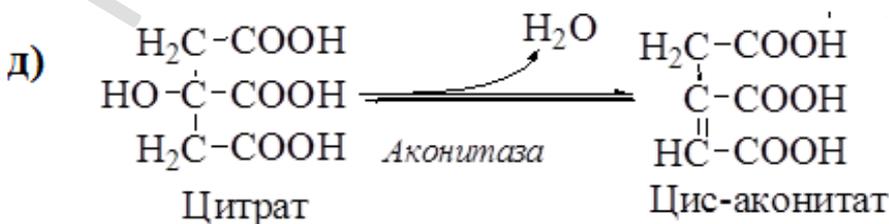
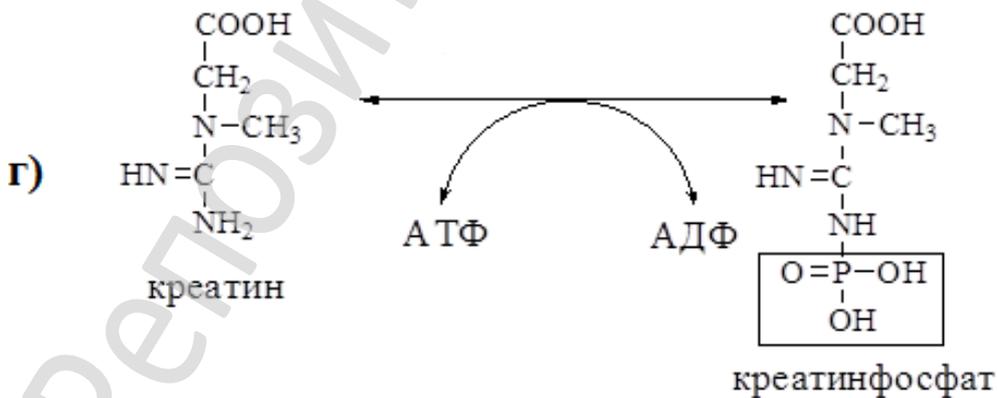
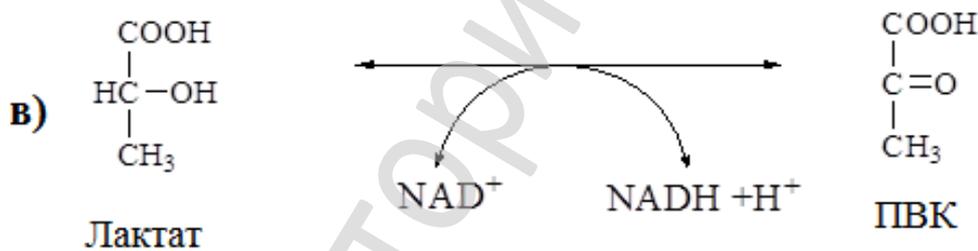
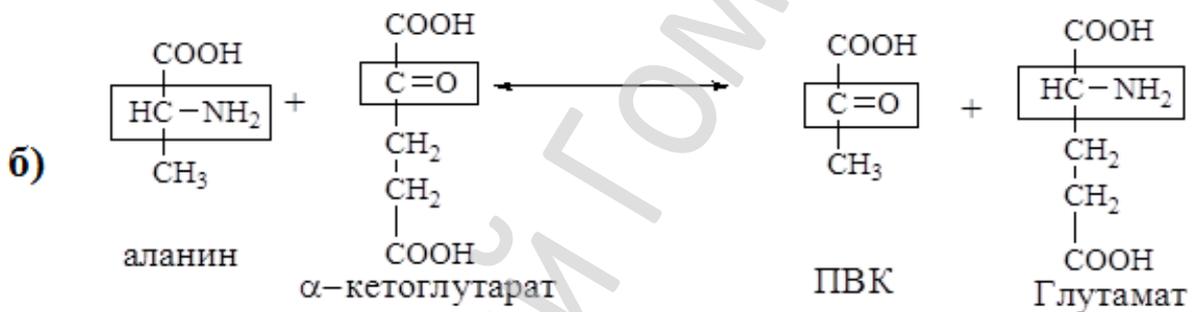
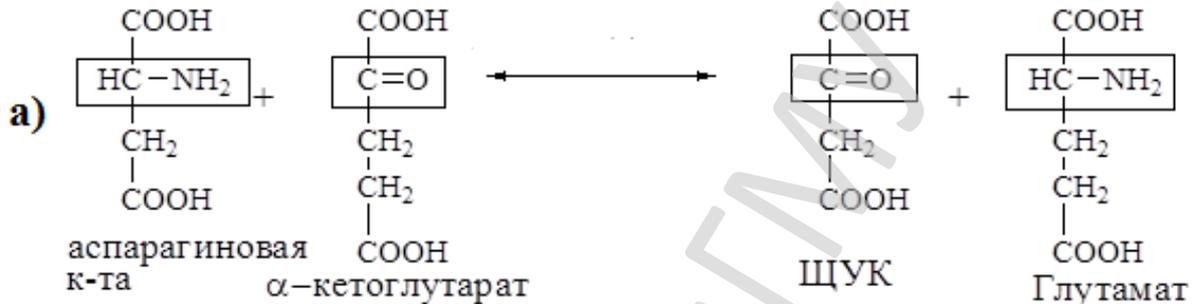
Задание 7.1 — Заполните таблицу 3.3.

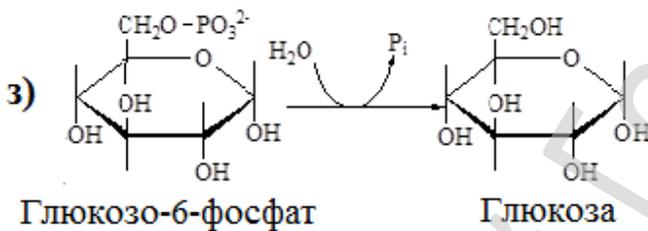
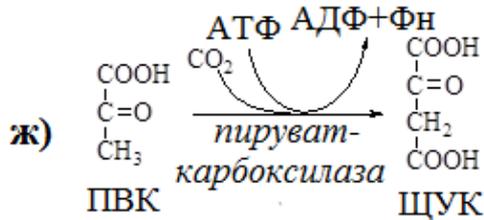
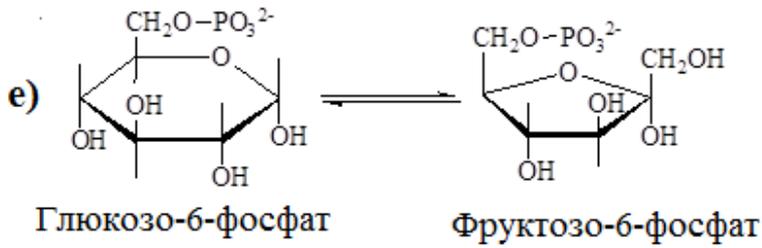
Таблица 3.3 — Классы ферментов

Номер класса	Название класса	Тип катализируемой реакции
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Задание 7.2 — Приведите примеры реакций для каждого класса ферментов, используя задание 7.3.

Задание 7.3 — Назовите недостающие ферменты в реакциях, приведенных ниже:





8. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 4

Тема: Механизм действия ферментов

Цель занятия: сформировать представление о механизме действия ферментов.

Практическая часть:

1. Механизм действия ферментов

1.1. Гипотеза Фишера («ключ – замок»)

Задание 1.1.1 — Поясните суть гипотезы Фишера, рассмотрев рисунок 4.1.

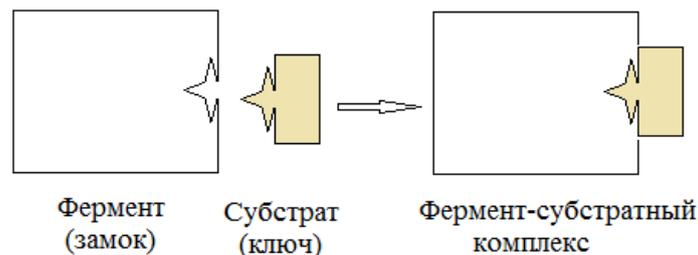


Рисунок 4.1 — Гипотеза Э. Фишера («ключ-замок», гипотеза «жесткой матрицы»)

1.2. Гипотеза Кошланда («рука-перчатка»)

Задание 1.2.1 — Поясните суть гипотезы Кошланда, рассмотрев рисунок 4.2.

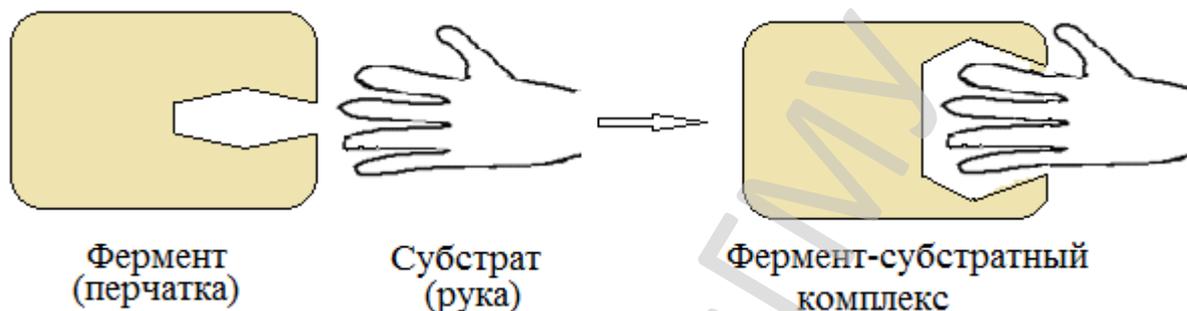


Рисунок 4.2 — Гипотеза Д. Кошланда («рука-перчатка»), гипотеза «индуцированного соответствия»

1.3. Теория промежуточных соединений

Задание 1.3.1 — Поясните суть теории промежуточных соединений, рассмотрев рисунок 4.3.

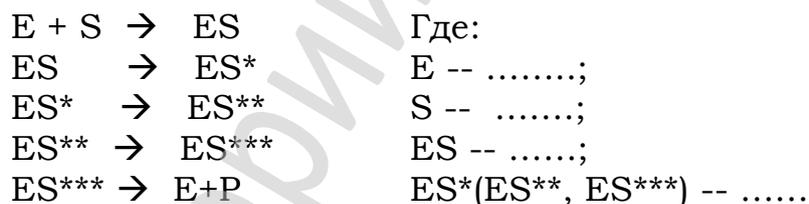


Рисунок 4.3 — Теория промежуточных соединений

2. Кинетика ферментативных реакций (факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций)

2.1. Зависимость от температуры

Задание 2.1.1 — Покажите на графике температурный оптимум (укажите нужную величину) и поясните график на рисунке 4.4.

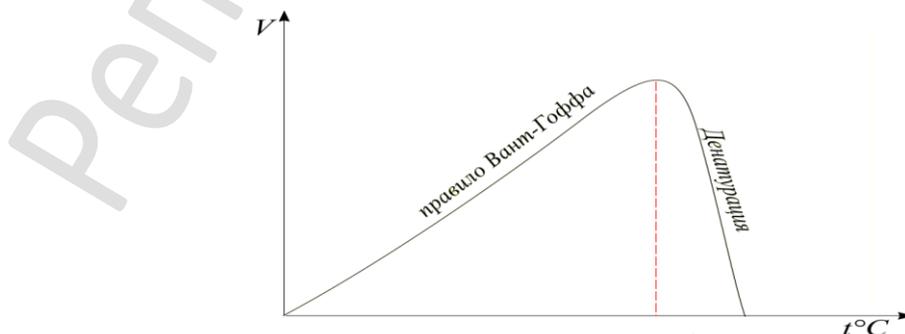


Рисунок 4.4 — Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры

2.2. Зависимость от pH

Задание 2.2.1 — Покажите на графике оптимум pH (укажите нужную величину), поясните график на рисунке 4.5.

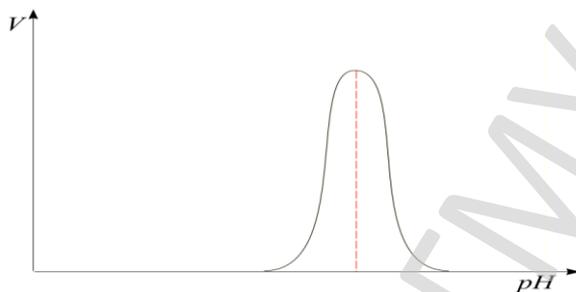


Рисунок 4.5 — Зависимость скорости ферментативной реакции от pH

2.3. Зависимость от концентрации фермента

Задание 2.3.1 — Поясните график на рисунке 4.6.



Рисунок 4.6 — Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента

2.4. Зависимость от концентрации субстрата

Задание 2.4.1 — Поясните график на рисунке 4.7, дайте определение константы Михаэлиса, укажите физиологический смысл K_m .

Задание 2.4.2 — K_m транспортеров глюкозы в клетки следующая: для мозга — 1 мМоль/л, для мышц — 5 мМоль/л, для печени — 10 мМоль/л. Нарисуйте графики с указанием K_m этих транспортеров, поясните физиологический смысл отличий в их K_m .

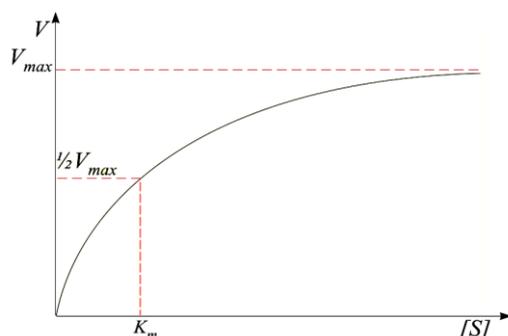


Рисунок 4.7 — Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата (константа Михаэлиса)

2.5. Энергия активации и энергетический барьер

Задание 2.5.1 — Дайте определение понятиям «энергия активации» и «энергетический барьер»;

Задание 2.5.2 — Укажите на графике (рисунок 4.8.) энергию системы начальную ($E_{\text{нач.}}$), энергию системы конечную ($E_{\text{кон.}}$), энергию максимальную ($E_{\text{макс.}}$), энергетический барьер, энергию активации ($E_{\text{акт.}}$) без катализатора, энергию активации с катализатором.

Задание 2.5.3 — Поясните, за счет чего снижается $E_{\text{акт.}}$ ферментативной реакции.

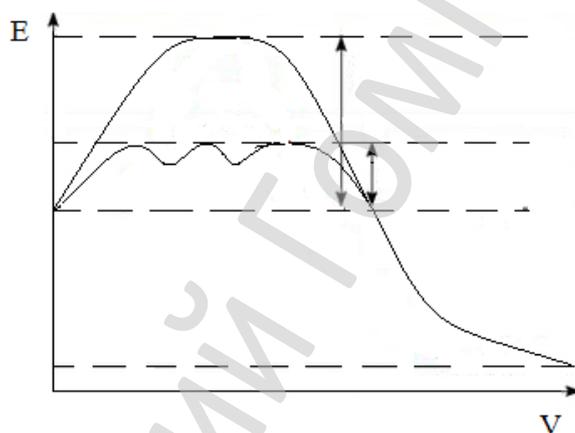


Рисунок 4.8 — Энергия активации и энергетический барьер

3. Регуляция активности ферментов

3.1. Принцип обратной отрицательной связи (принцип ре-троингибирования)

Задание 3.1.1 — Поясните принцип обратной отрицательной связи, рассмотрев схему рисунка 4.9.

Задание 3.1.2 — Объясните физиологическое значение обратной отрицательной связи.

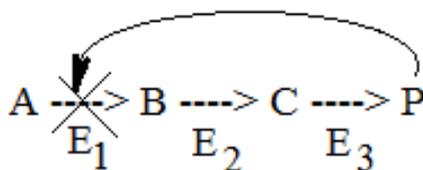


Рисунок 4.9 — Принцип обратной отрицательной связи

3.2. Ограниченный протеолиз

Задание 3.2.1 — Приведите 3 примера превращения проферментов в ферменты.

Задание 3.2.2 — Объясните физиологическое значение превращения проферментов в ферменты, рассмотрев рисунок 4.10.

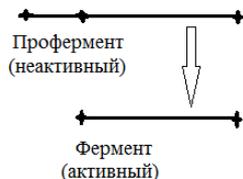


Рисунок 4.10 — Схема реакции ограниченного протеолиза

3.3. Действие ингибиторов

Задание 3.3.1 — Дополните схему рисунка 4.11. следующими терминами: обратимые, специфические, аллостерический, изостерический, конкурентный, неконкурентный.

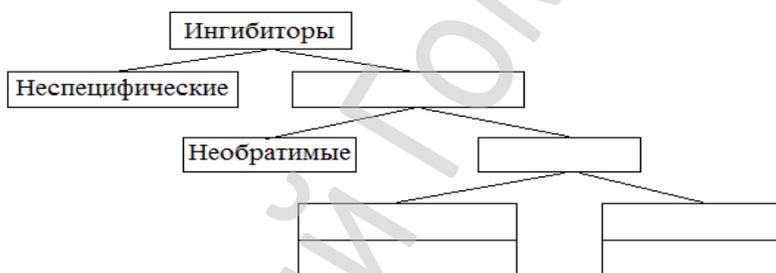


Рисунок 4.11 — Виды ингибиторов

Задание 3.3.2 — Рассмотрите рисунок 4.12 и объясните механизм действия неконкурентных ингибиторов.

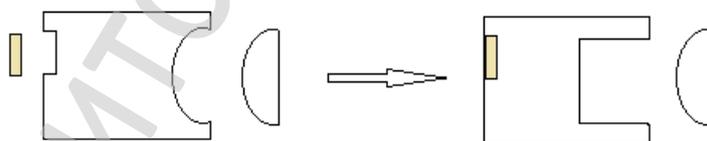


Рисунок 4.12 — Действие неконкурентных ингибиторов на ферментативную реакцию

Задание 3.3.3 — Рассмотрите рисунок 4.13 и объясните механизм действия конкурентных ингибиторов.

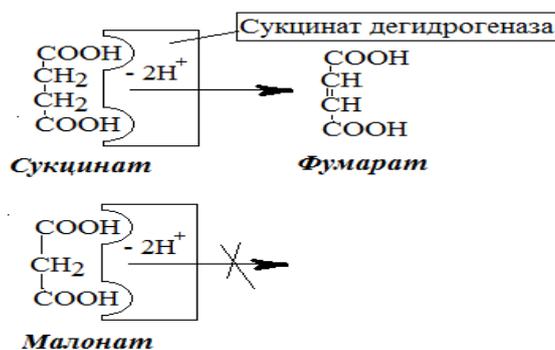


Рисунок 4.13 — Действие конкурентных ингибиторов

3.4. Действие активаторов

Задание 3.4.1 — Рассмотрите рисунок 4.14. и объясните механизм действия активаторов.

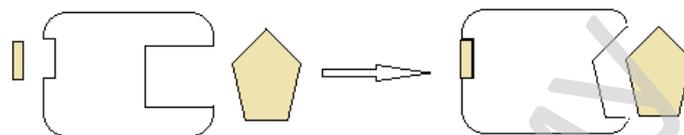


Рисунок 4.14 — Действие активаторов на ферментативную реакцию

3.5. Регуляция гормонами

3.5.1. Аденилатциклазный путь регуляции активности фермента

Задание 3.5.1.1 — Найдите и обозначьте на схеме рисунка 4.15 ПК А, аденилатциклазу, G-белок, гормон, рецептор.

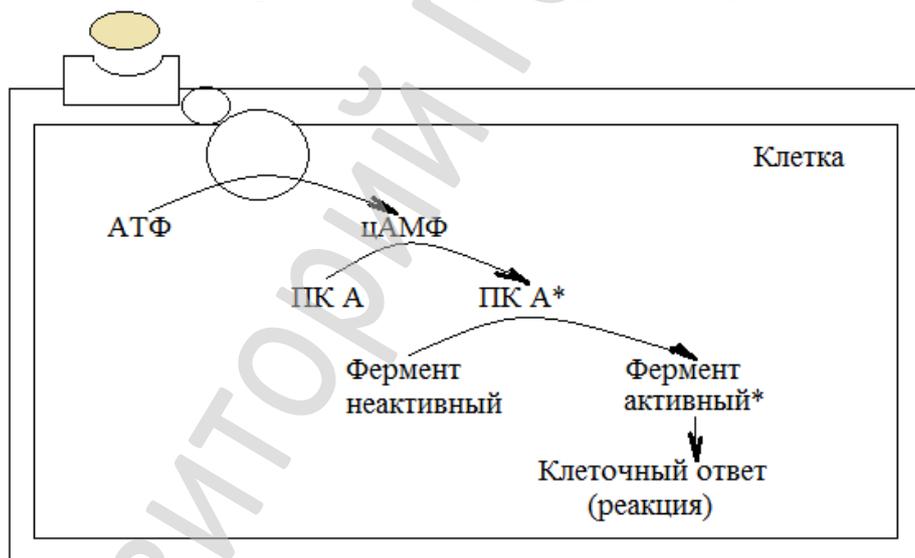


Рисунок 4.15 — Схема аденилатциклазного пути регуляции метаболизма

Задание 3.5.1.2 — Поясните суть процесса регуляции с помощью аденилатциклазного механизма.

3.5.2. Инозитолтрифосфатный путь регуляции метаболизма

Задание 3.5.2.1 — Найдите и обозначьте на схеме рисунка 4.16 ЛТ, РГ, ТХА, ЭПР, фосфотидилинозитол, фосфатидилинозитолдифосфат, Ифз, ДАГ.

Задание 3.5.2.2 — Обозначьте на схеме рисунка 4.16 разными цветами пути регуляции вторичных посредников ИФз, ДАГ, РГ, ЛТ, ТХА.

Задание 3.5.2.3 — Поясните суть процесса регуляции с помощью инозитолтрифосфатного механизма (рисунок 4.16).

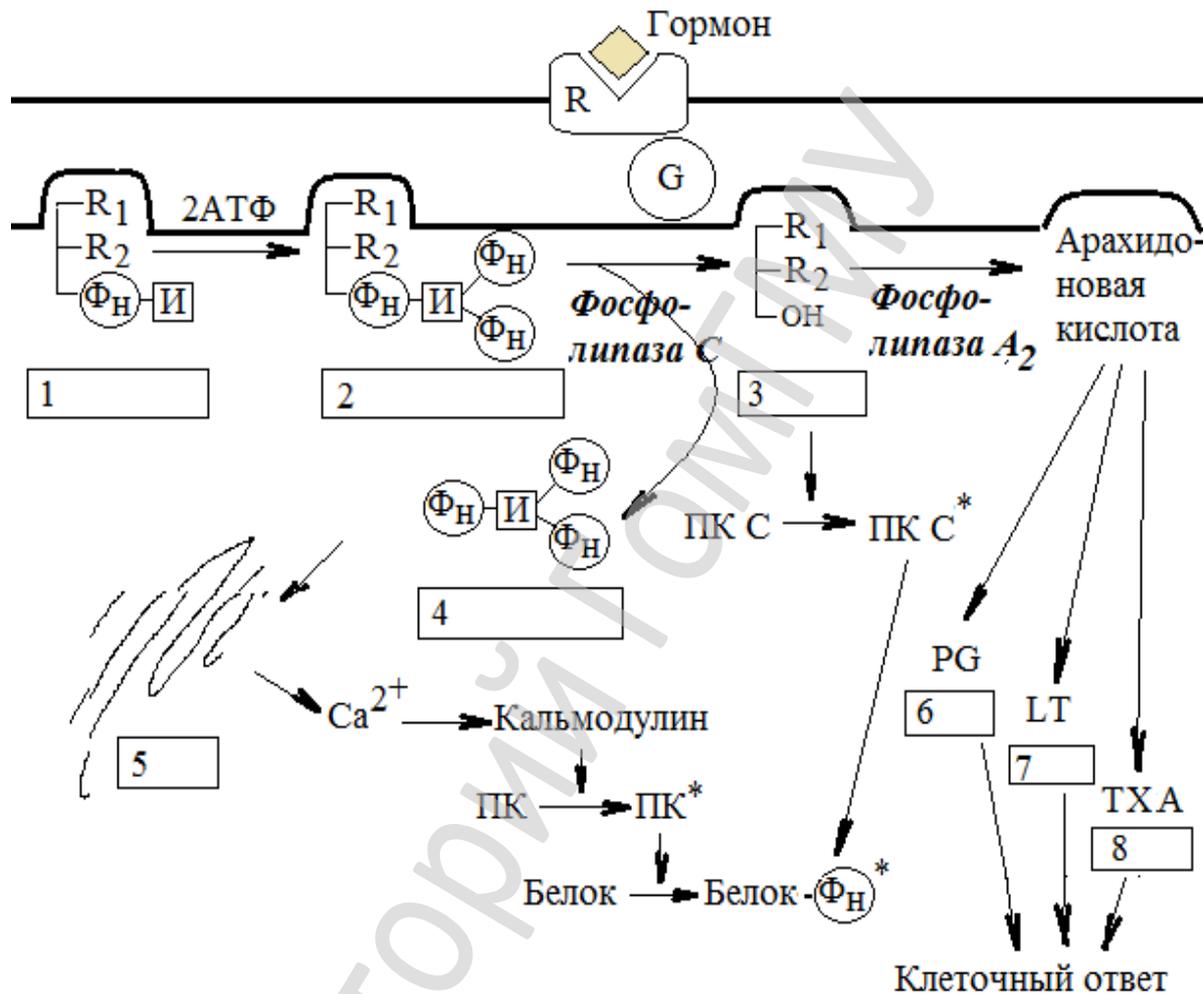


Рисунок 4.16 — Инозитолтрифосфатный путь регуляции метаболизма

4. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 5

Тема: Медицинская энзимология

Цель занятия: сформировать представление об основных аспектах и проблемах медицинской энзимологии.

Практическая часть:

1. Основные направления клинической энзимологии

Задание 1.1 — Рассмотрите рисунок 5.1 и назовите основные направления медицинской энзимологии.



Рисунок 5.1 — Основные направления медицинской энзимологии

1.1. Энзимодиагностика. Изоферменты

1.1.1. Изоформы лактатдегидрогеназы

Задание 1.1.1.1 — Напишите реакцию, катализируемую ЛДГ.

Задание 1.1.1.2 — Выберите правильные утверждения:

ЛДГ — димер / тетрамер, состоит из двух / четырех субъединиц.

Виды субъединиц: Н, М, В.

Задание 1.1.1.3 — Заполните таблицу 5.1.

Таблица 5.1 — Изоформы лактатдегидрогеназы

Расположение субъединиц					
Виды ЛДГ	ЛДГ 1				
Энзимодиагностика заболеваний					

1.1.2. Изоформы креатинфосфокиназы

Задание 1.1.2.1 — Напишите реакцию, катализируемую КФК.

Задание 1.1.2.2 — Выберите правильные утверждения:

КФК — димер / тетрамер, состоит из двух / четырех субъединиц.

Виды субъединиц: Н, М, В.

Задание 1.1.2.3 — Заполните таблицу 5.2.

Таблица 5.2 — Изоформы креатинфосфокиназы

Расположение субъединиц			
Виды КФК			
Энзимодиагностика заболеваний			

1.1.3. Использование ферментов в энзимодиагностике

Задание 1.1.3.1 — Дайте определение понятию «энзимодиагностика».

Задание 1.1.3.2 — Приведите примеры использования ферментов для диагностики (заполните таблицу 5.3).

Таблица. 5.3 — Примеры применения ферментов в энзимодиагностике

Фермент (изофермент)	Орган, при повреждении которого содержание фермента в крови увеличивается
АЛТ	
АСТ	
Амилаза	
ЛДГ _{1,2}	
ЛДГ ₃	
ЛДГ _{4,5}	
КФК ₁	
КФК ₂	
КФК ₃	
Кислая фосфатаза	
Щелочная фосфатаза	

Задание 1.1.3.3 — Рассмотрев рисунок 5.2, заполните таблицу 5.4.

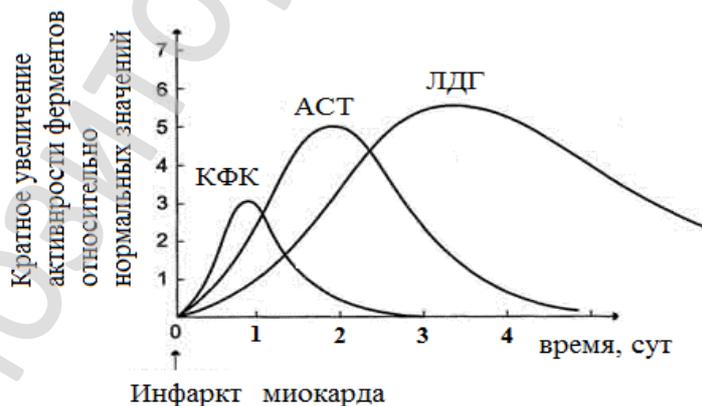


Рисунок 5.2 — Изменение активности некоторых ферментов в плазме крови при инфаркте миокарда [1]

Таблица 5.4 — Изменение активности ферментов в плазме крови при инфаркте миокарда

Фермент	Пик активности, сутки
КФК	
АСТ	
ЛДГ	

1.2. Энзимопатии

Задание 1.2.1 — Дайте определение понятию «энзимопатии».

Задание 1.2.2 — Дополните рисунок 5.3, следующими терминами: первичные, вторичные, приобретенные, наследственные, токсические, алиментарные.



Рисунок 5.3 — Виды энзимопатий

Задание 1.2.3 — Приведите 2 примера энзимопатий, укажите причину заболевания, опишите клинические проявления (примеры энзимопатий: ФКУ, болезнь «черных пеленок» (алкаптонурия), болезнь «голубых пеленок», болезнь «кленового сиропа», галактоземия, альбинизм).

1.3. Энзимотерапия

Задание 1.3.1 — Дать определение понятию «энзимотерапия».

Задание 1.3.2 — Привести примеры использования ферментов для лечения заболеваний.

2. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 6

Тема: Цикл Кребса. Пути потребления кислорода в организме

Цель занятия: сформулировать современные представления о путях и механизмах получения, депонирования и утилизации энергии в живых организмах.

Практическая часть:

1. История развития учений о биологическом окислении

Задание 1.1 — Дайте краткую характеристику следующим теориям:

- теории активации кислорода (Бах — Энглер);
- теории активации водорода (Палладин — Виланд).

Задание 1.2 — Ответьте на следующие вопросы:

а) какой закон термодинамики дает возможность рассчитать изменение энергии при разных состояниях системы?

б) какой закон термодинамики дает возможность оценить спонтанность протекания химических реакций в биологических системах?

в) каким образом можно использовать энергию Гиббса (ΔG) для оценки направления протекания реакций? Записать формулу выражения свободной энергии (ΔG).

Задание 1.3 — Рассмотрите и дополните схемы на рисунке 6.1, вставьте в соответствующие колонки следующие понятия:

- реакция с поглощением энергии / реакция с выделением энергии;
- реакция экзергоническая / реакция эндергоническая;
- энергия Гиббса отрицательная / энергия Гиббса положительная;
- реакция протекает самопроизвольно / реакция протекает при поступлении энергии извне.

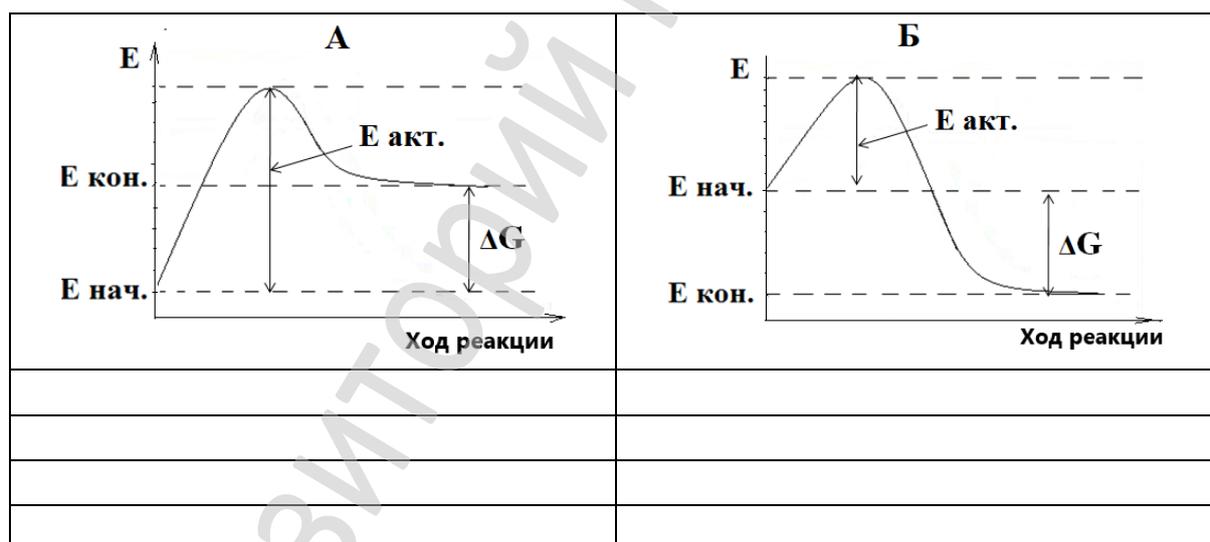


Рисунок 6.1 — Сравнительная характеристика изменений энергий Гиббса при эндергонических и экзергонических реакциях

2. Макроэргические соединения, строение АТФ, причины макроэргичности

Задание 2.1 — Объяснить понятие «сопряженность биохимических реакций» на примере образования Гл-б-ф (фосфорилирования Гл). Для этого необходимо:

а) закончить уравнение реакции: $\text{Гл} + \text{P}_i = \dots\dots\dots$ ($\Delta G = 13,8$ кДж/моль);

б) записать уравнение гидролиза АТФ (ΔG гидролиза АТФ = $-30,5$ кДж/моль);

в) записать суммарное (сопряженное) уравнение активации (фосфорилирования) глюкозы.

г) сделать вывод о том, что такое «сопряженность биохимических реакций» и «макроэргические соединения».

Задание 2.2 — Рассмотрите структурную формулу АТФ (рисунок 6.2) и выполните следующие задания:

- напишите развернутое название вещества;
- подпишите цифры на рисунке 6.2;
- запишите причины макроэргичности АТФ.

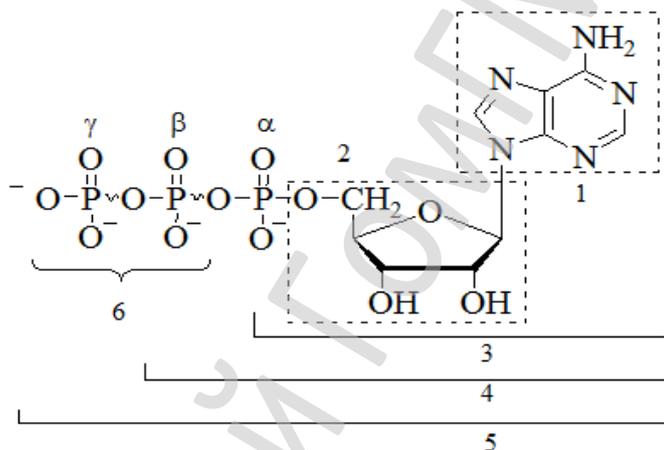


Рисунок 6.2 — Структура молекулы АТФ [1]

Задание 2.3 — Разобрать самостоятельно основные способы получения и функции АТФ и дополнить схему на рисунке 6.3.

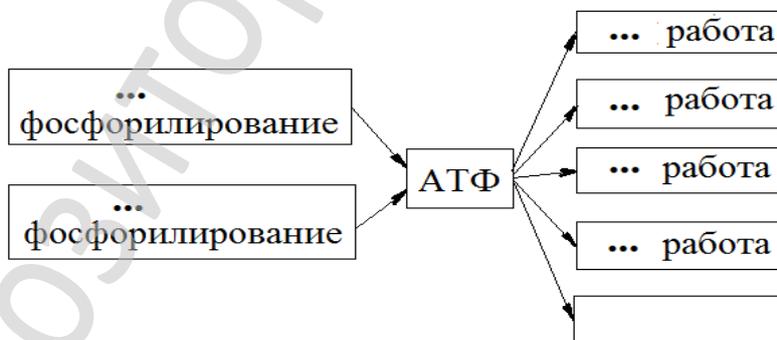


Рисунок 6.3 — Способы получения и использования АТФ

3. Субстраты биологического окисления. Этапы биологического окисления — цитоплазматический и митохондриальный

Задание 3.1 — Дать определение понятиям «биологическое окисление» и «субстраты биологического окисления».

Задание 3.2 — Записать общую схему окисления субстратов БО (рисунок 1.2) и отметить:

- этапы БО, количество депонируемой энергии, %;
- общие и специфические пути катаболизма.

4. Цикл трикарбоновых кислот (Кребса) как общий конечный пункт утилизации субстратов биологического окисления

Задание 4.1 — Дополните схему на рисунке 6.4.



Рисунок 6.4 — Биологическая роль цикла трикарбоновых кислот

Задание 4.2 — Рассмотрите в учебнике последовательность реакции ЦТК и выполните следующие задания:

- выпишите NAD-зависимые реакции ЦТК;
- выпишите FAD-зависимые реакции ЦТК;
- выпишите реакцию субстратного фосфорилирования ЦТК;
- заполните таблицу 6.1;
- запишите суммарное уравнение ЦТК.

Таблица 6.1 — Характеристика некоторых реакций цикла трикарбоновых кислот

№ реакции	Субстрат	Продукт	Фермент (полиферментный комплекс)	Кофермент(ы)	Класс фермента

Задание 4.3 — Рассмотрите рисунки 6.5 и 4.13 и сделайте выводы о регуляции ЦТК, запишите аллостерические ферменты ЦТК и их эффекторы.

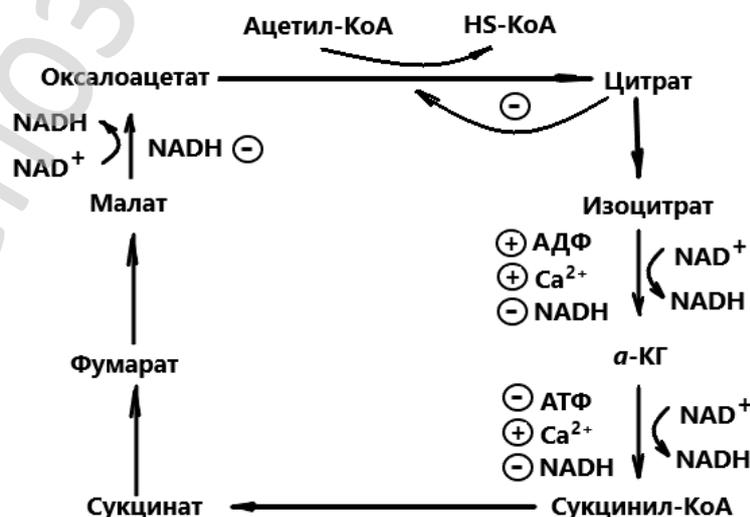


Рисунок 6.5 — Аллостерическая регуляция цикла Кребса

5. Пути утилизации кислорода в организме

Задание 5.1 — Дополните схему на рисунке 6.6, указав пути потребления кислорода и доли его использования в процентах.

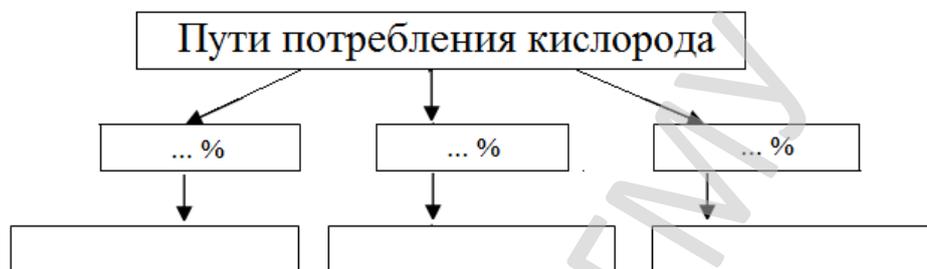


Рисунок 6.6 — Пути потребления кислорода в организме

6. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 7

Тема: Тканевое дыхание. Окислительное фосфорилирование. Митросомальное и перекисное окисление

Цель занятия: сформулировать современные представления о механизмах получения, депонирования и утилизации энергии в живых организмах, путях потребления кислорода в организме в норме и при патологии.

Практическая часть:

1. Митохондриальный путь потребления кислорода

1.1. Локализация митохондриальной дыхательной цепи

Задание 1.1.1 — Укажите на рисунке 7.1 наружную и внутреннюю мембраны, кристы, межмембранное пространство, матрикс.

Задание 1.1.2 — Покажите на рисунке 7.1 локализацию ферментов ЦТК, ДЦ.

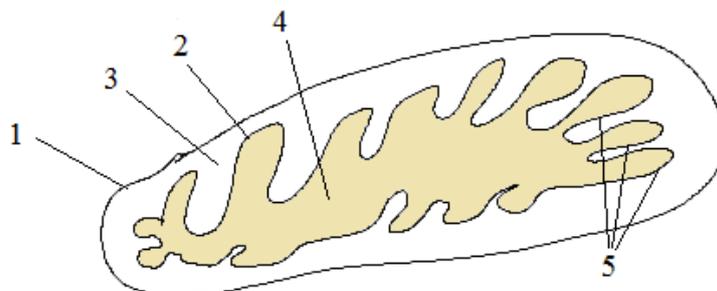


Рисунок 7.1 — Схема строения митохондрии

1.2. Структура митохондриальной дыхательной цепи

Задание 1.2.1 — Дополните схему рисунка 7.2 предложенными терминами: изоцитрат, сукцинат, α -КГ, малат.

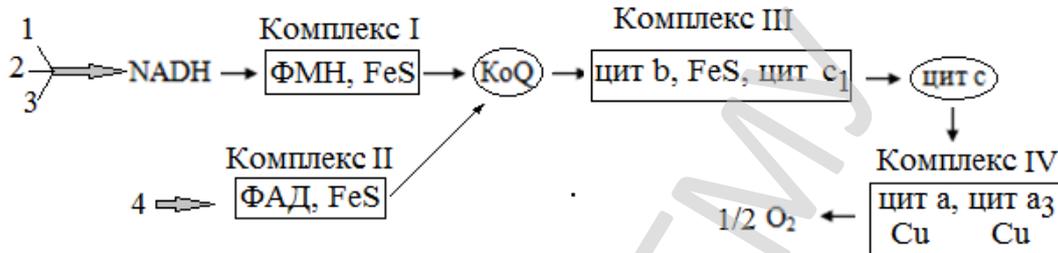


Рисунок 7.2 — Схема строения митохондриальной дыхательной цепи

Задание 1.2.2 — Запишите названия комплексов ДЦ Мх (I — NADH-убихинон-оксидоредуктаза; II — Сукцинат-убихинон-оксидоредуктаза (сукцинат ДГ); III — Убихинол-цитохром-С-оксидоредуктаза; IV — Цитохром-С-оксидаза; V — АТФ-синтаза).

Задание 1.2.3 — Рассмотрите рисунок 7.3 и выполните следующие задания:

а) дайте определение ОВП и обоснуйте принцип расположения переносчиков в ДЦ Мх;

б) подпишите цифры 1–7 следующими терминами: H_2O ; 4H^+ ; сукцинат; $2\text{H}^+ + 2\text{H}^+$; 2H^+ ; NAD^+ ; АТФ;

в) выделите красным цветом комплексы ДЦ, ответственные за формирование трансмембранного электрохимического потенциала ($\Delta\mu\text{H}^+$) — пункты сопряжения. Помните, что градиент электрохимического потенциала ($\Delta\mu\text{H}^+$) в мембране Мх представлен двумя компонентами: ΔpH (протонный градиент) и $\Delta\psi$ (мембранный, электрический потенциал).

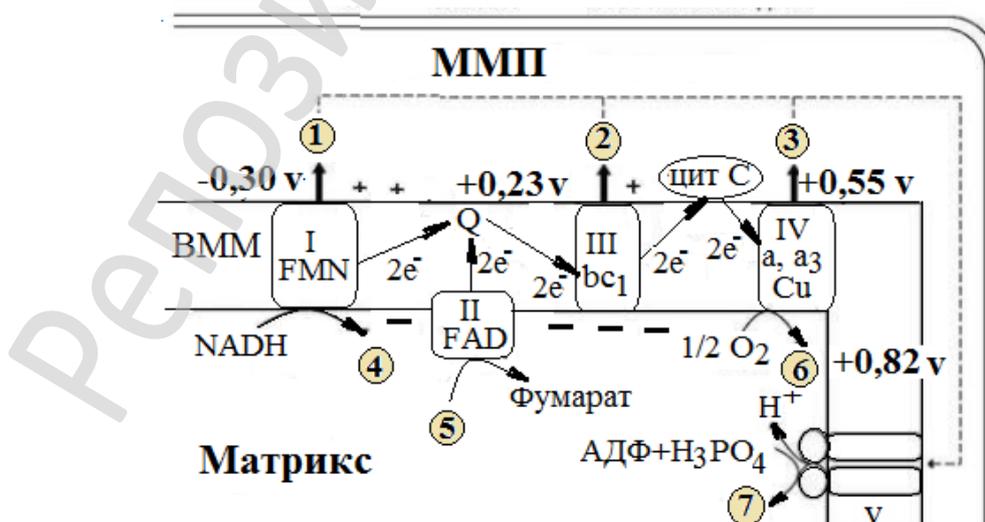


Рисунок 7.3 — Окислительно-восстановительный потенциал некоторых переносчиков электротранспортной цепи митохондрий

Задание 1.2.4 — Запишите структурные формулы NAD и FAD (FMN) и поясните механизм передачи электронов с участием этих коферментов, используя рисунок 7.4.

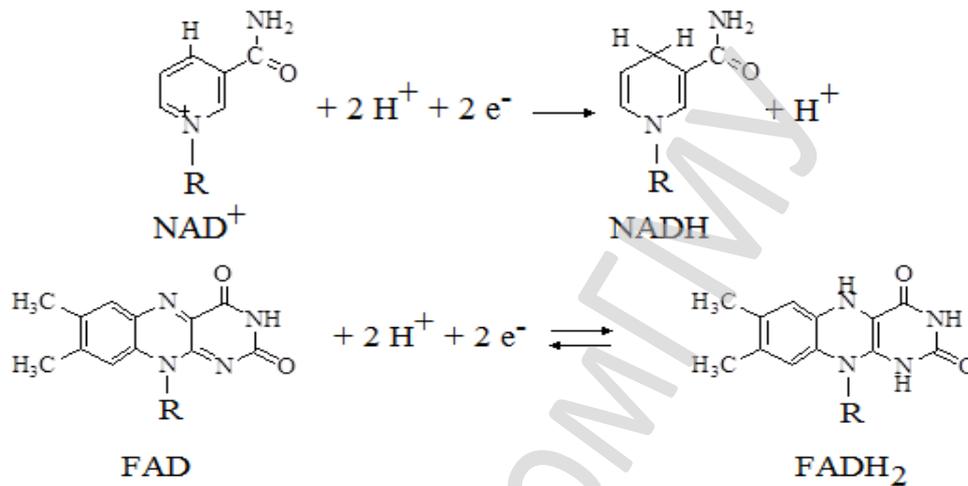


Рисунок 7.4 — Механизм действия никотинамидзависимых и флавиновых коферментов

1.3. Коэффициент P/O

Задание 1.3.1 — Дайте определение коэффициенту P/O.

Задание 1.3.2 — Определите коэффициент P/O для NAD- и FAD-зависимых субстратов.

1.4. Ингибиторы дыхательной цепи

Задание 1.4.1 — Рассмотрите рисунок 7.5. и выполните следующие задания:

- дополните схему следующими ингибиторами: малонат, барбитураты, амитал, ротенон, CO, H₂S, цианиды, антимицин А;
- рассчитайте энергетический выход окисления субстратов под влиянием каждого из ингибиторов ДЦ (помните, что ингибиторы, воздействуя на различные комплексы ДЦ, значительно снижают продукцию АТФ).

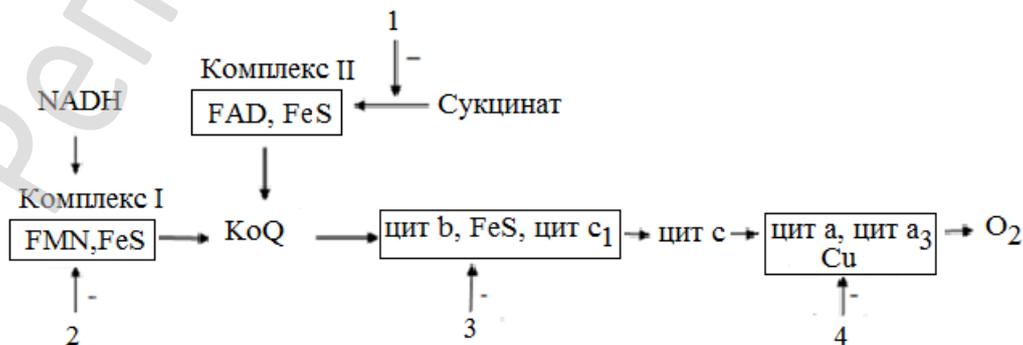


Рисунок 7.5 — Ингибиторы переноса электронов в дыхательной цепи митохондрий

1.5. Хемисмотическая гипотеза Митчелла

Задание 1.5.1 — Рассмотрите рисунок 7.6 и дополните предложения, следующими терминами: АТФ, протон, электрон, матрикс, межмембранное пространство, комплекс, АТФ-аза, потенциал:

- движение по ДЦ;
- активация и перенос из в
- создание на мембране;
- открытие канала и возвращение в матрикс. Синтез

1.6. Разобщение окислительного фосфорилирования

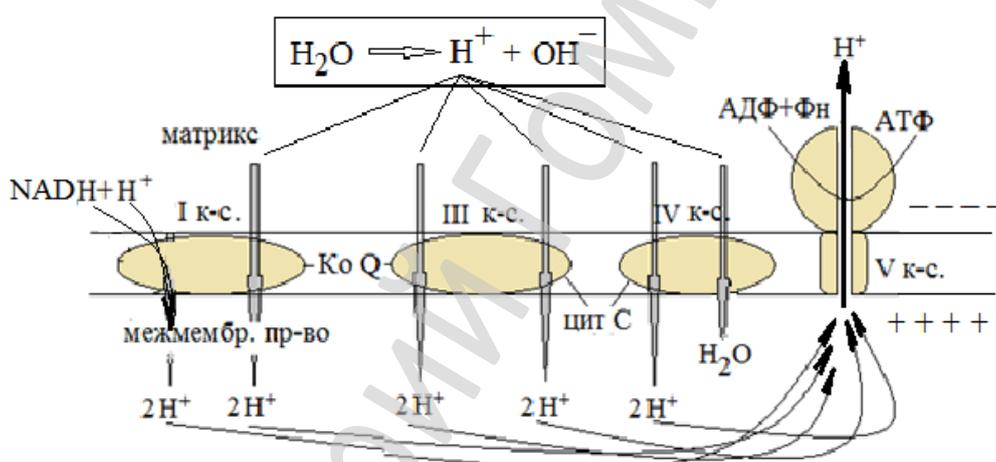


Рисунок 7.6 — Хемисмотическая гипотеза Митчелла

Задание 1.6.1 — Рассмотрите рисунок 7.7 и поясните механизм действия разобщителей на примере 2,4-динитрофенола.

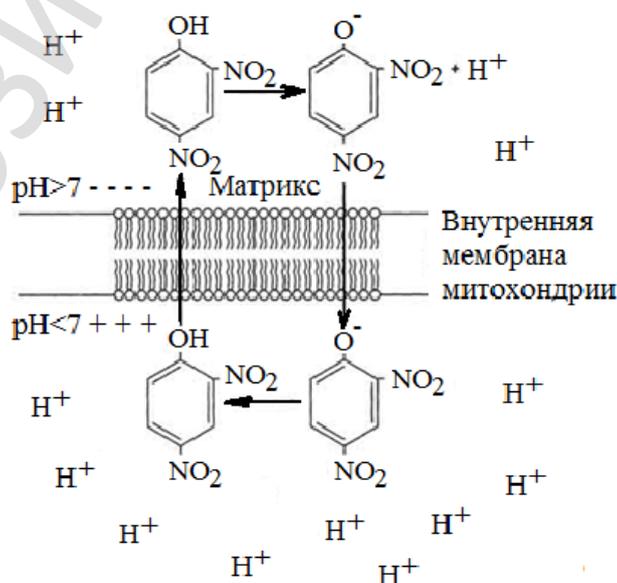


Рисунок 7.7 — Механизм действия 2,4-динитрофенола [1]

Задание 1.6.2 — Рассмотрите рисунок 7.8 и поясните механизм действия каналобразующих разобщителей.

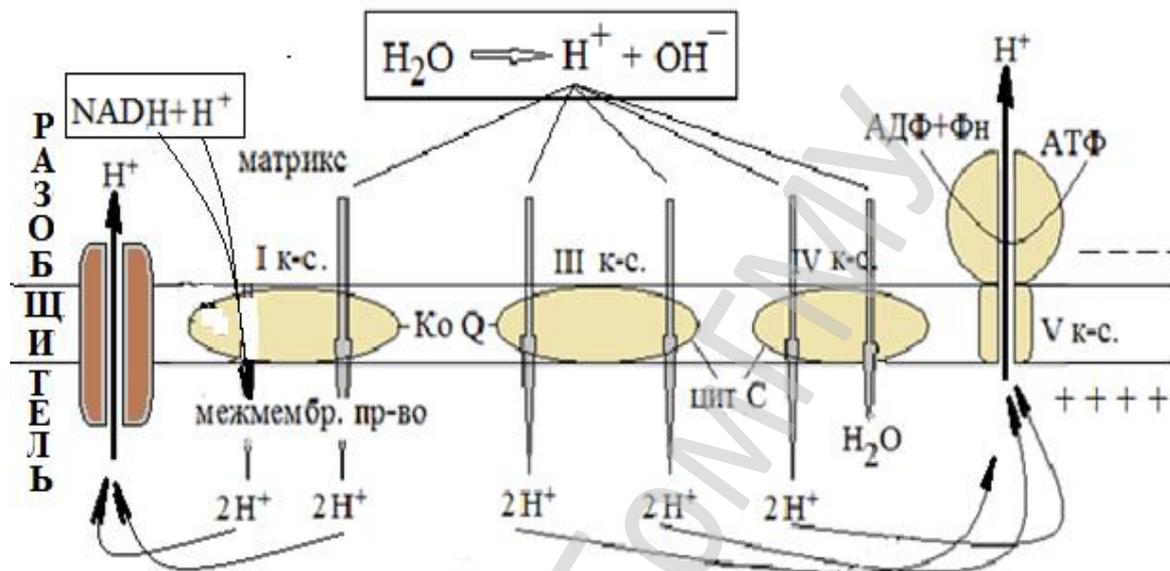


Рисунок 7.8 — Механизм действия каналобразующих разобщителей

Задание 1.6.3 — Приведите примеры разобщителей ДЦ Мх в зависимости от происхождения (рисунок 7.9) и механизма действия (рисунок 7.10).

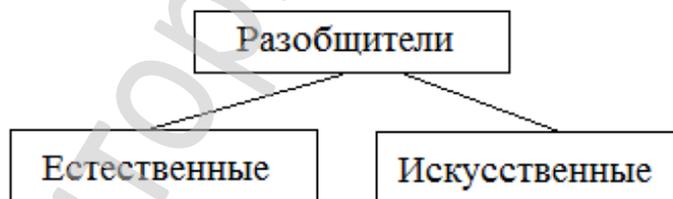


Рисунок 7.9 — Разобщители дыхательной цепи митохондрий в зависимости от их происхождения



Рисунок 7.10 — Разобщители дыхательной цепи митохондрий в зависимости от механизма действия

Задание 1.6.4 — Поясните механизм действия протонофоров и каналобразующих разобщителей на рисунке 7.11 (помните, что действие разобщителей снижает критическое значение $\Delta\mu\text{H}^+$, что количественно влияет на синтез АТФ).

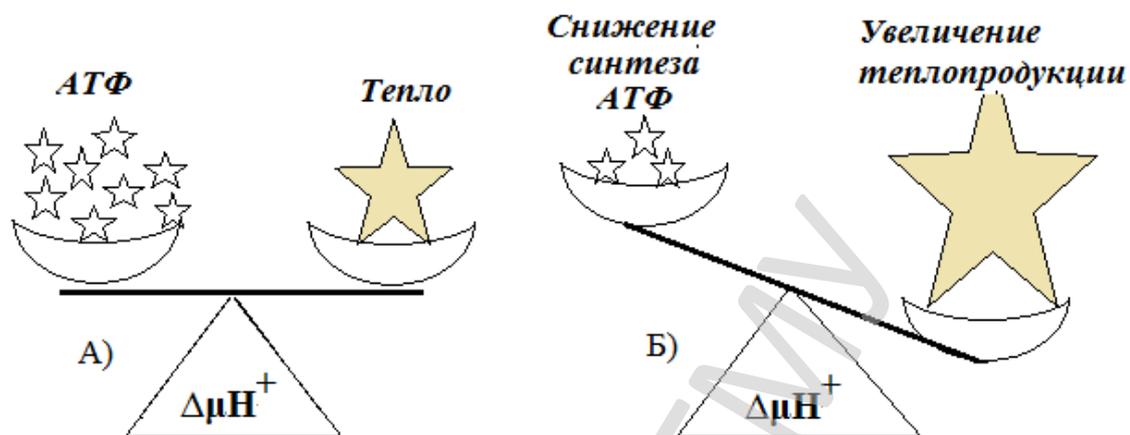


Рисунок 7.11 — Механизм действия разобщителей:
 А) работа дыхательной цепи без разобщителей;
 Б) действие разобщителей на работу дыхательной цепи

2. Микросомальный путь потребления кислорода

Задание 2.1 — Рассмотрите рисунок 7.12 и выполните следующие задания:

- дайте определение понятию «микросома»;
- подпишите цифры 1–6 следующими терминами: восстановленный субстрат (RH); H_2O ; $NADP^+$; O_2 ; окисленный продукт (ROH); $NADPH+H^+$.



Рисунок 7.12 — Строение микросомальной дыхательной цепи

Задание 2.2 — Заполните таблицу 7.1.

Таблица 7.1 — Сравнительная характеристика строения митохондриальной и микросомальной дыхательных цепей

Признаки	Митохондриальная ДЦ	Микросомальная ДЦ
Клеточная локализация		
Функции		
Входящие в состав цитохромы		
Использование O_2		
Образование АТФ		

Задание 2.3 — Запишите функции микросомальной ДЦ (1–3).

3. Перекисные процессы

Задание 3.1 — Перерисуйте рисунок 7.13 восстановления кислорода до воды и выделите красным цветом АФК. Помните, что все процессы потребления кислорода ведут к образованию активных форм кислорода.



Рисунок 7.13 — Схема восстановления кислорода до воды

Задание 3.2 — Рассмотрите рисунок 7.14 и сделайте вывод о повреждающем действии АФК.

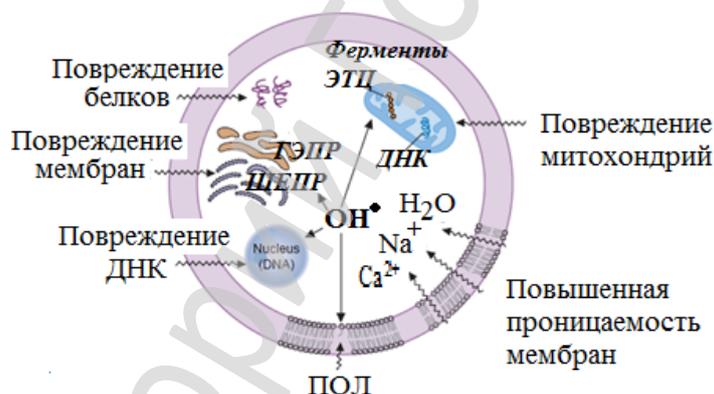


Рисунок 7.14 — Повреждающее действие активных форм кислорода на клетку [1]

Задание 3.3 — Перерисуйте рисунок 7.15 и приведите примеры веществ, обеспечивающих все компоненты АОЗ.



Рисунок 7.15 — Антиоксидантная защита клетки

Задание 3.4 — Пользуясь учебником, запишите в тетрадь биологическую роль АФК.

Задание 3.5 — Могут ли АФК обладать полезными свойствами? Ответ поясните.

4. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 8

Тема: Итоговое занятие по разделам «Введение в биохимию», «Энзимология и биологическое окисление»

Цель занятия: Самоконтроль усвоения знаний по вопросам раздела.

Практическая часть:

Задание 8.1 — Ответьте на вопросы кроссворда и запишите правильные варианты ответов (рисунок 8.1).

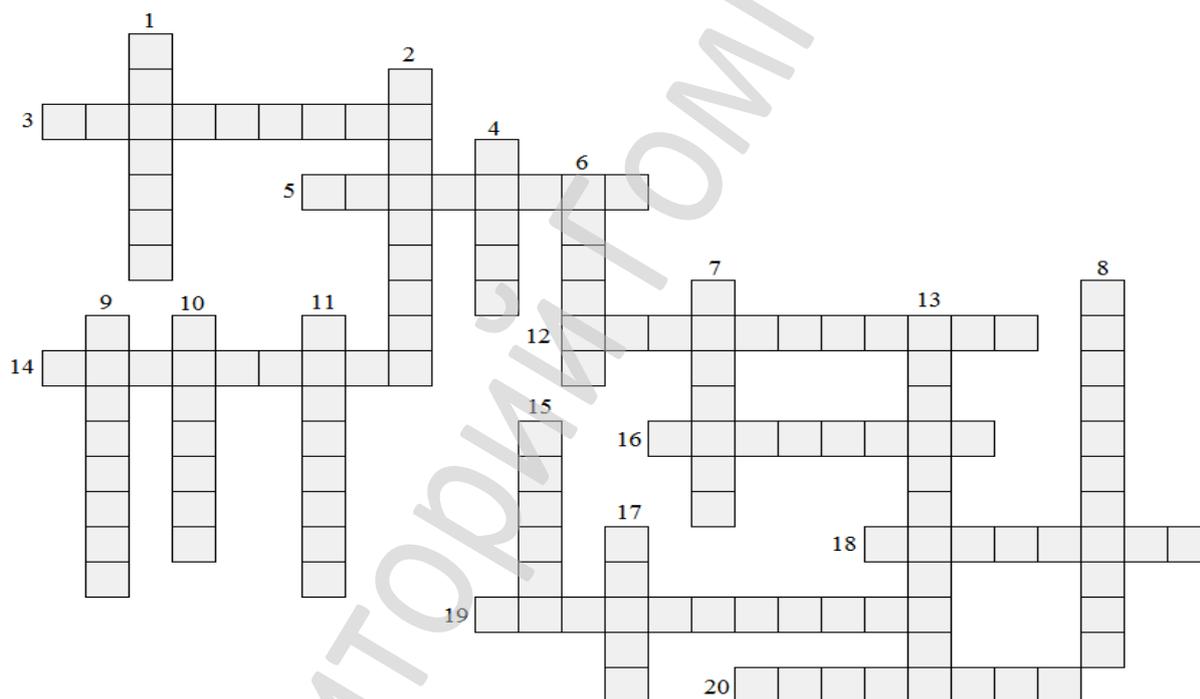


Рисунок 8.1 — Кроссворд по разделам «Введение в биохимию», «Энзимология и биологическое окисление»

По горизонтали: 3. Он образуется на внутренней мембране Мх при переносе протонов в ММП; 5. ФАД-зависимый субстрат 2-го комплекса ДЦ; 12. Органелла, место локализации ЦТК; 14. Название 3-го класса ферментов; 16. Конечный акцептор электронов в ДЦ; 18. Промежуточный посредник электронов между 3 и 4 комплексами ДЦ; 19. Один из методов выделения белка; 20. Акцептор электронов 1 и 2 комплексов ДЦ.

По вертикали: 1. Ингибитор 1-го комплекса ДЦ; 2. Они передаются цитохромоксидазой ДЦ на кислород; 4. Автор гипотезы «ключ-замок»; 6. Антитела с каталитической активностью; 7. Формирование пространственной структуры белка; 8. Название 2-го класса ферментов; 9. РНК с каталитической активностью; 10. Перекачиваются из матрикса в ММП при движении электронов по ДЦ; 11. Белки, осуществляющие фолдинг; 13. Вещества, обладающие способностью снижать $\Delta\mu\text{H}^+$ на мембране Мх; 15. Название 6-го класса ферментов; 17. Название 4-го класса ферментов.

РАЗДЕЛ 3

БИОХИМИЯ УГЛЕВОДОВ

ЗАНЯТИЕ 9

Тема: Химия углеводов. переваривание и всасывание. Метаболизм гликогена, фруктозы и галактозы.

Цель занятия: сформировать представления о биологической роли, молекулярных механизмах переваривания и всасывания углеводов, путях метаболизма углеводов в живых организмах.

Практическая часть:

1. Строение, классификация углеводов

Задание 1.1 — Дайте определение понятию «углеводы».

Задание 1.2 — Дополните схему рисунка 9.1 предложенными терминами: моносахариды, полисахариды, олигосахариды, большого числа моносахаридных остатков, одного моносахаридного остатка, от 2 до 10 остатков моносахаридов, сахароза, лактоза, гликоген, фруктоза, гепарин, кератан-сульфат, целлюлоза, галактоза, гиалуроновая кислота, гомо-, гетеро-.

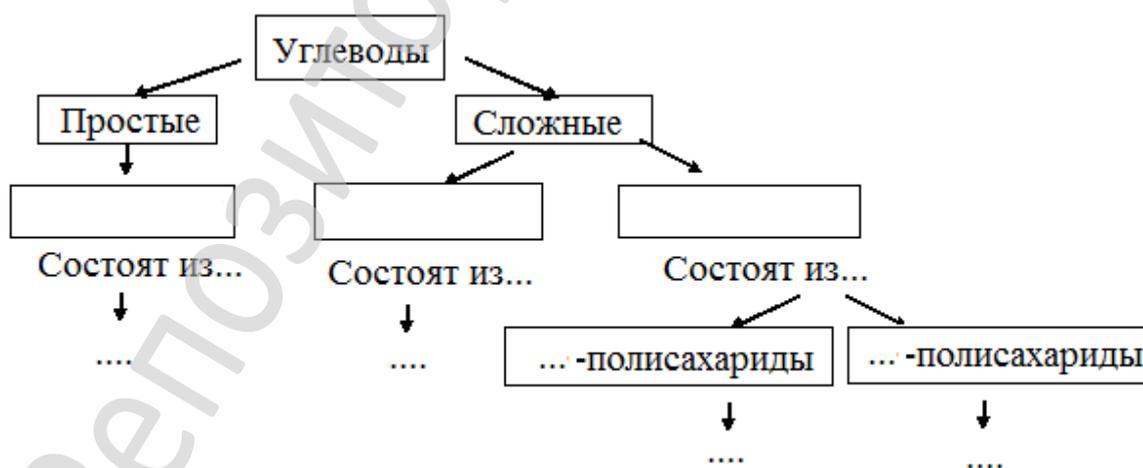


Рисунок 9.1 — Классификация углеводов

2. Переваривание углеводов

Задание 2.1 — Дополните схему рисунка 9.2 предложенными терминами: внутриклеточное пищеварение, полостное пищеварение, пристеночное пищеварение.

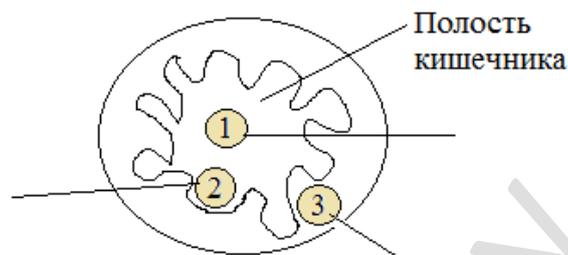


Рисунок 9.2 — Виды пищеварения по А. М. Уголеву

Задание 2.2 — Укажите роль клетчатки в пищеварении (5–7 примеров).

Задание 2.3 — Заполните таблицу 9.1.

Таблица 9.1 — Этапы переваривания углеводов

Отдел ЖКТ	pH	Фермент	Продукты
Ротовая полость			
Желудок			
12-перстная кишка			
Тонкий кишечник			

3. Всасывание углеводов

Задание 3.1 — Дополните схему рисунка 9.3.

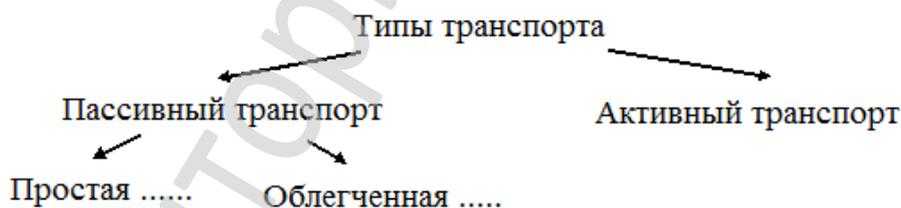


Рисунок 9.3 — Типы транспорта

Задание 3.2 — Рассмотрите схему пассивного (облегченная диффузия) и активного транспорта Гл (рисунок 9.4) и охарактеризуйте каждый из них.

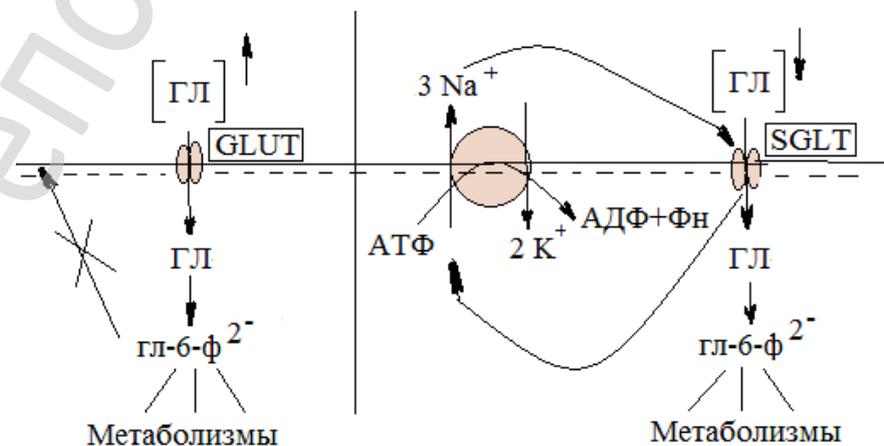


Рисунок 9.4 — Облегченная диффузия и активный транспорт глюкозы

Задание 3.3 — Напишите полное название переносчиков глюкозы ГЛЮТ (GLUT) и ГАЛТ (SGLT) и расшифруйте аббревиатуру.

Задание 3.4 — Дополните предложения следующими терминами: реакция, клетка, фермент, отрицательный, пассивный:

а) при фосфорилировании Гл приобретает заряд, облегчающий ее взаимодействие с активными центрами, катализирующих последующие

б) отрицательный заряд Гл-6-ф препятствует ее выходу из, т. е. срабатывает эффект «запирания» (пояснить почему);

в) снижение концентрации глюкозы путем ее превращения в Гл-6-ф способствует транспорту Гл через клеточные мембраны (пояснить почему).

Задание 3.5 — Заполните таблицу 9.2.

Таблица 9.2 — Типы транспорта глюкозы через клеточную мембрану

Тип транспорта	Концентрация глюкозы в крови	Транспортер	Затрата энергии	Тип ткани
Пассивный транспорт				
Активный транспорт				

4. Белки-переносчики глюкозы через клеточную мембрану

Задание 4.1 — Дополните таблицу 9.3, используя предложенные варианты:

- а) мышечная и жировая ткань;
- б) печень, β -клетки поджелудочной железы;
- в) нервы, мозг, плацента;
- г) 1 мМоль/л, 5 мМоль/л, 10–20 мМоль/л.

Таблица 9.3 — Виды глюкозных транспортеров

	Название транспортера	Km	Место локализации	Функции
1	ГЛЮТ 1		Большинство тканей	Транспорт Гл
2	ГЛЮТ 2			Транспорт Гл при высоких концентрациях
3	ГЛЮТ 3			Транспорт Гл
4	ГЛЮТ 4			Транспорт Гл в присутствии инсулина
5	ГЛЮТ 5		Слизистая тонкого кишечника	Транспорт фруктозы

Задание 4.2 — Постройте графики зависимости скорости транспорта Гл через мембрану (рисунок 9.5) для ГЛЮТ 1, 2, 3.

Задание 4.3 — Поясните значения отличий K_m белков-транспортеров Гл для различных тканей.

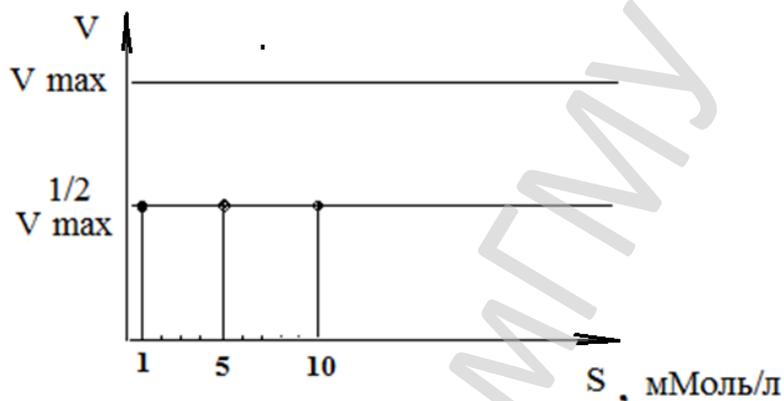


Рисунок 9.5 — Графики зависимости скорости транспорта глюкозы для глюкозных транспортеров

5. Пути обмена глюкозо-6-фосфата в клетке

Задание 5.1 — Используя схему обмена Гл-6-ф (рисунок 9.6) дополните следующие предложения:

- распад Гл с целью получения (аэробный и анаэробный гликолиз);
- синтез запасяющей формы Гл —
- распад глюкозы для получения других моносахаридов (.....,,) и восстановленного NADP (ПФП);
- синтез других соединений:

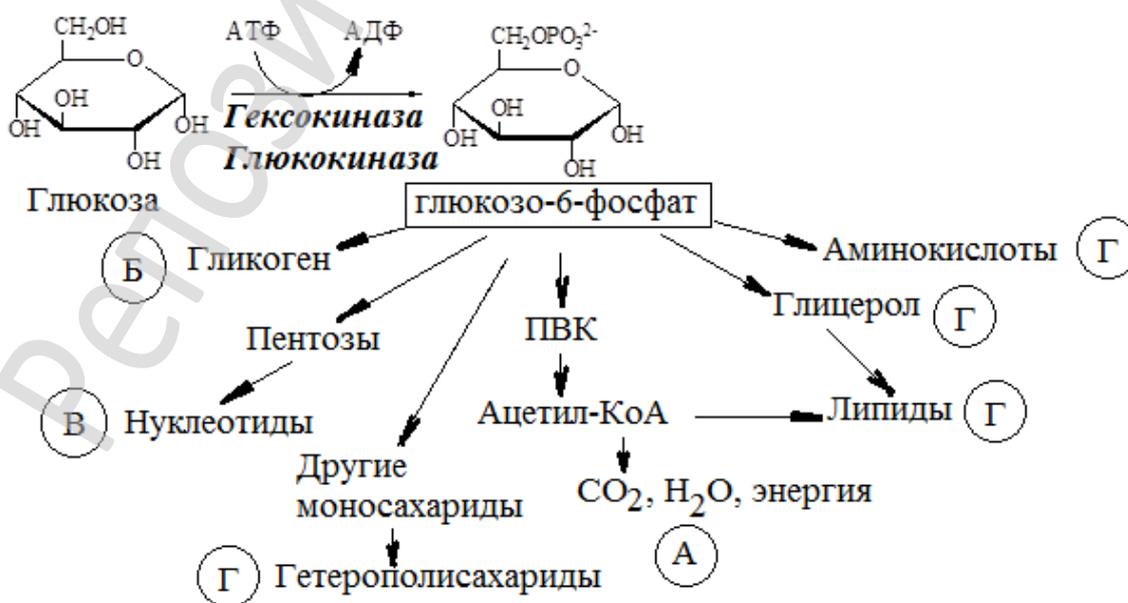


Рисунок 9.6 — Схема обмена глюкозо-6-фосфата

Задание 5.2 — Нарисуйте схему субстратов БО (рисунок 1.2) и покажите на ней цепочки метаболитических превращений Гл в другие соединения.

6. Метаболизм гликогена

Задание 6.1 — Дополните следующие предложения:

- а) биосинтез гликогена из Гл называется
- б) активно протекает в и
- в) процесс распада гликогена называется

Задание 6.2 — Перерисуйте схему синтеза и мобилизации гликогена (рисунок 9.7) и отметьте разными цветами пути синтеза и катаболизма гликогена. Допишите ферменты.

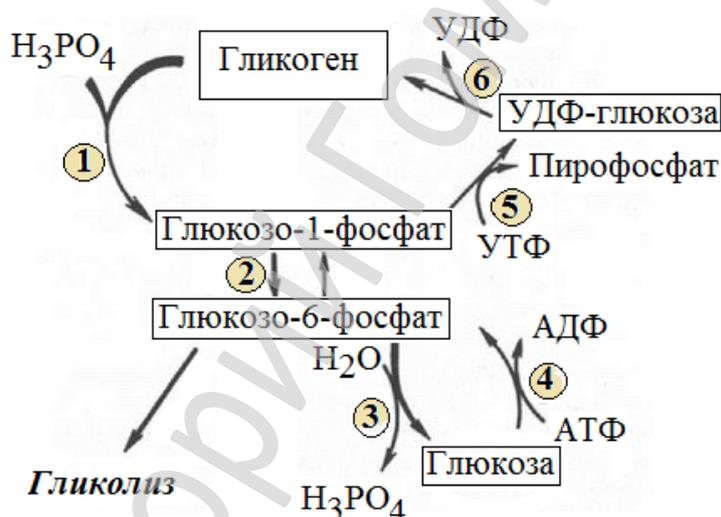


Рисунок 9.7 — Синтез и мобилизация гликогена [2]

Задание 6.3 — Дополните схему на рисунке 9.8, используя следующие термины: АТФ, АДФ, H₂O, Ф_n. Укажите ферменты.

Задание 6.4 — Поясните значение дефосфорилирования Гл в печени.

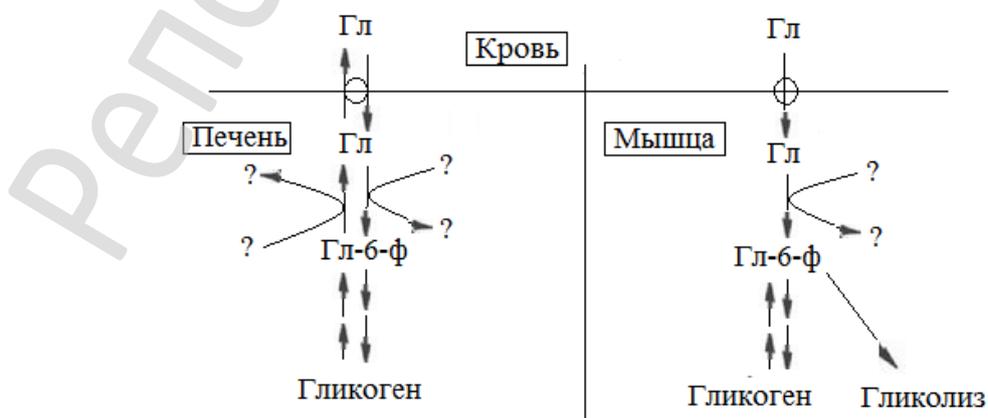


Рисунок 9.8 — Метаболизм гликогена в печени и мышцах

Задание 6.5 — Заполните таблицу 9.4.

Таблица 9.4 — Сравнительная характеристика мобилизации гликогена в печени и мышцах

	Признаки для сравнения	Мышцы	Печень
1.	Количество запасаемого гликогена		
2.	Конечный продукт распада гликогена		
3.	Дальнейшее превращение конечного продукта распада		

7. Регуляция синтеза и мобилизации гликогена

Задание 7.1 — Заполните таблицу 9.5, поставив знаки «+» или «-» (указав стимулирующее или ингибирующее действие указанных в таблице факторов).

Таблица 9.5 — Регуляция метаболизма гликогена в печени

Признаки	Синтез гликогена	Мобилизация гликогена
Высокая концентрация Гл		
Высокий уровень инсулина		
Высокий уровень глюкагона		

Задание 7.2 — Укажите ферменты, регулирующие скорость синтеза и распада гликогена:

- а) для синтеза гликогена — это
- б) для мобилизации гликогена — это

Задание 7.3 — Перерисуйте рисунок 9.9 и выделите разными цветами ферменты синтеза гликогена и его мобилизации.

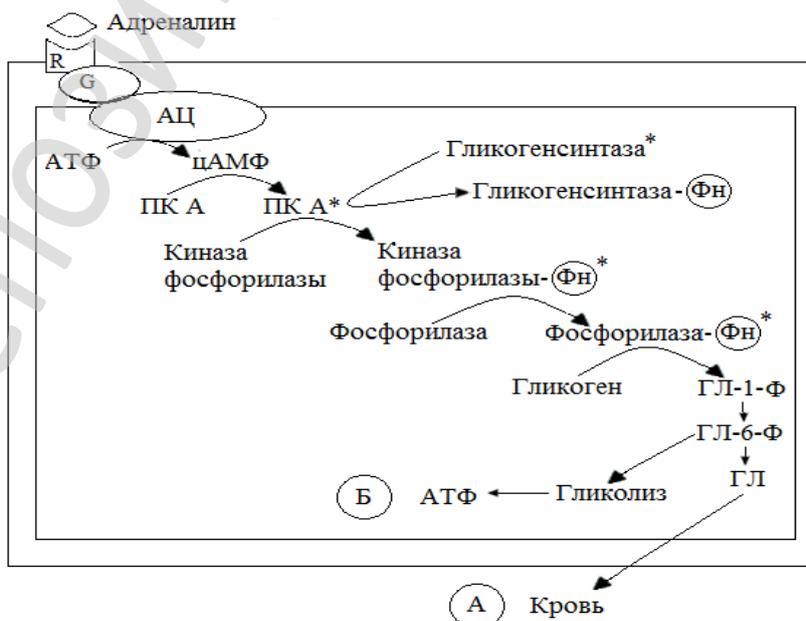


Рисунок 9.9 — Аденилатциклазный механизм мобилизации гликогена

Задание 7.4 — Сделайте выводы о фосфорилировании ферментов мобилизации и синтеза гликогена. Какой путь включается при фосфорилировании ферментов, а какой — при дефосфорилировании. Запишите вывод. Могут ли в клетке одновременно протекать процессы синтеза и процессы распада гликогена?

Обозначьте метаболические пути печени и мышц (укажите правильный вариант на схеме для А и Б).

Задание 7.5 — Инсулин активирует ферменты фосфодиэстеразу и протеинфосфатазу. Какие реакции катализируют эти ферменты? Как изменится концентрация Гл в крови в ответ на действие инсулина?

8. Другие моносахариды, активно участвующие в углеводном обмене

Задание 8.1 — Заполните таблицу 9.6.

Таблица 9.6 — Особенности метаболизма в организме галактозы и фруктозы

Признаки	Галактоза	Фруктоза
Входит в состав следующих дисахаридов		
Входит в состав следующих продуктов питания		
Орган, в котором протекает метаболизм		
Название заболеваний обмена		
Возраст манифестации заболеваний		
Клинические проявления		

10. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 10

Тема: Тканевый обмен углеводов. Анаэробный и аэробный гликолиз

Цель занятия: сформировать знания о путях и механизмах обмена Гл в организме.

Практическая часть:

1. Анаэробное расщепление глюкозы — молочнокислое брожение (гликолиз)

Задание 1.1 — Нарисуйте схему превращения субстратов БО (рисунок 1.2) и выполните следующие задания:

- допишите реакцию молочнокислого брожения;
- обозначьте на схеме анаэробный и аэробный гликолиз.

1.1. Киназные реакции гликолиза

Задание 1.1.1 — Выпишите 4 киназные реакции гликолиза. Укажите названия и класс ферментов, катализирующих эти реакции.

Задание 1.1.2 — Укажите, какие из 4 вышеперечисленных киназных реакций гликолиза являются энергозатратными, а какие — энергопродуцирующими?

Задание 1.1.3 — Укажите, какие из 4 киназных реакций гликолиза являются реакциями субстратного фосфорилирования?

Задание 1.1.4 — Рассчитайте энергетический баланс молочнокислого брожения. Дополните полученными данными задание 1.1.

1.2. Гликолитическая оксидоредукция

Задание 1.2.1 — Нарисуйте схему реакций гликолитической оксидоредукции (рисунок 10.1).

Задание 1.2.2 — Назовите ферменты (А и Б), участвующие в гликолитической оксидоредукции. Укажите классы ферментов.

Задание 1.2.3 — Укажите биологическую роль процесса гликолитической оксидоредукции.

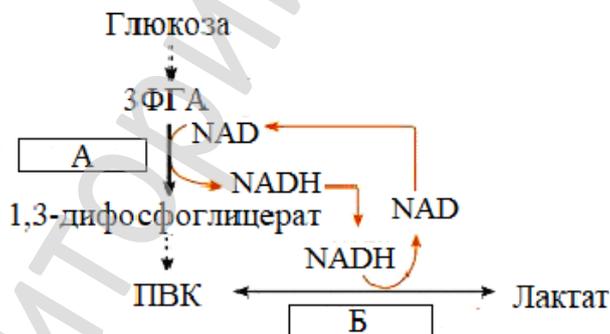


Рисунок 10.1 — Схема реакций гликолитической оксидоредукции

2. Анаэробное расщепление глюкозы — спиртовое брожение

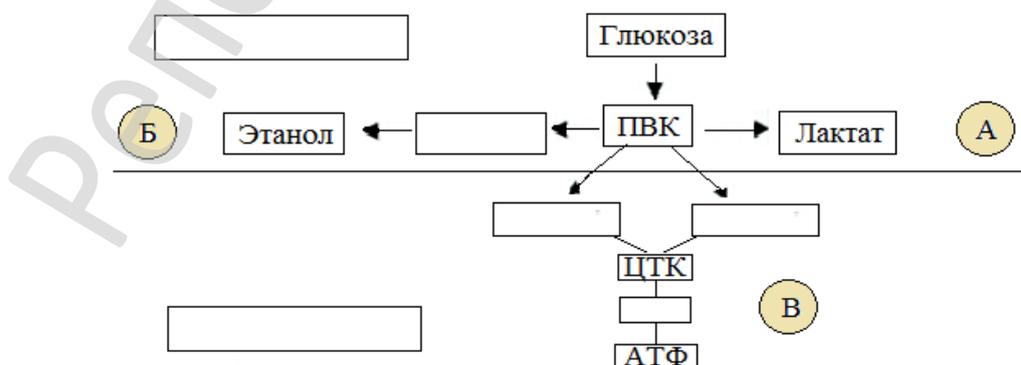


Рисунок 10.2 — Схема анаэробного и аэробного метаболических путей глюкозы в клетке

Задание 2.1 — Дополните схему рисунка 10.2 и укажите внутриклеточную локализацию этапов А, Б и В.

Задание 2.2 — Укажите ферменты и конечные продукты молочнокислого и спиртового брожения.

Задание 2.3 — Укажите сходства и отличия молочнокислого и спиртового брожений.

Задание 2.4 — Допишите реакции спиртового брожения в схему задания 1.1.

3. Аэробный гликолиз

Задание 3.1 — Запишите суммарное уравнение ПВКДГ. Укажите название ферментов, коферментов, субстрата и продукта реакции (рисунок 10.3).



Рисунок 10.3 — Суммарное уравнение реакций пируватдегидрогеназного комплекса

Задание 3.2 — На схеме задания 1.1. укажите локализацию в клетке ПВКДГ. Выделите на схеме конечный продукт метаболизма при работе ПВКДГ.

Задание 3.3 — Напишите формулу витамина В₁ и его активной (коферментной) формы.

Задание 3.4 — Укажите признаки гипо- и авитаминоза витамина В₁.

Задание 3.5 — Дополните предложение, выбрав правильный вариант из предложенных ниже (слова для справки: ЦТК, ДЦ, ПВК, Н₂О, СО₂):

а) аэробный гликолиз — это процесс расщепления Гл до и

б) расставьте в правильной последовательности следующие этапы аэробного гликолиза: ЦТК, ДЦ, ПВКДГ, окисление Гл до ПВК:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

Задание 3.6 — Используя схему окисления субстратов БО (рисунок 1.2), рассчитайте энергетический баланс полного аэробного окисления 1 молекулы Гл. Дополните полученными данными, задание 1.1.

Задание 3.7 — Сравните процессы аэробного и анаэробного гликолиза (молочнокислого брожения). Заполните таблицу 10.1.

Таблица 10.1 — Сравнительная характеристика анаэробного (молочнокислого брожения) и аэробного гликолиза (включая реакции ПВКДГ, ЦТК и ДЦ Мх)

Характеристика	Анаэробный гликолиз	Аэробный гликолиз
Возможное участие кислорода		
Суммарное уравнение		
Тканевая локализация		
Клеточная локализация		
Конечные продукты		
Энергетический баланс		

4. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Эффект Пастера

Задание 4.1 — Заполните таблицу 10.2, пользуясь рисунком 10.5 и следующими терминами: низкая концентрация Гл, высокая концентрация Гл, АТФ, АДФ, NAD^+ , $NADH^+ + H^+$, инсулин, адреналин, глюкагон, Ca^{2+} .

Таблица 10.2 — Регуляция гликолиза и гликогенолиза

Активаторы	Ингибиторы

Задание 4.2 — Рассмотрите рисунок 10.4 и укажите влияние гормонов инсулина и глюкагона на уровень Гл в крови.

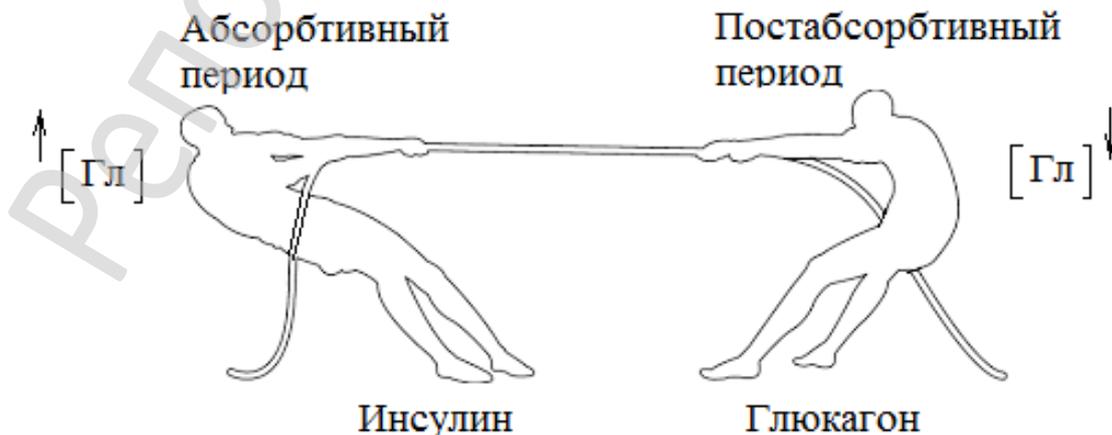
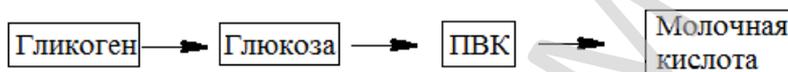


Рисунок 10.4 — Инсулин-глюкагоновый индекс

Задание 4.2 — Рассмотрите схему рисунка 10.5. Укажите основную причину, определяющую количество синтезируемой молочной кислоты.

Задание 4.3 — Поясните сущность и механизм эффекта Пастера. Запишите уравнения реакций, катализируемых АДГ и ПВКДГ.

Анаэробный гликолиз (отсутствие кислорода)



Аэробный гликолиз (присутствие кислорода)

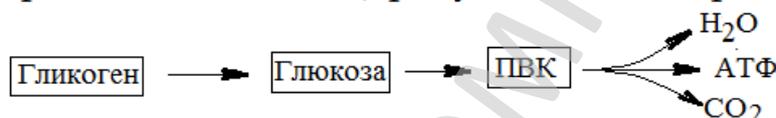


Рисунок 10.5 — Схема анаэробного и аэробного окисления глюкозы

5. Метаболизм этанола в организме. Механизм токсического действия этанола и пути детоксикации (АДГ, МЭОС, каталаза)

Задание 5.1 — Запишите схему рисунка 10.6. и обозначьте разными цветами 3 пути метаболизма этанола.

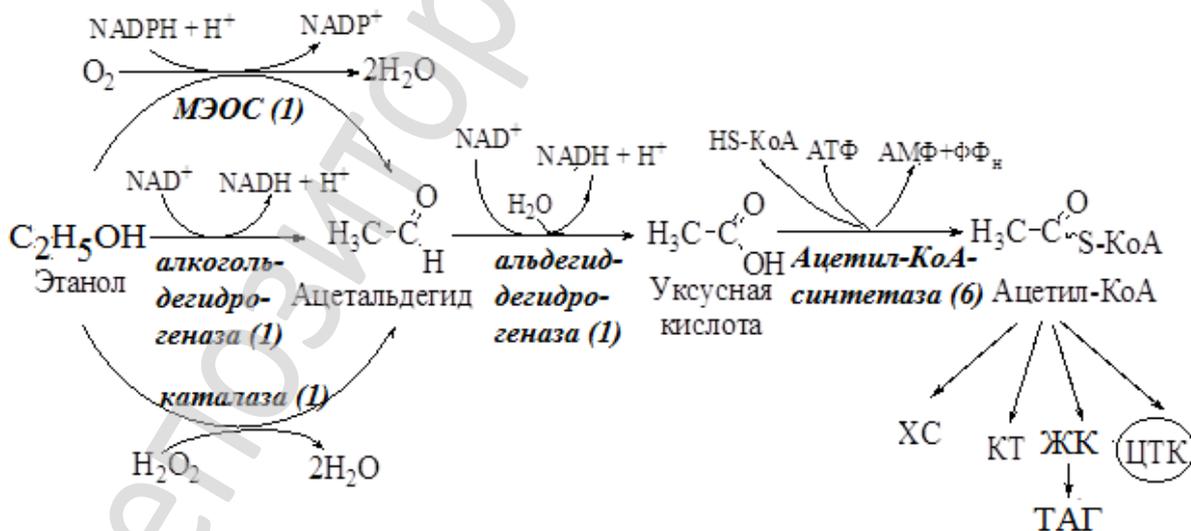


Рисунок 10.6 — Схема метаболизма этанола

Задание 5.2 — Дополните схему 10.7, обозначив ферменты А, Б, В, коферменты и промежуточные метаболиты.

Задание 5.3 — Охарактеризуйте каждый путь метаболизма этанола.

Задание 5.4 — Поясните токсическое действие этанола на организм.

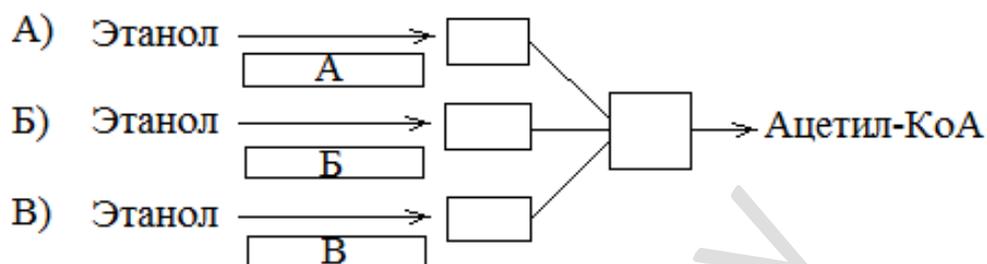


Рисунок 10.7 — Пути метаболизма этанола

6. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 11

Тема: Тканевой обмен углеводов. Глюконеогенез. Пентозофосфатный путь

Цель занятия: сформировать представления о путях метаболизма глюкозы

Практическая часть:

1. Глюконеогенез

1.1. Общая характеристика глюконеогенеза

Задание 1.1.1 — Нарисуйте схему образования субстратов БО (рисунок 1.2) и укажите локализацию метаболических путей ГНГ.

Задание 1.1.2 — Заполните таблицу 11.1, выписав названия ферментов необратимых реакций гликолиза, а также соответствующие им реакции ГНГ.

Таблица 11.1 — Необратимые реакции гликолиза и глюконеогенеза

Гликолиз		Глюконеогенез	
Реакция	Фермент (его класс)	Реакция	Фермент (его класс)
1. Гл \rightarrow Гл-6-ф			
2. Фр-6-ф \rightarrow Фр-1,6-диф			
3. ФЕП \rightarrow ПВК			

Задание 1.1.3 — Дополните схему рисунка 11.1 недостающими веществами и подпишите названия ферментов в этих реакциях. Укажите классы ферментов.

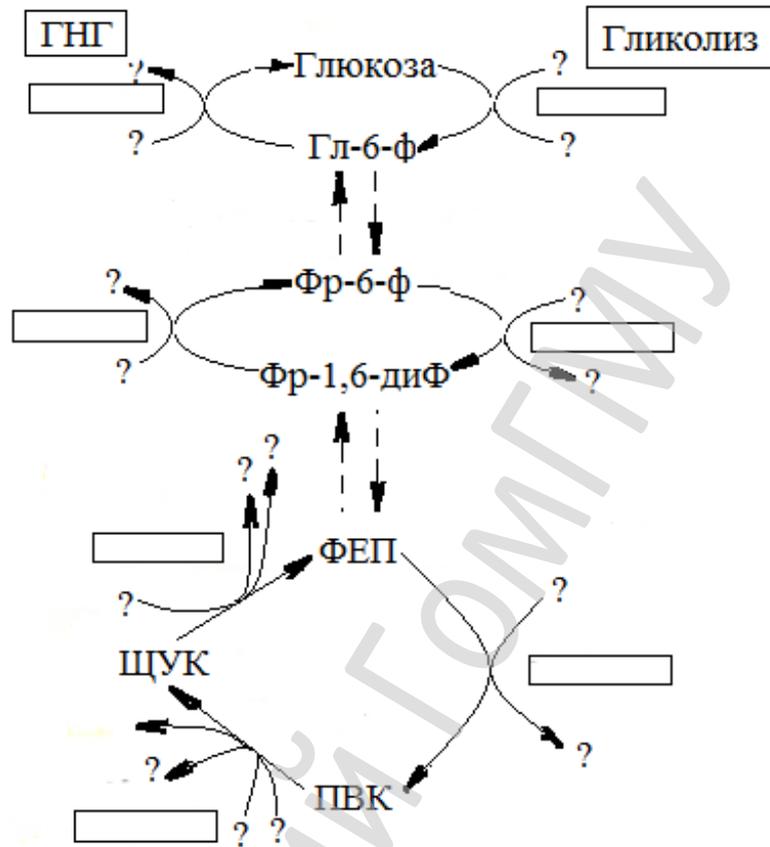


Рисунок 11.1 — Схема сравнения реакций гликолиза и глюконеогенеза

1.2. Субстраты глюконеогенеза. Цикл Кори и цикл Фелига

Задание 1.2.1 — Запишите схему рисунка 11.2. Укажите стрелками, в какие метаболиты ГНГ превращаются лактат, АК и Гн.

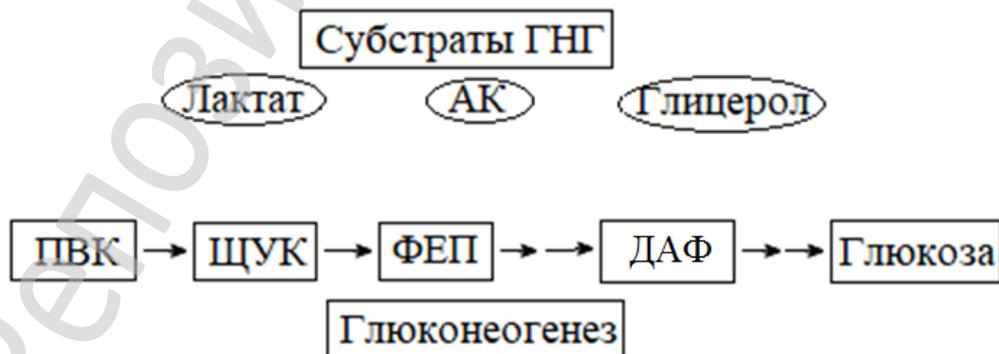


Рисунок 11.2 — Субстраты глюконеогенеза

Задание 1.2.2 — На схеме задания 1.1.1. укажите субстраты ГНГ и их метаболические цепочки.

Задание 1.2.3 — Нарисуйте схему глюкозо-лактатного цикла (цикла Кори) (рисунок 11.3) и выполните следующие задания:

- а) дополните схему соответствующим уравнением реакции, допишите кофермент, фермент и его класс;
- б) укажите количество АТФ, которое образуется в мышцах при анаэробном окислении Гл и тратится в печени для синтеза Гл de novo;
- в) укажите биологическую роль цикла Кори.

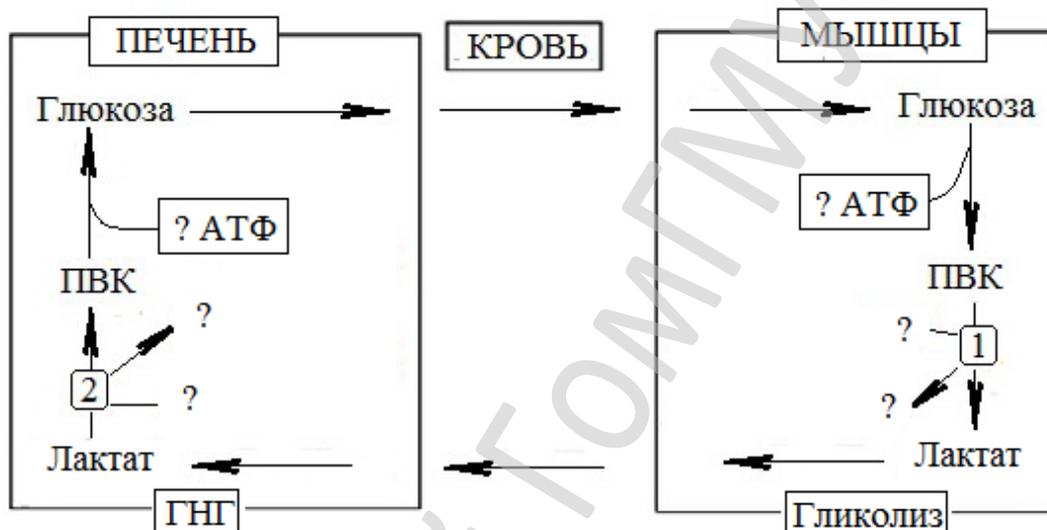


Рисунок 11.3 — Глюкозо-лактатный цикл (цикл Кори)

Задание 1.2.4 — Нарисуйте схему глюкозо-аланинового цикла (цикла Фелига) (рисунок 11.4) и выполните следующие задания:

- а) допишите в схему вещества А, Б и В;
- б) укажите фермент, обозначенный цифрами 1 и 2;
- в) укажите биологическую роль цикла Фелига.

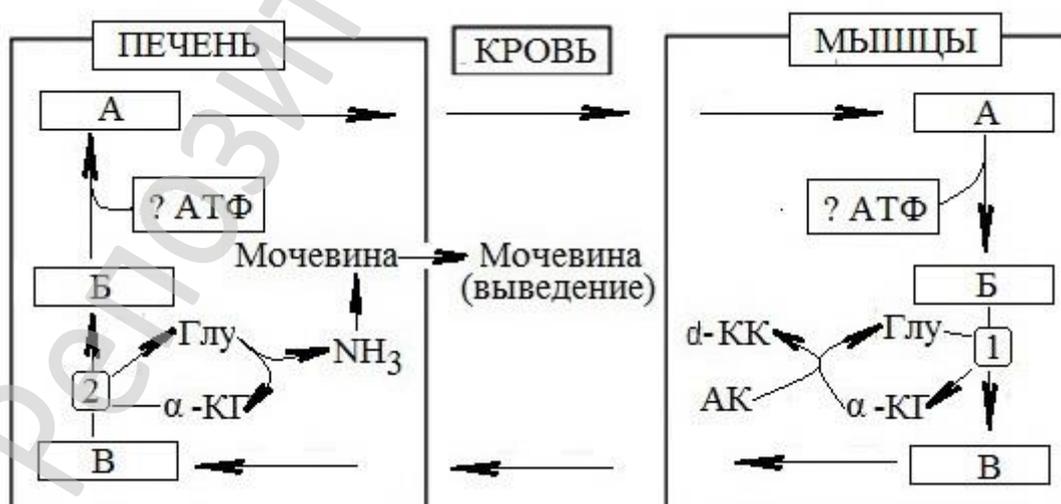


Рисунок 11.4 — Схема глюкозо-аланинового цикла (цикла Фелига)

Задание 1.2.5 — Заполните таблицу 11.2, указав биологическую роль ГНГ, циклов Кори и Фелига.

Таблица 11.2 — Биологическая роль глюконеогенеза, циклов Кори и Фелига.

Метаболические пути	Биологическая роль
ГНГ	
Цикл Кори	1. 2.
Цикл Фелига	1. 2.

Задание 1.2.6 — Охарактеризуйте ГНГ, выписав правильные утверждения из приведенных ниже:

- а) происходит синтез АТФ;
- б) субстратом для синтеза глюкозы служит гликоген;
- в) все ферменты локализованы только в цитоплазме;
- г) ферменты локализованы в цитоплазме и Мх;
- д) субстратами служат лактат, ПВК, глицерол, некоторые Ак;
- е) протекает в основном в печени и почках;
- ж) протекает во всех тканях организма.

2. Пентозофосфатный путь

Задание 2.1 — Перепишите схему ПФП (рисунок 11.5), выделите на схеме стадии ПФП, а также вставьте полные названия метаболитов.

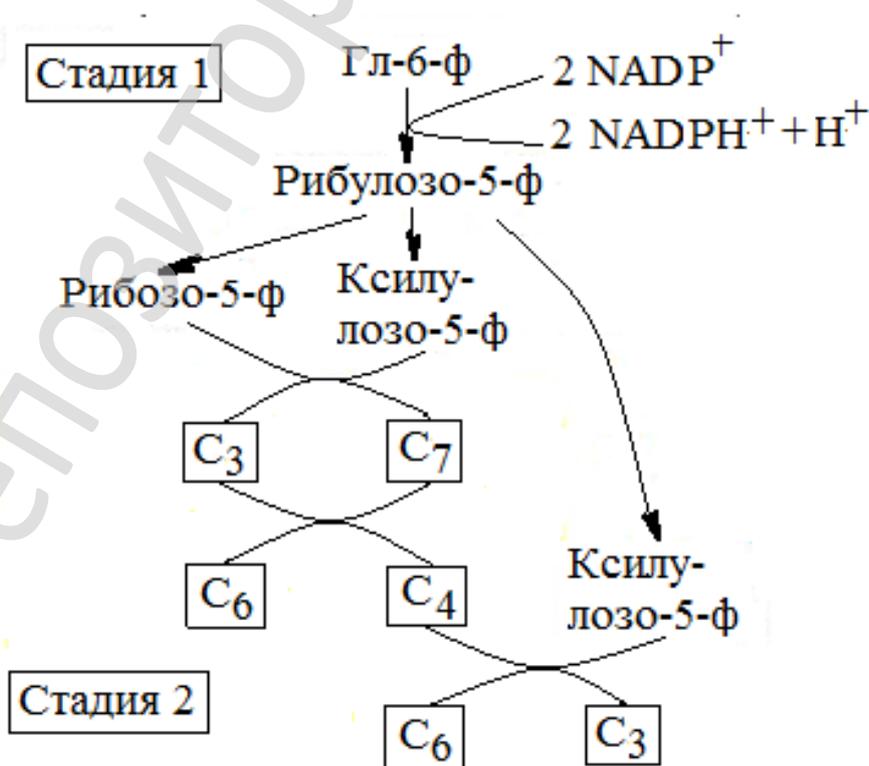


Рисунок 11.5 — Схема пентозофосфатного пути

Задание 2.2 — Перепишите схему окислительной стадии ПФП (рисунок 11.6). Укажите функции продуктов этой стадии ПФП, дополнив схему следующими терминами: АТФ, NAD, FAD, РНК, АМФ, ДНК, катаболизм и получение энергии, антиоксидантная защита, синтез ХС, детоксикация, синтез ЖК.

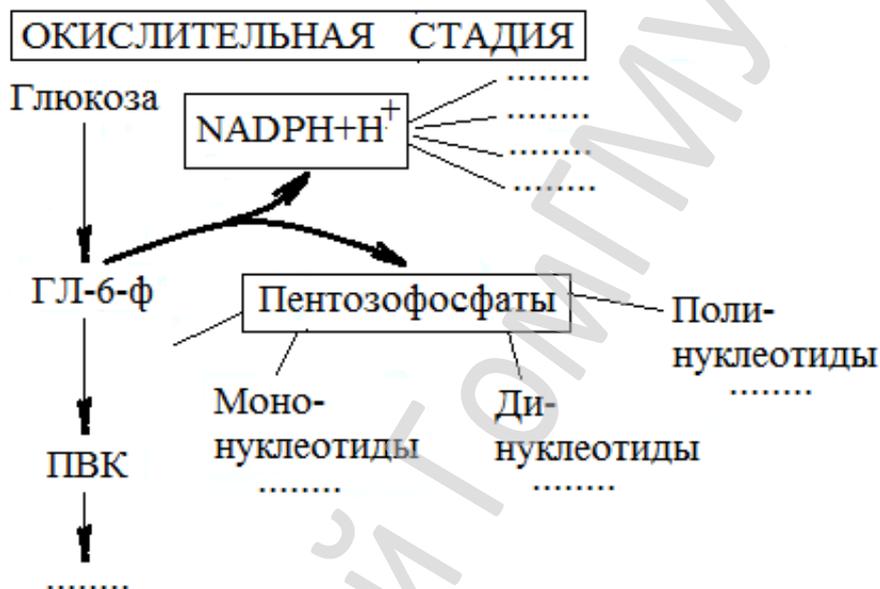


Рисунок 11.6 — Схема окислительной стадии пентозофосфатного пути

Задание 2.3 — Заполните таблицу 11.3, используя схему 11.6.

Таблица 11.3 — Функции NADPH

	Ткань (орган)	Процессы
1	Жировая ткань	
2	Печень	
3	Надпочечники	
4	Эритроциты	

Задание 2.4 — Охарактеризуйте ПФП, выписав правильные утверждения из приведенных ниже:

- происходит синтез АТФ;
- окисляется до 90% всей Гл клетки;
- все ферменты локализованы в цитоплазме;
- все ферменты локализованы в Мх;
- происходит образование NADPH+H⁺;
- протекает в активно пролиферирующих тканях;
- протекает во всех тканях организма.

3. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 12

Тема: Регуляция уровня глюкозы в крови. Патология углеводного обмена

Цель занятия: сформировать представления о молекулярных и физиологических механизмах регуляции уровня Гл в крови, механизмах основных нарушений углеводного обмена, методах их лабораторной диагностики.

Практическая часть:

1. Механизмы регуляции уровня глюкозы в крови. Регуляция инсулином

Задание 1.1 — Рассмотрите рисунок 12.1 и поясните, каким образом нормализуется уровень Гл в крови? Назовите инсулинзависимые ткани.

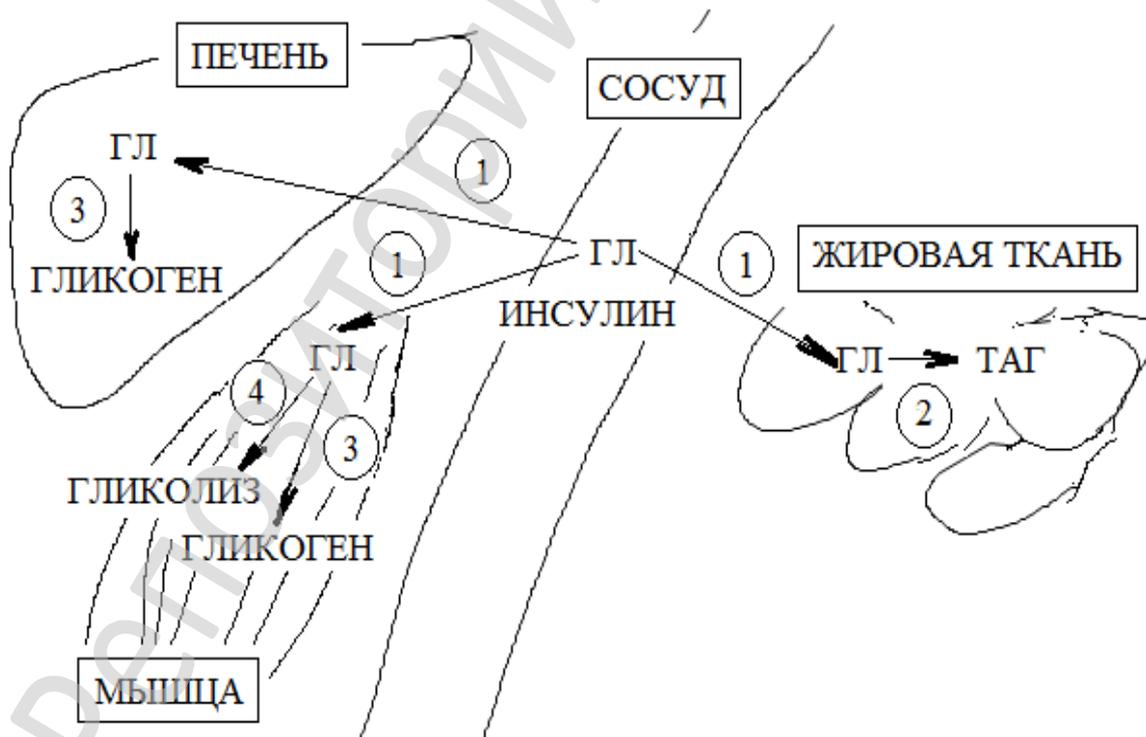


Рисунок 12.1 — Схема регуляции уровня глюкозы в крови инсулином

Задание 1.2 — Охарактеризуйте роль инсулина в тканевом метаболизме Гл. Отметьте на схеме 12.2 знаками «+» и «-» стимулирующие и ингибирующие эффекты инсулина.



Рисунок 12.2 — Эффекты влияния инсулина

2. Механизмы регуляции уровня глюкозы в крови. Срочный и постоянный механизмы

Задание 2.1 — Перерисуйте рисунок 12.3 и поясните, на чем основан срочный механизм регуляции уровня Гл в крови?

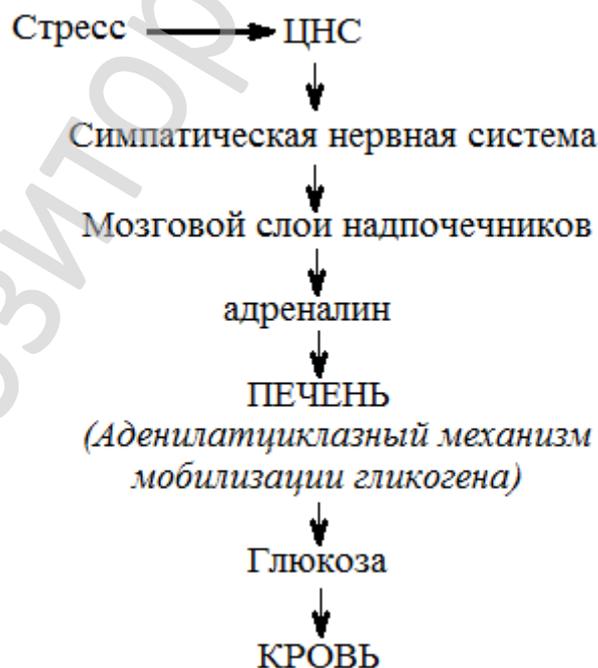


Рисунок 12.3 — Срочный механизм регуляции глюкозы в крови

Задание 2.2 — Перерисуйте рисунок 12.4 и поясните, на чем основан постоянный механизм регуляции уровня Гл в крови?

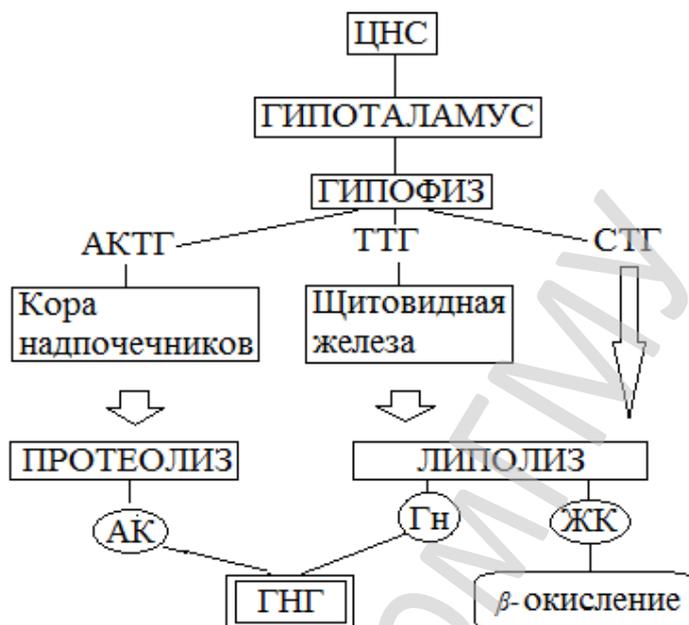


Рисунок 12.4 — Постоянный механизм регуляции уровня глюкозы в крови

Задание 2.3 — Заполните таблицу 12.1.

Таблица 12.1 — Срочный и постоянный механизмы регуляции

Механизм регуляции	Продолжительность функционирования	Источник глюкозы	Гормоны, участвующие в регуляции
Срочный			
Постоянный			

Задание 2.4 — Заполните таблицу 12.2, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

Таблица 12.2 — Влияние гормонов на обмен углеводов

Гормон	Место синтеза	Ткани-мишени	Влияние на обмен углеводов	Влияние на концентрацию глюкозы в крови
Инсулин		А) печень		
		Б) мышцы		
		В) жировая ткань		
Адреналин		А) печень		
		Б) мышцы		
Кортизол		А) печень		
		Б) мышцы		

- 1) место синтеза гормона: кора надпочечников, мозговой слой надпочечников, α -клетки островков Лангерганса поджелудочной железы, β -клетки островков Лангерганса поджелудочной железы;
- 2) влияние на обмен углеводов: ГНГ, мобилизация гликогена, синтез гликогена, поступление Гл в клетки;
- 3) влияние на концентрацию Гл в крови: повышает, снижает.

Задание 2.5 — Рассмотрите рисунок 12.5, проанализируйте регуляцию уровня Гл в крови и выполните следующие задания:

- а) укажите концентрацию Гл, соответствующую состоянию нормо-, гипо- и гипергликемии;
- б) выпишите факторы, вызывающие снижение и повышение уровня Гл в крови.



Рисунок 12.5 — Регуляция уровня глюкозы в крови при нормо-, гипо- и гипергликемии

Задание 2.6 — Перепишите схему поддержания гомеостаза Гл в крови (рисунок 12.6). Укажите источник Гл для каждого временного этапа, выбирая правильные варианты, из приведенных ниже: ГНГ, гликогенолиз, Гл пищи, ГНГ и частично гликогенолиз.



Рисунок 12.6 — Схема поддержания гомеостаза глюкозы в крови

Задание 2.7 — Заполните таблицу 12.3. Для каждого временного этапа укажите название гормона или гормонов, контролирующих уровень Гл в крови, выбирая правильные варианты из приведенных ниже: глюкагон, инсулин, в основном кортизол, глюкагон и в меньшей степени кортизол.

Таблица 12.3 — Гормоны, контролирующие уровень глюкозы в крови

	Абсорбтивный период	Постабсорбтивный период	Начальный период голодания	Продолжительное голодание
Название гормона				

Задание 2.8 — Перепишите схему распределения Гл в организме (рисунок 12.7). Укажите ткани, использующие Гл для каждого временного этапа:

- головной мозг и эритроциты;
- все ткани кроме мышечной, жировой и печени;
- ткани;
- все ткани кроме печени и жировой, мышечная ткань — только при физической нагрузке.

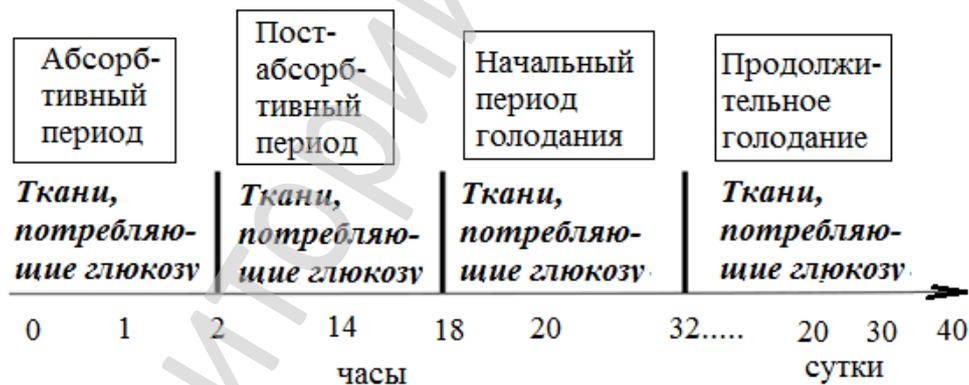


Рисунок 12.7 — Схема распределения глюкозы в организме при разных физиологических состояниях

3. Сахарный диабет 1 типа. Причины возникновения, биохимические сдвиги при инсулярной недостаточности, основные клинические проявления сахарного диабета. Диагностика сахарного диабета

Задание 3.1 — Нарисуйте схему биохимических сдвигов при СД I типа (рисунок 12.8) и выполните следующие задания:

- обозначьте разными цветами пути метаболизма для разных органов и тканей;
- поясните каждый метаболический эффект, изображенный на схеме:

1) кровеносный сосуд:

- 2) печень:
- 3) жировая ткань:
- 4) мышца:
- 5) повышение Гл в крови за счет:

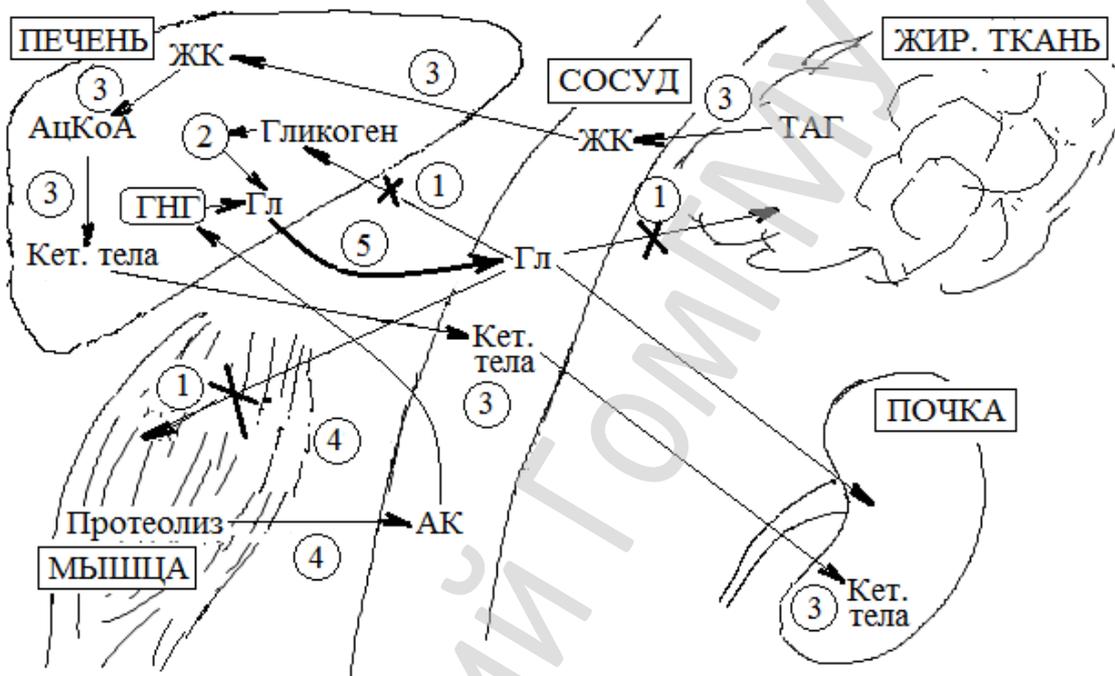


Рисунок 12.8 — Схема биохимических сдвигов при сахарном диабете I типа

Задание 3.2 — Из предложенных ниже утверждений выпишите правильные, отражающие клинические проявления СД 1 типа:

- а) полидипсия, полиурия, полифагия (синдром трех «П»);
- б) потеря массы тела;
- в) гипергликемия, глюкозурия;
- г) кетоацидоз (кетонемия, кетонурия);
- д) пигментация кожных покровов;
- е) нарушение регенерации тканей, трофические язвы;
- ж) множественный кариес;
- з) атеросклероз;
- и) отказ от еды;
- к) микроангиопатии, нейропатии;
- л) хроническая почечная недостаточность;
- м) слепота.

Задание 3.3 — Перерисуйте схему гликемической кривой здорового пациента и больного инсулинзависимым СД (рисунок 12.9). Отметьте, какой из графиков отражает динамику изменения уровня Гл в крови здорового пациента, а какой — больного (А-?; Б-?).

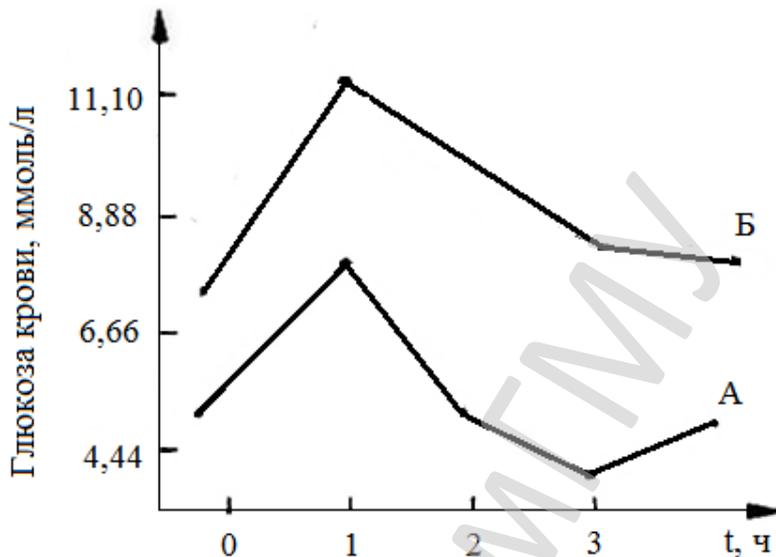


Рисунок 12.9 — Схема гликемических кривых здорового человека и больного инсулинзависимым сахарным диабетом

Задание 3.4 — Охарактеризуйте принципы построения и анализа гликемических кривых, закончив следующие предложения следующими терминами: 1 г; 1 кг; 3,3–5,5 ммоль/л; 7,0–7,5 мМ/л; 30 мин; 1 ч; 1,5–2 ч.

- исходный уровень Гл натощак должен быть в пределах —
- Гл принимается из расчета на массы тела;
- каждые в крови определяют уровень Гл;
- максимальный уровень Гл в крови достигается примерно через
- максимальный уровень Гл в крови составляет примерно (выше исходного не более чем на 30–50 %);
- снижение уровня Гл в крови до исходного уровня происходит через

Задание 3.5 — Заполните таблицу 12.4.

Таблица 12.4 — Концентрация глюкозы в крови здорового пациента и пациента с сахарным диабетом

Время (ч)	Концентрация глюкозы в крови	
	здоровый пациент	пациент с СД
0		
1		
1.5-2		

Задание 3.6 — Заполните таблицу 12.5.

Таблица 12.5 — Лабораторная диагностика сахарного диабета

№	Метод диагностики	Суть метода
1	Определение Гл в крови	
2	Определение Гл в моче	
3	Определение КТ тел в крови	
4	Определение КТ тел в моче	
5	Построение гликемических кривых	
6	Определение гликозилированного гемоглобина	
7	Определение С-пептида	
8	Антитела к клеткам островков Лангерганса	

Задание 3.7 — Заполните таблицу 12.6, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

- а) инсулиннезависимый / инсулинзависимый;
- б) у детей и молодых людей (до 30 лет) / у взрослых 40 лет;
- в) норма или повышена / снижена
- г) наследственные факторы + ожирение и резистентность клеток к действию инсулина / нарушение образования инсулина;
- д) норма или повышен / ниже нормы;
- е) диета, сахароснижающие препараты / инсулин.

Таблица 12.6 — Сравнительная характеристика сахарного диабета 1 и 2 типов

№	Критерии	СД 1 типа	СД 2 типа
1	Название		
2	Возраст манифестации		
3	Масса тела		
4	Причины		
5	Инсулин		
6	Лечение		

4. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 13

Тема: Итоговое занятие по разделу «Биохимия углеводов»

Цель занятия: самоконтроль усвоения знаний по вопросам раздела.

Практическая часть:

Задание 13.1 — Ответьте на вопросы кроссворда и запишите правильные варианты ответов (рисунок 13.1).

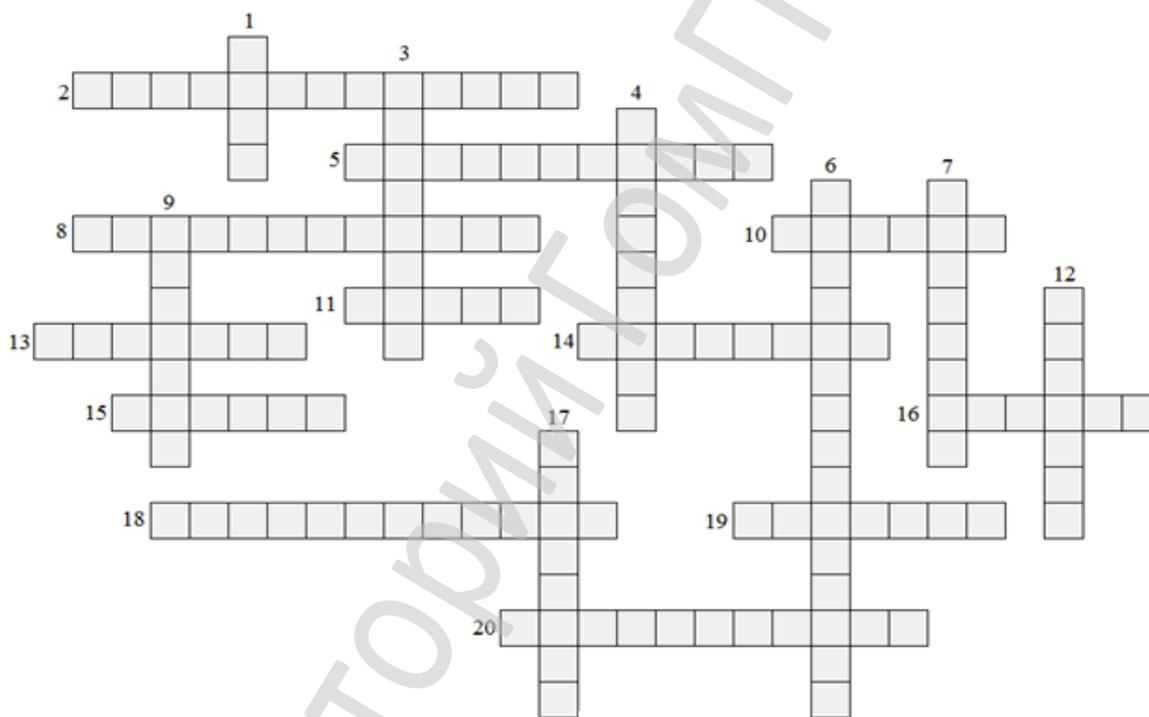


Рисунок 13.1 — Кроссворд по разделу «Биохимия углеводов»

По горизонтали: 2. Процесс синтеза Гл из неуглеводных предшественников; 5. Органелла, в которой локализован конечный этап аэробного окисления глюкозы; 8. Процесс распада гликогена; 10. АК, используемая для синтеза Гл в цикле Фелига; 11. Фамилия ученого, предложившего глюкозо-аланиновый цикл; 13. Субстрат для синтеза лактата; 14. Один из субстратов ГНГ; 15. Заболевание, развивающееся вследствие дефицита инсулина; 16. Конечный продукт анаэробного гликолиза; 18. Продукт метаболизма этанола под действием АДГ; 19. Фермент расщепления крахмала; 20. Фермент фосфорилирования Гл.

По вертикали: 1. Фамилия ученого, предложившего глюкозо-лактатный цикл; 3. Форма депонирования углеводов в организме; 4. Гормон, повышающий уровень Гл в крови по срочному механизму; 6. Фермент синтеза гликогена; 7. Место локализации анаэробного гликолиза; 9. Гормон, снижающий уровень Гл в крови; 12. Фермент, расщепляющий дисахарид до Гл и галактозы; 17. Процесс анаэробного окисления Гл.

РАЗДЕЛ 4

БИОХИМИЯ ЛИПИДОВ

ЗАНЯТИЕ 14

Тема: Классификация, биологические функции. Переваривание и всасывание. Обмен липопротеидов

Цель занятия: сформировать представления о строении, классификации основных липидов, их биологической функции, о молекулярных механизмах переваривания и всасывания липидов в ЖКТ. Изучить строение, химический состав, метаболизм и функциональную роль основных классов липопротеидов.

Практическая часть:

1. Липиды — их строение и классификация

Задание 1.1 — Дополните схему следующими терминами: ацилглицеролы, диольные липиды, насыщенные, гликолипиды, ненасыщенные, с нечетным числом углеродных атомов, воска, с четным числом углеродных атомов, стероиды, ФЛ, каротиноиды, терпены, сульфолипиды.

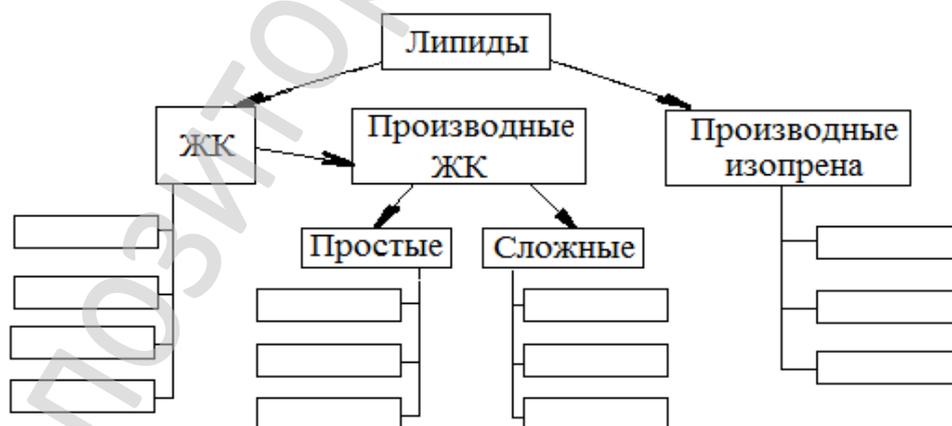


Рисунок 14.1 — Классификация липидов по химическому строению

2. Роль липидов в построении биологических мембран

Задание 2.1 — Рассмотрите рисунок 14.2. и подпишите основные компоненты биологических мембран следующими терминами: гидрофильная головка, ненасыщенная ЖК, гидрофобный хвост, ФЛ, периферический белок, жесткое стероидное кольцо, интегральный белок, насыщенная ЖК.

Задание 2.2 — Рассмотрите строение молекулы ХС и предложите правильное расположение ее в билипидном слое (окно для ХС).

Следует помнить, что липидный бислой не является полностью однородным, а содержит — рафты — липидные домены, обогащенные ХС и сфинголипидами, способные свободно плавать в жидком бислое клеточной мембраны.

Задание 2.3 — Запишите определение понятия «липидный рафт».

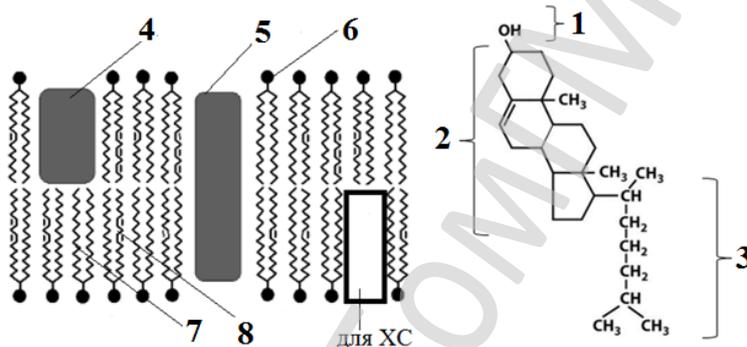


Рисунок 14.2 — Схема строения биологических мембран, строение холестерина

3. Переваривание и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте

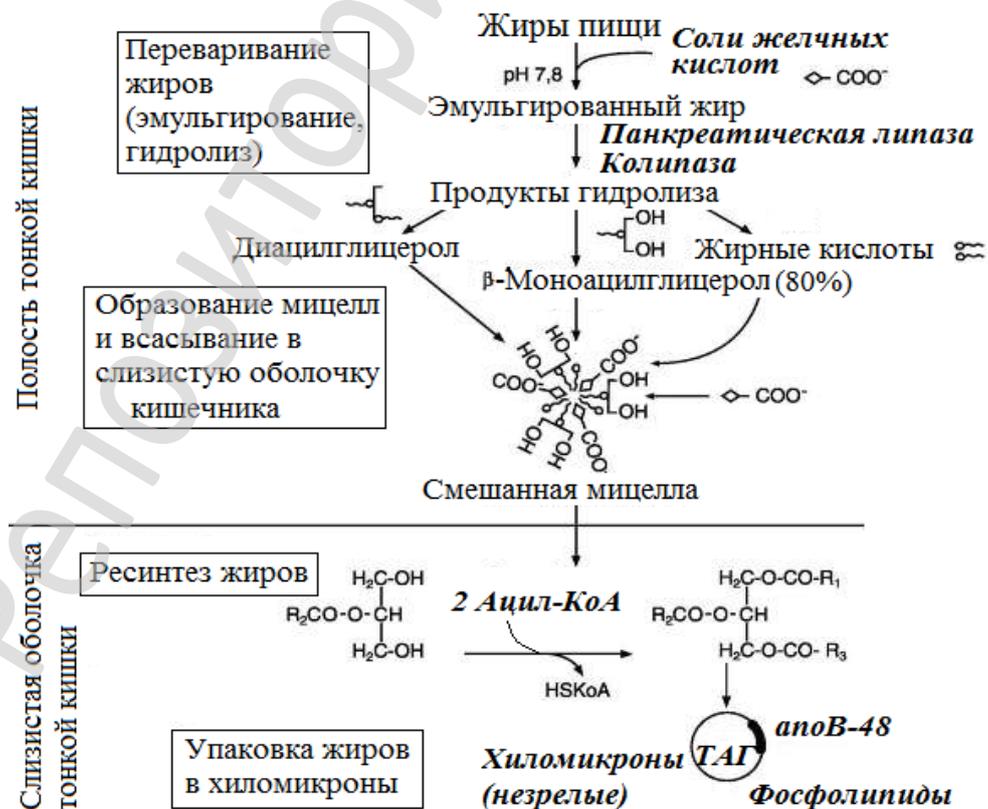


Рисунок 14.3 — Этапы переваривания и всасывания экзогенных жиров в тонком кишечнике [1]

Задание 3.1 — Рассмотрите рисунок 14.3 и расположите в правильной хронологической последовательности следующие процессы: гидролиз, всасывание, транспорт, ресинтез, эмульгирование.

Задание 3.2 — Запишите основные компоненты смешанных мицелл.

Задание 3.3 — Перерисуйте рисунки 14.4 и 14.5 и выполните следующие задания:

а) допишите в схему формулу холестерина и обозначьте разными цветами гидрофильную и гидрофобную части молекулы в самой формуле и в схеме под ней (рисунок 14.4);

б) поясните механизм действия желчных кислот, дайте определение понятию «эмульгирование» и поясните физиологический смысл данного процесса.

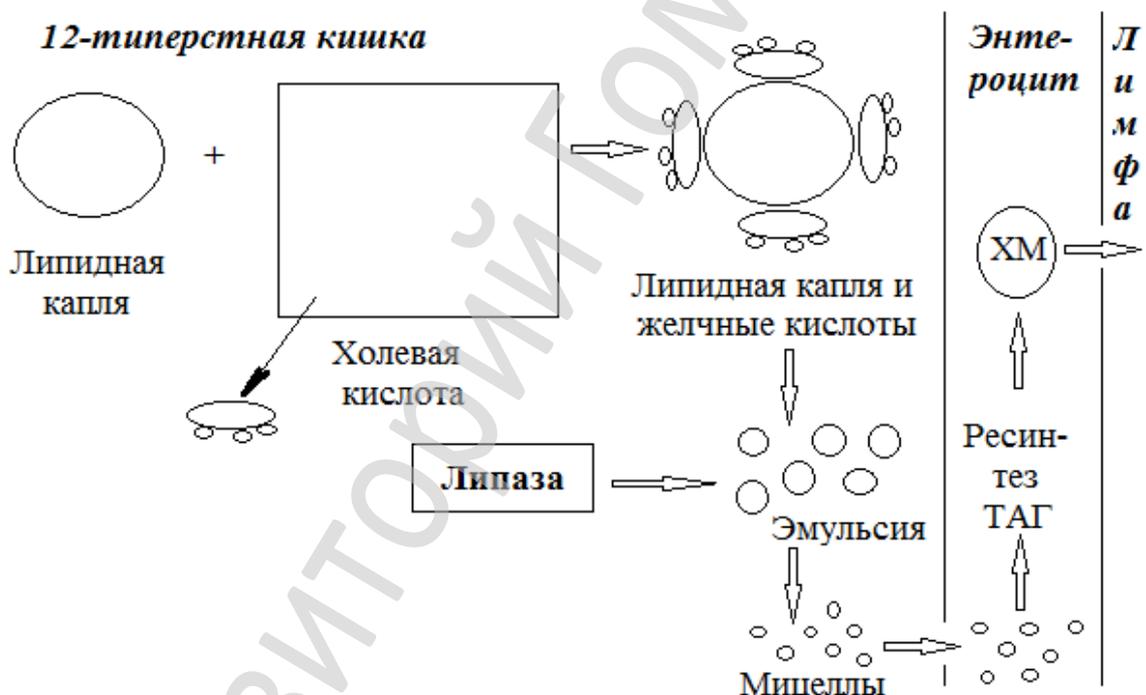


Рисунок 14.4 — Этапы переваривания и всасывания липидов

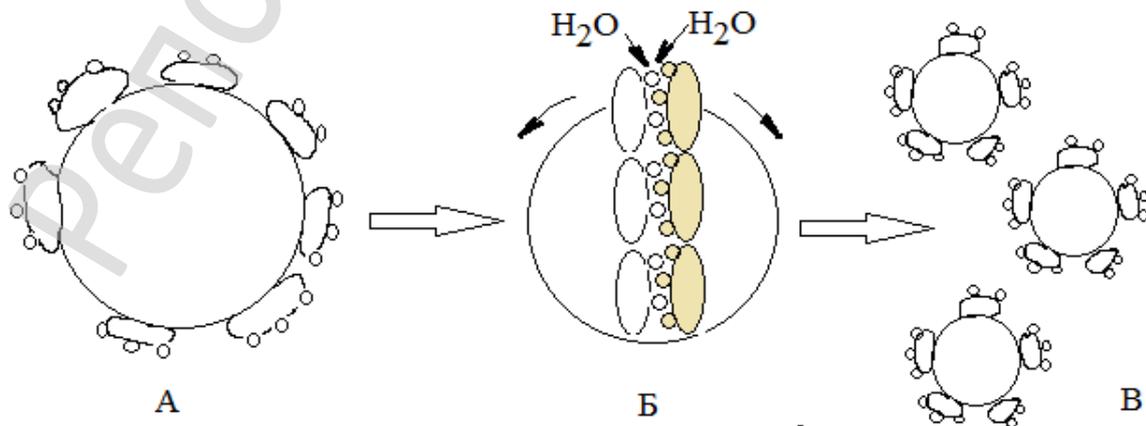


Рисунок 14.5 — Механизм эмульгирования жира

Задание 3.4 — Дайте определение понятию «ресинтез» и поясните физиологический смысл данного процесса.

Задание 3.5 — Объясните, каким образом осуществляется транспорт экзогенных жиров в крови и лимфе?

4. Липопротеиды и их метаболизм

4.1. Структура липопротеидов

Задание 4.1.1 — Перепишите и подпишите формулы и схематические изображения веществ, входящих в состав липопротеида, следующими терминами: ФЛ, апобелок, ЭХС, свободный ХС, триглицериды (рисунок 14.6).

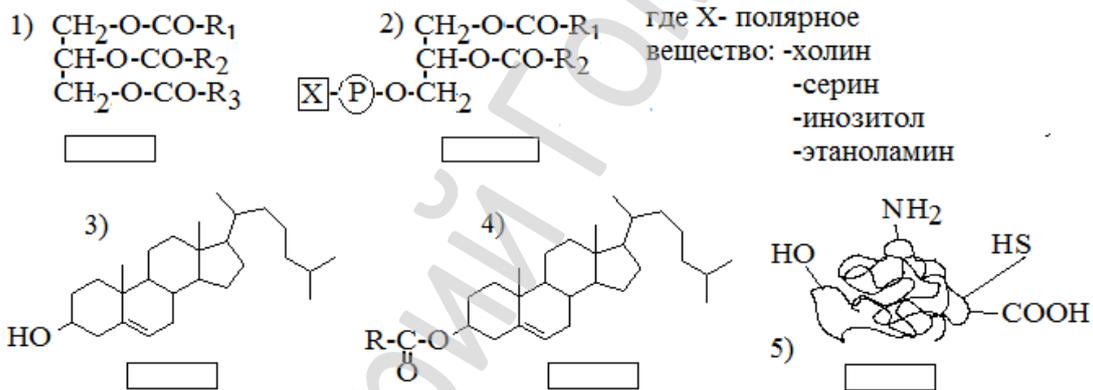


Рисунок 14.6 — Основные компоненты липопротеидных частиц

Задание 4.1.2 — Отметьте разными цветами гидрофильные и гидрофобные части веществ, изображенных на рисунке 14.6.

Задание 4.1.3 — Поясните, почему ФЛ изображается в виде «головастика» с двумя «хвостами» (рисунок 14.7).



Рисунок 14.7 — Структурная формула фосфолипида

Задание 4.1.4 — Запишите и запомните: липопротеид имеет гидрофобное ядро и гидрофильную оболочку.

Задание 4.1.5 — Используя рисунок 14.6, отметьте разными цветами гидрофильные и гидрофобные части веществ, изображенных на рисунке 14.8.

Задание 4.1.6 — Дополните рисунок 14.8 (А), расположив правильно все составные части липопротеида (Б), пользуясь правилом задания 4.1.4. Запомните: гидрофобная часть амфифильных веществ оболочки липопротеида повернута в сторону ядра.

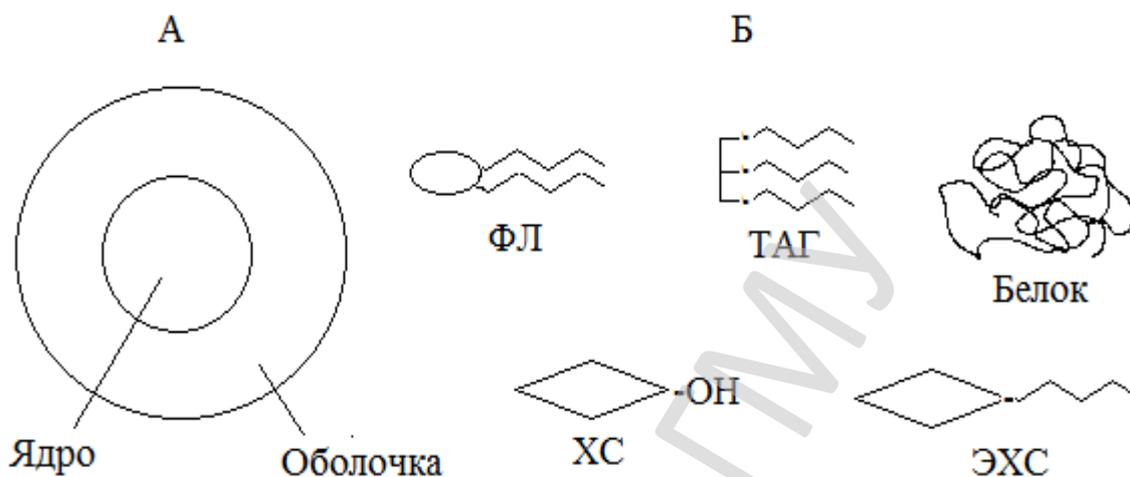


Рисунок 14.8 — Схема строения липопротеидной частицы

Задание 4.1.7 — Запишите и запомните виды липопротеидов:

- ХМ;
- ЛПОНП, пре- β -ЛП;
- ЛППП;
- ЛПНП, β -ЛП;
- ЛПВП, α -ЛП.

Задание 4.1.8 — Пользуясь учебником, заполните таблицу 14.1.

Таблица 14.1 — Характеристика липопротеидов

Характеристика	ХМ	ЛПОНП	ЛПНП	ЛПВП
Плотность, г/см ³				
Белок, %				
ФЛ, %				
ХС, %				
ЭХС, %				
ТАГ, %				
Апопротеины и их роль				

4.2. Метаболизм хиломикрона

Задание 4.2.1 — Выполните следующие задания:

- составьте и зарисуйте в тетрадь схему метаболизма ХМ;
- укажите на своей схеме главный апобелок ХМ;
- опишите роль ЛПВП в метаболизме ХМ;
- что транспортируют ХМ?
- запишите уравнение реакции, катализируемое ферментом ЛПА;
- где разрушаются ХМ?
- каким образом утилизируются вещества, транспортируемые ХМ (дополните схему рисунка 14.9)?

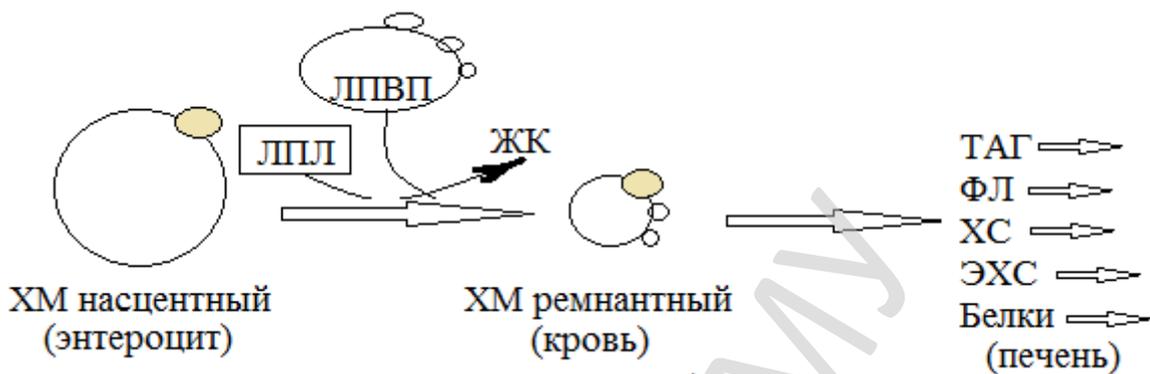


Рисунок 14.9 — Схема метаболизма хиломикрона

Задание 4.2.2 — Заполните таблицу 14.2.

Таблица 14.2 — Строение хиломикрона

ХМ	Насцентный	Зрелый	Ремнантный
Апобелки (какие?)			
ТАГ (мало/много)			

4.3. Метаболизм липопротеинов очень низкой плотности

Задание 4.3.1 — Пользуясь рекомендованной литературой опишите метаболизм ЛПОНП, ЛППП и ЛПНП (составьте собственные схемы и запишите их в тетрадь). Укажите роль фермента ЛПА. Укажите главные апобелки каждого из липопротеидов.

Задание 4.3.2 — Каким образом утилизируются тканями вещества, транспортируемые ЛПНП (дополните схему рисунка 14.10)?

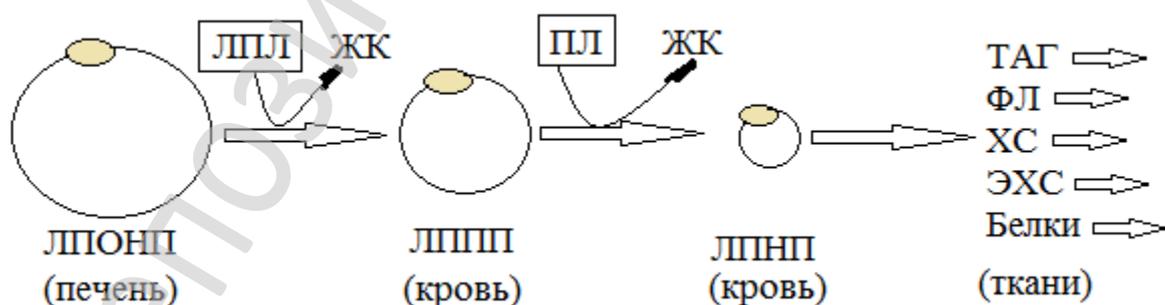


Рисунок 14.10 — Метаболизм липопротеидов низкой плотности

4.4. Метаболизм липопротеидов высокой плотности

Задание 4.4.1 — Рассмотрите рисунок 14.11 и опишите метаболизм ЛПВП. Укажите главные апобелки этого липопротеида.

Задание 4.4.2 — Перерисуйте рисунок 14.11. Какую форму имеют насцентные и зрелые ЛПВП? Объясните их отличия.

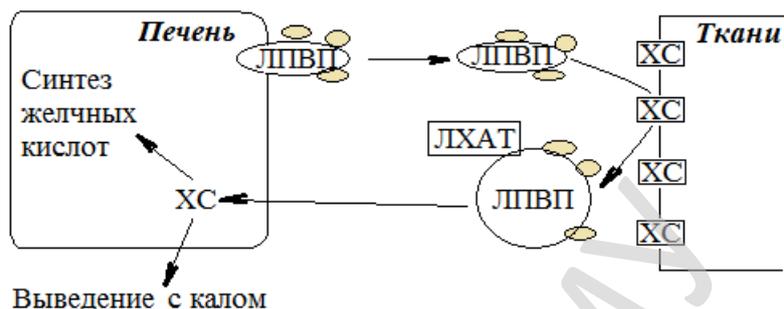


Рисунок 14.11 — Метаболизм липопротеидов высокой плотности

Задание 4.4.3 — Заполните таблицу 14.3.

Таблица 14.3 — Характеристика липопротеидов

ЛП	ЛПОНП	ЛПНП	ЛПНП	ЛПВП
Место синтеза				
Место разрушения				

4.5. Роль ферментов в метаболизме липопротеидов

Задание 4.5.1 — Запишите химическими символами уравнение реакции (Лецитин + XС → Лизолецитин + ЭХС), катализируемой ферментом LХАТ. Объясните физиологическое значение данной реакции, пользуясь рисунком 14.11.

Задание 4.5.2 — Запишите химическими символами уравнение реакции (XС + Ацил-КоА → ЭХС + HS-КоА), катализируемое ферментом АХАТ. Объясните физиологическое значение данной реакции, пользуясь рисунком 14.12.

Задание 4.5.3 — Запишите схему рисунка 14.12 в тетрадь и обозначьте на нем разными цветами транспорт XС в ткани и из тканей. Поясните роль липопротеидов в данном процессе.

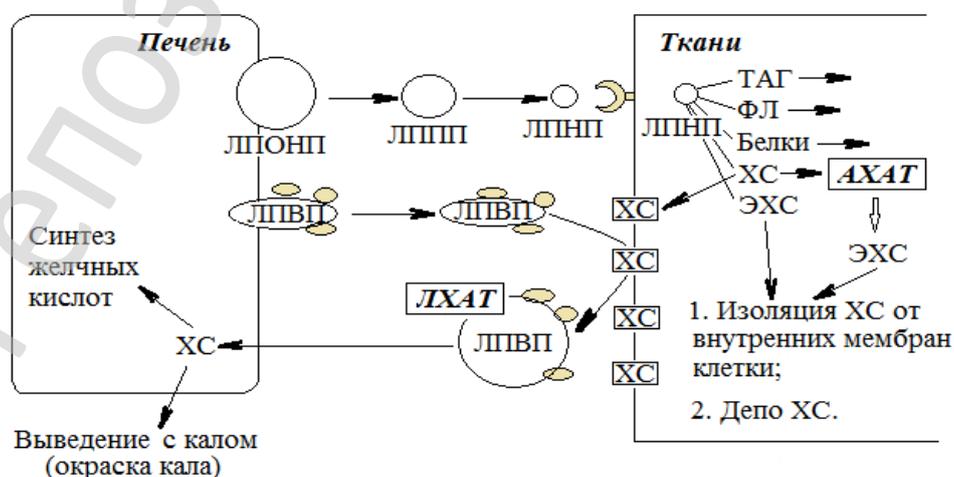


Рисунок 14.12 — Роль ферментов лецитинхолестерол-ацилтрансферазы и ацил-КоА-холестерол-ацилтрансферазы в метаболизме липопротеидов

Таблица 14.4 — Сравнительная характеристика ферментов метаболизма липопротеидов

Фермент	ЛПЛ	ПЛ	АХАТ	ЛХАТ
Расшифровать аббревиатуру				
Место действия				
Биологическая роль				

Задание 4.5.4 — Дополните таблицу 14.4 предложенными терминами: печеночная липаза, ЛХАТ, люминальная поверхность эндотелиальных клеток, цитозоль клеток, липопротеинлипаза, АХАТ, плазма крови, поверхность эндотелиальных клеток печеночных капилляров.

5. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 15

Тема: Тканевой обмен липидов. Катаболизм триацилглицеролов. Метаболизм кетоновых тел

Цель занятия: изучить главные метаболические пути основных классов липидов (ТАГ, ЖК, КТ).

Практическая часть:

1. Механизм мобилизации ТАГ (жира)

Задание 1.1 — Пользуясь рисунком 15.1, объясните изменения в метаболизме жировой ткани, если после последнего приема пищи прошло 14 ч. При ответе:

- укажите гормон, действие которого на жировую ткань преобладает в этих условиях;
- изобразите схему действия этого гормона на жировую клетку;
- запишите уравнение реакции, катализируемой ферментом аденилатциклазой;
- запишите уравнение реакции, катализируемой ферментом гормончувствительной ТАГ-липазой;
- выделите разными цветами ферменты синтеза ТАГ и его распада;
- сделайте выводы о фосфорилировании ферментов распада и синтеза ТАГ. Какой путь включается при фосфорилировании ферментов, а какой — при дефосфорилировании?

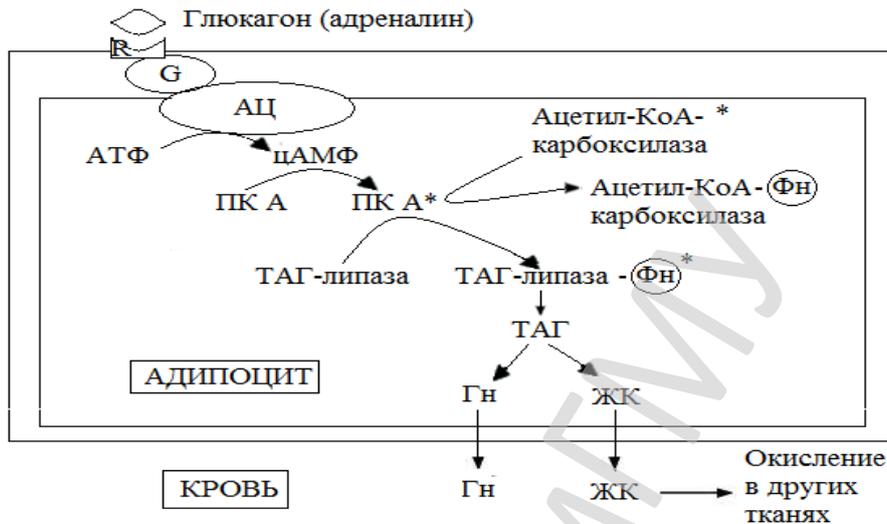


Рисунок 15.1 — Активация гормончувствительной ТАГ-липазы

Задание 1.2 — Дополните таблицу 15.1 предложенными терминами: инсулин, полость тонкого кишечника, адипоциты, кровь (эндотелий), проникновение в клетки органов, колипаза, адреналин, ТАГ жировой ткани, пищевые жиры, ТАГ в составе липопротеидов, ЖК (3 раза), МАГ, Гн (2 раза), всасывание в слизистую тонкого кишечника, выход в кровь.

Таблица 15.1 — Сравнительная характеристика липаз

Характеристика	Панкреатическая липаза	ЛПА	Гормончувствительная ТАГ-липаза
Место катализа			
Активатор, индуктор			
Субстрат для фермента			
Главные продукты реакции			
Судьба продуктов реакции			

2. Окисление ТАГ в тканях. Окисление глицерола, его энергетический баланс

Задание 2.1 — Дополните схему рисунка 15.2 (подпишите цифры 1-3).

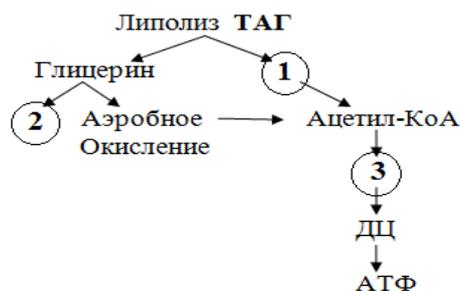


Рисунок 15.2 — Схема использования продуктов липолиза триглицеридов

Задание 2.2 — Запишите метаболический путь окисления глицерола (рисунок 15.3) и выполните следующие задания:

а) выделите красным цветом уравнение активации Гн; зеленым — ОВР; желтым — реакции субстратного фосфорилирования; фиолетовым — реакцию окислительного декарбоксилирования пирувата;

б) сколько молекул $\text{NADH} + \text{H}^+$ и АТФ образуется при аэробном окислении Гн?

в) сколько молекул АТФ затрачивается при аэробном окислении Гн?

г) рассчитайте энергетический выход полного аэробного окисления 1 молекулы Гн, включая субстратное и окислительное фосфорилирования.

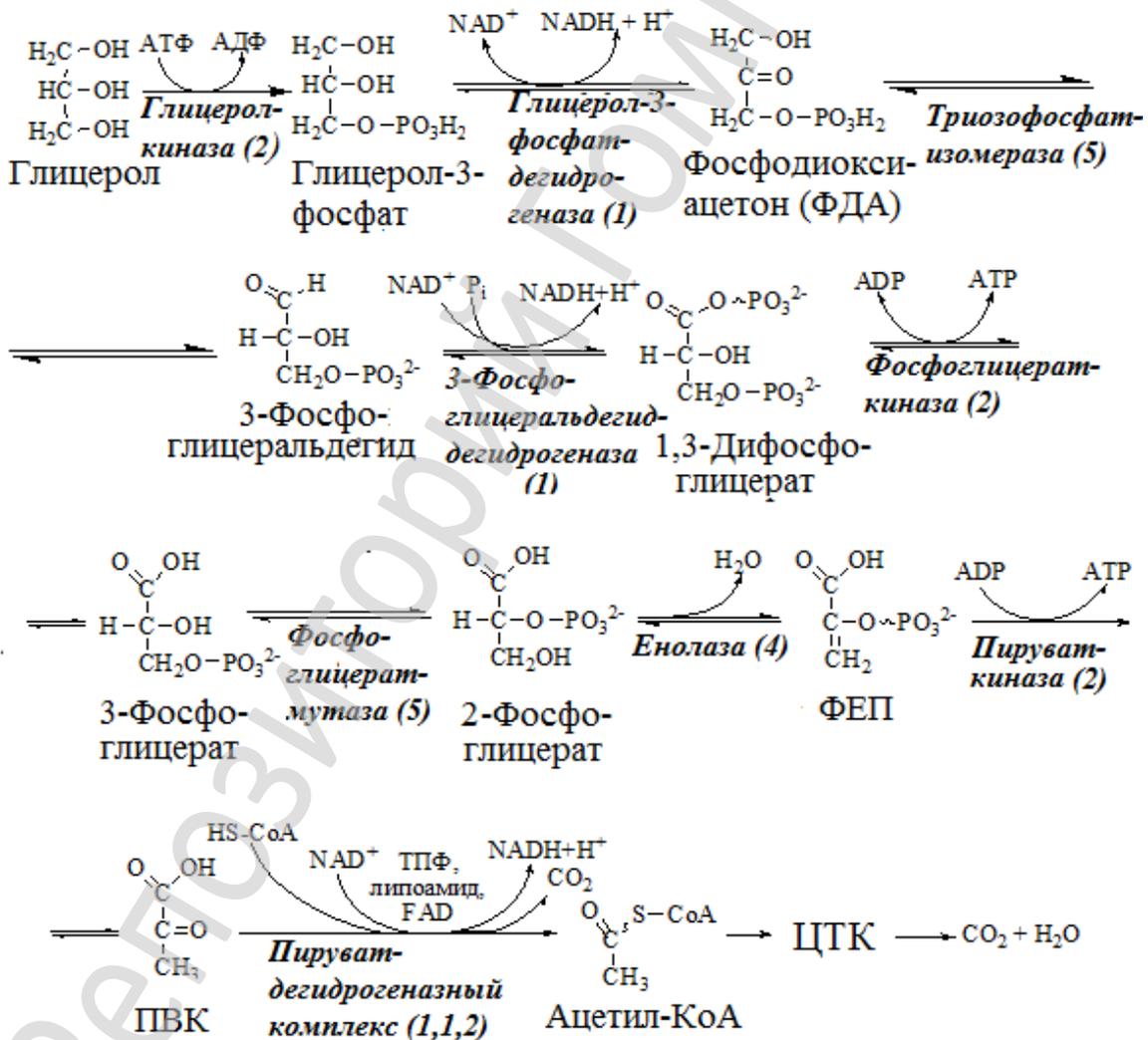


Рисунок 15.3 — Окисление глицерола

3. β -окисление жирных кислот

Задание 3.1 — Расположите последовательно следующие процессы: вступление АцКоА в общий путь катаболизма, транспорт ЖК в матрикс Мх (карнитин-ацилтранс-феразы I и II), акти-

вазия ЖК (ацил-КоА-синтетаза) в цитоплазме, последовательное циклическое отщепление C_2 — фрагментов в матриксе Мх.

Задание 3.2 — Рассмотрите рисунок 15.4. и выполните следующие задания: выделите красным цветом уравнение активации ЖК; желтым — транспорт ЖК; зеленым — непосредственно реакции β -окисление ЖК.

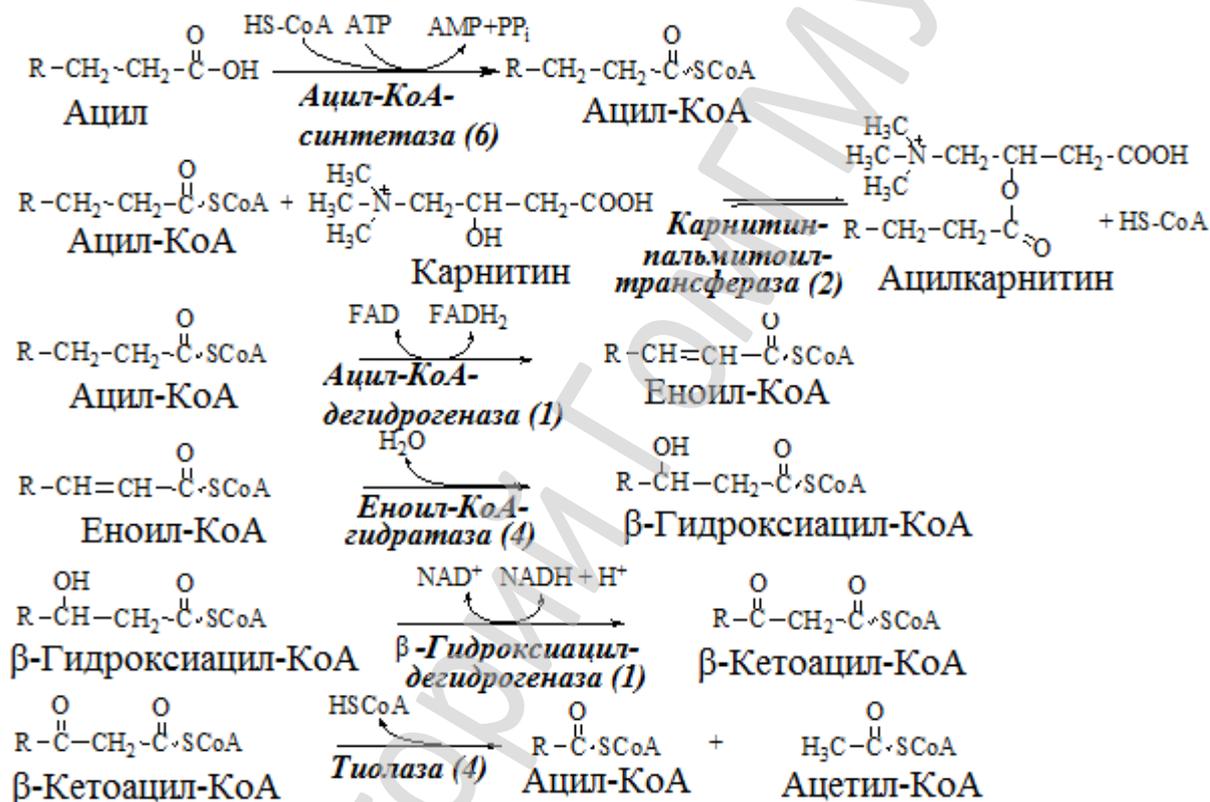


Рисунок 15.4 — Общие реакции окисления жирных кислот

Задание 3.3 — Рассмотрите рисунок 15.5 и запишите химическими символами уравнение реакции образования ацилкарнитина.

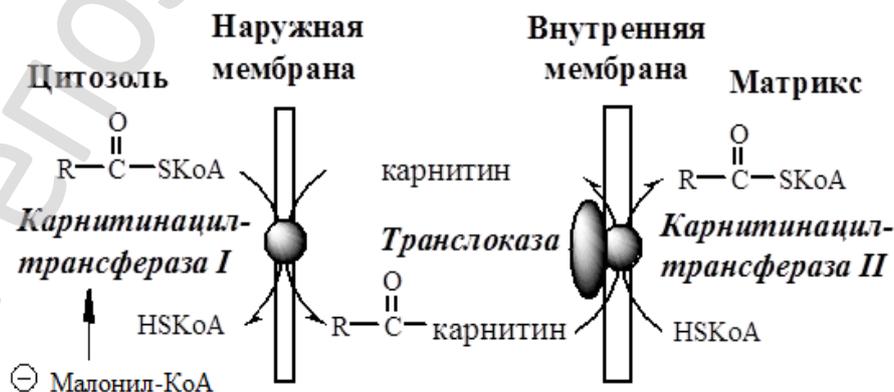


Рисунок 15.5 — Механизм трансмембранного переноса длинноцепочечного ацил-КоА в матрикс митохондрий при участии пальмитоил-карнитин-ацилтрансфераз и транслоказы

Задание 3.4 — Пользуясь формулой $АТФ = [(n/2 - 1) \times 5 + N/2 \times 12] - 1АТФ$ (где n — число атомов углерода в ЖК; $(n/2 - 1)$ — число циклов β -окисления, каждый из которых обеспечивает синтез 5 молекул АТФ ($FADH_2 - 2 АТФ$; $NADH+H^+ - 3 АТФ$); $n/2$ — число образовавшихся молекул АцКоА, утилизируемых в ЦТК, обеспечивающего синтез 12 молекул АТФ; 1АТФ — затрачивается на этапе активации ЖК) рассчитайте полный энергетический выход аэробного окисления 1 молекулы пальмитиновой кислоты.

4. Кетоновые тела

Задание 4.1 — Дополните схему рисунка 15.6 и рассчитайте суммарный выход полного аэробного окисления 1 молекулы β -гидроксибутирата.

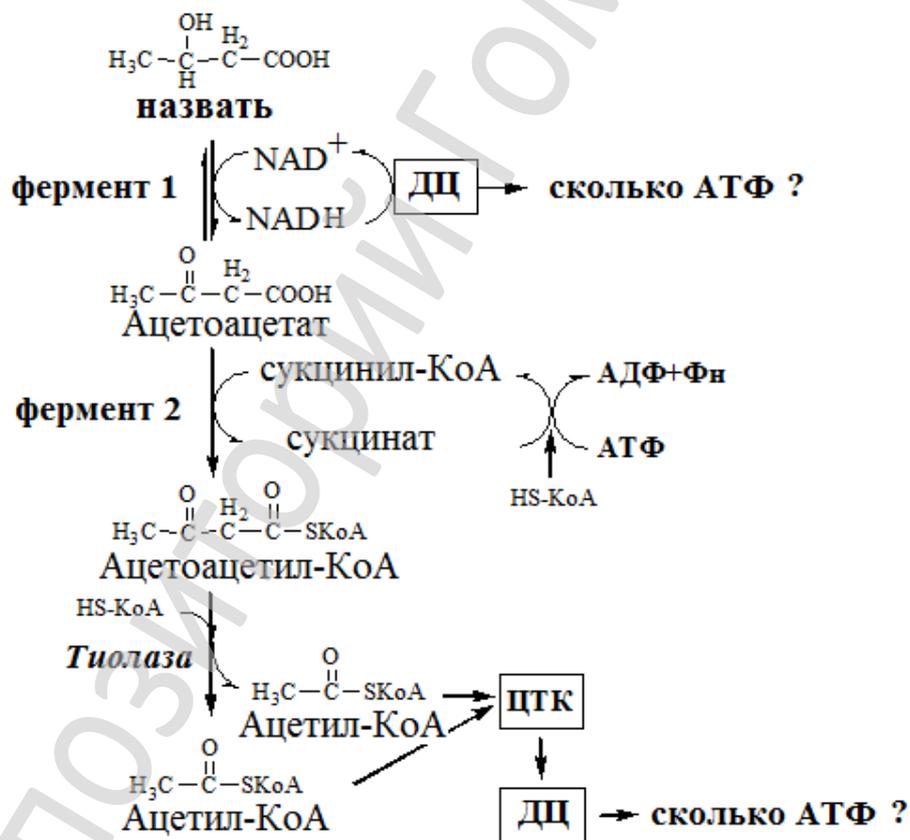


Рисунок 15.6 — Схема метаболического пути утилизации кетоновых тел

Задание 4.2 — Назовите органную локализацию синтеза и утилизации КТ.

Задание 4.3 — Объясните, почему мозг может использовать КТ как источник энергии, а эритроциты и печень — нет.

Задание 4.4 — Объясните причину кетоацидоза при СД.

5. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 16

Тема: Биосинтез липидов. Регуляция и патология липидного обмена

Цель занятия: изучить биосинтез основных классов липидов.

Практическая часть:

1. Биосинтез насыщенных жирных кислот

Задание 1.1 — Рассмотрите рисунок 16.1 и выполните следующие задания:

а) дополните схему рисунка 16.1 предложенными терминами: ПФП, пальмитат, малик-фермент, ацетил-КоА-карбоксилаза, цитратлиаза, Гл, синтаза ЖК;

б) запишите уравнения реакций, катализируемых следующими ферментами: малик-фермент, цитратлиаза.

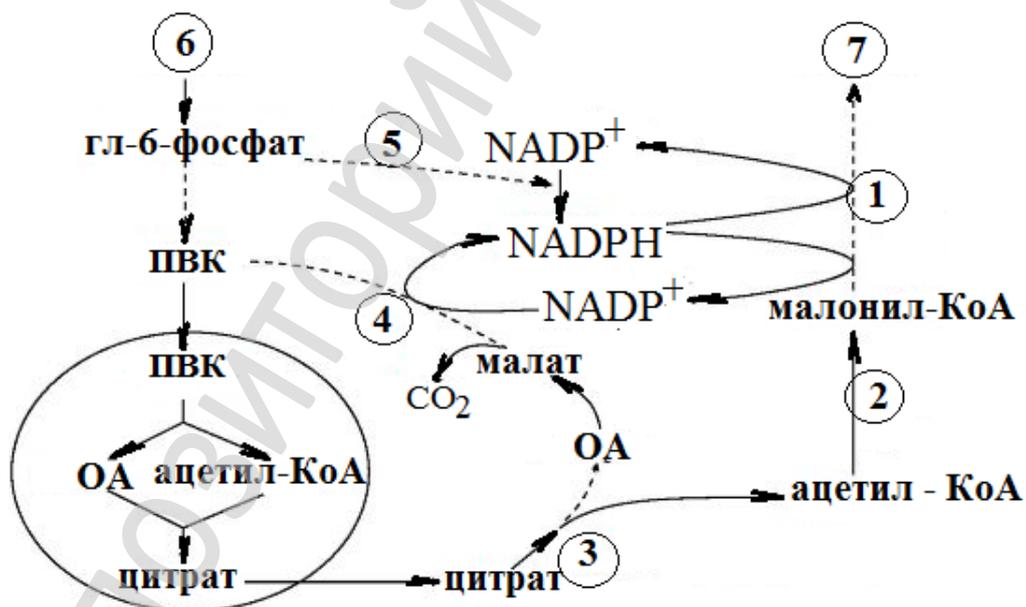


Рисунок 16.1 — Схема синтеза жирных кислот из продуктов катаболизма глюкозы

Задание 1.2 — Для синтеза ЖК необходимы следующие исходные вещества: АцКоА, АТФ, $NADPH+H^+$. Пользуясь рисунком 16.1 и пройденным уже материалом, поясните происхождение каждого из трех компонентов.

Задание 1.3 — Рассмотрите рисунок 16.2 и сделайте вывод о регуляции ферментативной активности фермента АцКоА-карбоксилазы.

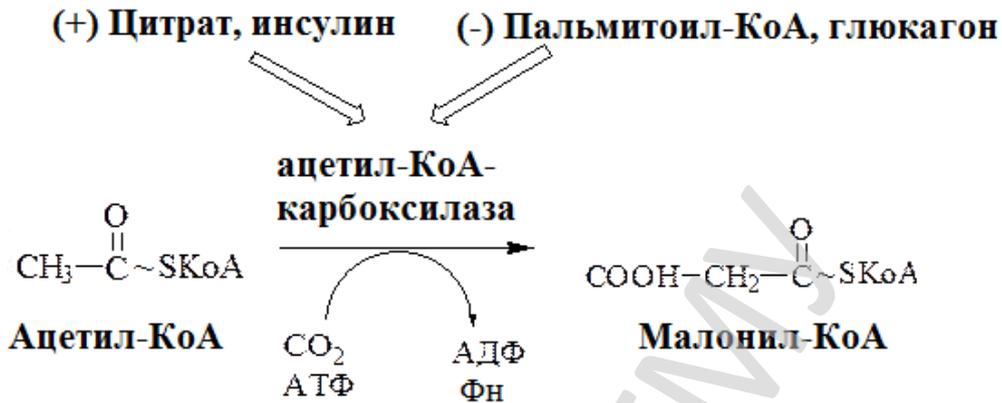


Рисунок 16.2 — Регуляция скорости, лимитирующей реакции синтеза жирных кислот

Задание 1.4 — Рассмотрите рисунок 16.3 и ответьте на следующие вопросы:

- а) сколько субъединиц содержит активная форма синтазы ЖК?
- б) сколько ЖК синтезируется одновременно?
- в) выпишите ферменты, участвующих в синтезе 1 ЖК;
- г) что такое АПБ и какова его роль в синтезе жирных кислот?

Помните, что синтаза ЖК обеспечивает образование только пальмитиновой кислоты (C₁₆), которая является основой для синтеза длинных и ненасыщенных ЖК в эндоплазматическом ретикулу-ме при участии других ферментов.



Рисунок 16.3 —Схема строения полиферментного комплекса синтазы жирных кислот [1]

Задание 1.5 — Дополните таблицу 16.1 предложенными терминами: редуктазы, АПБ, цитоплазма, выделение, Мх, дегидрогеназы, затраты, HS-KoA, FAD, NADP, NAD.

Таблица 16.1 — Сравнительная характеристика окисления и синтеза жирных кислот

Признак	Окисление	Синтез
Локализация		
Ферменты ОВР		
Коферменты		
Энергия		
Переносчик ацилов		

2. Биосинтез триацилглицеролов и фосфолипидов

Задание 2.1 — Рассмотрите рисунок 16.4 и закончите следующие предложения:

- синтез жиров в печени происходит из продуктов катаболизма
- после еды, образующийся в результате аэробного гликолиза избыток АцКоА активно используется для синтеза(1);
- глицерол-3-фосфат образуется двумя путями (2, 3), запишите соответствующие уравнения реакций;
- синтез ТАГ и ФЛ (4,5) происходит через образование

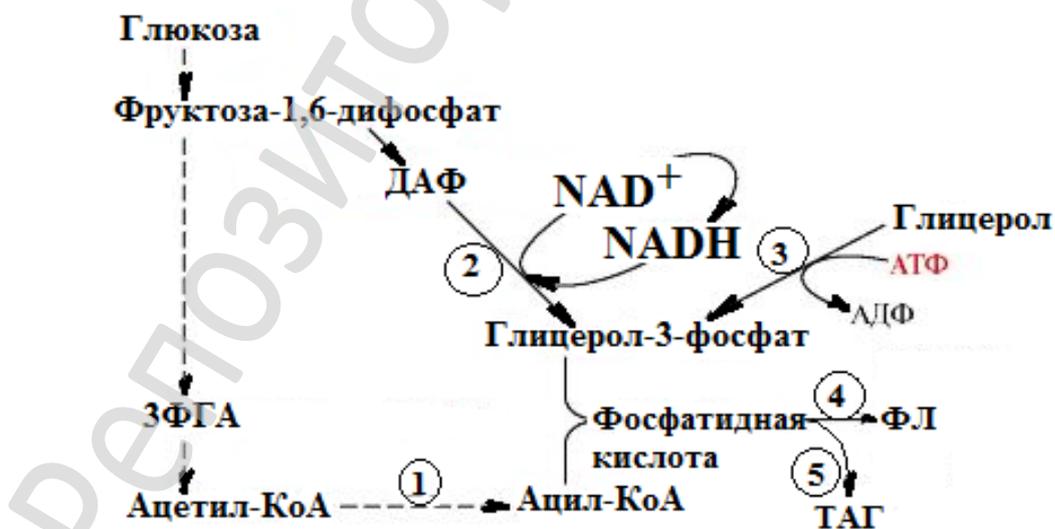


Рисунок 16.4 — Синтез липидов в печени

3. Биосинтез холестерина

Задание 3.1 — Дополните схему рисунка 16.5 о биологической роли ХС.

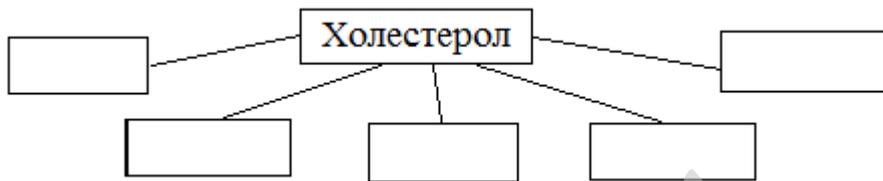


Рисунок 16.5 — Биологическая роль холестерина

Задание 3.2 — Рассмотрите рисунок 16.6 и отметьте следующие стадии синтеза ХС: 1. Превращение активного ацетата в мевалоновую кислоту; 2. Образование сквалена из мевалоновой кислоты; 3. Циклизация сквалена в ХС.

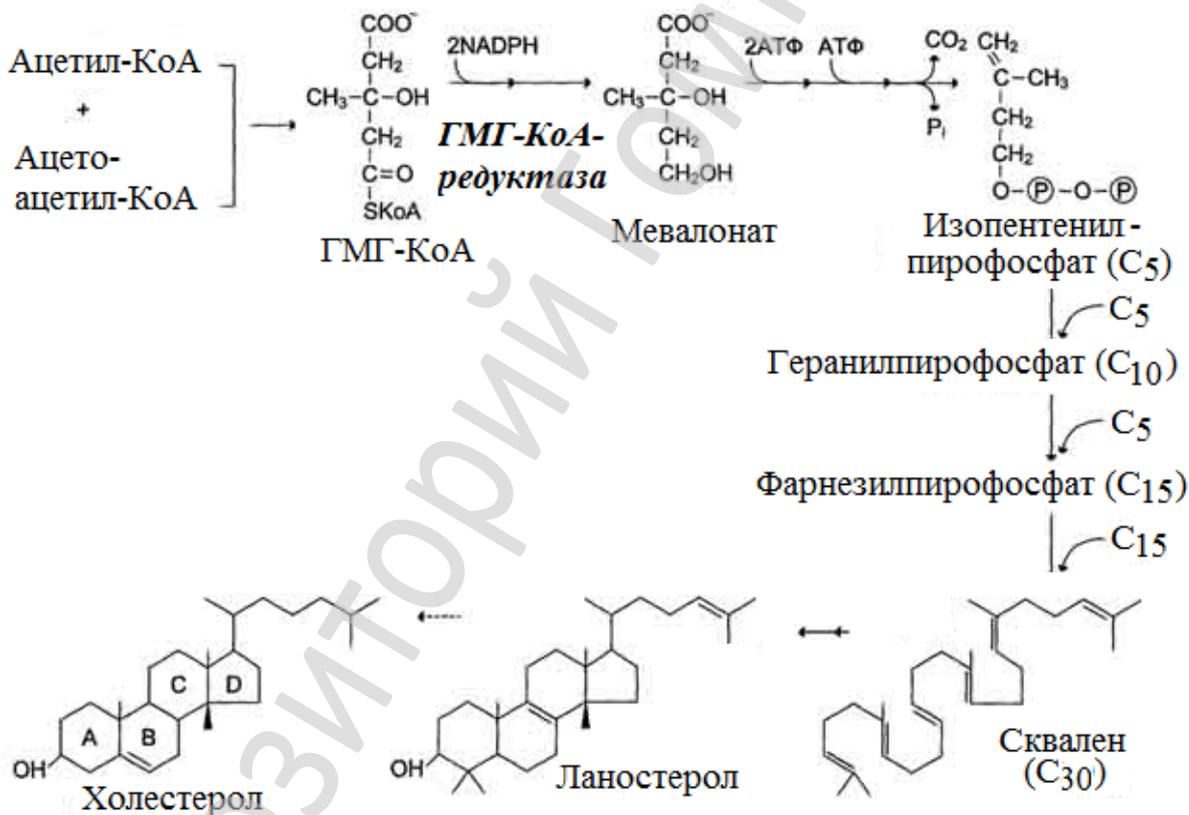


Рисунок 16.6 — Схема синтеза холестерина [1]

Задание 3.3 — Вспомните схему транспорта ХС. Назовите атерогенные и антиатерогенные липопротеиды.

4. Интеграция липидного и углеводного обменов

Задание 4.1 — Пользуясь рисунками 16.7 и 1.2, закончите следующие предложения:

- а) — источник АТФ для синтеза ЖК;
- б) ПФП — источник для синтеза ЖК и холестерина;
- в), образующий при липолизе может быть субстратом ГНГ;

- г) пируват источник образования и для синтеза ЖК;
 д) гликолиз — источник, который необходим для образования Гл-3-ф — субстрата в синтезе ТАГ.



Рисунок 16.7 — Схема интеграции липидного и углеводного обменов

Задание 4.2 — Рассмотрите рисунок 16.8 и проанализируйте изменения в использовании различных субстратов как источника энергии при голодании.

Вспомните энергетический выход полного аэробного окисления 1 молекулы Гл, 1 молекулы пальмитиновой кислоты, 1 молекулы β -гидроксибутирата. Сравните.

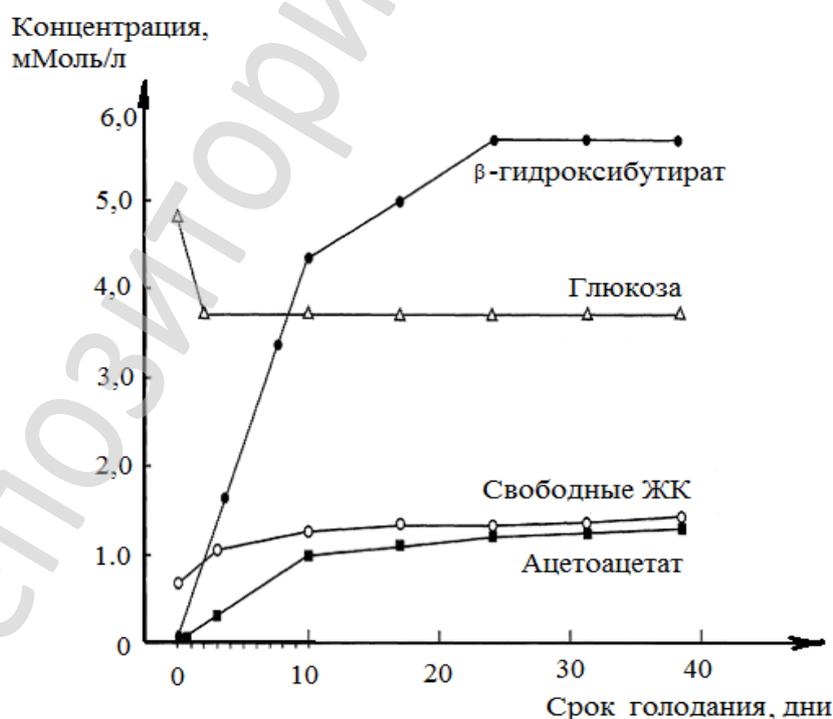


Рисунок 16.8 — Изменение содержание кетоновых тел, свободных жирных кислот и глюкозы в крови при голодании [1]

6. ОБЩИЙ ВЫВОД: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 17

Тема: Итоговое занятие по разделу «Биохимия липидов»

Цель занятия: Самоконтроль усвоения знаний по вопросам раздела.

Практическая часть:

Задание 17.1 — Ответьте на вопросы кроссворда и запишите правильные варианты ответов в тетрадь (рисунок 17.1).

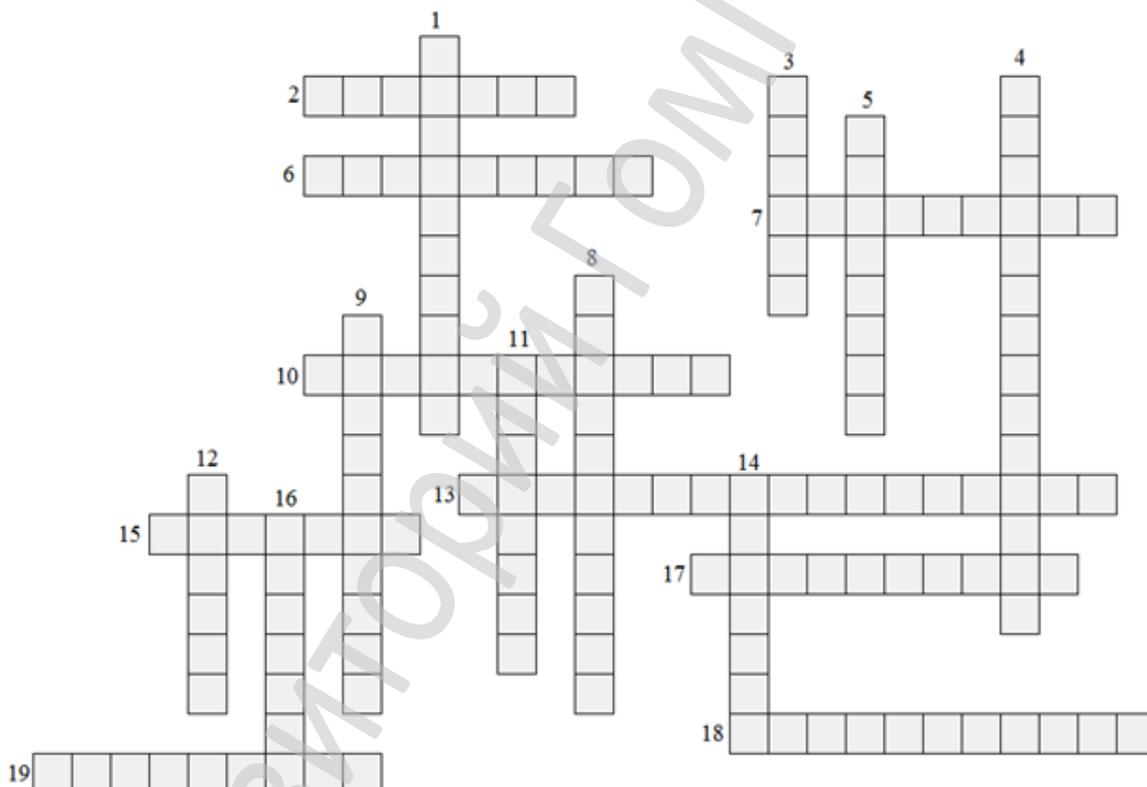


Рисунок 17.1 — Кроссворд по разделу «Биохимия липидов».

По горизонтали: 2. Процесс распада ТАГ; 6. Клетка, которая осуществляет ресинтез ТАГ; 7. Гормон, активирующий гормончувствительную ТАГ-липазу; 10. Транспортная форма липидов в крови; 13. Фермент, расщепляющий ТАГ в ХМ; 15. Фосфотидилхолин; 17. Сложный липид, входящий в структуру мембран; 18. Кетоновое тело; 19. Процесс синтеза липидов.

По вертикали: 1. Входит в состав биологических мембран и стабилизирует их; 3. Фермент расщепления липидов; 4. Процесс дробления липидных капель с участием желчных кислот; 5. Переносчик ЖК в Мх; 8. Органелла, в которой локализовано β -окисление ЖК; 9. Липопротеид, синтезируемый в энтероците; 11. Процесс обратного синтеза липидов в энтероците; 12. Орган синтеза ЛПВП; 14. Терминальный фермент β -окисления ЖК; 16. Гормон, активирующий синтез ТАГ.

РАЗДЕЛ 5

БИОХИМИЯ БЕЛКОВ

И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

ЗАНЯТИЕ 18

Тема: Переваривание и всасывание белков

Цель занятия: сформировать понятия о пищевой ценности белков, молекулярных механизмах их переваривания и всасывания в ЖКТ, путях формирования пула свободных АК тканей и жидкостей организма.

Практическая часть:

1. Роль белка в питании

Задание 1.1 — Заполните таблицу 18.1

Таблица 18.1 — Функции белка

№	Функции белка	Примеры
1	Каталитическая	
2	Транспортная	
3	Защитная	
4	Структурная	
5	Двигательная	
6	Гормональная	
7	Регуляторная	

Задание 1.2 — Поясните роль белка в питании.

Задание 1.3 — Укажите нормы белка в питании.

Задание 1.4 — Дайте определение понятиям «полноценные и неполноценные белки», приведите примеры.

Задание 1.5 — Дайте определения понятиям «азотистый баланс», «положительный азотистый баланс», «отрицательный азотистый баланс», «азотистое равновесие». Нарисуйте схему рисунка 18.1 и приведите примеры физиологических состояний азотистого баланса.



Рисунок 18.1 — Виды азотистого баланса

2. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Эндогенный пул аминокислот в тканях

Задание 2.1 — Заполните таблицу 18.2 (напишите аббревиатуры АК и укажите их заряд).

Таблица 18.2 — Заменяемые и незаменимые аминокислоты

Аминокислоты	
незаменимые	заменяемые

Задание 2.2 — Пользуясь схемой рисунка 18.2, напишите реакции синтеза Ала, глутамата, Глн, аспартата и Асн из Гл. Назовите ферменты и укажите их класс.

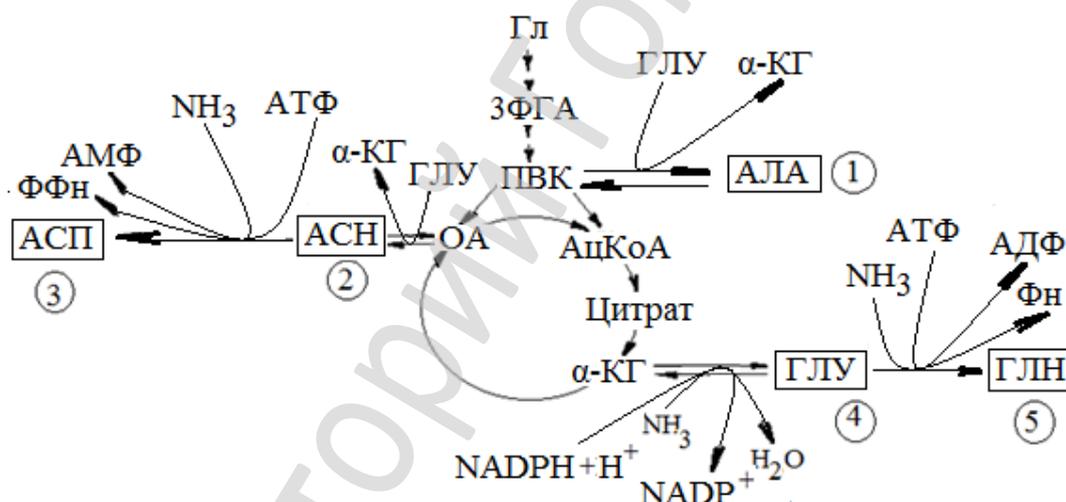


Рисунок 18.2 — Синтез некоторых заменимых аминокислот из глюкозы

Задание 2.3 — Дополните схему рисунка 18.3

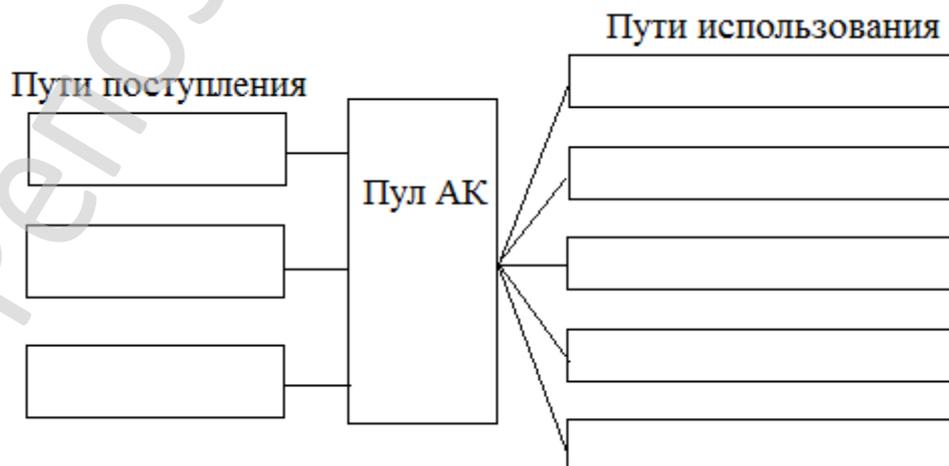


Рисунок 18.3 — Эндогенный пул аминокислот

3. Переваривание белков в ЖКТ. Механизм образования и секреции соляной кислоты

Задание 3.1 — Перерисуйте рисунок 18.4 и укажите на схеме этапы синтеза и секреции HCl: перенос ионов Cl⁻ по хлоридному каналу; диссоциация угольной кислоты; образование соляной кислоты; общий путь катаболизма Гл; регуляция механизма секреции HCl; работа белка — переносчика анионов; реакция, катализируемая карбангидразой; транспорт ионов с помощью H⁺/K⁺-АТФазы.

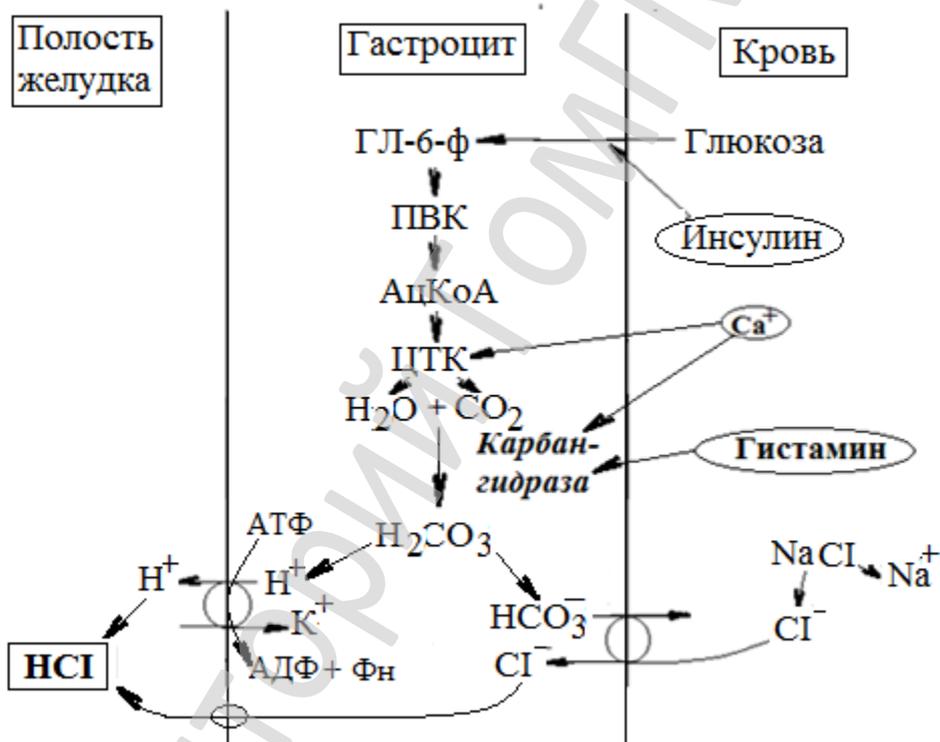


Рисунок 18.4 — Механизм образования и секреции соляной кислоты

Задание 3.2 — Выполните следующие задания:

- перерисуйте рисунок 18.5 и отметьте разными цветами пути регуляции секреции HCl по АЦ механизму (А) и ионами кальция (Б);
- допишите компоненты АЦ механизма (цифры 1–5).
- подпишите цифрами на рисунке этапы регуляции ионами Ca²⁺:
 - связывание гормона с рецептором;
 - а — открытие внешних Ca-каналов (на мембране) и б — открытие внутренних Ca-каналов (гладкая ЭПС);
 - активация ионами Ca ПКС;
 - фосфорилирование и активация карбангидразы;
 - секреция HCl;
 - активация Na/Ca-АТФазы;
 - восстановление концентрации Ca в клетке до начала действия гормонов.

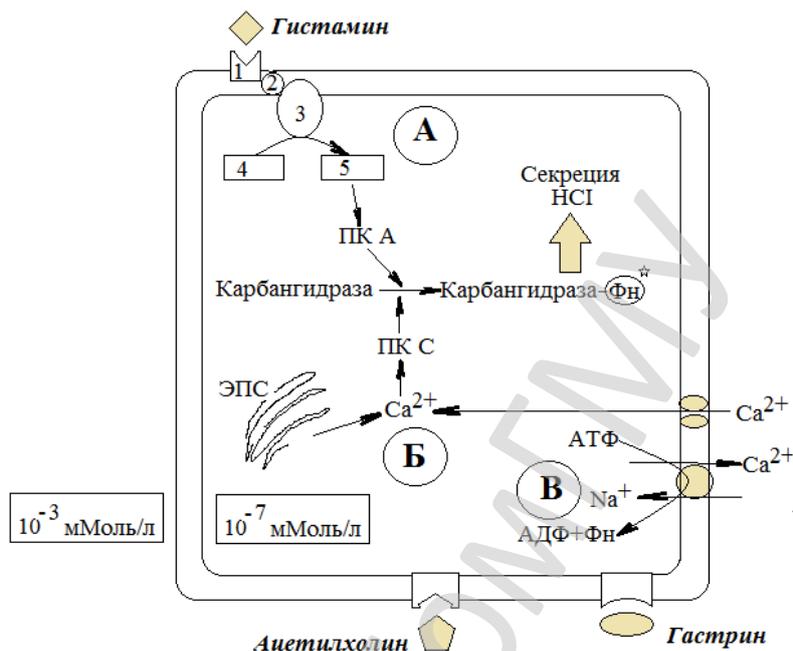


Рисунок 18.5 — Регуляция секреции соляной кислоты

Задание 3.3 — Перерисуйте таблицу 18.3 и укажите:

- значения pH в разных отделах ЖКТ;
- ферменты переваривания белка, отметив, являются ли они эндо- или экзопептидазами;
- поясните структуры белковой молекулы, пользуясь подсказками:
 - поясните, почему при нейтральных значениях pH белок заряжен отрицательно (каких АК больше в белке — заменимых или незаменимых; какой заряд имеют эти АК (см. таблицу 18.2)?
 - почему в кислой среде меняется заряд белка (какой заряд приобретают группы NH_2 , COOH , OH , SH при протонировании)?
 - почему в желудке происходит «разворачивание» белковой молекулы, как это влияет на действие пепсина (облегчает или усложняет его действие)

Таблица 18.3 — Роль градиента pH в переваривании белка

№	Отдел ЖКТ	pH	Ферменты	Структура белковой молекулы	Пояснения
1	Ротовая полость				
2	Желудок				
3	Кишечник				

Задание 3.4 — Заполните таблицу 18.4, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

pH: 7,0–8,0; 1,5–2,0; 6,8–7,0;

а) профермент: химо tripsиноген, трипсиноген, прокарибокси-пептидазы А и В, пепсиноген, проэластаза;

б) активатор: пепсин, HCl, трипсин, энтеропептидаза;

в) активный фермент: аминопептидазы, карбоксипептидазы А и В, пепсин, трипсин, химо tripsин, эластаза; дипептидазы, трипептидазы;

г) специфичность действия: дипептиды, -ЛИЗ-Х-, -АЛА-Х-, -ТИР-Х-, -ФЕН-Х-, -ЛЕЙ-Х-, -ГЛИ-Х-, -СЕР-Х-, -АРГ-Х-, -ТРП-Х-, N-конец полипептида, С-конец полипептида, трипептиды.

Таблица 18.4 — Характеристика протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта

Место синтеза	Место действия	pH	Активация протеиназ			Специфичность действия
			профермент	активатор	активный фермент	
Слизистая оболочка желудка	Полость желудка					
Поджелудочная железа	Полость тонкой кишки					
Тонкая кишка	Пристеночный слой					

Задание 3.5 — Перерисуйте рисунок 18.6 и запишите основные этапы всасывания АК, обозначенные на схеме цифрами 1–5.

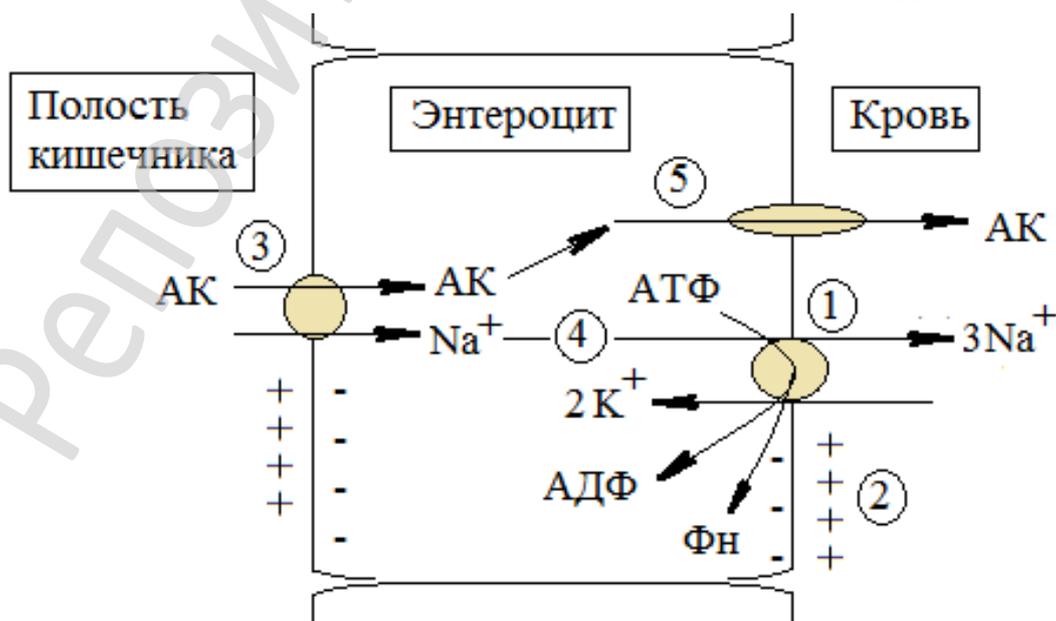


Рисунок 18.6 — Всасывание аминокислот

Задание 3.6 — Запишите реакции гниения белка в кишечнике, заменяя цифры 1-6 химическими формулами веществ (рисунок 18.7).

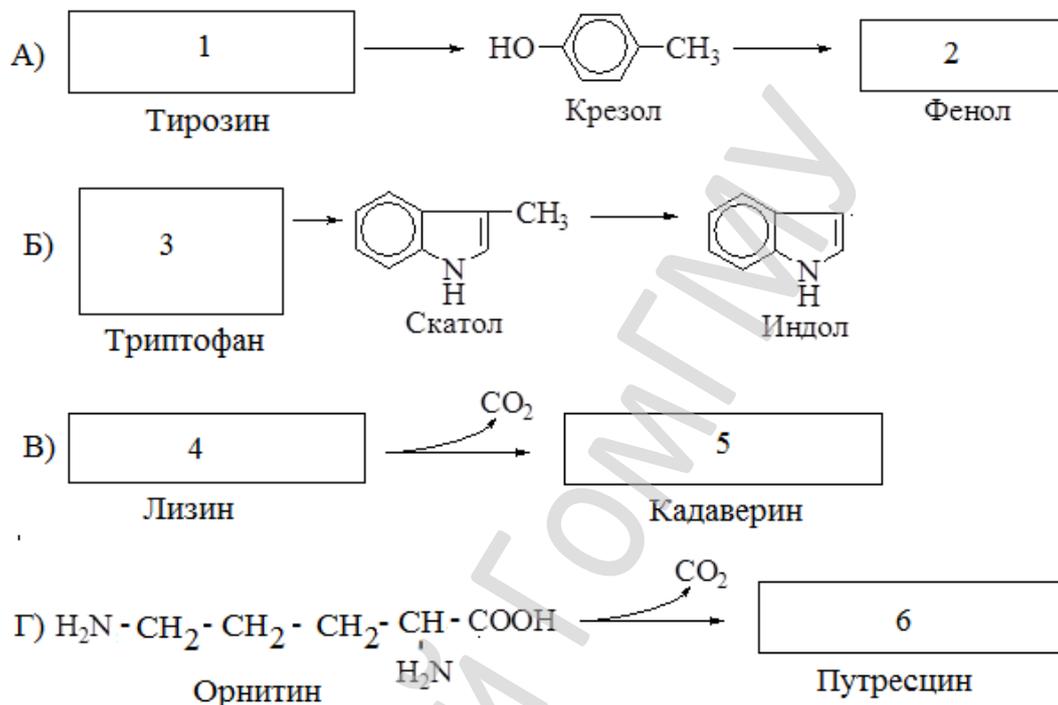


Рисунок 18.7 – Реакции гниения белка в кишечнике

Задание 3.7 — Поясните, каким образом обезвреживаются продукты гниения белка? Напишите формулы ФАФС и УДФГК, расшифруйте аббревиатуры.

4. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 19

Тема: Тканевый обмен аминокислот. Обезвреживание продуктов обмена

Цель занятия: сформировать представления об основных путях метаболизма свободных АК в тканях. Изучить механизмы и значение реакций детоксикации аммиака.

Практическая часть:

1. Основные реакции обмена аминокислот

Запомните, что основными реакциями обмена аминокислот являются: 1) реакции на радикал, 2) на карбоксильную группу и 3) на аминогруппу (рисунок 19.1).

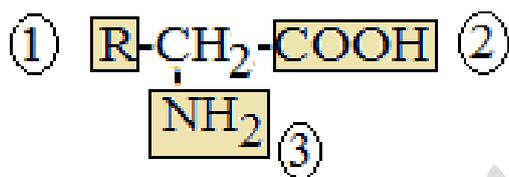


Рисунок 19.1 — Основные реакции обмена аминокислот

1.1. Реакции на радикал. Гидроксилирование

Задание 1.1 — Выполните следующие задания по рисунку 19.2:

- напишите уравнения гидроксилирования Фен, Про и лизина;
- назовите ферменты и укажите их класс;
- поясните значение продуктов реакций для организма.

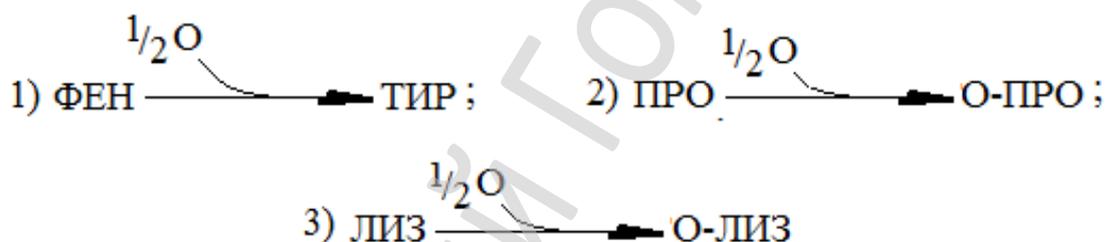


Рисунок 19.2 — Схема реакций гидроксилирования аминокислот

1.2. Реакции на карбоксильную группу

Задание 1.2 — Выполните следующие задания:

- напишите реакции декарбоксилирования Гис, Трп, Тир и глутамата;
- назовите ферменты и укажите их класс;
- поясните значение продуктов реакций для организма.

1.3. Реакции на аминогруппу

Реакции на аминогруппу делятся на 2 вида: реакции дезаминирования и реакции переаминирования.

1.3.1. Реакции дезаминирования

Задание 1.3 — Выполните следующие задания:

- Перепишите реакции дезаминирования, приведенные на схеме 19.3 и обозначьте тип дезаминирования (гидролитическое, окислительное, восстановительное, внутримолекулярное);
- Обозначьте красным цветом выделившийся в реакциях аммиак.

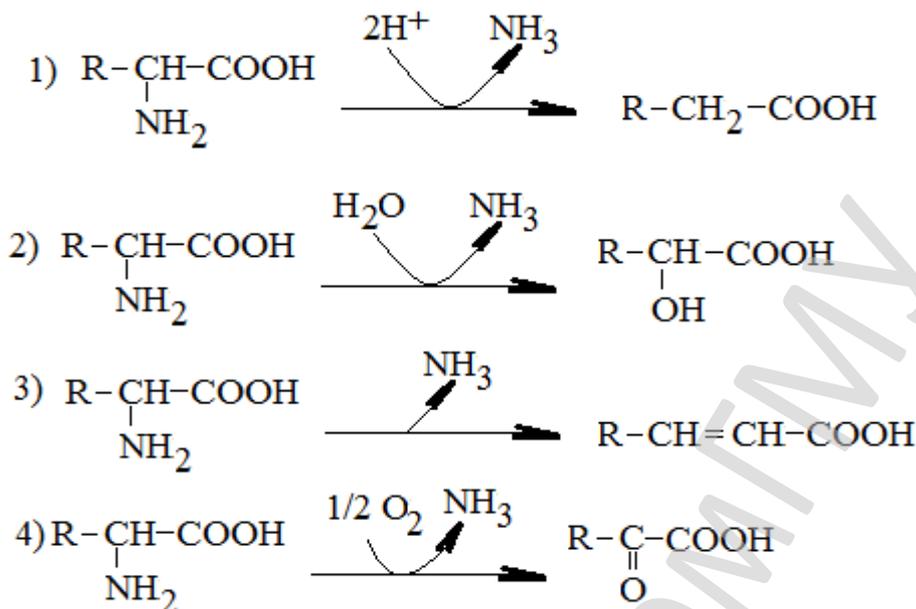


Рисунок 19.3 — Схемы реакций дезаминирования аминокислот

Задание 1.4 — Выполните следующие задания:

- перерисуйте рисунок 19.4;
- напишите уравнения реакций для Асн, Глн и Гис, используя для этого рисунки 19.3 и 19.4;
- назовите ферменты и укажите их класс;

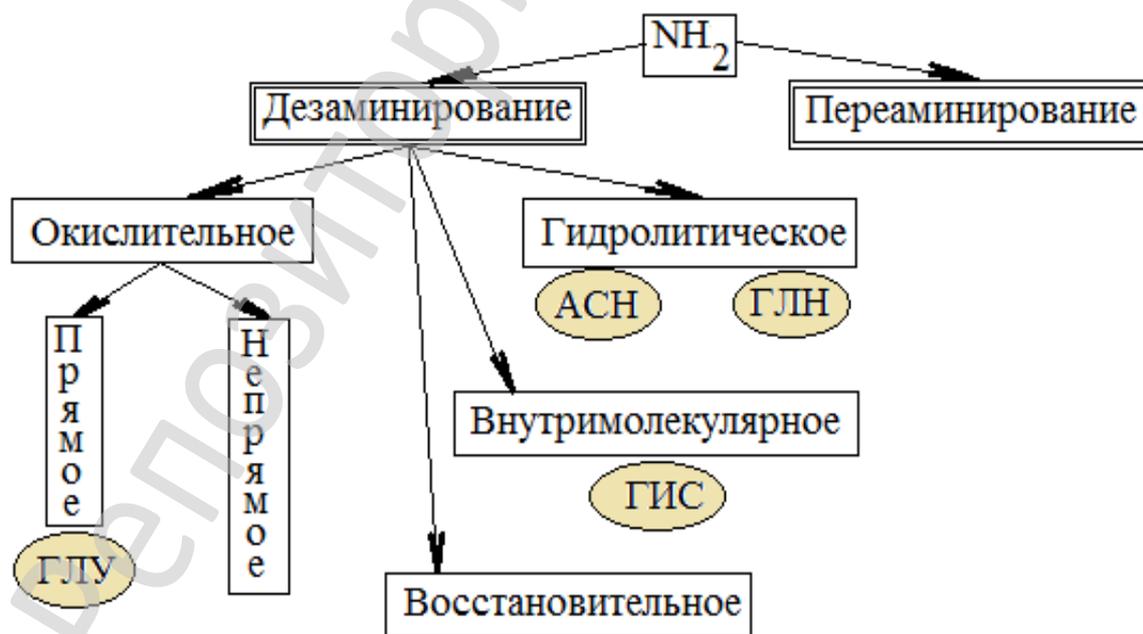


Рисунок 19.4 — Реакции на аминогруппу

Задание 1.5 — Выполните следующие задания по рисунку 19.5:

- напишите реакцию окислительного дезаминирования глутамата
- подпишите фермент (А), укажите его класс.

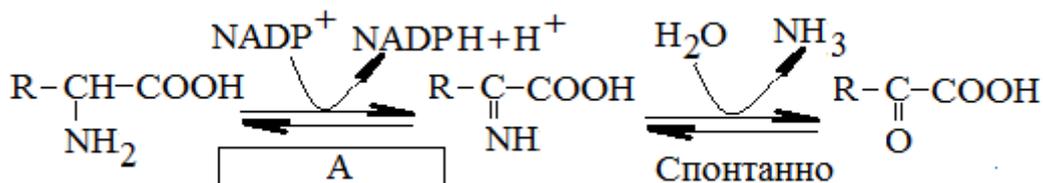


Рисунок 19.5 — Схема реакции прямого окислительного дезаминирования

1.3.2. Реакции переаминирования

Задание 1.6 — Напишите уравнения реакций переаминирования, катализируемые ферментами АСТ и АЛТ.

Задание 1.7 — Напишите 3 реакции переаминирования для указанных в схеме 19.6 аминокислот. Назовите ферменты, укажите их класс.

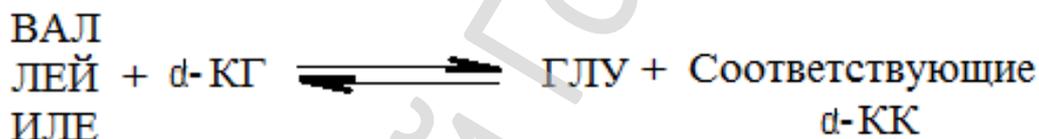


Рисунок 19.6 — Реакции трансаминирования

Задание 1.8 — Заполните таблицу 19.1

Таблица 19.1 — Реакции на аминогруппу

Тип реакции	Аминокислоты	Выделение аммиака (+/-)
Гидролитическое дезаминирование		
Внутримолекулярное дезаминирование		
Прямое окислительное дезаминирование		
Переаминирование		

1.3.3. Реакции непрямого окислительного дезаминирования

Задание 1.9 — Перерисуйте рисунок 19.7 и выполните задания:

а) Поясните суть реакций непрямого окислительного дезаминирования;

б) Какова роль реакций, обозначенных цифрой 1;

в) Какова роль реакций, обозначенных цифрой 2;

г) В каких тканях организма протекают реакции 1 и 2.

д) Напишите реакции непрямого окислительного дезаминирования для Фен и тир.

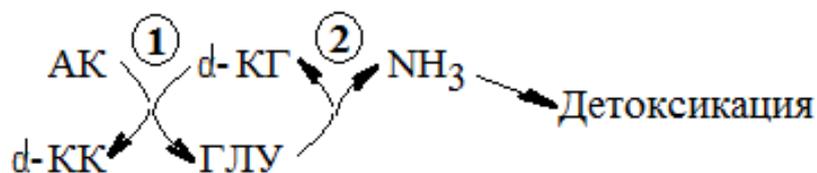


Рисунок 19.7 — Непрямое окислительное дезаминирование

2. Аммиак, образование и пути детоксикации

Задание 2.1 — Нарисуйте схему 1.2 и, пользуясь рисунками 18.2 и 19.8, отметьте либо допишите на ней пути использования продуктов дезаминирования АК.

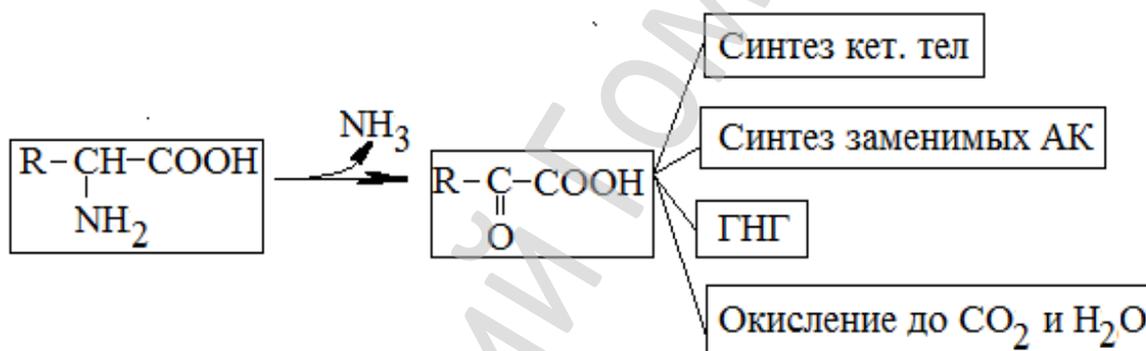


Рисунок 19.8 — Судьба продуктов дезаминирования аминокислот

Задание 2.2 — Выполните следующие задания по рисунку 19.9:

а) нарисуйте схему и допишите в нее соответствующие реакции, используя рисунок 19.10;

б) допишите, в каких органах и тканях протекают данные метаболические механизмы.

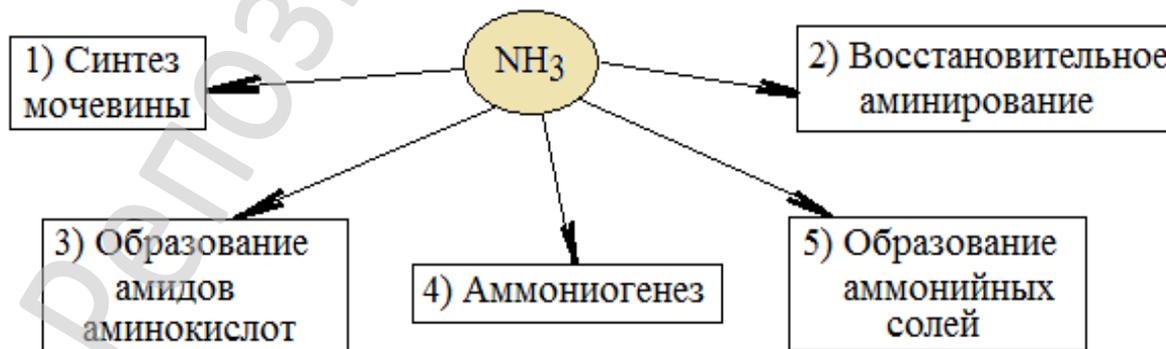


Рисунок 19.9 — Пути детоксикации аммиака

Задание 2.3 — Напишите химическими символами реакции Б, В, Г, Д с указанием метаболического пути детоксикации аммиака (синтез амидов, аммиогенез, аминирование АК).

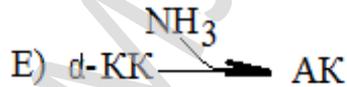
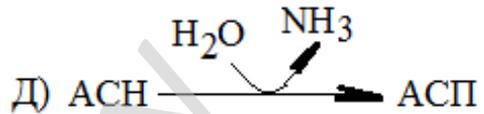
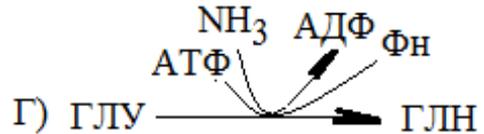
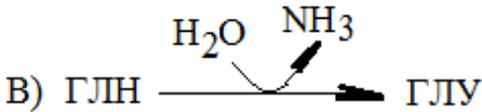
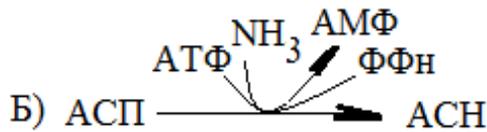
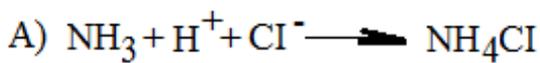


Рисунок 19.10 — Реакции детоксикации аммиака

Задание 2.4 — Выполните следующие задания по рисунку 19.11:

- перерисуйте рисунок, вставив вместо буквенных обозначений метаболиты цикла синтеза мочевины;
- обозначьте на схеме разными цветами реакции трансаминирования, реакции ЦТК и реакции ЦСМ.

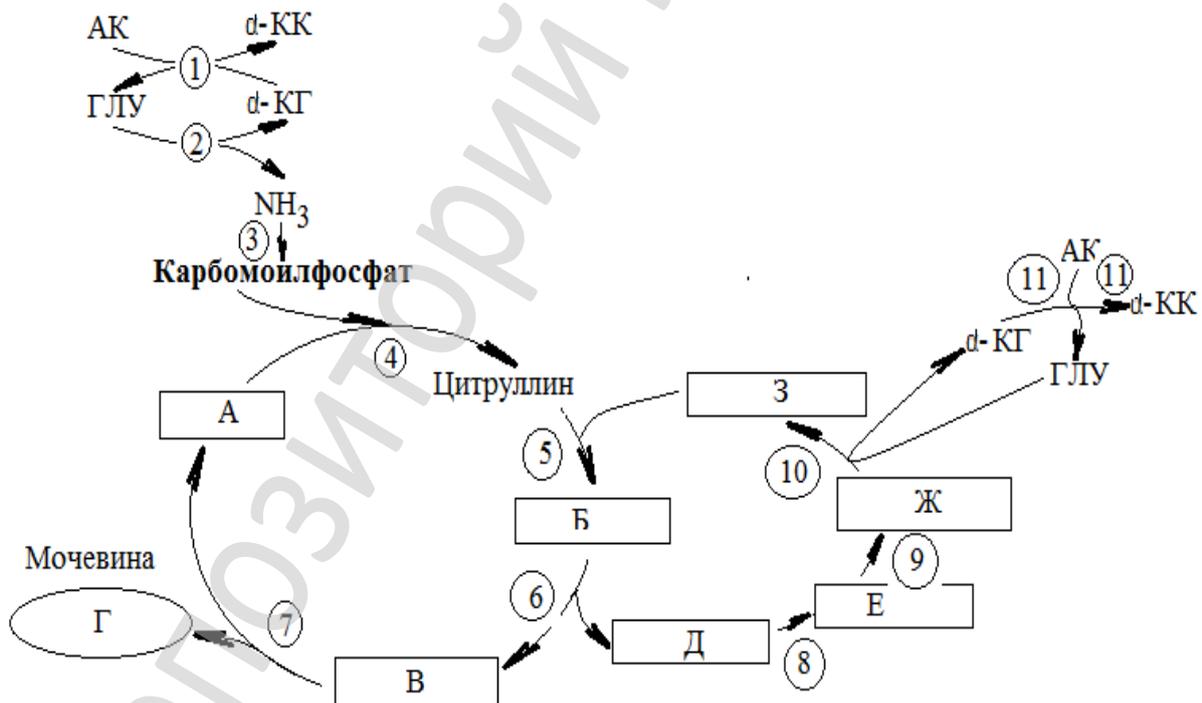


Рисунок 19.11 — Цикл синтеза мочевины

Задание 2.5 — Выполните следующие задания по рисунку 19.12:

- перерисуйте рисунок и укажите, в каком органе протекает данный процесс?
- укажите ферменты 1 и 2 и их класс;
- укажите вещества А и Б;
- поясните роль аммиогенеза для организма.

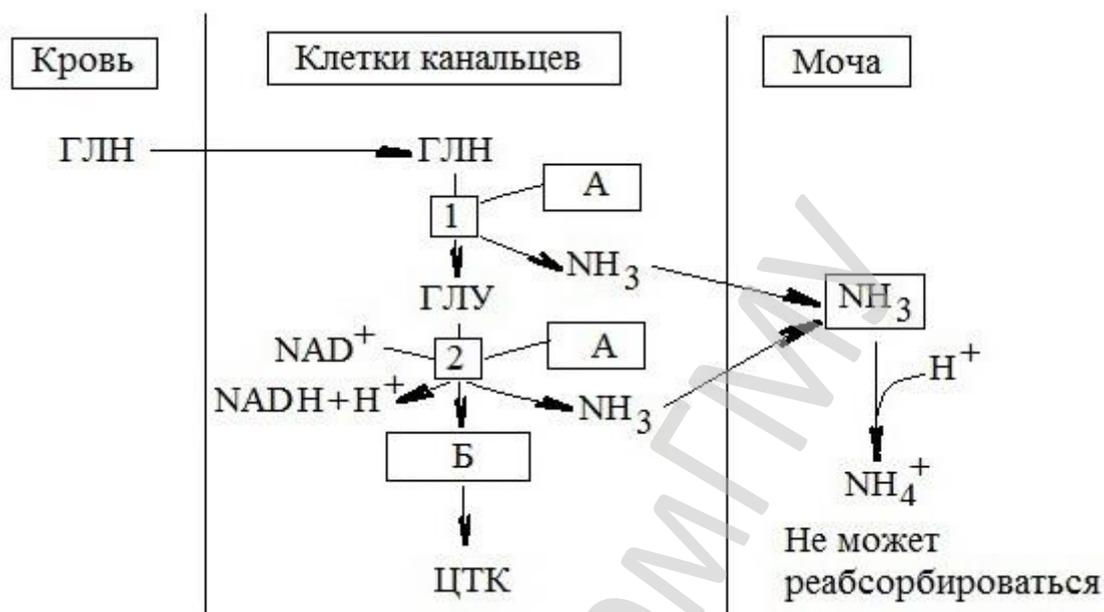


Рисунок 19.12 — Аммиогенез

Задание 2.6 — Перерисуйте рисунок 19.13 и выполните следующие задания:

- подпишите на схеме метаболизмы А и Б, укажите их энергетический баланс;
- назовите ферменты, указанные цифрами 1 и 2, укажите их класс;
- как называется данный метаболический путь и какова его роль?

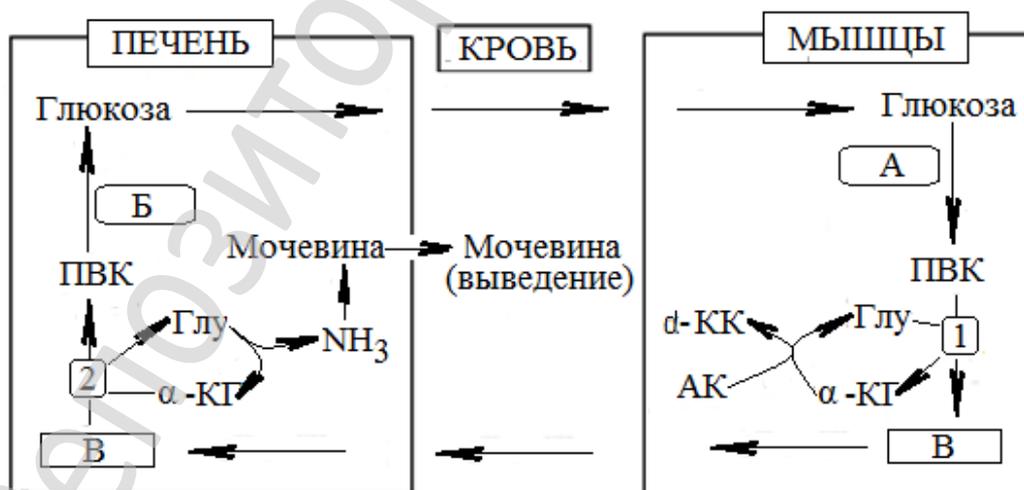


Рисунок 19.13 — Выведение аммиака из мышц

Задание 2.7 — Пользуясь рисунком 19.14, выполните следующие задания:

- нарисуйте рисунок 19.14 и обозначьте на нем следующие механизмы обезвреживания аммиака: цикл Фелига, ЦСМ, образование амидов АК, аммиогенез;

б) какие механизмы направлены на связывание аммиака, а какие на его выведение из организма?

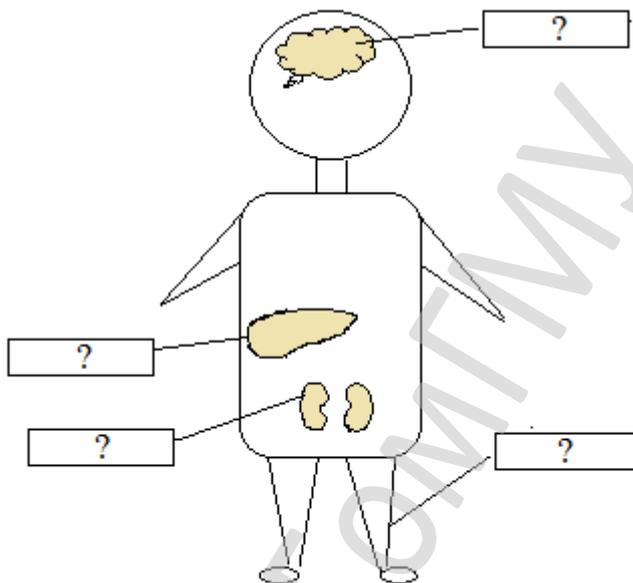


Рисунок 19.14 — Локализация путей обезвреживания аммиака в организме

Задание 2.8 — Пользуясь рисунком 19.15, выполните следующие задания:

а) подпишите на рисунке органную локализацию механизмов детоксикации аммиака Б, В, Г (печень, почки, кишечник);

б) допишите в схему механизмы детоксикации аммиака А, Д, Е, Ж (выведение с фекалиями, аммионогенез, синтез пуринов, ЦСМ);

в) подпишите ферменты 1 и 2 и укажите их класс.

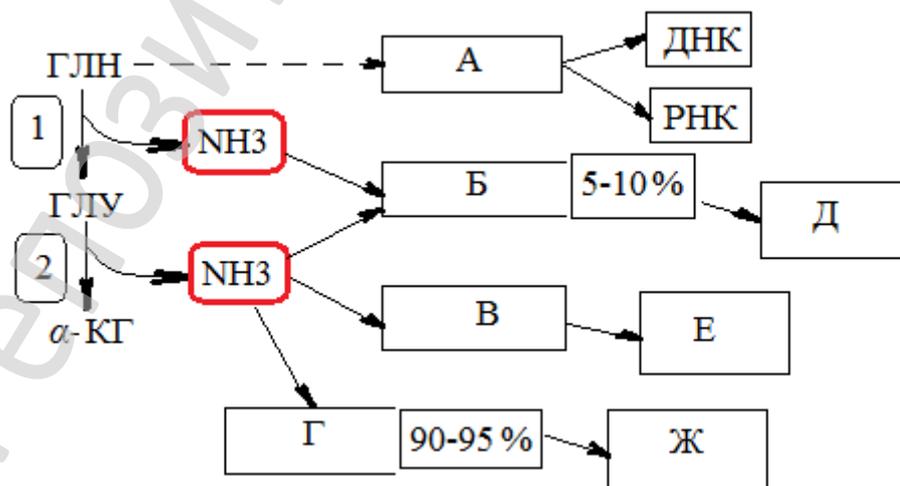


Рисунок 19.15 — Механизмы детоксикации аммиака

3. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 20

Тема: Синтез заменимых аминокислот. Особенности обмена отдельных аминокислот (глицина, серина, аланина, глутамата, метионина, аспартата, фенилаланина, тирозина)

Цель занятия: сформировать представления об основных путях метаболизма Гли, Сер, Ала, глутамата, метионина, аспартата, Фен, Тир в тканях.

Практическая часть:

1. Синтез заменимых аминокислот

Задание 1.1 — Пользуясь рисунком 20.1 выполните следующие задания:

- допишите формулы Б, Г и Е химическими символами;
- подпишите полученные вещества;
- подпишите ферменты А, В, Д и укажите их класс.

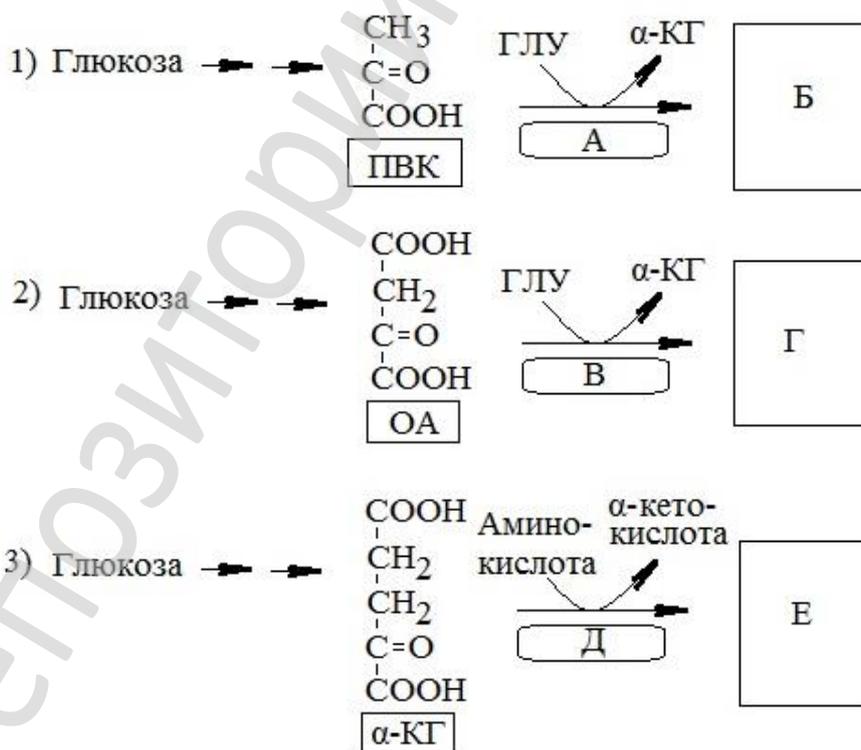


Рисунок 20.1 — Синтез заменимых аминокислот в реакциях переаминирования

Задание 1.2 — Пользуясь рисунком 20.2, выполните следующие задания:

- подпишите на рисунке вещества, обозначенные цифрами 1–4;
- подпишите ферменты А, Б, В и укажите их класс.

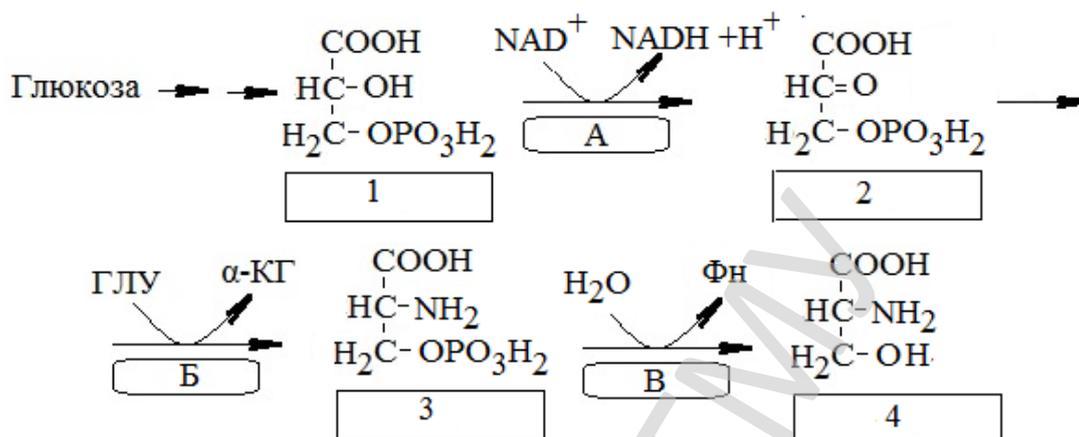


Рисунок 20.2 — Схема синтеза серина

Задание 1.3 — Пользуясь рисунком 20.3, выполните следующие задания:

- напишите реакции химическими символами;
- допишите в схемы недостающие вещества А, Г и Д;
- подпишите ферменты Б и В и укажите их класс.

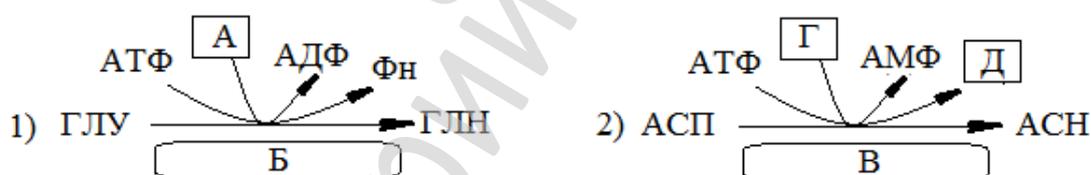


Рисунок 20.3 — Схемы реакций синтеза амидов глутаминовой (1) и аспарагиновой (2) кислот

Задание 1.4 — Пользуясь рисунком 20.4, выполните следующие задания:

- напишите реакции синтеза заменимых АК (цифры 1–6);
- подпишите ферменты и укажите их класс;
- выделите разными цветами трансферазные и синтетазные реакции.

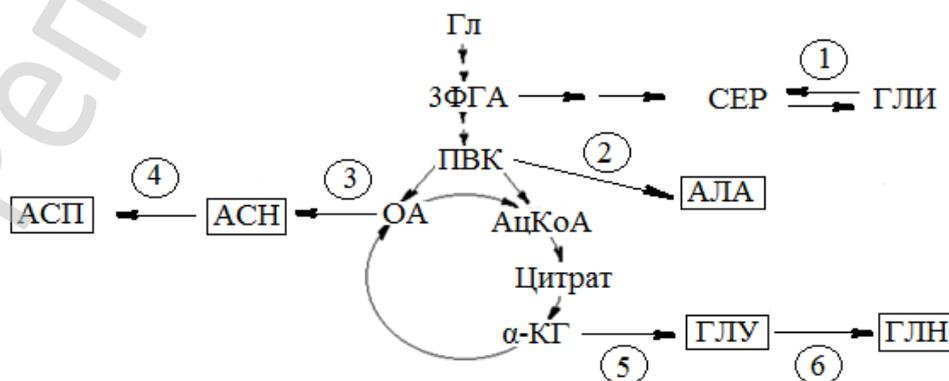


Рисунок 20.4 — Синтез некоторых аминокислот из глюкозы

2. Особенности обмена серина и глицина

Задание 2.1 — Рассмотрите и запишите в тетрадь схему рисунка 20.5.

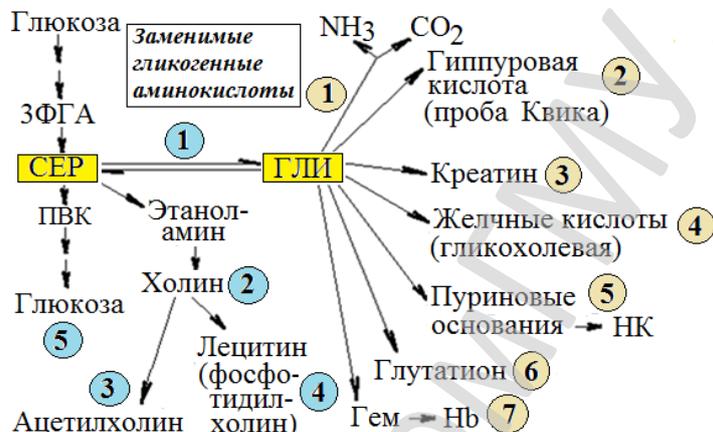


Рисунок 20.5 — Особенности обмена серина и глицина

Задание 2.2 — Выполните следующие задания по рисунку 20.6:

- подпишите фермент А и укажите его класс;
- подпишите вещества Б и В.

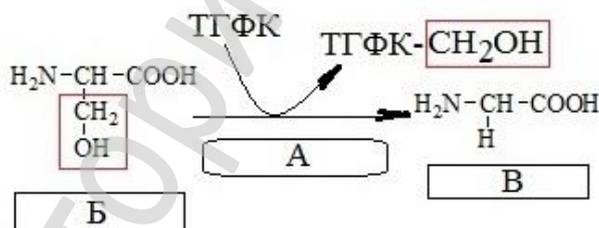


Рисунок 20.6 — Взаимопревращение серина и глицина

Задание 2.3 — Пользуясь рисунком 20.7, выполните следующие задания:

- допишите в реакцию вещество Д;
- подпишите вещества А и Б;
- подпишите ферменты В и Г и укажите их класс;
- поясните роль холина для организма.

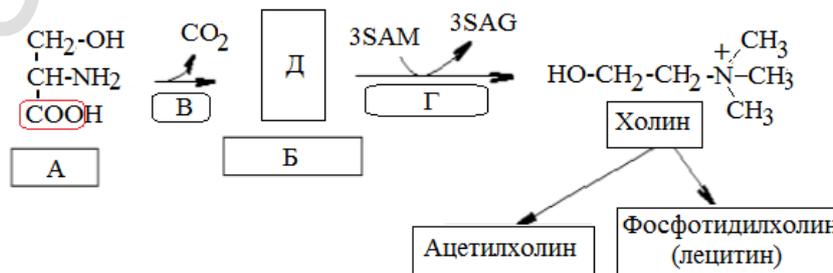


Рисунок 20.7 — Роль серина в синтезе холина

Задание 2.4 — Выполните следующие задания по рисунку 20.8:

- подпишите вещество А;
- поясните роль ГНГ для организма;
- назовите субстраты ГНГ;
- укажите факторы (гормоны), влияющие на процесс ГНГ.

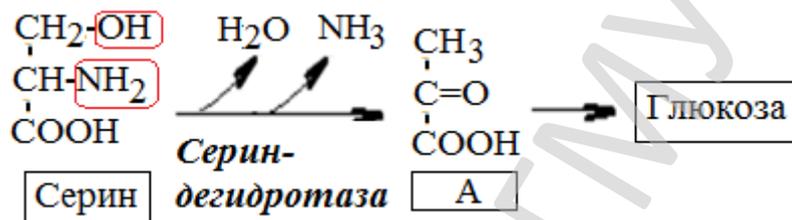


Рисунок 20.8 — Схема синтеза глюкозы из серина

Задание 2.5 — Пользуясь рисунком 20.9, выполните следующие задания:

- укажите класс фермента, катализирующего реакцию;
- укажите главный продукт данной реакции.

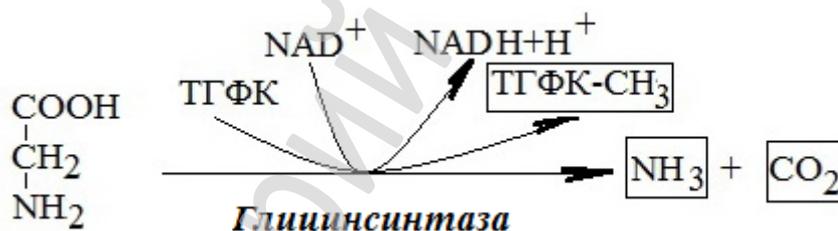


Рисунок 20.9 — Катаболизм глицина

Задание 2.6 — Пользуясь рисунком 20.10, выполните следующие задания:

- подпишите вещества А и Б;
- подпишите фермент В и укажите его класс;
- поясните, для диагностики патологий какого органа используется проба Квика;
- опишите этапы пробы Квика и дайте ее клинико-диагностическую оценку.

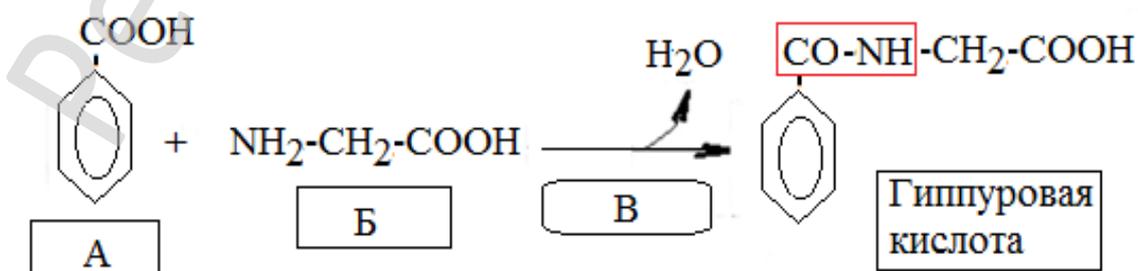


Рисунок 20.10 — Схема образования гиппуровой кислоты (проба Квика)

Задание 2.7 — Пользуясь рисунком 20.11, выполните следующие задания:

- подпишите вещества А и Б;
- подпишите ферменты В и Г и укажите их классы;
- укажите роль креатина для организма.

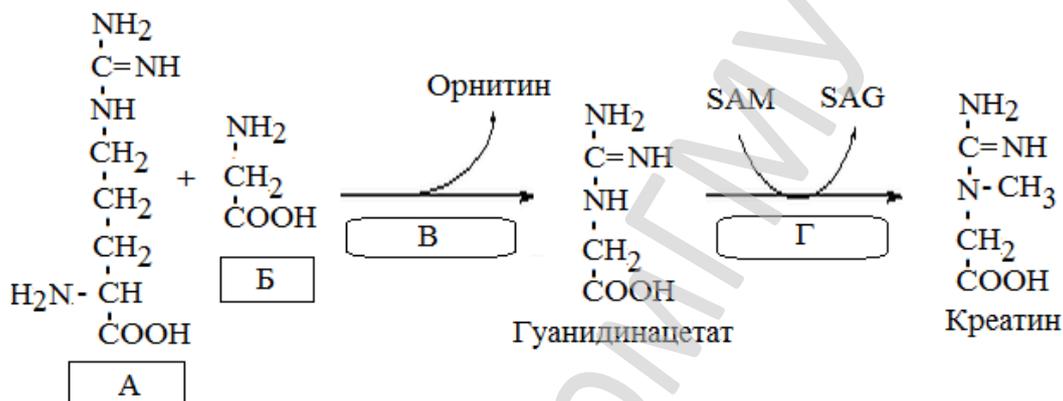


Рисунок 20.11 — Роль глицина в синтезе креатина

Задание 2.8 — Перерисуйте рисунок 20.12, поясните роль глицина в образовании парных желчных кислот и укажите их роль.



Рисунок 20.12 — Парные желчные кислоты

Задание 2.9 — Пользуясь рисунком 20.13, выполните следующие задания:

- напишите формулу Гли вместо буквенного обозначения;
- поясните роль Гли для синтеза пуринового кольца.

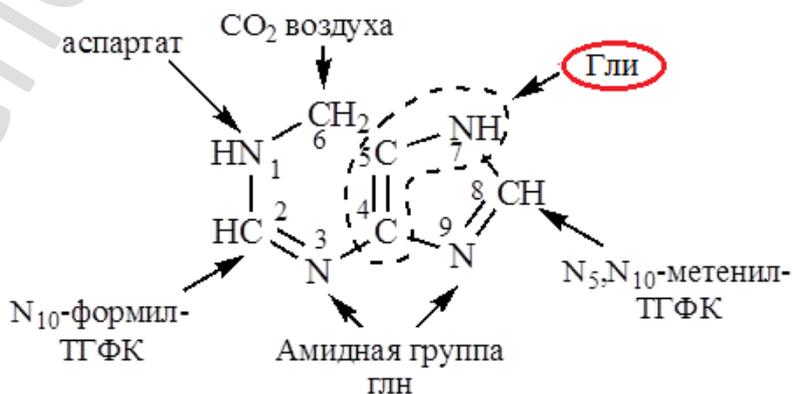


Рисунок 20.13 — Пуриновые основания

Задание 2.10 — Пользуясь рисунком 20.14, выполните следующие задания:

- подпишите вещества А, Б, В, Г и Д;
- подпишите ферменты Е и Ж, укажите их классы;
- выделите разными цветами аминокислоты глутамат, цистеин и Гли в каждой формуле.

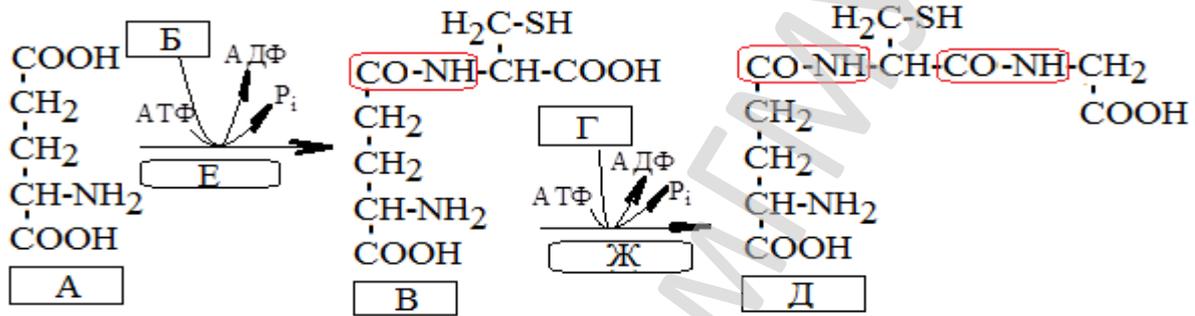


Рисунок 20.14 — Роль глицина в синтезе глутатиона

Задание 2.11 — Рассмотрите рисунок 20.15 и поясните основные функции глутатиона в клетке.

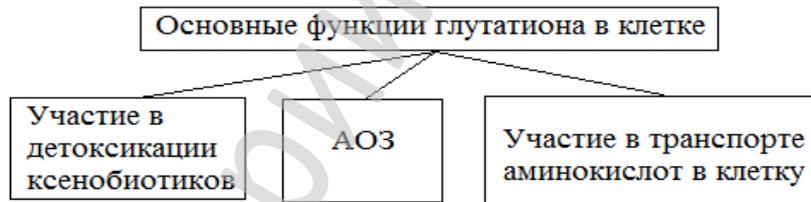


Рисунок 20.15 — Основные функции глутатиона в клетке

Задание 2.12 — Пользуясь рисунком 20.16, выполните следующие задания:

- напишите реакцию образования аминоревуленовой кислоты химическими символами;
- напишите фермент и укажите его класс.

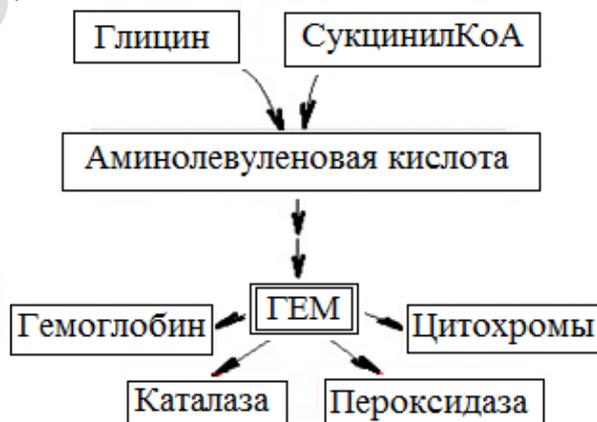


Рисунок 20.16 — Роль глицина в синтезе гема

3. Особенности обмена аланина

Задание 3.1 — Рассмотрите схему рисунка 20.17.



Рисунок 20.17 — Особенности обмена аланина

Задание 3.2 — Выполните следующие задания по рисунку 20.18:

- допишите химическими символами вещество А и подпишите его;
- укажите вещество В;
- подпишите фермент В и укажите его класс;

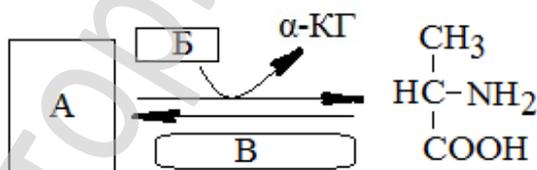


Рисунок 20.18 — Синтез аланина

Задание 3.3 — Выполните следующие задания по рисунку 20.19:

- допишите химическими символами вещество А;
- подпишите вещества В и В;
- подпишите фермент Г и укажите его класс;
- поясните роль карнозина и ансерина для организма.

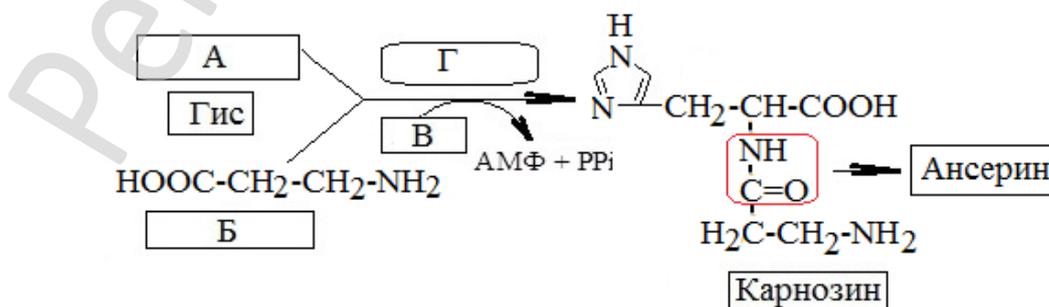


Рисунок 20.19 — Роль β-аланина в синтезе карнозина и ансерина

Задание 3.4 — Запишите схему цикла Фелига и укажите роль Ала в данном метаболическом пути;

Задание 3.5 — Выполните следующие задания по рисунку 20.20:

- напишите химическими символами реакции синтеза Гл из Ала, обозначенные цифрами 1–3;
- подпишите ферменты и укажите их классы;
- поясните роль ГНГ для организма.

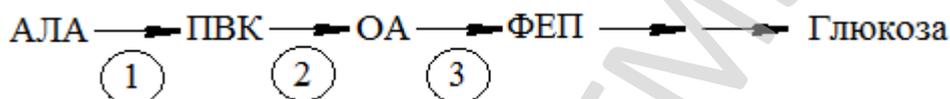


Рисунок 20.20 — Синтез глюкозы из аланина

Задание 3.6 — Пользуясь рисунком 20.21, выполните следующие задания:

- напишите химическими символами реакции, обозначенные цифрами 1 и 2;
- подпишите ферменты и укажите их классы;
- сколько АТФ образуется в данном метаболическом пути?



Рисунок 20.21 — Схема катаболизма аланина

4. Особенности обмена глутаминовой кислоты

Задание 4.1 — Рассмотрите схему рисунка 20.22.

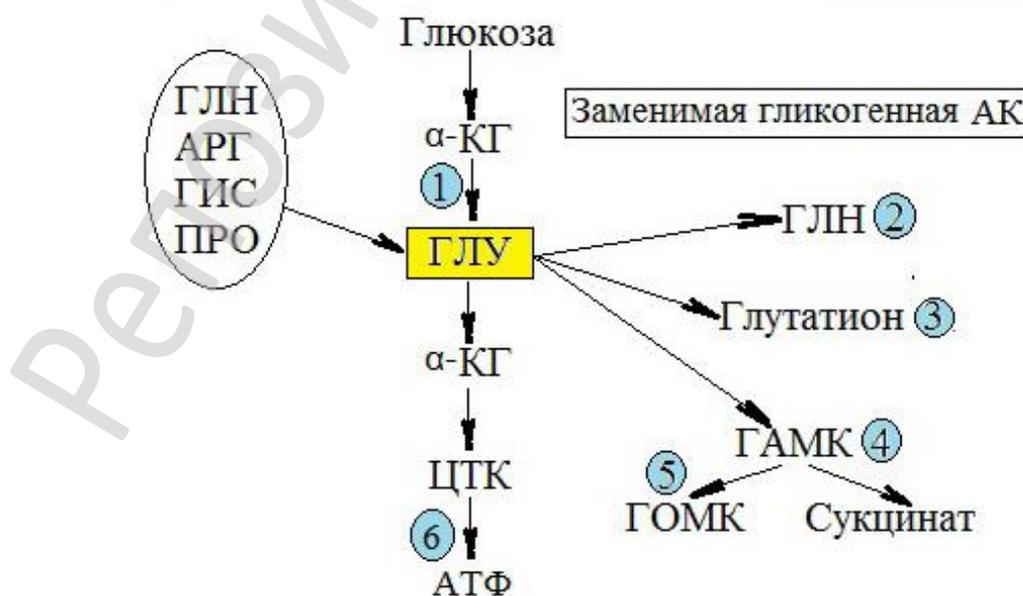


Рисунок 20.22 — Особенности обмена глутамата

- Задание 4.2** — Выполните следующие задания по рисунку 20.23:
- подпишите реакции синтеза глутамата А и Б (реакция переаминирования, реакция окислительного аминирования);
 - допишите формулы В и Г;
 - подпишите ферменты реакций Д и Е. Укажите их класс;
 - допишите вещество Ж;
 - сделайте вывод, в каких реакциях возможен синтез глутамата.

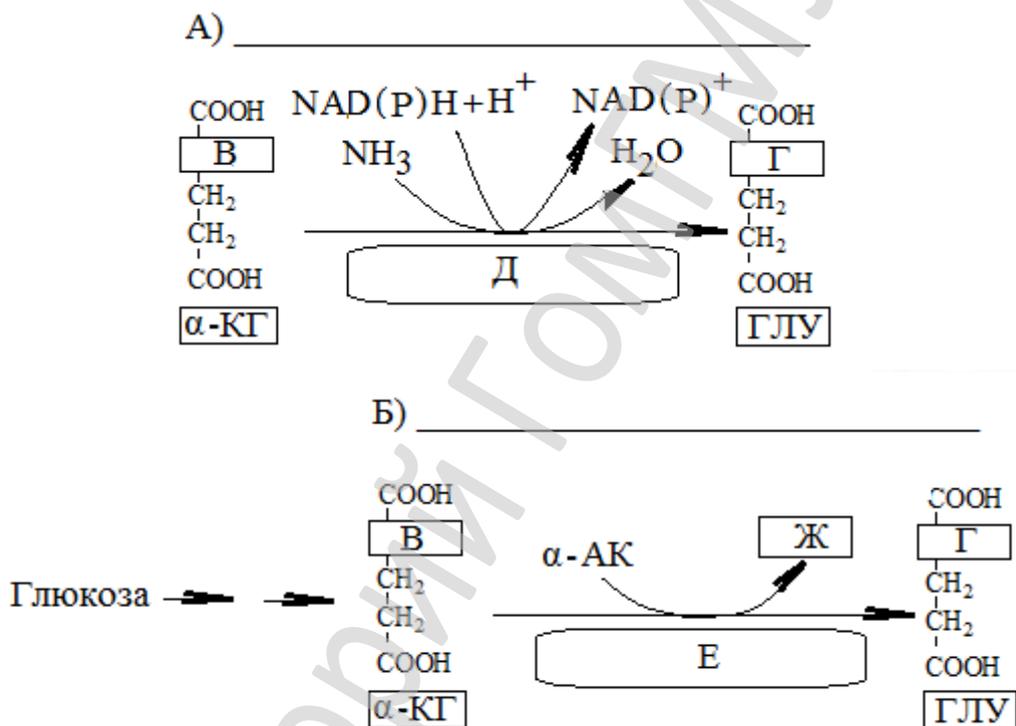


Рисунок 20.23 — Схема синтеза глутамата

- Задание 4.3** — Пользуясь рисунком 20.24, выполните следующие задания:
- допишите формулы А, Б, В;
 - допишите ферменты реакций Г и Д. Укажите их класс;
 - укажите органную локализацию реакций и укажите их роль для организма.

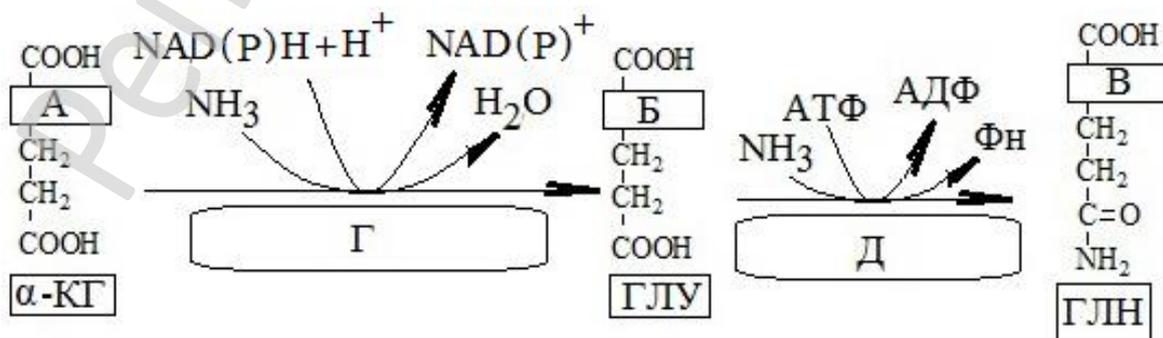


Рисунок 20.24 — Схема синтеза глутамина

Задание 4.4 — Выполните задания по рисункам 19.12–19.15 (см. ранее) и укажите роль глутамата в связывании и детоксикации аммиака.

Задание 4.5 — Пользуясь рисунком 20.25, выполните следующие задания:

- укажите ферменты 1 и 2;
- укажите вещества А и Б;
- напишите формулу мочевины;
- поясните роль глутамата в цикле синтеза мочевины;
- поясните роль ЦСМ для организма, укажите органо-локализацию.

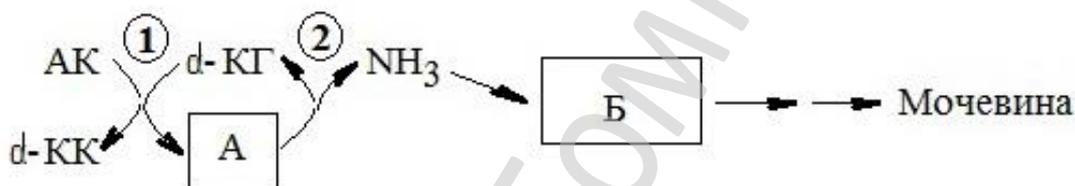


Рисунок 20.25 — Схема цикла синтеза мочевины

Задание 4.6 — Пользуясь рисунком 20.26, выполните следующие задания:

- укажите ферменты А и Б;
- напишите реакцию химическими символами;
- укажите роль глутатиона для организма.

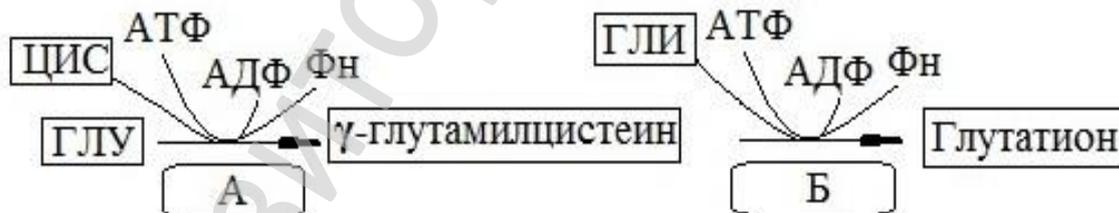


Рисунок 20.26 — Роль глутамата в синтезе глутатиона

Задание 4.7 — Пользуясь рисунком 20.27, выполните следующие задания:

- укажите фермент А и его класс;
- напишите реакцию химическими символами.

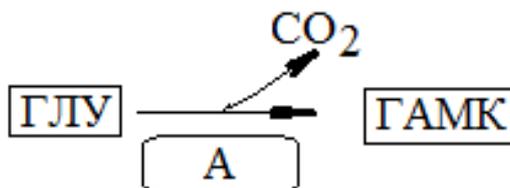


Рисунок 20.27 — Схема синтеза γ-аминомасляной кислоты

Задание 4.8 — Выполните следующие задания по рисунку 20.28:
 а) напишите химическими символами реакцию, обозначенную цифрой 1;

б) подпишите фермент и укажите его класс;

в) сколько АТФ образуется в данном метаболическом пути?

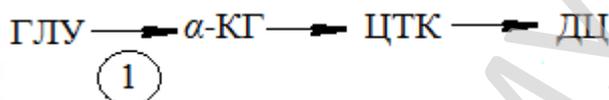


Рисунок 20.28 — Схема катаболизма глутамата

5. Особенности обмена метионина (MET)

Задание 5.1 — Рассмотрите схему рисунка 20.29.

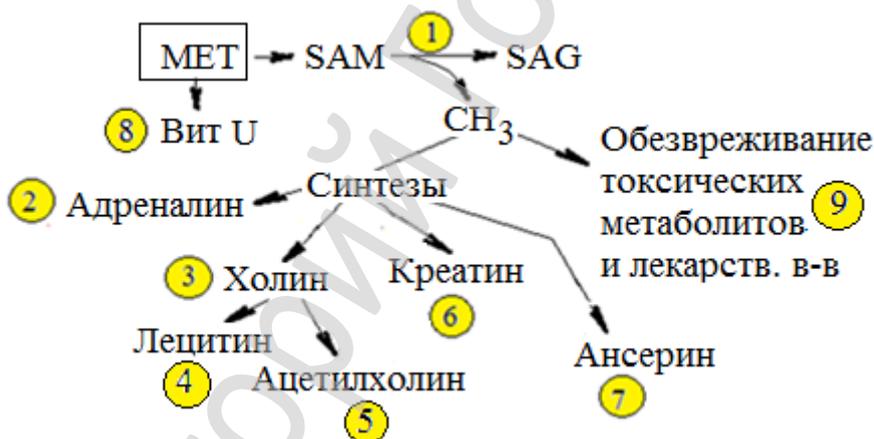


Рисунок 20.29 — Особенности метаболизма метионина

Задание 5.2 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.30:

а) допишите в реакцию формулу метионина (А);

б) допишите ферменты Б и В и укажите их класс;

в) укажите, в синтезе каких веществ принимает участие метильная группа SAM (Г).

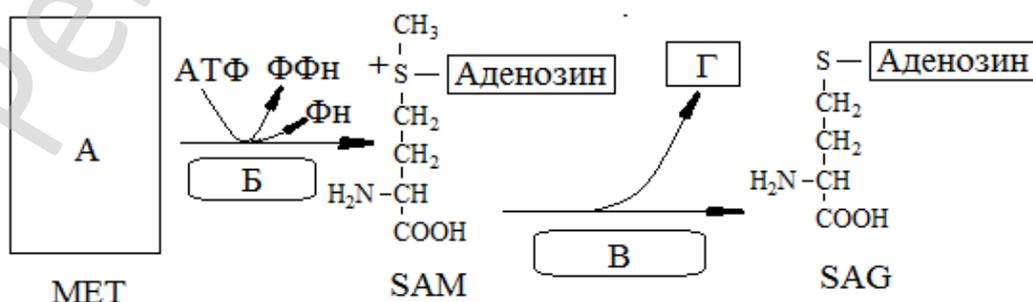


Рисунок 20.30 — Схема метаболизма S-аденозилметионина

Задание 5.3 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.31:

- подпишите фермент А и укажите его класс;
- укажите роль метионина в синтезе адреналина.

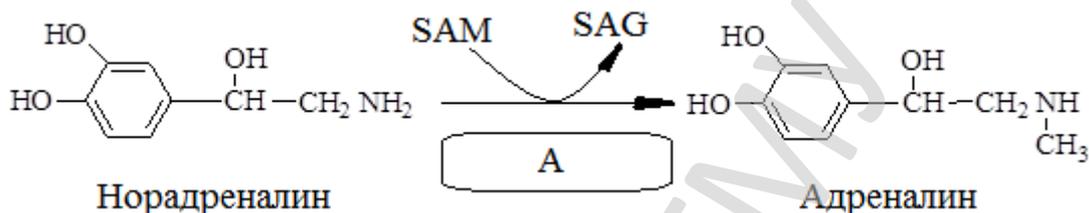


Рисунок 20.31 — Роль метионина в синтезе адреналина

Задание 5.4 — Выполните задания 2.3 по рисунку 20.7 и укажите роль метионина в синтезе холина.

Задание 5.5 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.32:

- напишите химическими символами формулы Арг и Гл;
- подпишите ферменты А и Б и укажите их класс;
- укажите роль метионина в синтезе креатина.

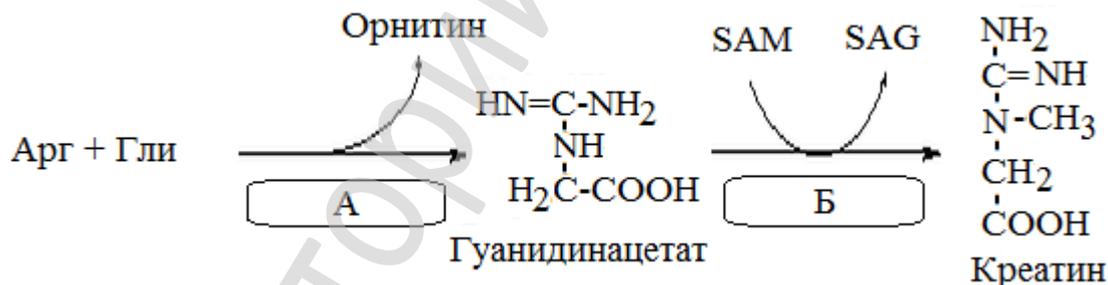


Рисунок 20.32 3 Роль метионина в синтезе креатина

Задание 5.6 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.33:

- укажите вещества А и Б;
- подпишите ферменты В и Г и укажите их класс;
- укажите роль метионина в синтезе ансерина.

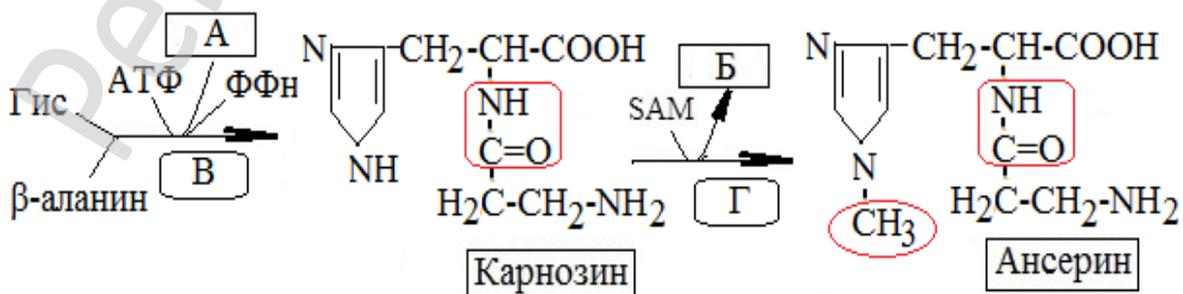


Рисунок 20.33 — Роль метионина в синтезе ансерина

Задание 5.7 — Напишите формулу витамина U (S-метилметионина) и поясните его роль для организма.

Задание 5.8 — Поясните роль метионина в обезвреживании токсических метаболитов и лекарственных веществ.

6. Особенности обмена фенилаланина и тирозина

Задание 6.1 — Рассмотрите схему рисунка 20.34 и отметьте органную локализацию обмена Фен и Тир, обозначенные буквами А-Д (нервная ткань, печень, надпочечники, щитовидная железа, меланоциты).

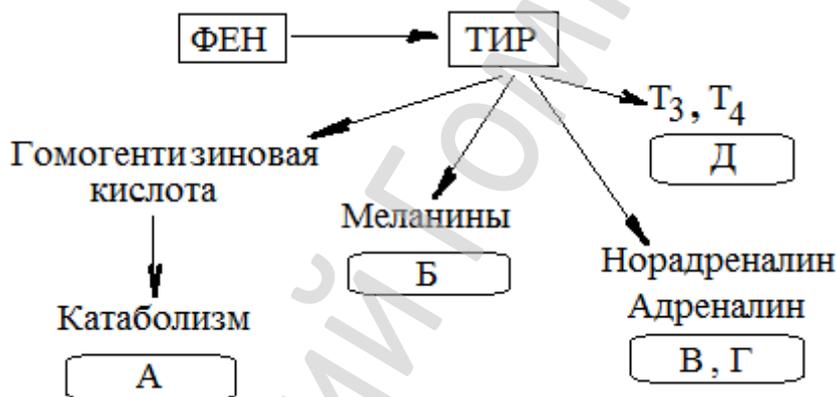


Рисунок 20.34 — Особенности метаболизма фенилаланина и тирозина

Задание 6.2 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.35:

- напишите химическими символами вещества А и Б;
- укажите вещества В, Г и Д;
- назовите ферменты 1-5 и укажите их класс.

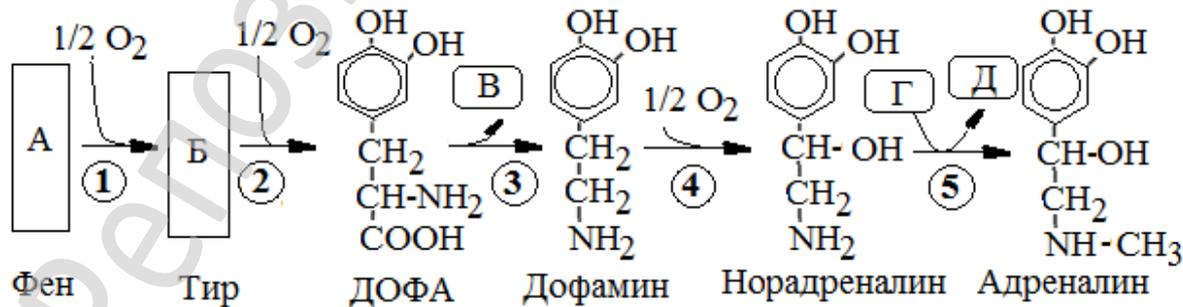


Рисунок 20.35 — Роль фенилаланина в синтезе катехоламинов

Задание 6.3 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.36:

- напишите формулы веществ А и Б;
- укажите органную локализацию процесса.

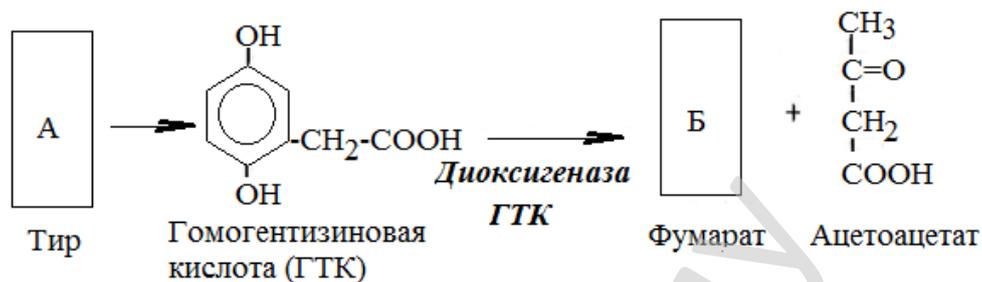


Рисунок 20.36 — Катаболизм тирозина

Задание 6.4 — Подпишите на рисунке 20.37 вещества А и Б и укажите их роль для организма.

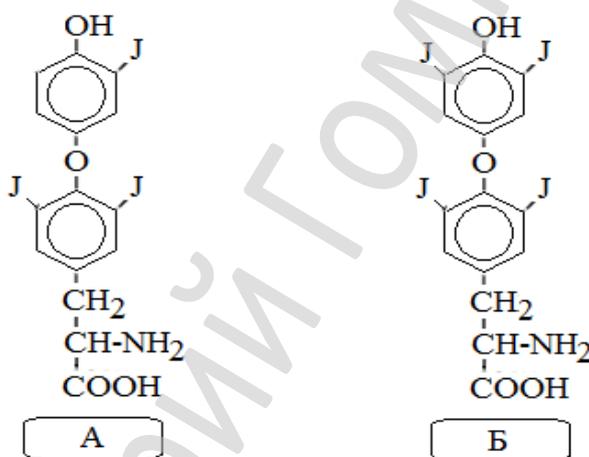


Рисунок 20.37 — Роль тирозина в синтезе тиреоидных гормонов

Задание 6.5 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.38:

- впишите в схему формулы Фен, Тир, фенилацетата, фенилпирувата и фениллактата;
- подпишите ферменты А, Б, В и укажите их класс;
- впишите вместо букв Г и Д клинические проявления ФКУ (умственная отсталость, «мышинный» запах от мочи).

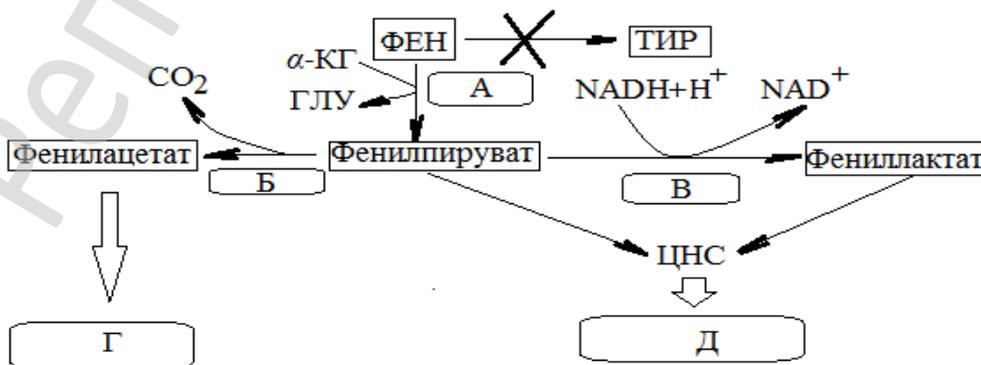


Рисунок 20.38 — Метаболизм при фенилкетонурии

7. Особенности обмена аспартата

Задание 7.1 — Рассмотрите схему рисунка 20.39.

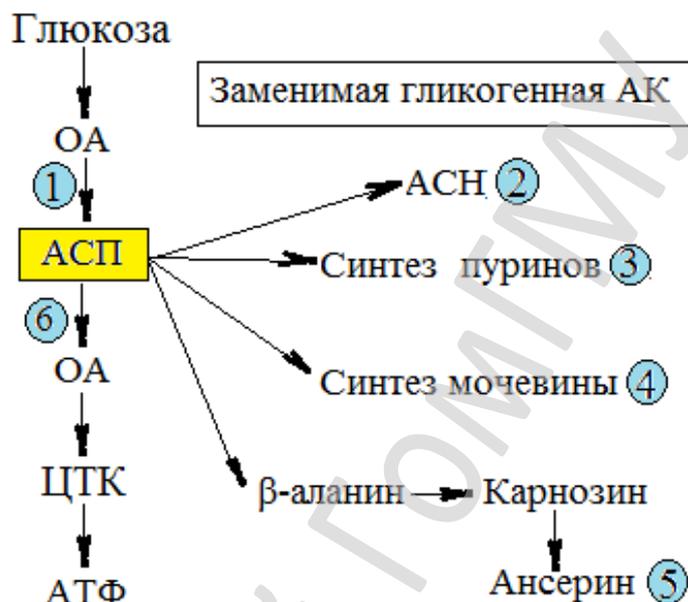


Рисунок 20.39 — Особенности обмена аспартата

Задание 7.2 — Напишите химическими символами реакцию синтеза аспартата, катализируемую АСТ и укажите роль фермента в энзимодиагностике.

Задание 7.3 — Напишите реакцию синтеза Асн (см. рисунок 20.3), укажите роль Асн в детоксикации аммиака.

Задание 7.4 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.40:

- напишите формулу аспартата вместо буквенного обозначения;
- поясните роль аспартата для синтеза пуринового кольца.

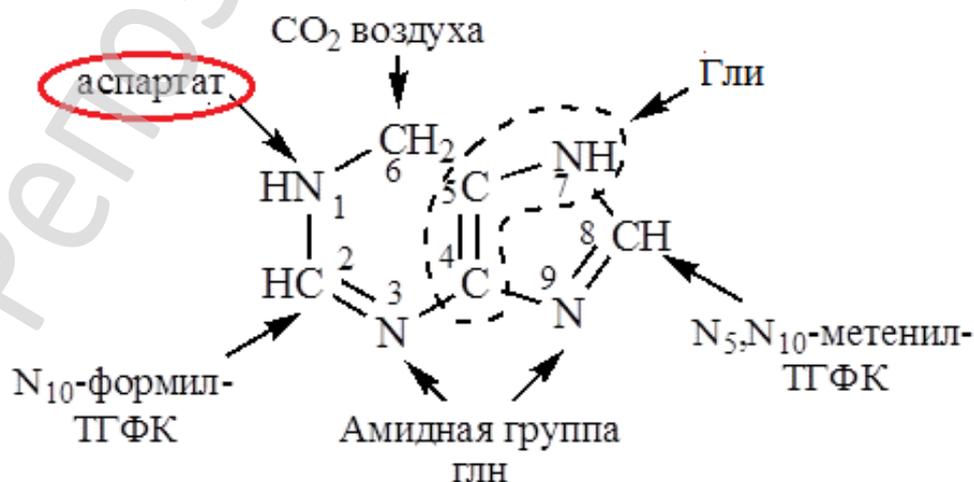


Рисунок 20.40 — Роль аспартата в синтезе пуринов

Задание 7.5 — Выполните следующие задания по рисунку 20.41:
 а) напишите формулы А и Б химическими символами;
 б) подпишите ферменты В и Г и укажите их класс.

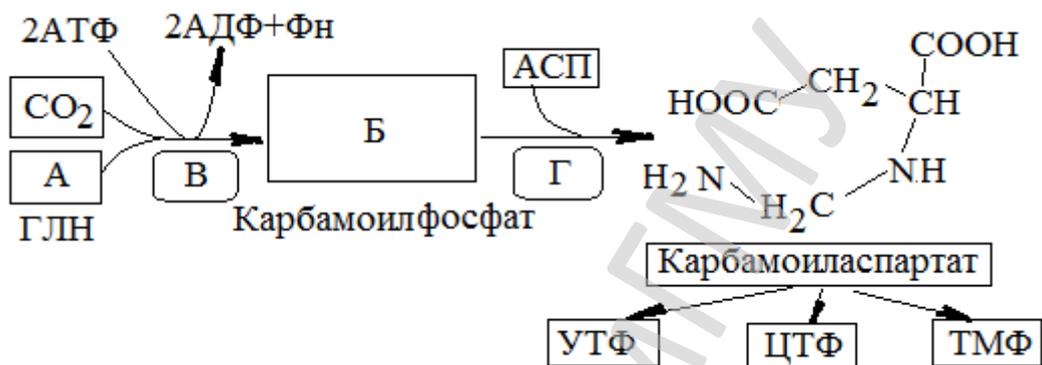


Рисунок 20.41 — Роль аспартата в синтезе пиримидинов

Задание 7.6 — Напишите реакцию ЦСМ, протекающую с участием Асп, укажите фермент и его класс.

Задание 7.7 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.42:

- напишите реакции химическими символами;
- подпишите ферменты А–В и укажите их класс;
- укажите роль аспартата в синтезе карнозина и ансерина.

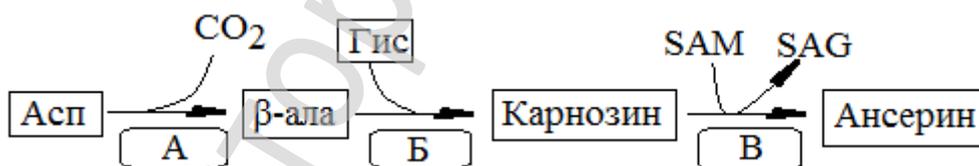


Рисунок 20.42 — Роль аспартата в синтезе карнозина и ансерина

Задание 7.8 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 20.43:

- напишите химическими символами реакцию, обозначенную цифрой 1;
- подпишите фермент и укажите его класс;
- сколько АТФ образуется в данном метаболическом пути?



Рисунок 20.43 — Схема катаболизма аспартата

8. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 21

Тема: Нуклеопротейды. Структура и функции информационных макромолекул

Цель занятия: сформировать представление о структуре, метаболизме и функциях азотистых оснований, нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

Практическая часть:

1. Переваривание и всасывание нуклеопротейдов

Задание 1.1 — Дополните схему рисунка 21.1 следующими терминами: нуклеиновые кислоты, цитозин, нуклеопротейды, белки, негистоновые, ДНК, урацил, РНК, азотистое основание, рибоза, аденин, дезоксирибоза, остаток фосфорной кислоты, гуанин, гистоновые, тимин.

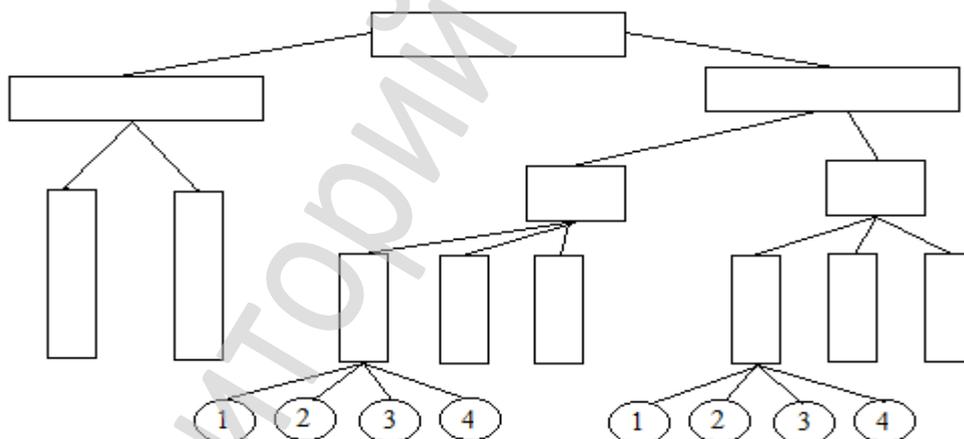


Рисунок 21.1 — Строение нуклеопротейдов

Задание 1.2 — Заполните таблицу 21.1.

Таблица 21.1 — Переваривание дезоксирибонуклеопротейдов в желудочно-кишечном тракте

№	Отдел ЖКТ	pH	Ферменты	Продукты
1	Ротовая полость			
2	Желудок			
3	Тонкий кишечник			

Задание 1.3 — Перерисуйте рисунок 21.2 и дополните схему следующими терминами: нуклеотидазы, нуклеозидазы, нуклеазы, протеазы, аденин, цитозин, тимин, урацил, гуанин.

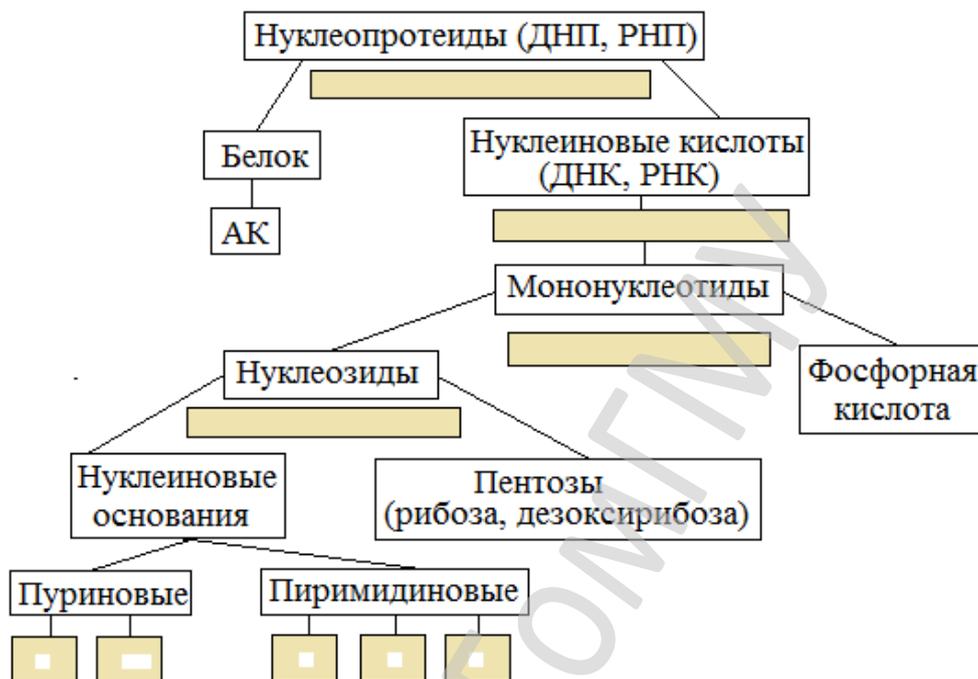


Рисунок 21.2 — Схема гидролиза нуклеопротеидов

Задание 1.4 — Перерисуйте рисунок 21.3 и поясните процесс всасывания конечных продуктов переваривания нуклеопротеидов.



Рисунок 21.3 — Всасывание конечных продуктов переваривания нуклеопротеидов

2. Виды нуклеотидов и их основные функции

Задание 2.1 — Заполните таблицу 21.2, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

1. Способ синтеза: субстратное фосфорилирование; субстратное и окислительное фосфорилирование; синтез из витамина В₂; синтез из витамина РР и триптофана; синтез из ФМН; фосфорилирование NAD⁺; транскрипция; репликация.

2. Функции: энергетическая «валюта» клетки; транспорт электронов и протонов и аллостерическая регуляция; транспорт электронов и протонов; хранение наследственной информации; передача наследственной информации.

Таблица 21.2 — Виды нуклеотидов и их основные функции

Нуклеотиды	Способ синтеза	Функции
Моно-	АТФ	
	ГТФ	
Ди-	NAD ⁺	
	NADP ⁺	
	FMN	
	FAD ⁺	
Поли-	ДНК	
	РНК	

3. Структура и функции нуклеиновых кислот

Задание 3.1 — Выполните следующие задания по рисунку 21.4:

- напишите химическими символами нуклеиновую кислоту, показанную схематично на рисунке;
- подпишите вид нуклеиновой кислоты (ДНК либо РНК);
- пронумеруйте атомы пентозы;
- допишите комплементарную цепь.

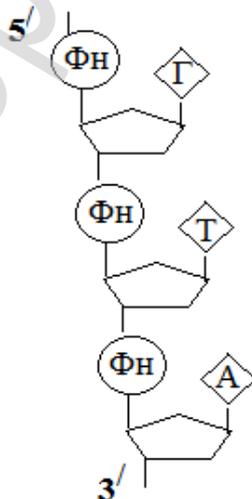


Рисунок 21.4 — Строение нуклеиновых кислот

Задание 3.2 — Заполните таблицу 21.3

Таблица 21.3 — Виды ДНК

Вид ДНК	Ядерная	Митохондриальная
Функция		
Клеточная локализация		
Структура		

Задание 3.3 — Заполните таблицу 21.4, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже: структурная организация рибосомы; носители генетической информации; рибозимы, участвующие в сплайсинге; трансляция (перевод) информации иРНК в последовательность АК в белке; «зеркальная» копия соответствующего гена, синтез ДНК на матрице РНК.

Таблица 21.4 — Виды и функции РНК

№	Вид РНК	Функция РНК
1	иРНК	
2	тРНК	
3	рРНК	
4	Малоядерные (мя)РНК	
5	Вирусные РНК	

Задание 3.4 — Заполните таблицу 21.5, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

- последовательность нуклеотидов;
- изогнутая цепь;
- форма локтевого сгиба, петли удерживаются ван-дер-ваальсовыми связями;
- является скелетом рибосомы, имеет форму клубочка или палочки;
- подобна нити, намотанной на катушку, роль которой играет транспортный белок информофер, образуя информосому;
- вид клеверного листа.

Таблица 21.5 — Виды и структуры РНК

Вид	иРНК	тРНК	рРНК
Первичная структура			
Вторичная структура			
Третичная структура			

Задание 3.5 — Заполните таблицу 21.6, выбирая правильные варианты ответов из приведенных ниже:

- являются биополимерами;
- состоит из азотистого основания, молекулы пентозы, остаток фосфорной кислоты;
- тимин;
- дезоксирибоза;
- урацил;
- одиночная или удвоенная спираль;
- содержится в основном в ядре;

- содержится в рибосомах, ядрышке, цитоплазме;
- двуцепочечная молекула, образующая спираль;
- участвуют в синтезе белка;
- рибоза;
- сохранение и передача наследственности;
- биосинтез белка.

Таблица 21.6 — Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Общие		
Локализация клеточная		
Вторичная структура		
Основная биологическая роль		
Азотистые основания		
Пентоза		

Задание 3.6 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 21.5:

- а) обозначьте на схеме пути метаболизма пуриновых оснований:
 - 1) синтез АМФ и ГМФ из ИМФ;
 - 2) катаболизм АМФ и ГМФ;
 - 3) реутилизация пуринов («путь спасения»).
- б) поясните, что такое «путь спасения»;
- в) обозначьте на схеме рисунка 21.5 причины возникновения заболевания подагры. Запишите клинические проявления болезни.

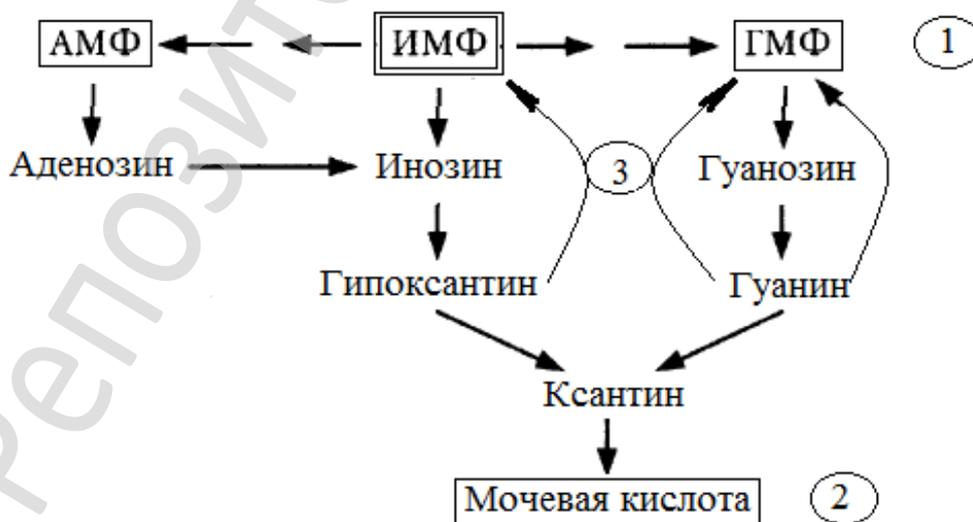


Рисунок 21.5 — Метаболизм пуринов

4. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

ЗАНЯТИЕ 22

Тема: Механизмы хранения и передачи генетической информации

Цель занятия: Сформировать представления об этапах биосинтеза белка.

Практическая часть:

1. Механизмы хранения и передачи наследственной информации

Задание 1.1 — Перерисуйте рисунок 22.1 и выполните следующие задания:

- дайте определение понятию «центральная догма молекулярной биологии»;
- дайте определение терминам «репликация», «транскрипция», «трансляция»;
- запомните этапы матричных синтезов.

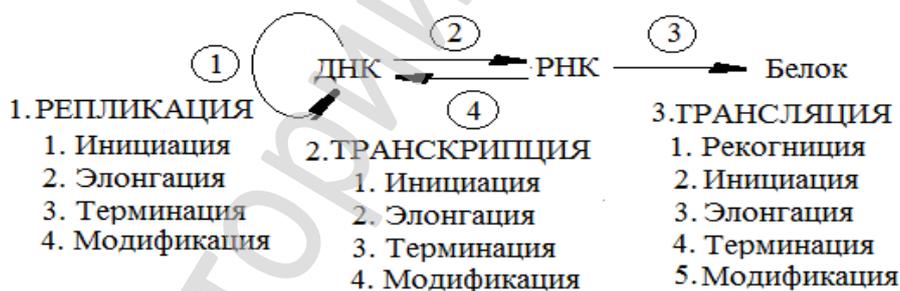


Рисунок 22.1 — Центральная догма молекулярной биологии

Задание 2 — Перерисуйте рисунок 22.2 и поясните направление матричных синтезов.

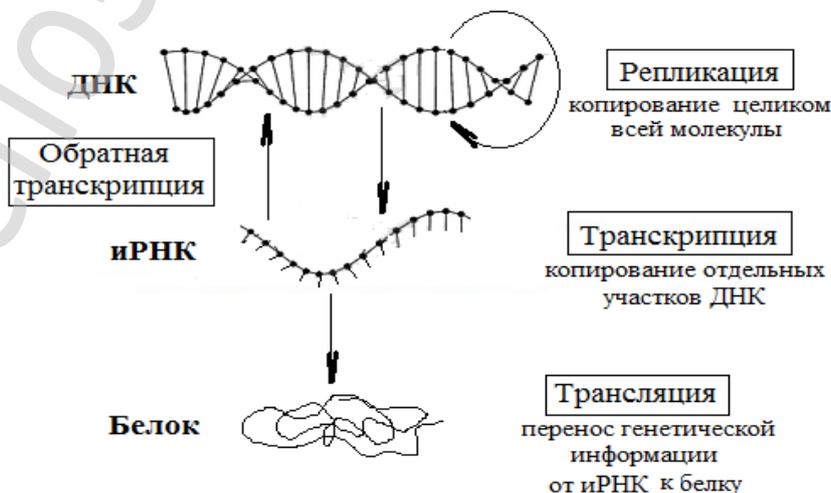


Рисунок 22.2 — Направление переноса генетической информации [1]

2. Репликация

Задание 2.1 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 22.3:

- дайте определение термину «репликация»;
- поясните роль хеликазы, гиразы и ДНК-связывающих белков в процессе репликации;
- дополните предложения: а) праймер — это...; б) праймер необходим для...;
- укажите на рисунках стрелками направление движения синтеза дочерних цепей;
- на каком рисунке (а или б) компоненты репликации изображены верно? поясните ответ;
- перерисуйте правильный рисунок, обозначьте на нем праймер, днк-связывающие белки, хеликазу и гиразу.

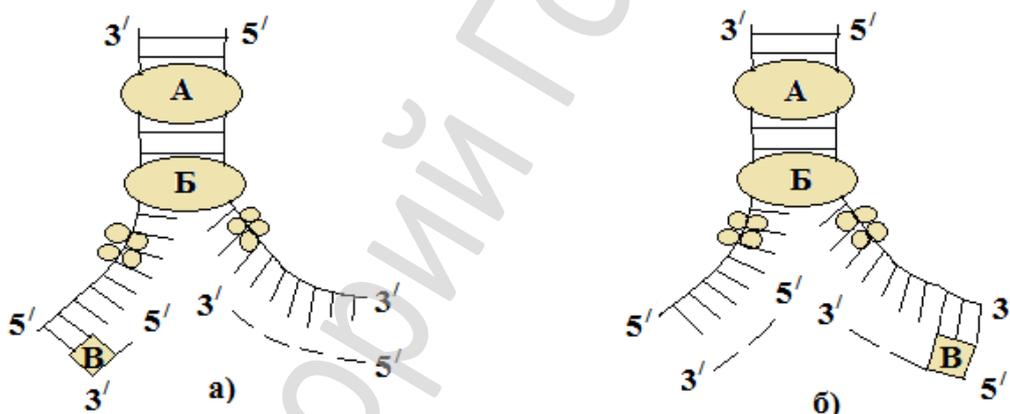


Рисунок 22.3 — Репликация. Стадия инициации

Задание 2.2 — Перерисуйте рисунок 22.4 и выполните следующие задания:

- отметьте матричную и дочернюю цепи ДНК;
- укажите на рисунках стрелками направление движения синтеза дочерних цепей.

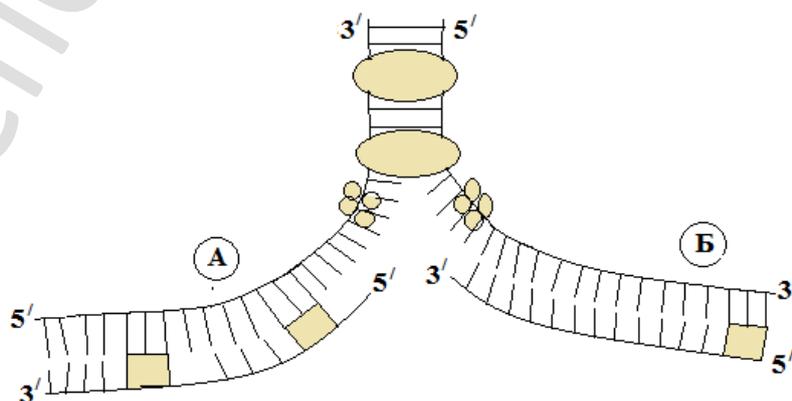


Рисунок 22.4 — Репликация. Стадия элонгации

Задание 2.3 — Заполните таблицу 22.1.

Таблица 22.1 — Стадии и ферменты репликации

	Стадия репликации	Фермент	Роль
1	Инициация	Хеликаза Гираза ДНК-связывающие белки ДНК-полимераза α	
2	Элонгация	ДНК-полимераза δ ДНК-полимераза ϵ	
3	Терминация	ДНК-полимераза β	

3. Транскрипция

Транскрипция протекает в 4 стадии:

- 1) инициация;
- 2) элонгация;
- 3) терминация;
- 4) модификация (сплайсинг, кэпирование, полиаденилирование).

Задание 3.1 — Выполните следующие задания по рисунку 22.5:

- а) дайте определение термину «транскрипция»;
- б) поясните, из каких частей состоит транскриптон, поясните роль промотора, экзонов, интронов, терминатора;
- в) поясните роль ТАТА-фактора и РНК-полимеразы в процессе транскрипции. Каким образом ТАТА-фактор узнает место начала транскрипции?
- г) укажите на рисунке ТАТА-фактор, РНК-полимеразу, экзоны, интроны, транскриптон.

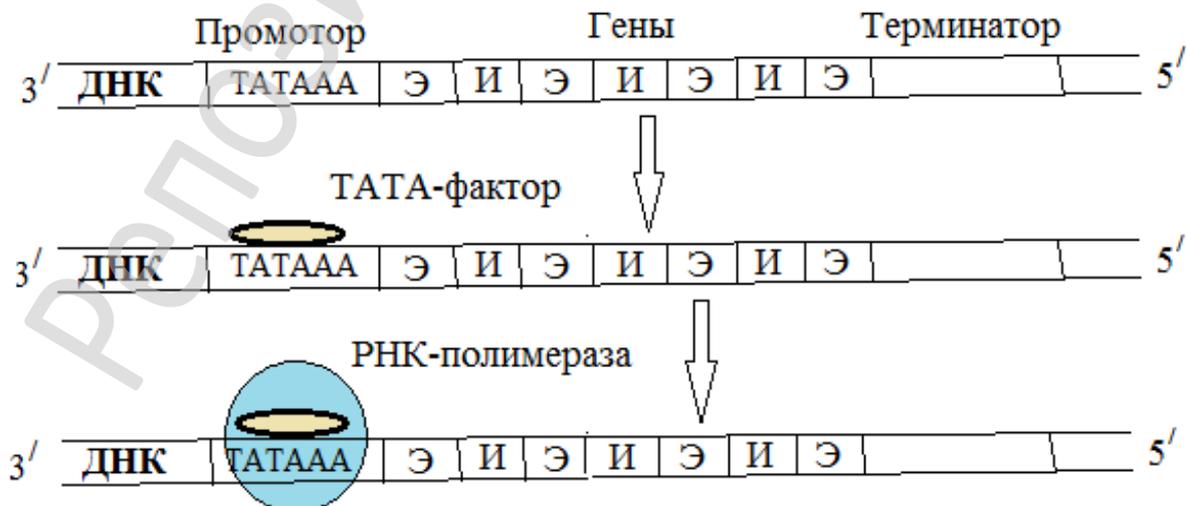


Рисунок 22.5 — Схема механизма транскрипции. Стадия инициации (где Э-экзоны; И-интроны)

Задание 3.2 — Перерисуйте рисунок 22.6 и допишите предложения, выбрав правильный вариант(ы) из предложенных:

Стадия элонгации: РНК-полимераза передвигается по (ДНК/РНК) от (3'/5') конца к (3'/5') концу, при этом идет синтез (ДНК/РНК) в направлении (3'/5') конца к (3'/5') концу, переписываются (экзоны/интроны). Транскрипция заканчивается, когда РНК-полимераза достигает (промотора/терминатора).

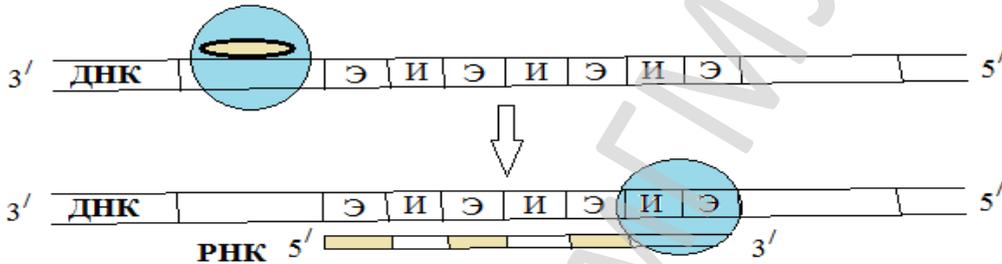


Рисунок 22.6 — Транскрипция. Стадия элонгации
(где Э-экзоны; И-интроны)

Задание 3.3 — Заполните таблицу 22.1, выбрав правильный ответ из предложенных (uРНК, тРНК, рРНК, мяРНК)

Таблица 22.1 — Варианты синтезов различных видов РНК РНК-полимеразами

Фермент транскрипции	Какую РНК синтезирует
РНК-полимераза I	
РНК-полимераза II	
РНК-полимераза III	

Модификация РНК проходит в 3 стадии:

- 1) сплайсинг;
- 2) кэпирование 5' конца;
- 3) полиаденилирование 3' конца.

Задание 3.4 — Выполните следующие задания по рисунку 22.7:
а) отметьте на рисунке стадии модификации РНК (сплайсинг, кэпирование, полиаденилирование);
б) дайте определение понятиям «сплайсинг», «кэпирование», «полиаденилирование» и поясните роль этих процессов.

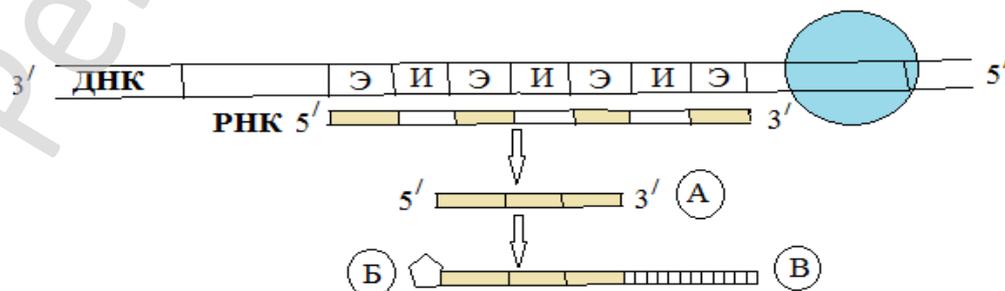


Рисунок 22.7 — Транскрипция. Стадия модификации
(где Э-экзоны; И-интроны)

Задание 3.5 — Перерисуйте рисунок 22.8 и выполните следующие задания:

- поясните механизм сплайсинга;
- отметьте на рисунке интроны, экзоны, сплайсосу, рибозимы;
- является ли сплайсинг ферментативным процессом? Ответ поясните.

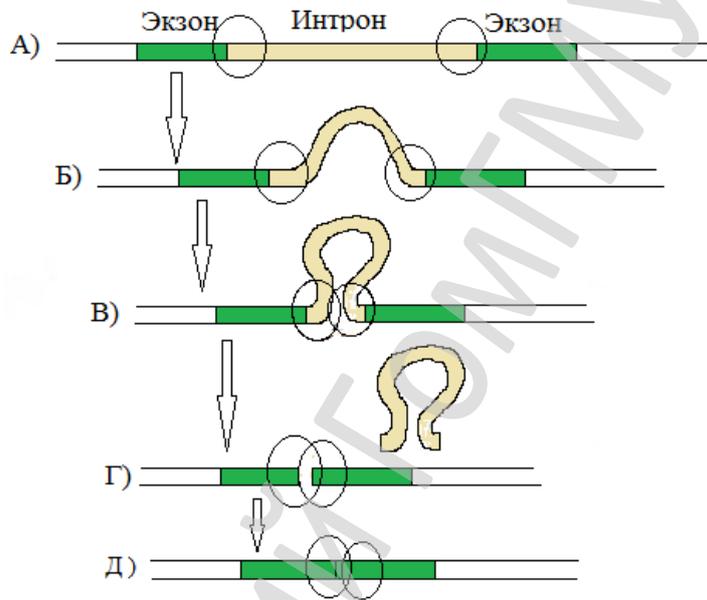


Рисунок 22.8 – Транскрипция. Сплайсинг

Задание 3.6 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 21.9:

- дайте определение альтернативного сплайсинга;
- поясните этот процесс, пользуясь примером рисунка 21.5 и укажите его роль;
- приведите другие примеры альтернативного сплайсинга.

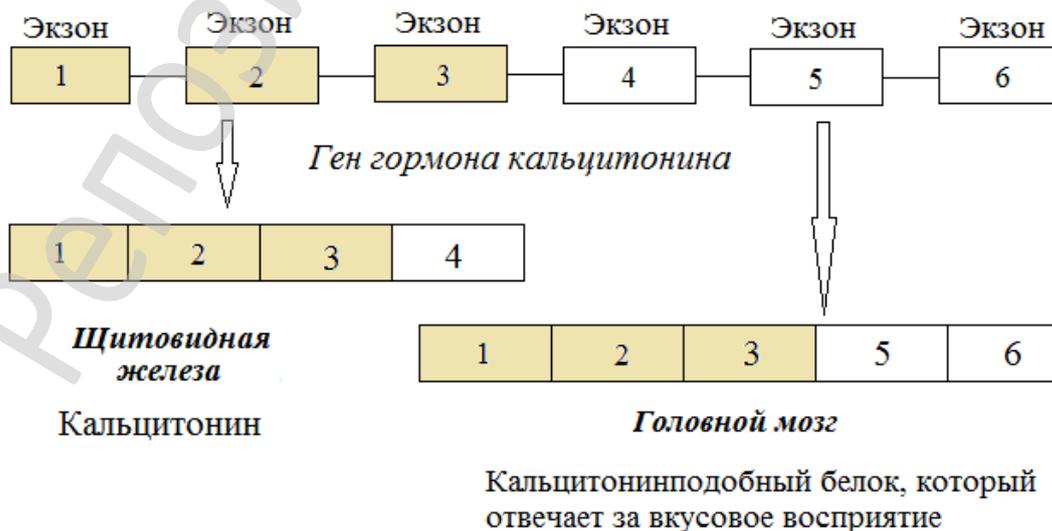


Рисунок 21.9 — Альтернативный сплайсинг

Задание 3.7 — Выполните следующие задания, пользуясь рисунком 22.10:

- поясните роль «кэп» в модификации 5' конца РНК;
- выберите правильное названия для «кэп»: 3-метилгуанозин, 7-метилгуанозин, 1-метилгуанозин, 5-метилгуанозин.

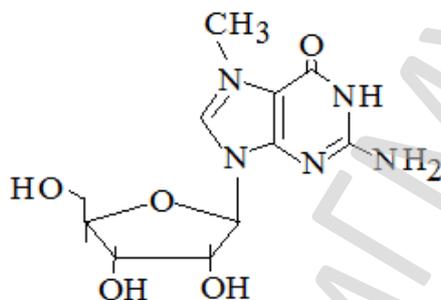


Рисунок 22.10 — «Кэп»

Задание 3.8 — Выполните следующие задания по рисунку 22.11:

- поясните процесс полиаденилирования и укажите его роль в модификации РНК;
- укажите, какой фермент участвует в процессе полиаденилирования;
- отметьте на рисунке «кэп», полиА-хвост, и РНК.

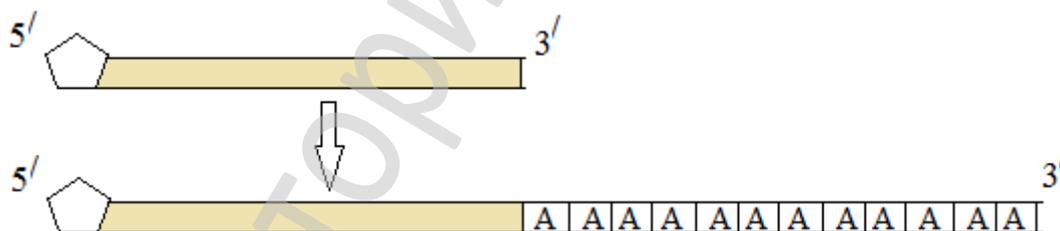


Рисунок 22.11 — Транскрипция. Полиаденилирование

Задание 3.9 — Заполните таблицу 21.2.

Таблица 21.2 — Значимость процесса модификации в созревании РНК

Процесс модификации	Результат модификации	Роль процесса в созревании РНК
Сплайсинг (альтернативный сплайсинг)		
Кэпирование		
Полиаденилирование		

Задание 3.10 — Заполните таблицу 21.3, выбирая правильный вариант из предложенных ниже ферментов и факторов: РНК-полимераза I, РНК-полимераза II, РНК-полимераза III, ТАТА-фактор, фактор терминации, полиА-полимераза, мяРНК. Укажите значимость каждого ферментативного процесса.

Таблица 21.3 — Стадии и ферменты транскрипции

№	Стадия транскрипции	Фермент, фактор	Значимость ферментативного процесса
1	Инициация		
2	Элонгация		
3	Терминация		
4	Модификация		

Задание 3.11 — Отметьте на рисунке 22.12 стадии транскрипции. Укажите последовательность нуклеотидов промотора, узнаваемые ТАТА-фактором.

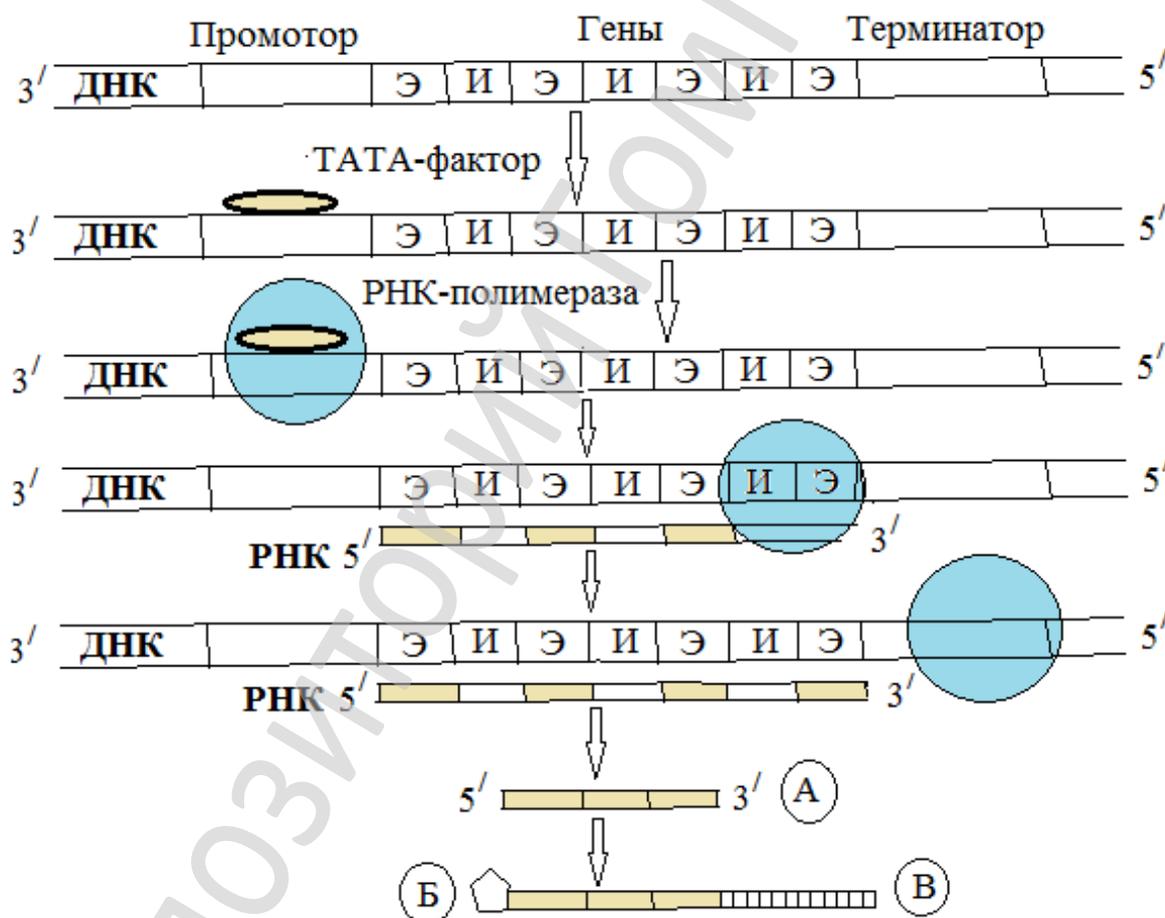


Рисунок 22.12 — Транскрипция (где Э — экзоны; И — интроны)

4. Трансляция

Трансляция протекает в 5 стадий:

- 1) рекогниция;
- 2) инициация;
- 3) элонгация;
- 4) терминация;
- 5) модификация.

- 2) aa-тРНК;
- 3) иРНК;
- 4) факторы инициации;
- 5) ГТФ;
- б) Укажите роль каждого компонента в данной стадии трансляции.
- в) Отметьте на рисунке аминоацильный и пептидильный центры рибосомы.
- г) В правильном ли положении они изображены на рисунке? Поясните свой ответ.
- д) Укажите на рисунке иницирующий кодон, впишите последовательность его нуклеотидов.
- е) Какой АК соответствует данный кодон? подпишите эту aa-тРНК.

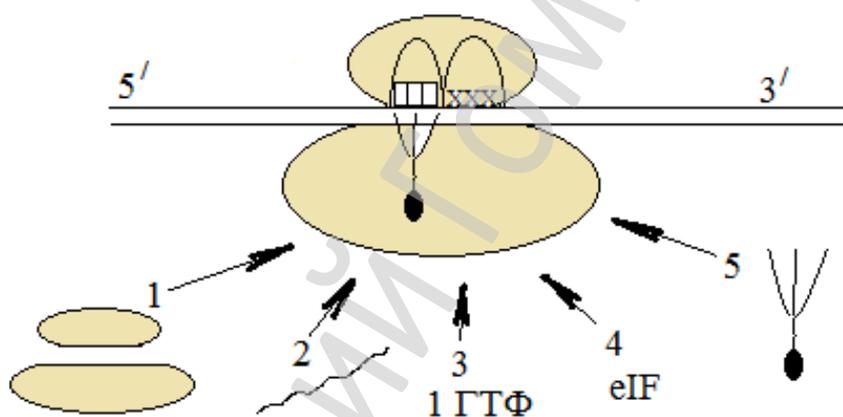


Рисунок 22.15 — Трансляция. Стадия инициации

Задание 4.4 — Выполните следующие задания по рисунку 22.16:

- а) укажите на рисунке малую и большую субъединицы рибосомы, мембрану ЭПС, АК, иРНК, тРНК, синтезируемую полипептидную цепь;
- б) поясните, какой процесс происходит на рисунках А) и Б);
- в) укажите направление движения рибосомы по иРНК.

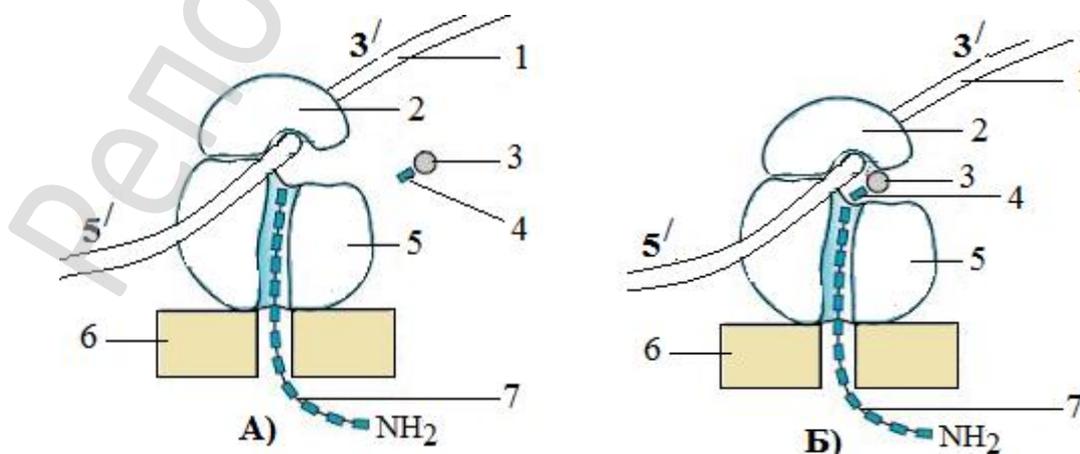


Рисунок 22.16 — Схема механизма трансляции

Задание 4.5 — Выполните следующие задания по рисунку 22.17:

- подпишите иРНК, тРНК, кодон, антикодон;
- укажите 5' и 3' концы в тРНК;
- укажите место присоединения АК.

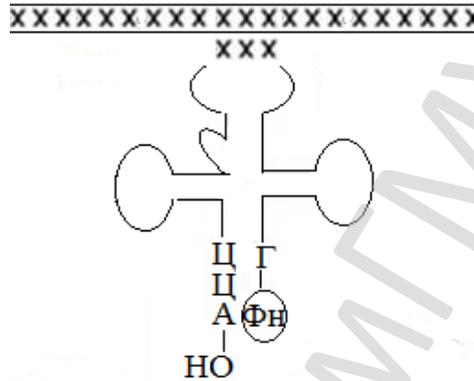


Рисунок 22.17 — Транспортная РНК

Задание 4.6 — Перерисуйте рисунок 22.18 и выполните следующие задания:

- запишите в правильном порядке варианты предложений для этапов А, Б, В и Г стадии элонгации;
 - образование пептидной связи между АК;
 - шаг рибосомы;
 - присоединение аа-тРНК к А-центру рибосомы;
 - присоединение мет-тРНК;
- укажите, какие этапы идут с использованием энергии;
- укажите на схеме ферменты А и Б;
- с какого кодона начинается трансляция?
- напишите реакцию синтеза пептида ала-глу-мет-тир.

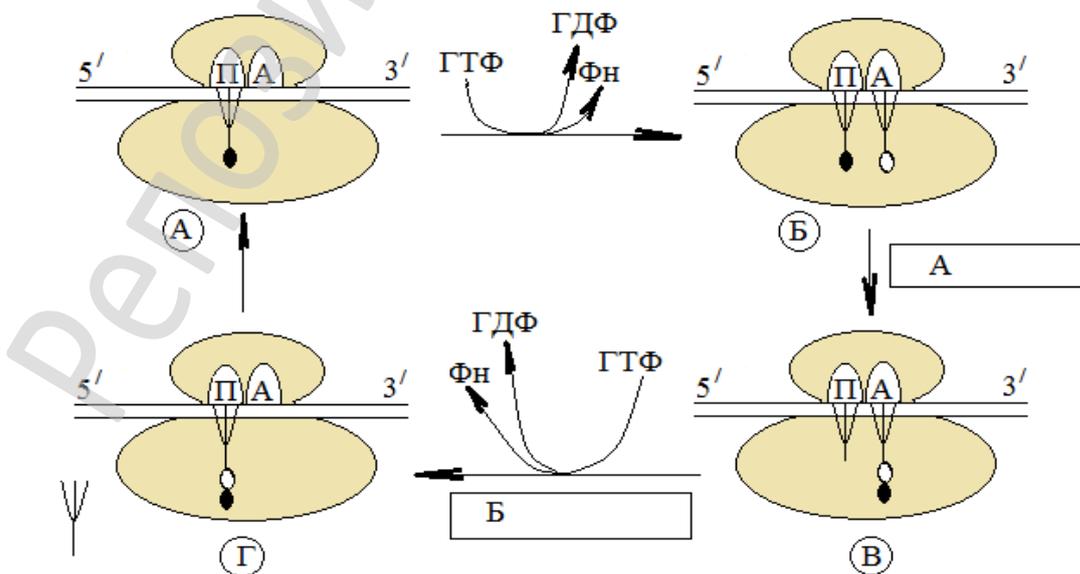


Рисунок 22.18 — Схема механизма трансляции. Стадия элонгации

Задание 4.7 — Пользуясь данными таблицы 22.4 определите синтезируемый пептид для следующих последовательностей нуклеотидов (установите рамку считывания правильно):

А) ЦУАУААУГАУЦЦУЦЦУЦАУУУЦУАГАААА;

В) ЦАУУААУГАГЦГГЦГААУАУУАГААААААА.

Таблица 22.4 — Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Трп	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Задание 4.8 — Перерисуйте рисунок 22.19 и выполните следующие задания:

а) отметьте на схеме компоненты белоксинтезирующей системы:

- 1) малую и большую субъединицы рибосомы;
- 2) полипептидную цепочку;
- 3) иРНК;
- 4) факторы терминации;
- 5) ГТФ.

б) Укажите на рисунке терминирующий кодон, впишите последовательность его нуклеотидов.

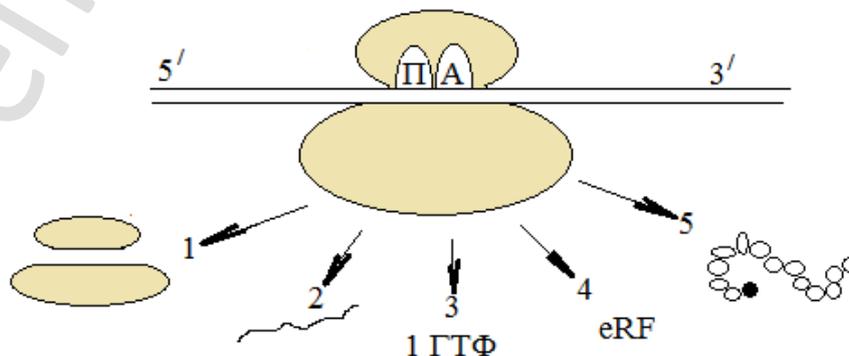


Рисунок 22.19 — Схема механизма трансляции. Стадия терминации

Задание 4.9 — Рассмотрите рисунок 22.20 и отметьте на нем этапы трансляции (инициацию, элонгацию, терминацию).

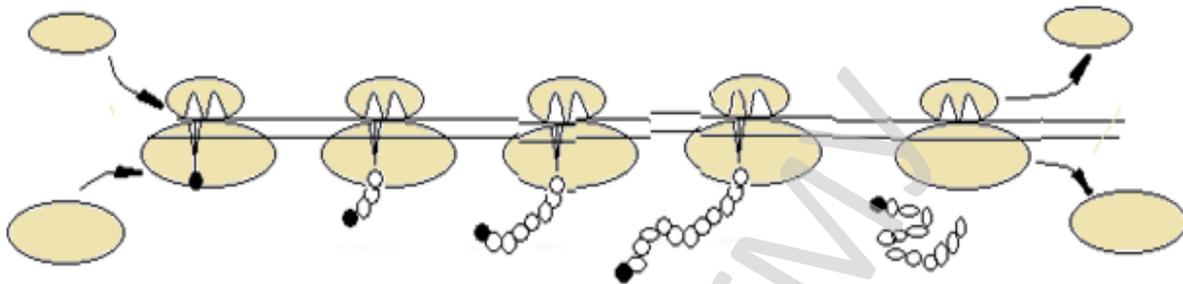


Рисунок 22.20 — Этапы синтеза белка

Задание 4.10 — Рассмотрите рисунок 22.21 и выполните следующие задания:

- а) укажите примеры посттрансляционной модификации белка (А, Б, В): ограниченный протеолиз, фолдинг, образование субъединиц;
- б) подпишите на рисунках шапероны 70, шаперонины 60.

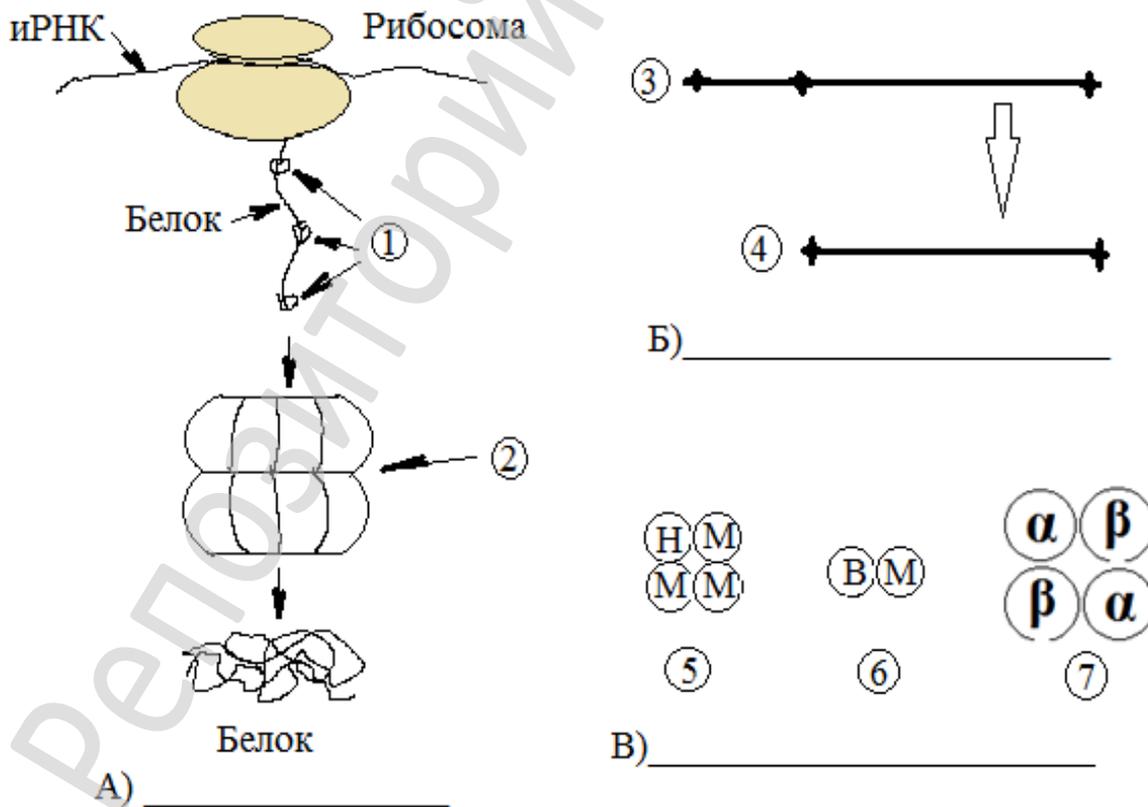


Рисунок 22.21 — Посттрансляционная модификация белка

5. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

РАЗДЕЛ 6

БИОХИМИЯ ВИТАМИНОВ

ЗАНЯТИЕ 23

Тема: Витамины

Цель занятия: изучить биохимические функции витаминов и их роль в метаболизме.

Практическая часть:

1. Понятие о витаминах и витаминоподобных веществах

Задание 1.1 — Дайте определение понятиям «витамин» и «витаминоподобное вещество».

Задание 1.2 — Укажите на схеме (рисунок 23.1) две основные группы витаминов, отличающихся физико-химическими свойствами, и приведите примеры витаминов каждой группы, выбрав из предложенных: витамин А, витамины группы В, витамин С, витамин D, витамин Е, витамин К.

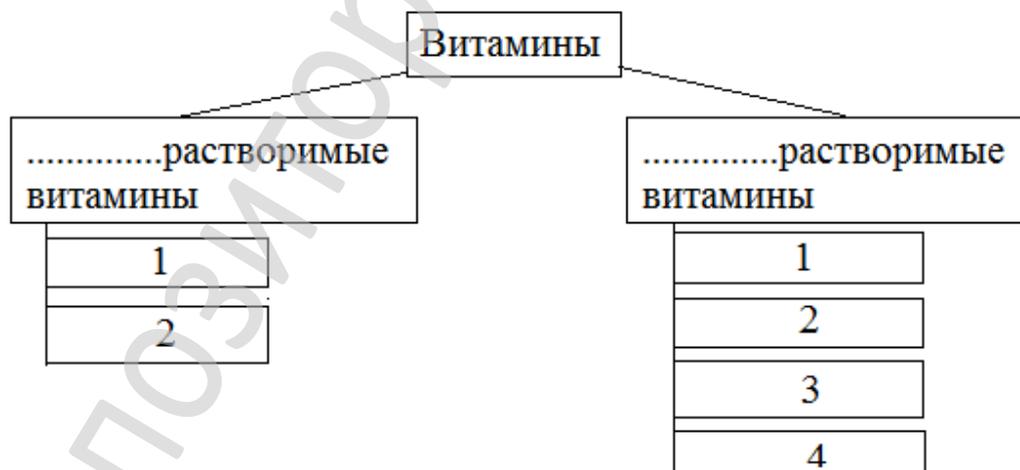


Рисунок 23.1 — Классификация витаминов по физико-химическим свойствам

Задание 1.3 — Дайте общую характеристику витаминов, дополняя предложения правильным вариантом ответа из предложенных ниже:

- а) витамины — это органические соединения;
- б) синтез витаминов в организме или отсутствует;
- в) витамины обладают биологической активностью;

- г) витамины требуются в количествах;
 д) витамины не являются или материалом.

Предлагаемые варианты ответов: ограничен, энергетическим, низкомолекулярные, высокой, малых, пластическим.

2. Общая характеристика водорастворимых витаминов. Витамин В₁

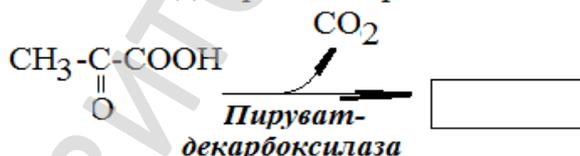
Задание 2.1 — Допишите схему рисунка 23.2. Укажите название фермента, катализирующего реакцию фосфорилирования и порядковый номер класса этого фермента.



Рисунок 23.2 — Реакции превращения витамина В₁ (тиамина) в его коферментную форму

Задание 2.2 — На рисунке 23.3 и 23.4 укажите названия основных типов реакций (выбрав из предложенных ниже), протекающих с участием тиаминовых ферментов. Запишите продукты, образующиеся в этих реакциях и их значение для клеточного метаболизма. Подпишите названия субстратов и укажите порядковые номера классов ферментов, катализирующих эти реакции.

1. декарбосилирование α -кетокислот



2. декарбосилирование α -кетокислот



3. декарбосилирование α -кетокислот

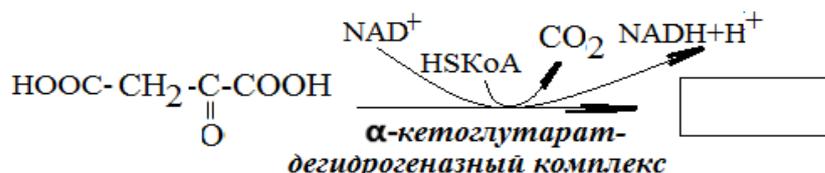


Рисунок 23.3 — Схемы реакций декарбосилирования, протекающих с участием тиаминзависимых коферментов

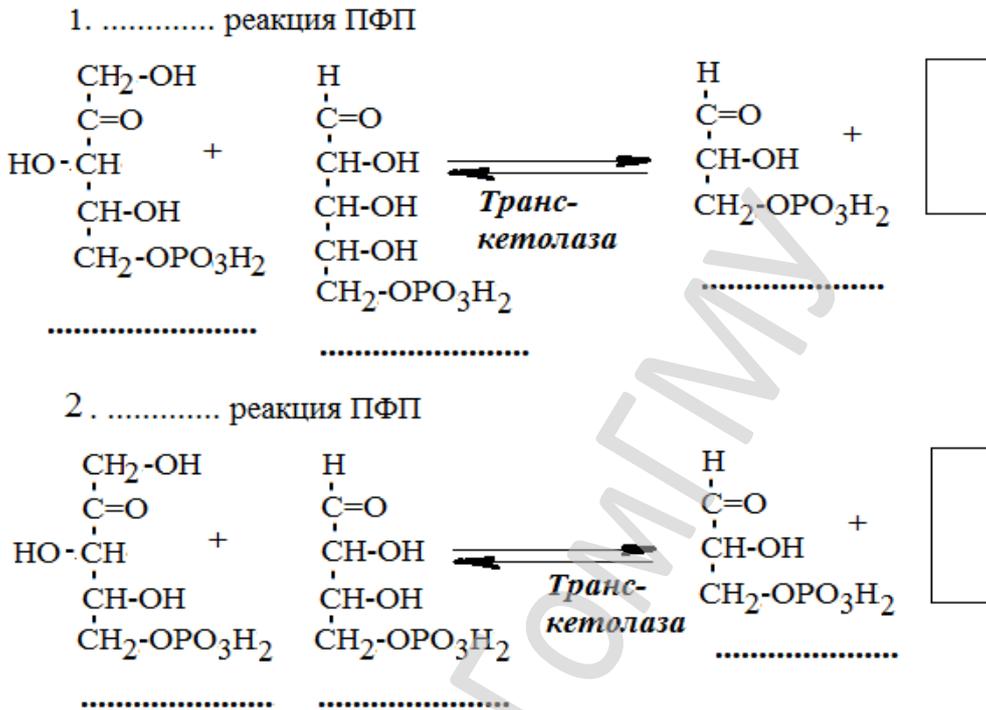


Рисунок 23.4 — Схемы реакций пентозофосфатного пути, протекающих с участием тиаминовых коферментов

Предлагаемые варианты ответов: окислительное, транскетолазная, прямое.

3. Общая характеристика водорастворимых витаминов. Витамин В₂

Задание 3.1 — Допишите схему рисунка 23.5. Укажите названия ферментов, катализирующих эти реакции, и порядковые номера классов этих ферментов.

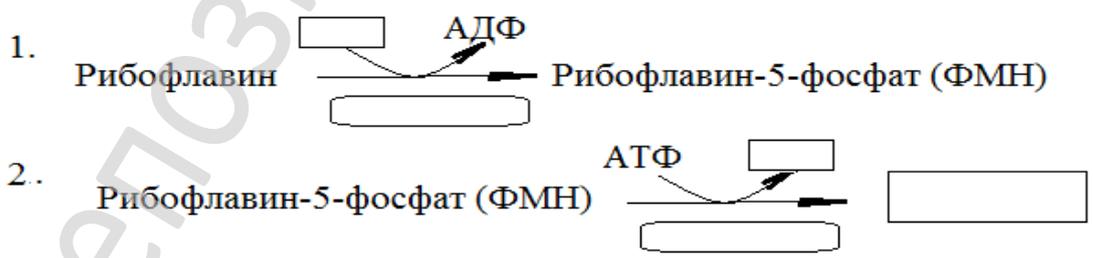


Рисунок 23.5 — Схема реакций превращения витамина В₂ (рибофлавина) в его коферментную форму

Задание 3.2 — Запишите формулы субстратов реакций, изображенных на рисунке 23.6. Укажите название и порядковый номер класса ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведённых реакций для клеточного метаболизма.

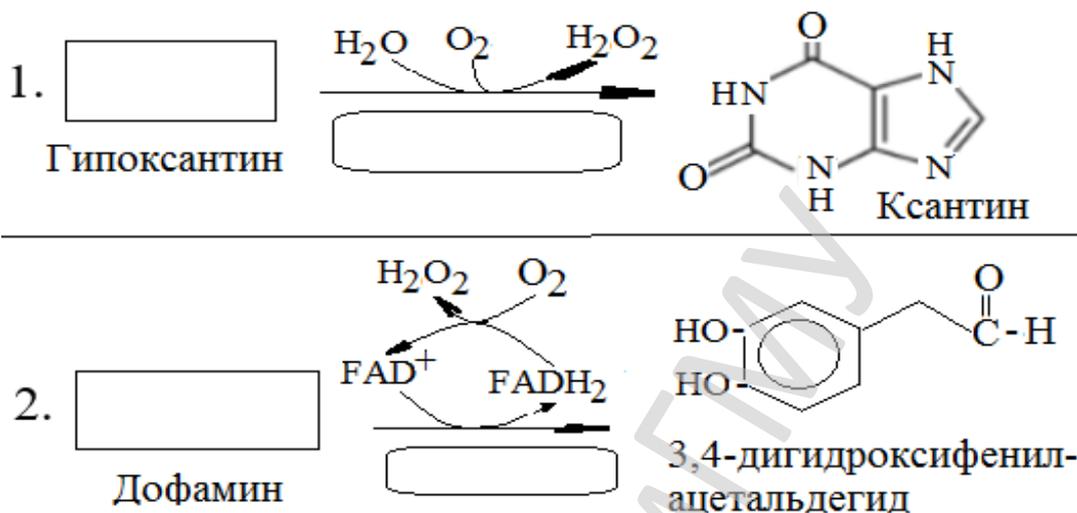


Рисунок 23.6 — Реакции, катализируемые флавиновыми оксидазами

Задание 3.3 — Допишите реакцию, изображенную на рисунке 23.7. Укажите название фермента и порядковый номер его класса.

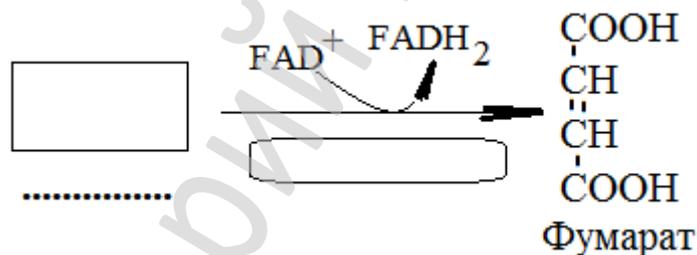


Рисунок 23.7 — Схема реакции цикла Кребса, катализируемая флавиновой дегидрогеназой

Задание 3.4 — Допишите реакцию, катализируемую ацил-КоА-дегидрогеназой, приведенную на рисунке 23.8. Укажите названия субстрата и продукта реакции, а также порядковый номер класса фермента.

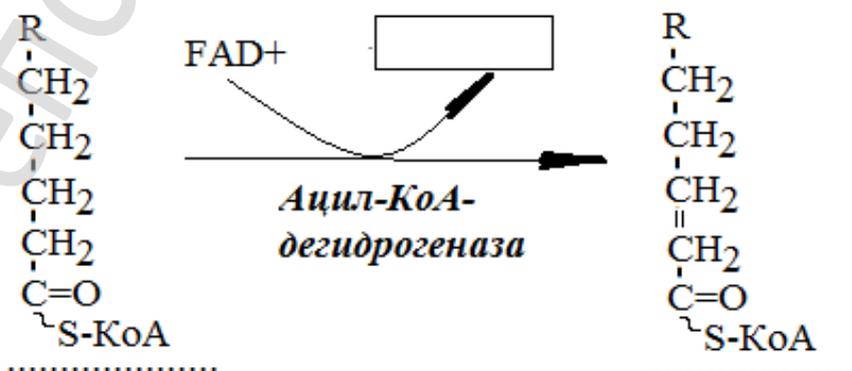


Рисунок 23.8 — Схема ацил-КоА-дегидрогеназной реакции β -окисления жирных кислот

4. Общая характеристика водорастворимых витаминов. Витамин РР

Задание 4.1 — Допишите схемы реакций, изображенные на рисунке 23.9. Укажите названия ферментов, катализирующих эти реакции и порядковые номера классов этих ферментов.

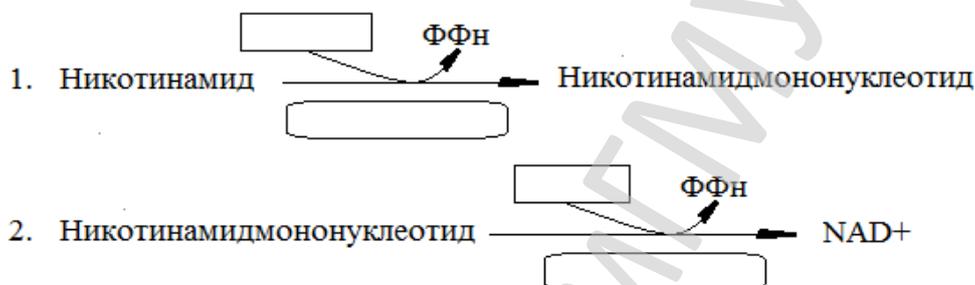


Рисунок 23.9 — Схема реакций превращения витамина РР (ниацина) в его коферментную форму

Задание 4.2 — Дополните, с помощью формул, представленные на рисунках 23.10–23.13 реакции, катализируемые NAD-зависимыми дегидрогеназами. Укажите полное название и порядковый номер класса ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведённых реакций для клеточного метаболизма.

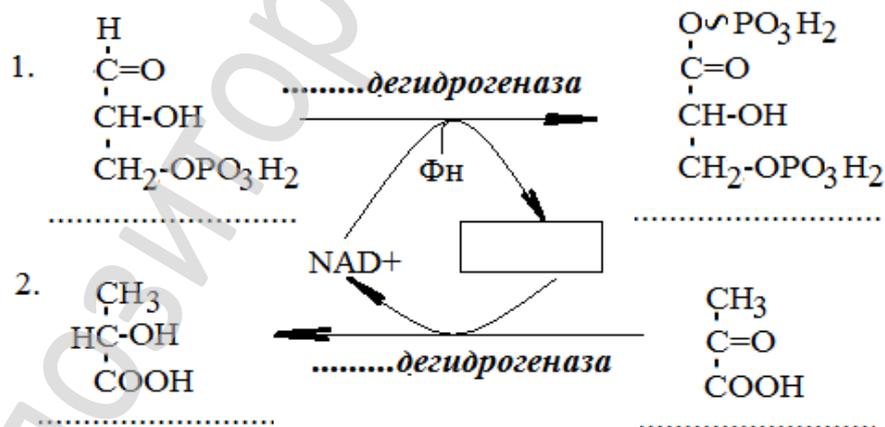


Рисунок 23.10 — Схема реакций гликолитической оксидоредукции

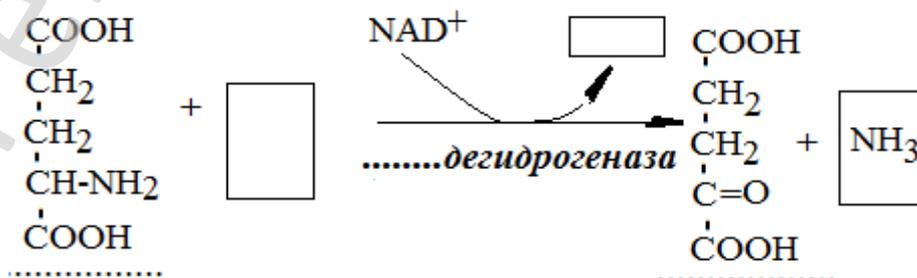


Рисунок 23.11 — Схема реакции прямого окислительного дезаминирования глутаминовой кислоты



Рисунок 23.12 — Схема реакции β-окисления жирных кислот катализируемая NAD-зависимой дегидрогеназой

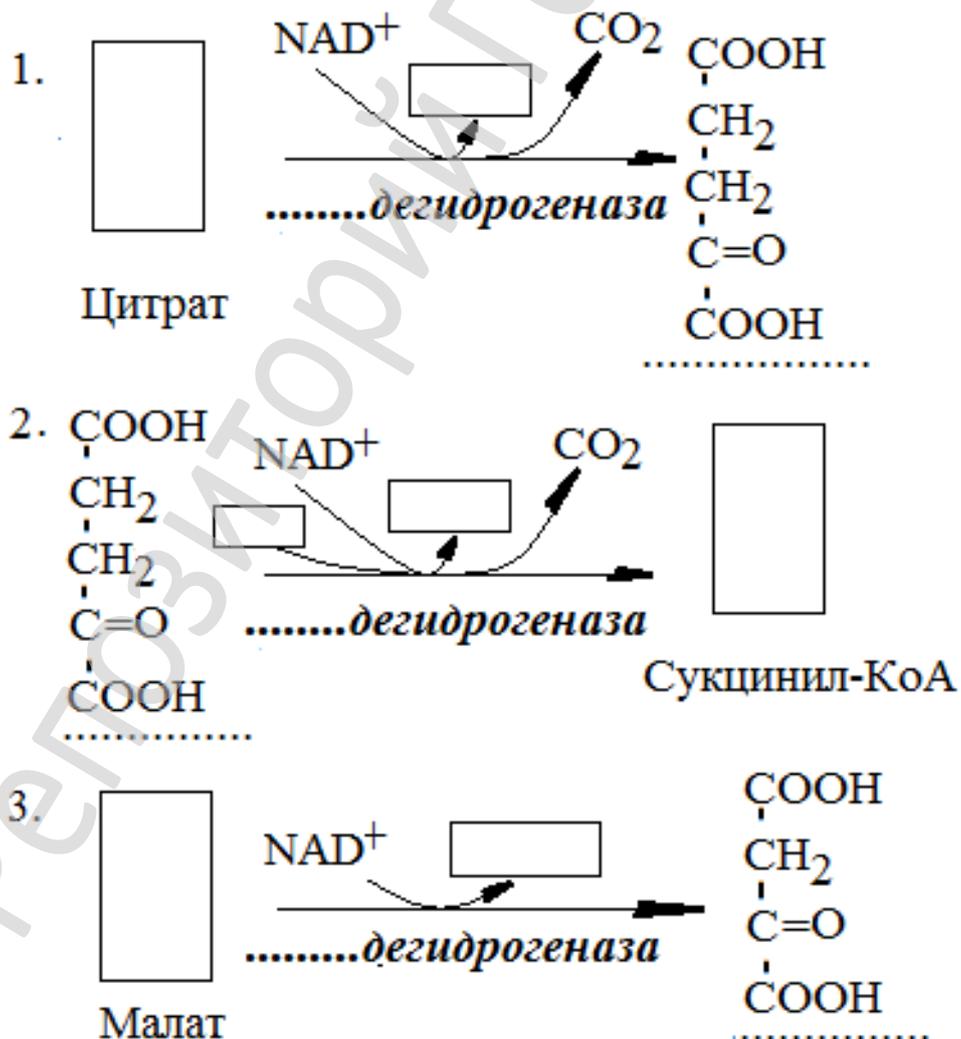


Рисунок 23.13 — Схемы реакций цикла Кребса катализируемые NAD-зависимыми дегидрогеназами

Задание 4.3 — Дополните, с помощью формул, представленные на рисунке 23.14 реакции. Укажите полное название и порядковый номер класса ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

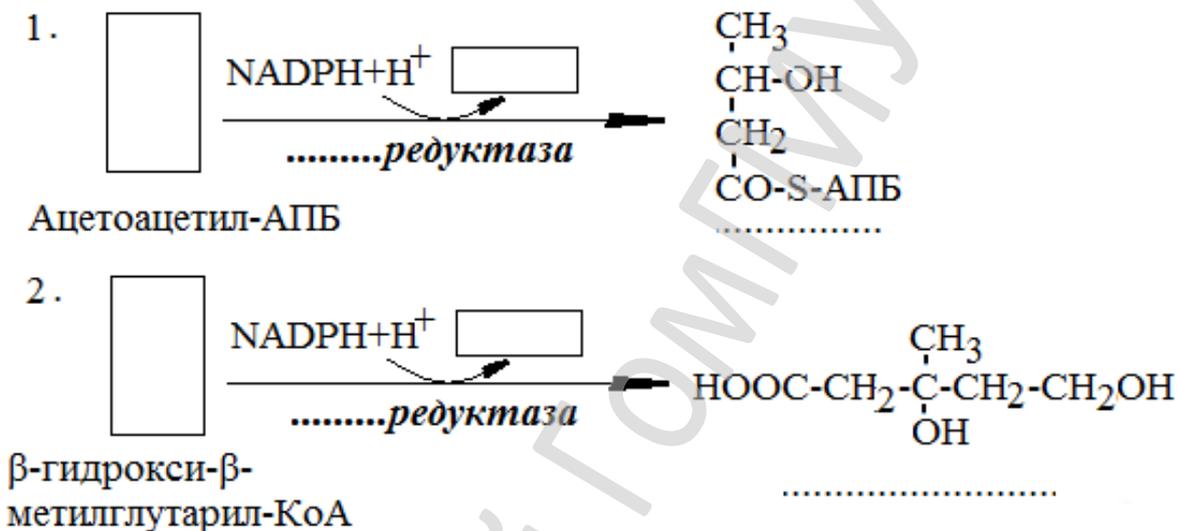


Рисунок 23.14 — Схемы реакций, катализируемых NADP-зависимыми редуктазами

5. Общая характеристика водорастворимых витаминов. Витамин В₆

Задание 5.1 — Допишите реакцию, представленную на рисунке 23.15. Укажите название фермента, катализирующего эту реакцию и порядковый номер класса этого фермента.

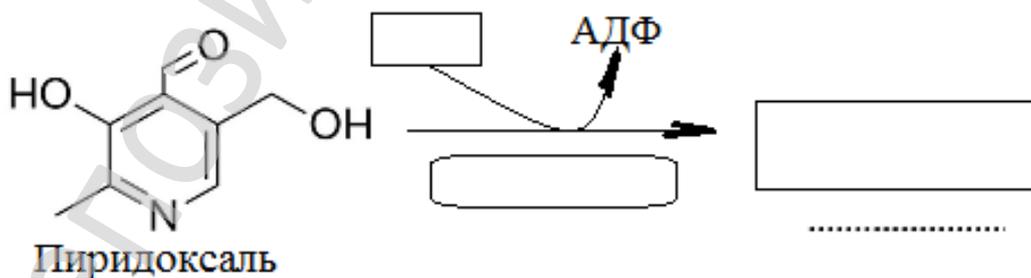


Рисунок 23.15 — Реакция образования коферментной формы витамина В₆

Задание 5.2 — Дополните, с помощью формул, представленные на рисунке 23.16 реакции. Укажите полные названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

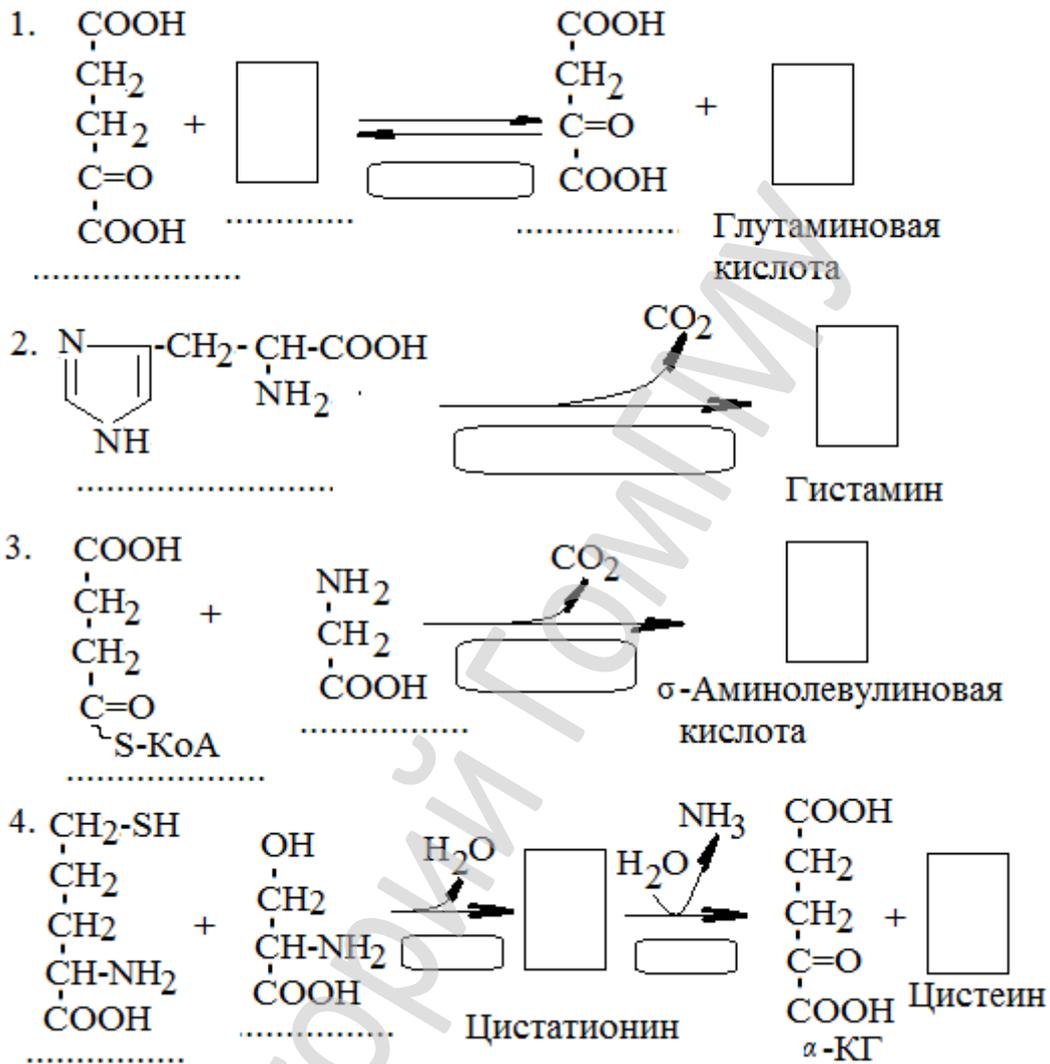


Рисунок 23.16 — Схемы реакций, катализируемых пиридоксальфосфат-зависимыми ферментами

6. Витамин С

Задание 6.1 — Допишите реакцию, приведенную на рисунке 23.17. Укажите название фермента, катализирующего эту реакцию и порядковый номера класса этого фермента.

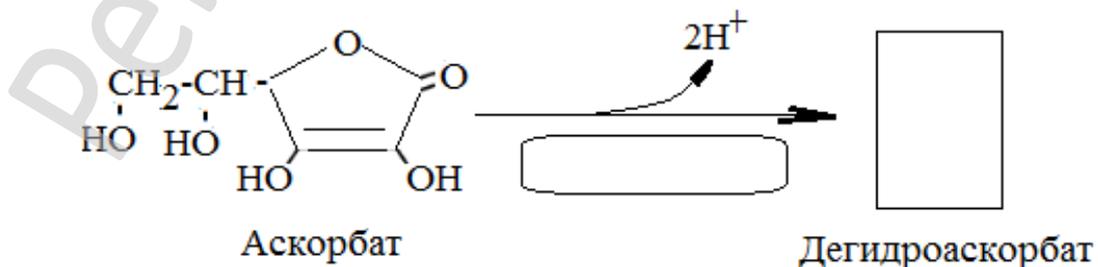


Рисунок 23.17 — Схема реакции превращения аскорбата в дегидроаскорбат

Задание 6.2 — Дополните представленные на рисунке 23.18 реакции. Укажите название и порядковый номер класса ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

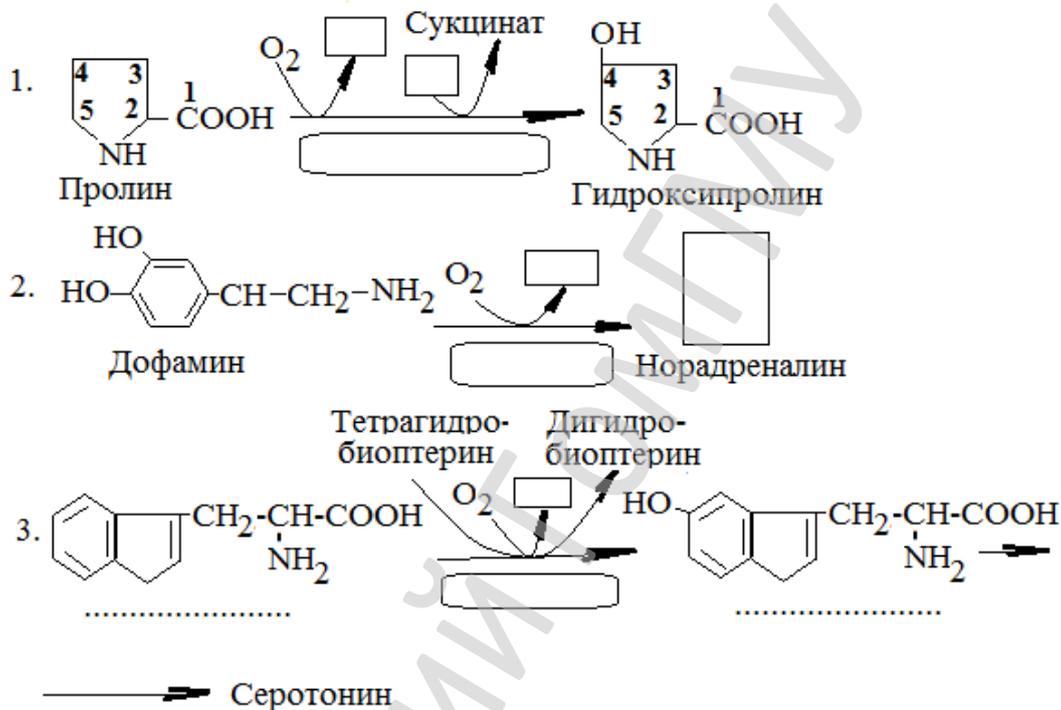


Рисунок 23.18 — Схемы реакций, для протекания которых необходим витамин С

7. Витамин В₇ (Н)

Задание 7.1 — Допишите представленную на рисунке 23.19 реакцию.

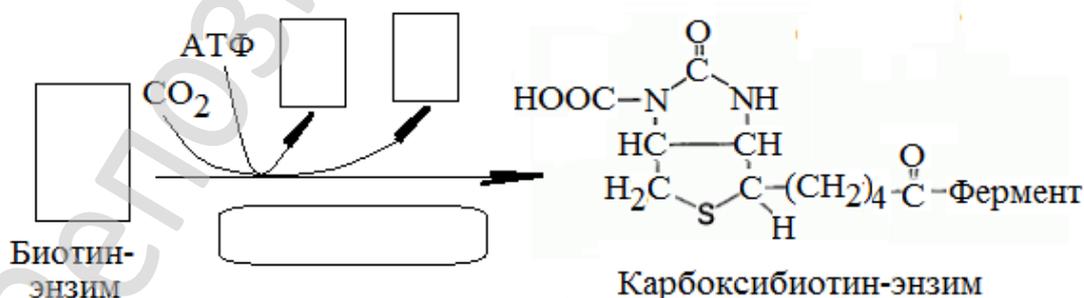


Рисунок 23.19 — Схема реакции превращения биотин-энзима в карбоксибиотин-энзим

Задание 7.2 — Дополните представленные на рисунке 23.20 реакции. Укажите названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

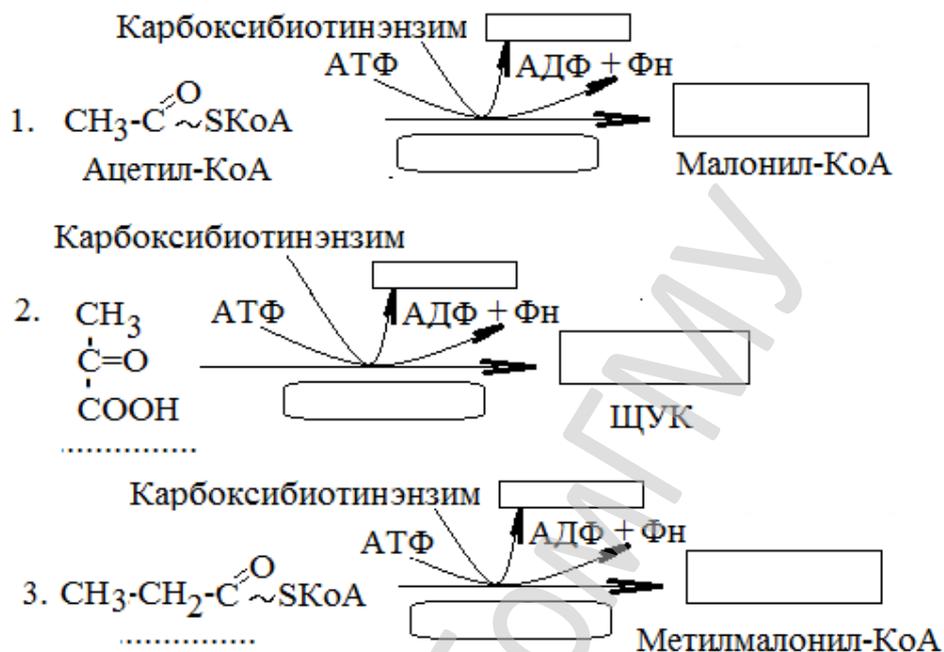


Рисунок 23.20 — Схемы реакций карбоксилирования, для протекания которых необходим карбоксибиотин-энзим

Задание 7.3 — Дополните представленные на рисунке 23.21 реакции. Укажите названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции.

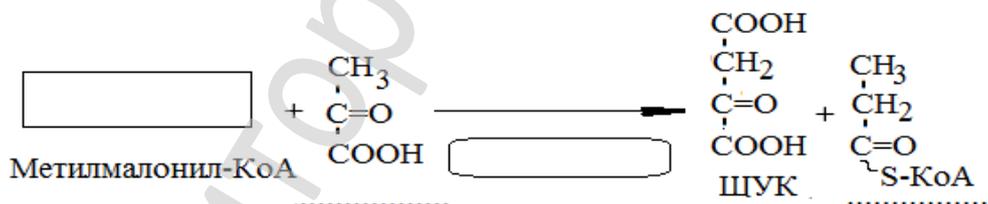


Рисунок 23.21 — Схема реакции транскарбоксилирования, для протекания которой необходим карбоксибиотин-энзим

8. Витамин В₉ (фолиевая кислота)

Задание 8.1 — Допишите схемы реакций, представленные на рисунке 23.22. Укажите названия ферментов, катализирующих эти реакции и порядковые номера классов этих ферментов.

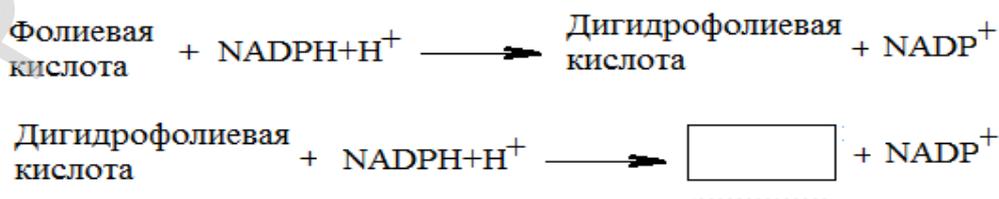


Рисунок 23.22 — Схема реакции образования коферментной формы витамина В₉ (ТГФК)

Задание 8.2 — Дополните представленные на рисунке 23.23 реакции. Укажите полные названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

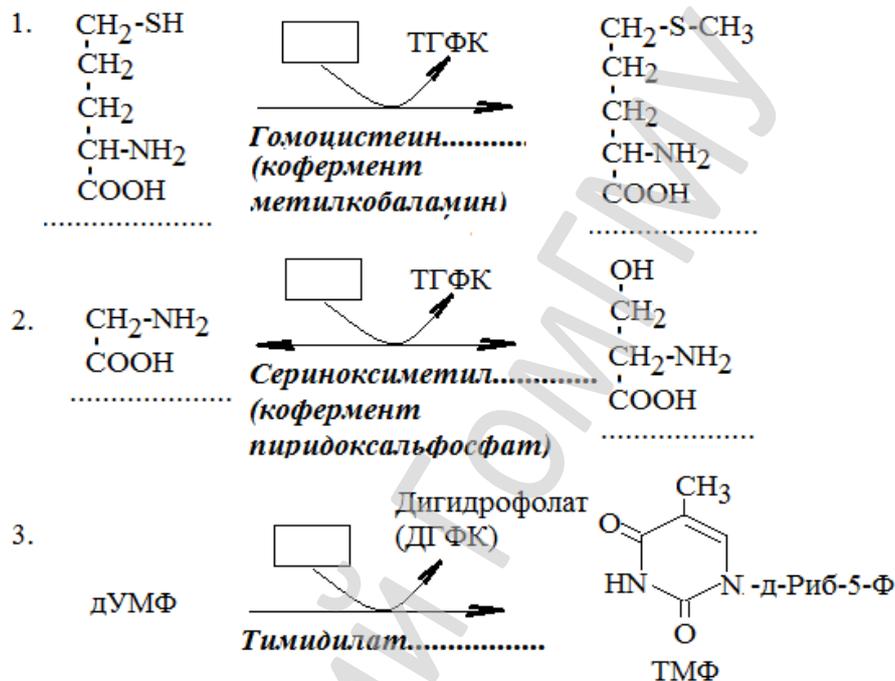


Рисунок 23.23 — Схема реакций, для протекания которых необходима тетрагидрофолиевая кислота (ТГФК)

9. Пантотеновая кислота

Задание 9.1 — Допишите схему реакции, изображенной на рисунке 23.24, катализируемой ацил-КоА-синтетазой. Укажите порядковый номер класса этого фермента.

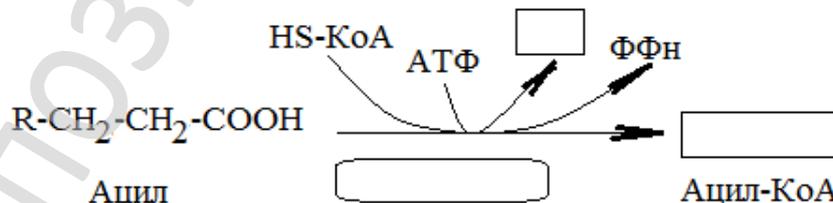


Рисунок 23.24 — Схема реакции образования ацилпроизводного коэнзима А

Задание 9.2 — Дополните, с помощью формул, представленные на рисунке 23.25 реакции ацилирования, протекающие с участием ацилпроизводных кофермента А. Укажите полные названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции. Отметьте биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

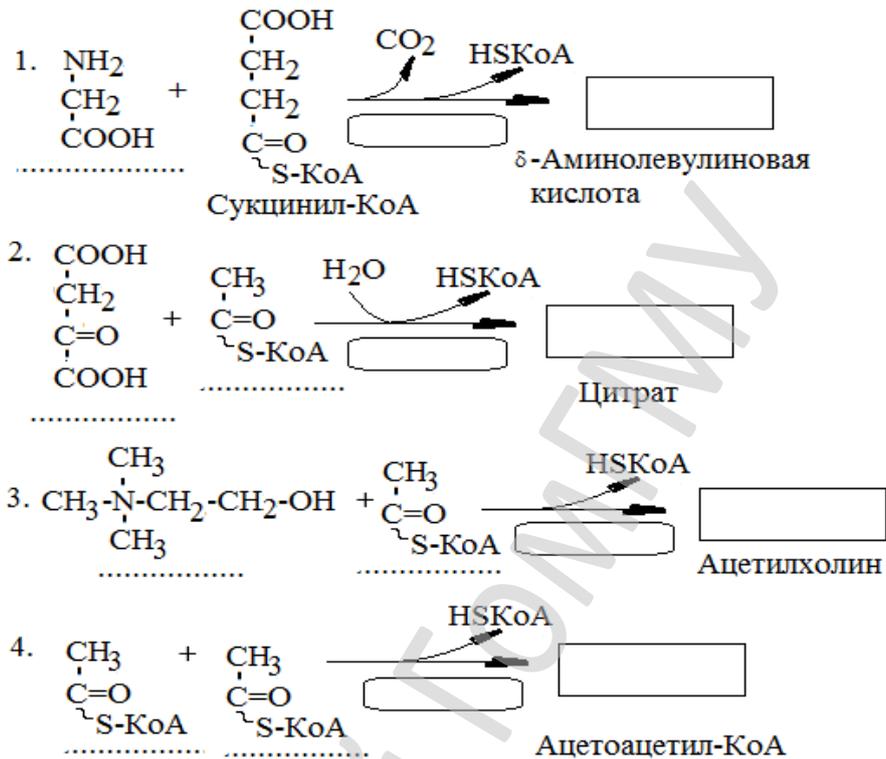


Рисунок 23.25 — Схема реакции ацилирования:
 1 — в синтезе порфиринов; 2 — в синтезе цитрата; 3 — в синтезе ацетилхолина; 4 — в синтезе холестерина и кетоновых тел

10. Витамин В₁₂ (кобаламин)

Задание 10.1 — Дополните представленные на рисунке 23.26 реакции. Укажите полные названия и порядковые номера классов ферментов, катализирующих данные реакции. Укажите биологическую роль нижеприведенных реакций для клеточного метаболизма.

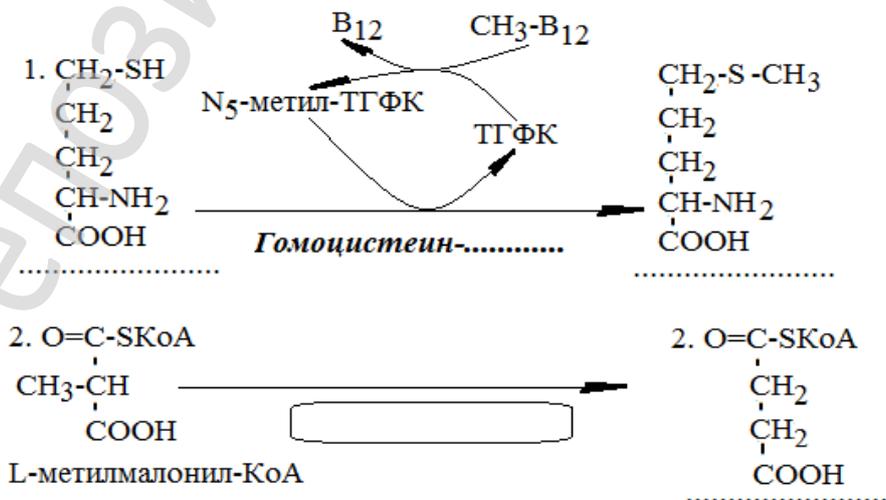


Рисунок 23.26 — Схема реакций, для протекания которых необходимы активные формы витамина В₁₂

11. Витамин К

Задание 11.1 — Дополните представленную на рисунке 23.27 реакцию карбоксилирования Глу. Укажите полное название и порядковый номер класса фермента, катализирующего данную реакцию. Укажите биологическую роль нижеприведенной реакции для клеточного метаболизма.

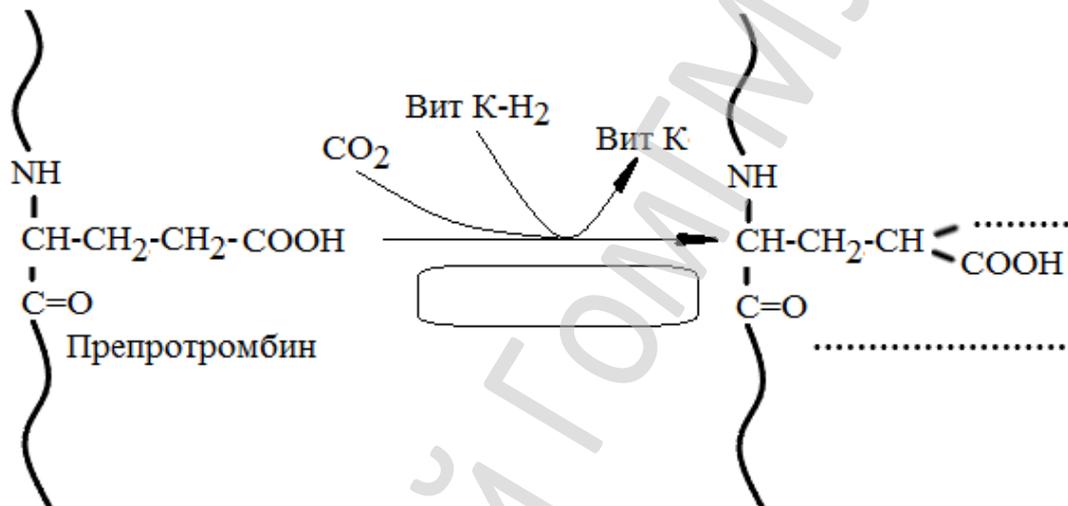


Рисунок 23.27 — Схема реакции карбоксилирования глутаминовой кислоты

Задание 11.2 — Перерисуйте рисунок 23.28 и дополните его, вписав вместо многоточий названия витамин-К-зависимых белков гемостаза (1–4) и структурных элементов (5–6), формирующих белковую сеточку для связывания с мембраной тромбоцитов.

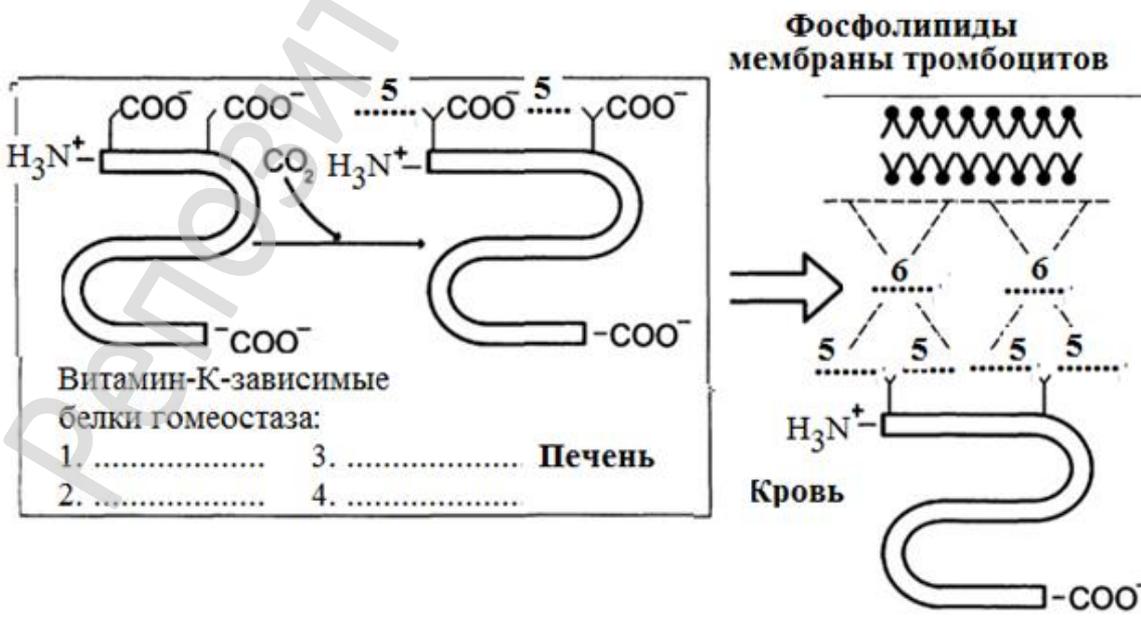


Рисунок 23.28 — Формирование витамин-К-зависимых белков гемостаза из белков-предшественников [1]

12. Витамин А

Задание 12.1 — Охарактеризуйте участие витамина А в фотохимическом акте зрения. Перерисуйте рисунок 23.29 и дополните его терминами из предложенных ниже вариантов.

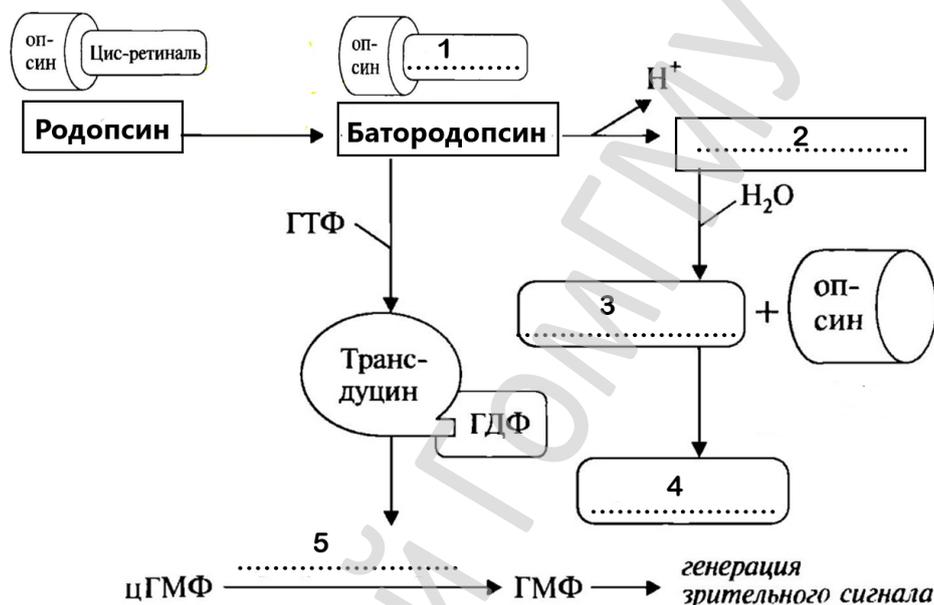


Рисунок 23.29 — Участие витамина А в фотохимическом акте зрения [3]

Предлагаемые варианты ответов: фосфодиэстераза, метародопсин, цис-ретиаль, транс-ретиаль.

13. Витамин D

Задание 13.1 — Перерисуйте рисунок 23.30 и укажите, какие действия оказывает витамин D_5 на обмен кальция в почках, кишечнике и костной ткани.

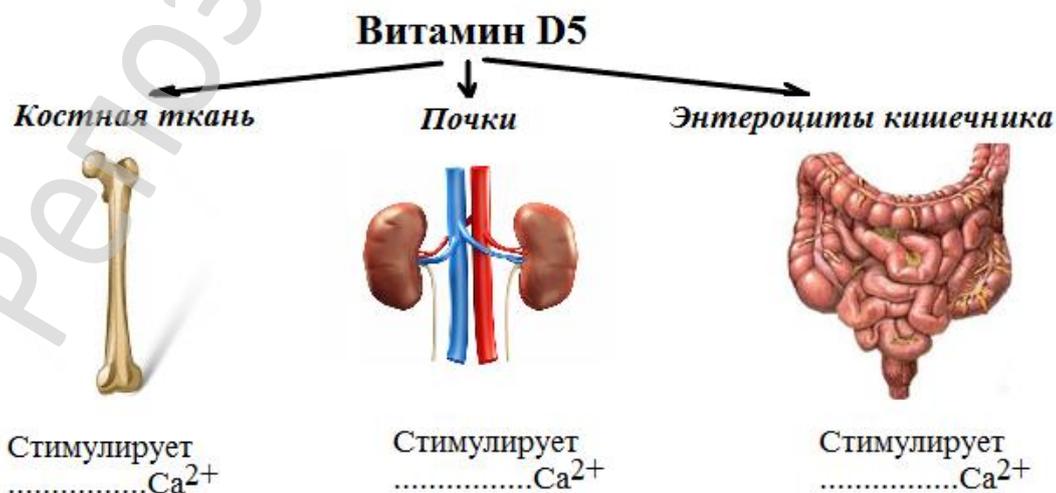


Рисунок 23.30 — Роль витамина D_5 в кальциевом гомеостазе

14. Межвитаминные отношения

14.1 Совместное участие витаминов в метаболических путях

Задание 14.1.1 — Запишите реакции ЦТК, обозначенные цифрами 1–6 на рисунке 23.31 и укажите, какие витамины необходимы для их протекания. Поясните, почему превращение α -КГ в сукцинилКоА возможно только при наличии витаминов B_1 , B_2 , B_3 , PP.

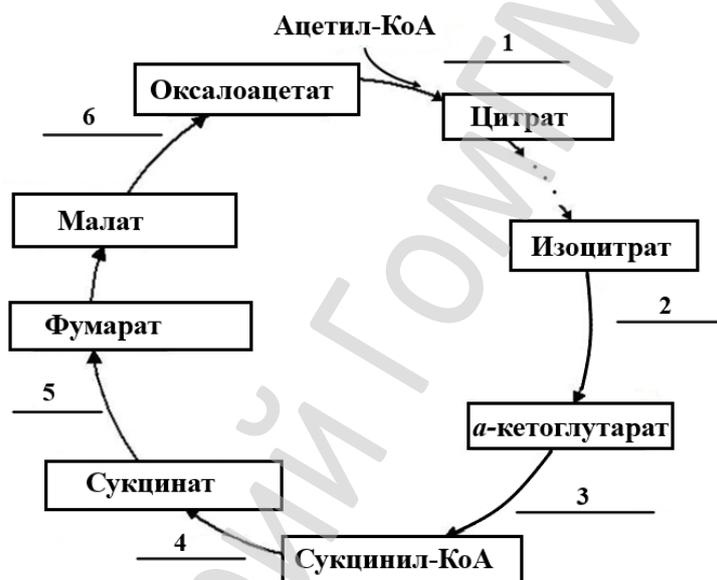


Рисунок 23.31 — Схема последовательности реакций в цикле Кребса

Задание 14.1.2 — Перерисуйте рисунок 23.32, указав необходимые в работе ПВКДГ витамины, обозначенные цифрами 1–5. Запишите названия ферментов (E_1 , E_2 , E_3), образующих данный полиферментный комплекс.

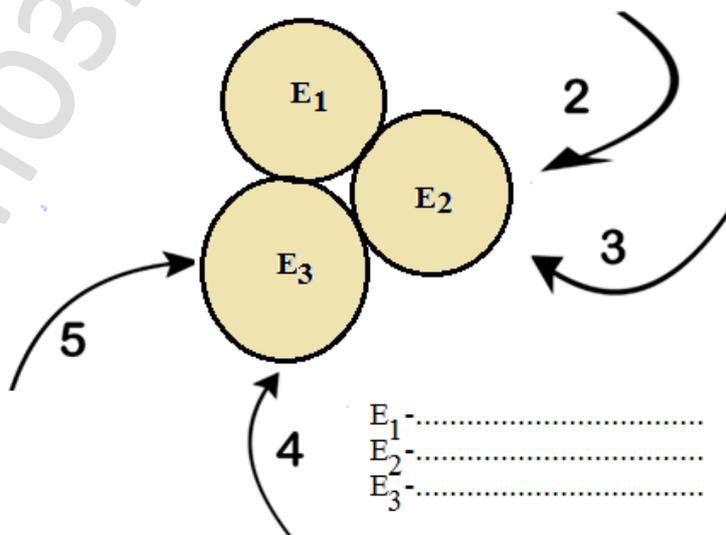


Рисунок 23.32 — Схема строения пируватдегидрогеназного комплекса

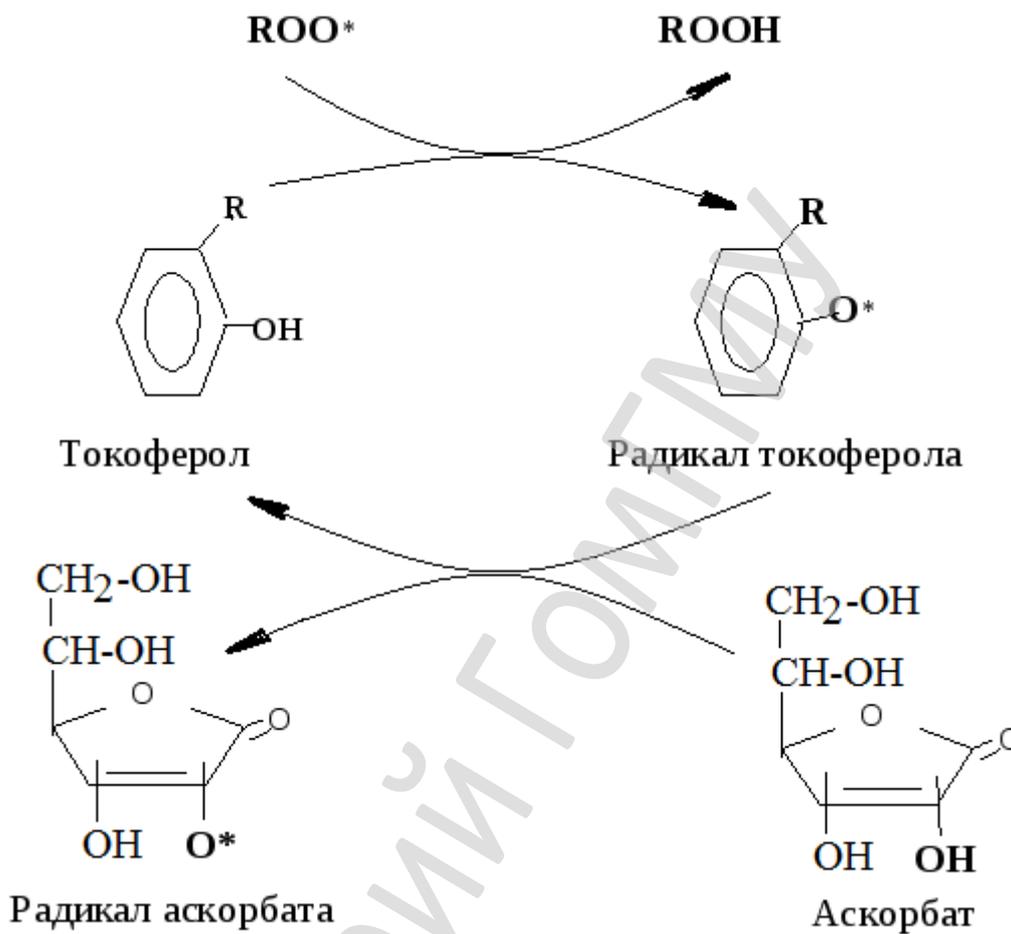


Рисунок 23.35 — Обезвреживание токоферолом перекиси жирной кислоты (ROO^*) и регенерация радикала токоферола аскорбиновой кислотой [3]

15. Общий вывод: формулируется самостоятельно исходя из цели занятия.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ОСНОВНАЯ

1. Биологическая химия: учебник для студ. учрежд. высш. образ. по мед. спец. / под ред. А. Д. Тагановича [и др.]. — 2-е изд., испр. — Минск: Выш. шк., 2016. — 670] с.

2. Схемы и реакции основных метаболических путей: учеб.-метод. пособие / А. И. Грицук [и др.]. — Гомель: ГомГМУ, 2018. — 127 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Биологическая химия: учеб. пособие / В. В. Лелевич [и др.]; под общ. ред. В. В. Лелевич. — Минск: Выш. шк., 2015. — 380 с.

2. *Солвей, Дж. Г.* Наглядная медицинская биохимия / Дж. Г. Солвей; пер. с англ. А. П. Вабищевский, О. Г. Терещенко; под общ. ред. чл.-кор РАН Е. С. Северина. — 3-е изд. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. — 130 с.

3. *Таганович, А. Д.* Патологическая биохимия: монография / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, И. Л. Котович; под общ. ред. А. Д. Тагановича. — М.: БИНОМ, 2016. — 447 с.

ЛИТЕРАТУРА

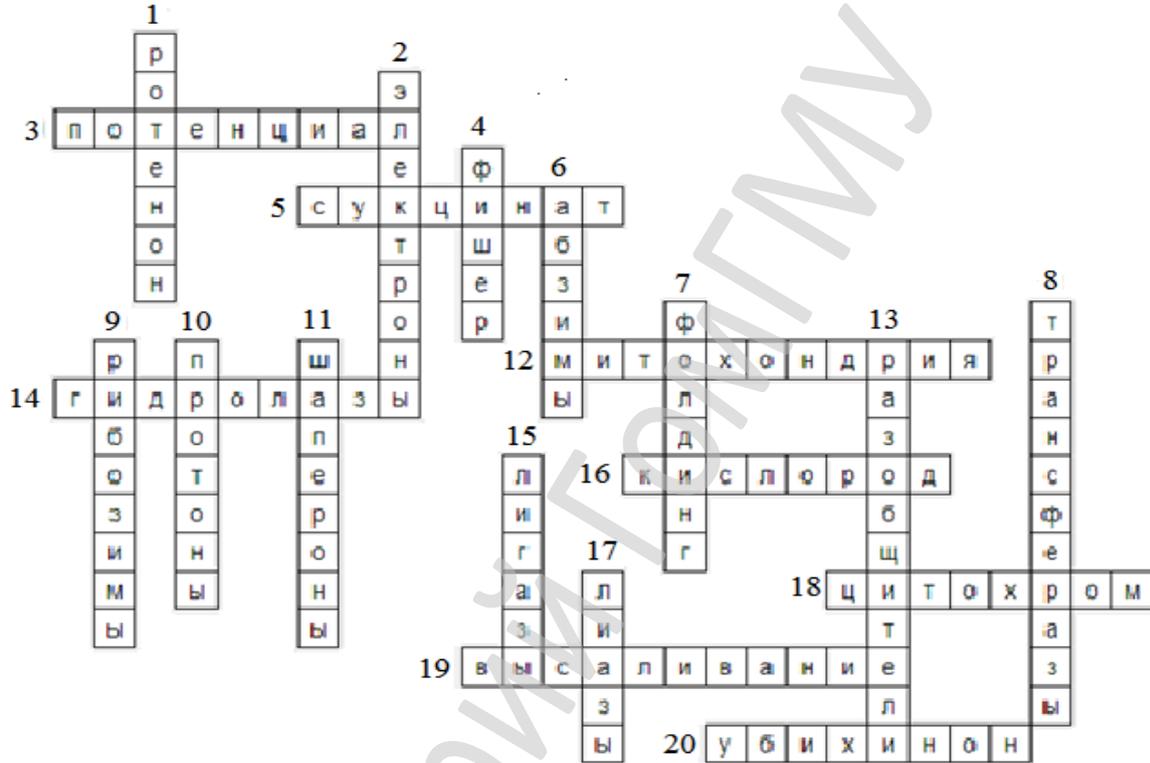
1. Биохимия [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Е. С. Северина. — 5-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. — 768 с. — <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970437629.html>. — Дата доступа: 08.05.2020.

2. *Березов, Т. Т.* Биологическая химия: учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. — 2-е изд., испр. — М.: Медицина, 1998. — 704 с.

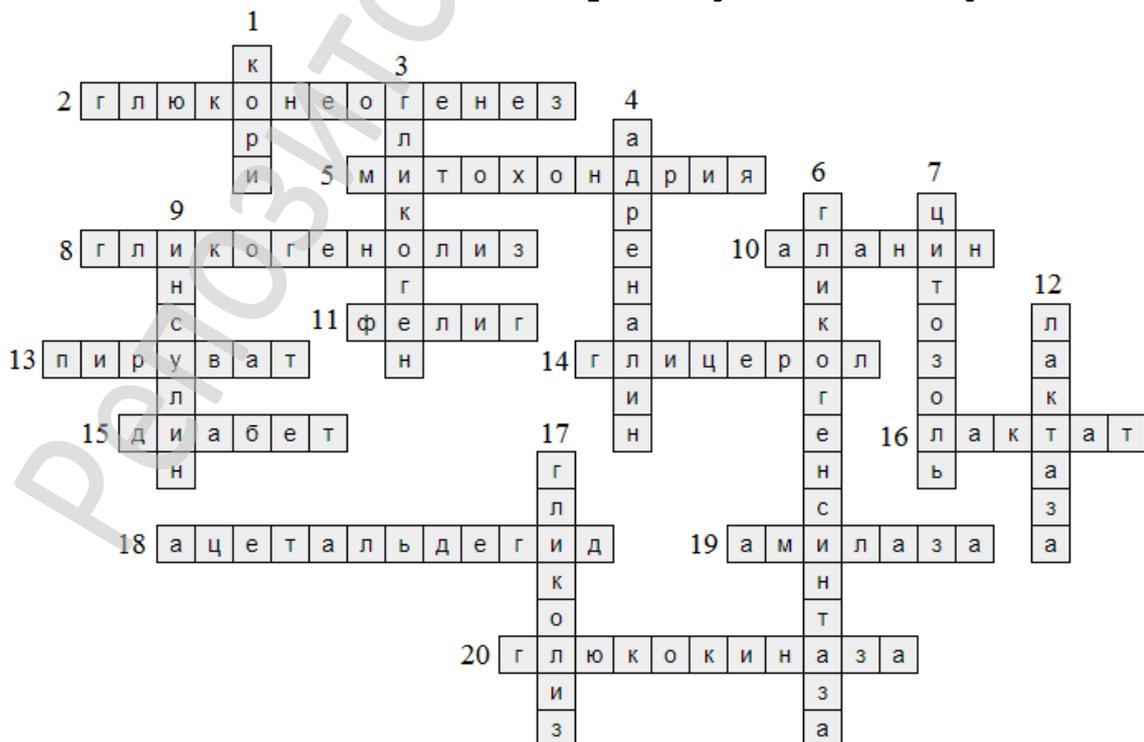
3. Морозкина, Т. С. Витамины: краткое руководство для врачей и студентов медицинских, фармацевтических и биологических специальностей / Т. С. Морозкина, А. Г. Мойсеенок. — Минск: Асар, 2002. — 112 с.

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ КРОССВОРДОВ:

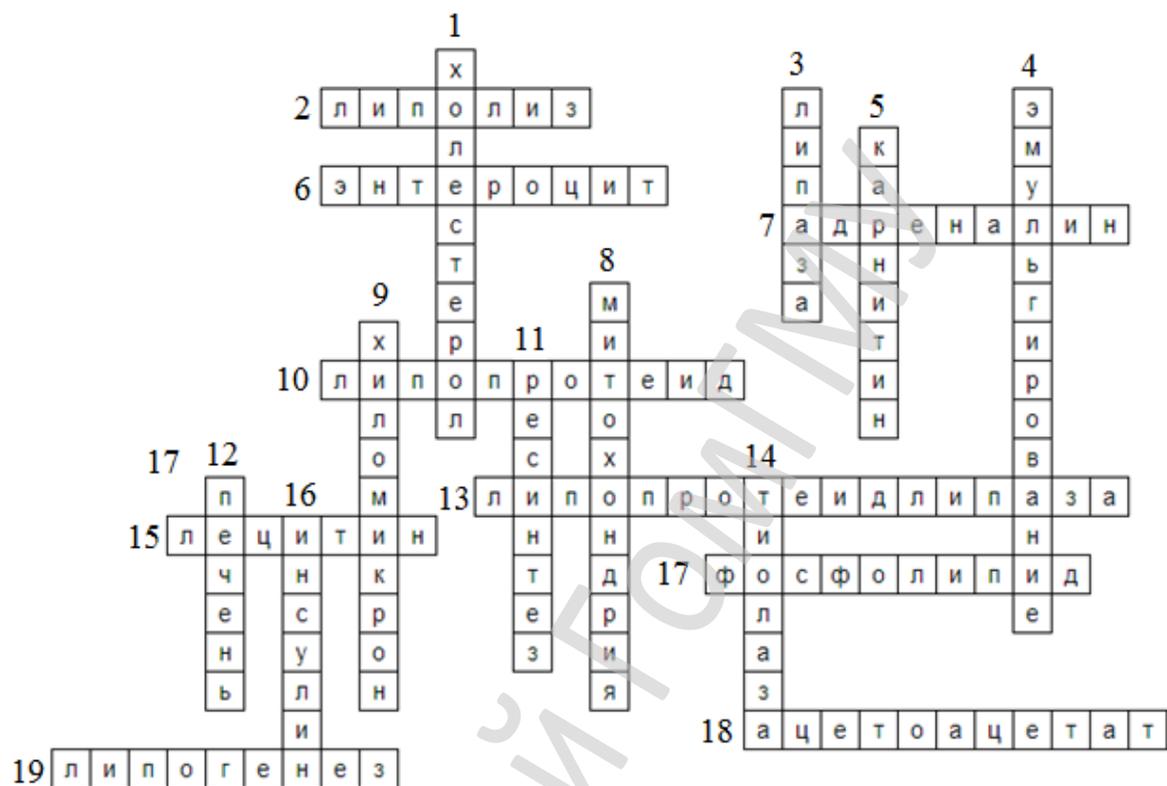
Тема: Итоговое занятие по разделам «Введение в биохимию», «Энзимология и биологическое окисление»



Тема: Итоговое занятие по разделу «Биохимия углеводов».



Тема: Итоговое занятие по разделу «Биохимия липидов».



Учебное издание

Громько Марина Владимировна
Никитина Ирина Александровна
Логвинович Ольга Сергеевна и др.

**БИОХИМИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Пособие

Редактор **Т. М. Кожмякина**
Компьютерная верстка **Ж. И. Цырыкова**

Подписано в печать 13.04.2021.
Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная 80 г/м². Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 8,60. Уч.-изд. л. 9,41. Тираж 150 экз. Заказ № 157.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/46 от 03.10.2013.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель.