

## 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 - .....; pH - .....);
- ускоряют химические реакции за счет .....
- начать самостоятельно реакцию они .....
- после реакции .....
- действуют в ..... концентрациях;
- специфичны.

предлагаемые варианты ответов:

- 20-30<sup>0</sup>с; 37-40<sup>0</sup>с; 90-100<sup>0</sup>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. Структура 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 (.....);

в) небелковая часть представлена в виде .....(прочно связана с белковой частью) и ..... (слабые связи с белковой частью);

г) 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 <sub>2</sub>	(формула B <sub>2</sub> )	(формула FMN и FAD)
PP	(формула PP)	(формула NAD и NADF)

#### 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.

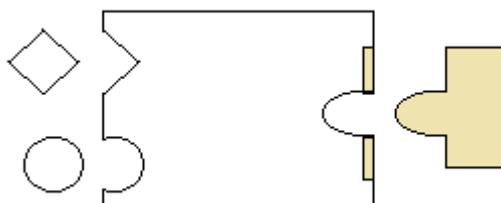


Рисунок 3.2 – Структурно-функциональная организация фермента

#### 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

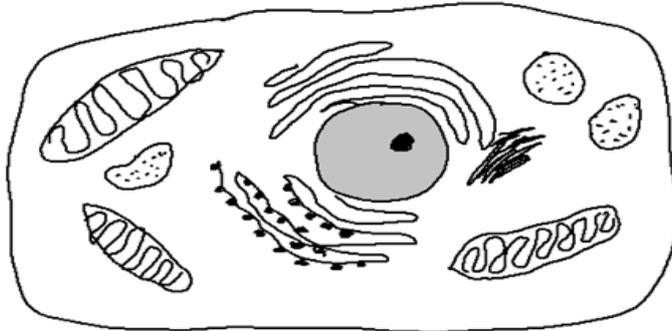
№	Орган (ткань)	Фермент(ы)
1	мозг	
2	миокард	
3	скелетная мышца	
4	печень	
5	поджелудочная железа	
6	костная ткань	
7	почки	
8	простата	

#### 6. Локализация ферментов в клетке. Маркерные ферменты

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

**Задание 6.2** – На рисунке 3.4 обозначьте органеллы (клеточная мембрана, цитозоль, ядро, гладкая ЭПС, шероховатая ЭПС, митохондрии, лизосомы, комплекс Гольджи) и укажите маркерные ферменты органелл (в скобках).

**Задание 6.3** – Подчеркните маркерные ферменты.



**Рисунок 3.4** – Строение эукариотической клетки

## 7. Номенклатура и классификация ферментов

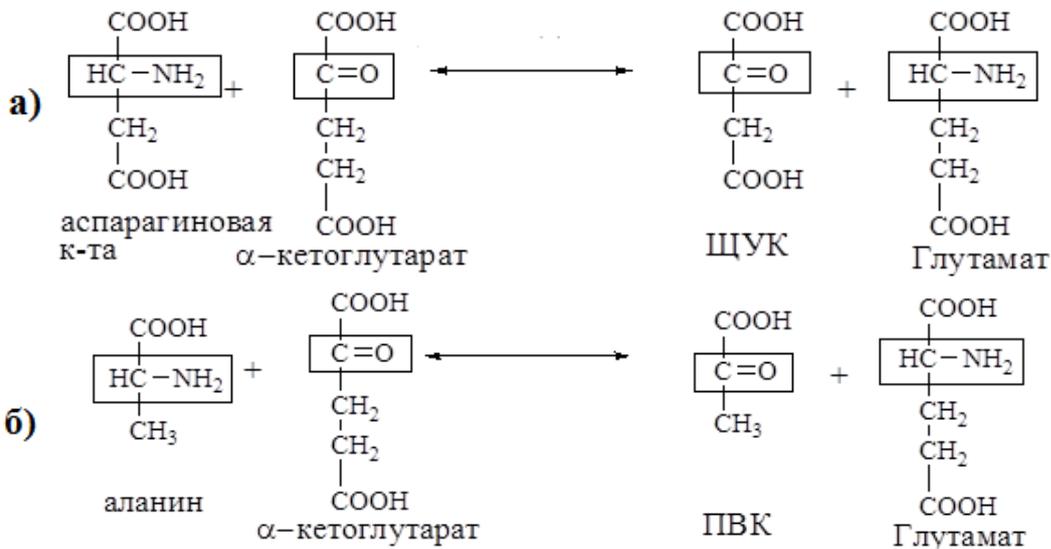
**Задание 7.1** – Заполните таблицу 3.3.

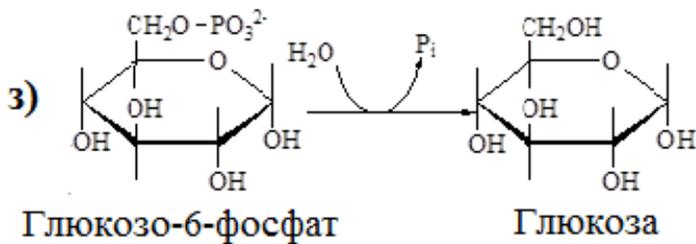
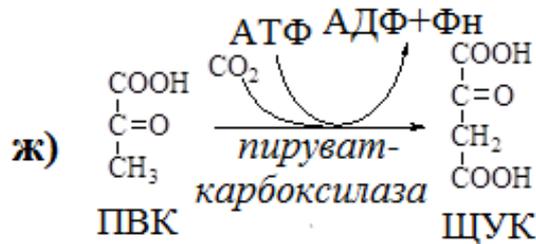
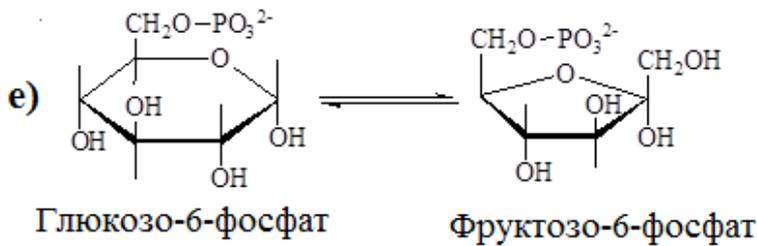
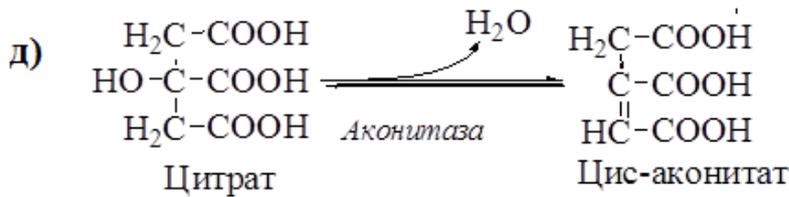
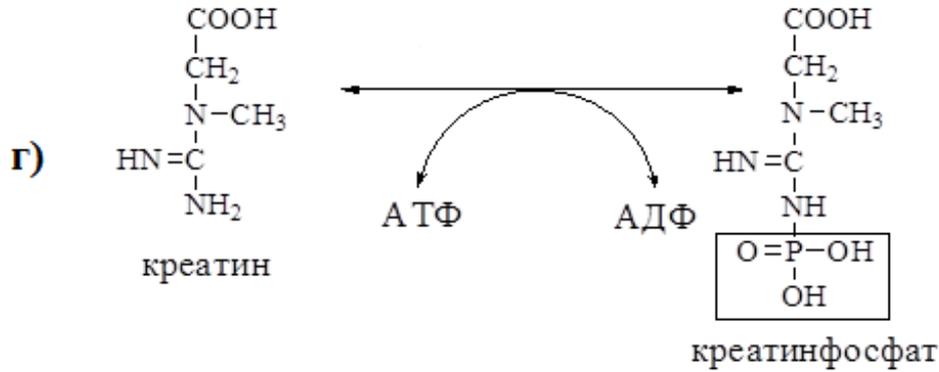
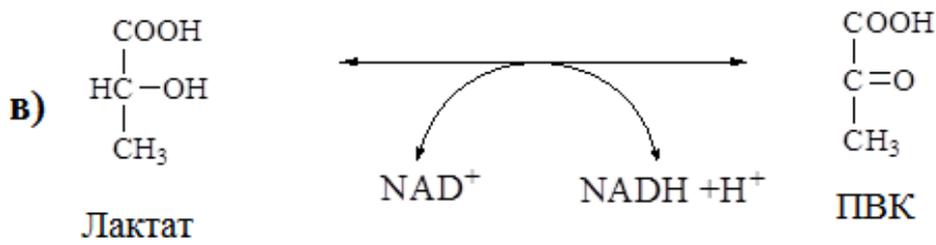
Таблица 3.3 – Классы ферментов

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.*

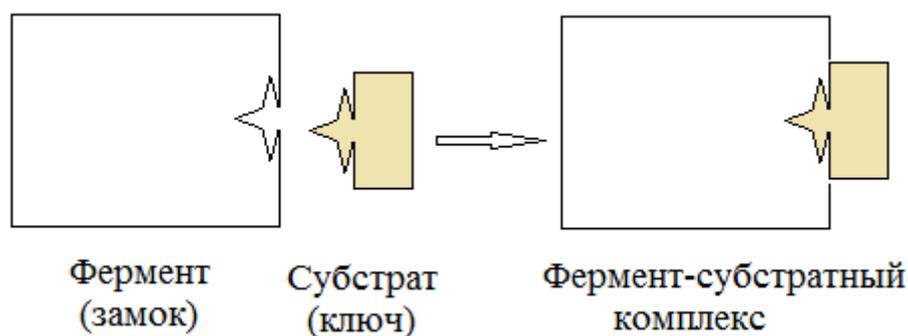


Рисунок 4.1 – Гипотеза Э. Фишера («ключ-замок», гипотеза «жесткой матрицы»)

##### 1.2. Гипотеза Кошланда («рука-перчатка»)

*Задание 1.2.1 – Поясните суть гипотезы Кошланда, рассмотрев рисунок 4,2.*

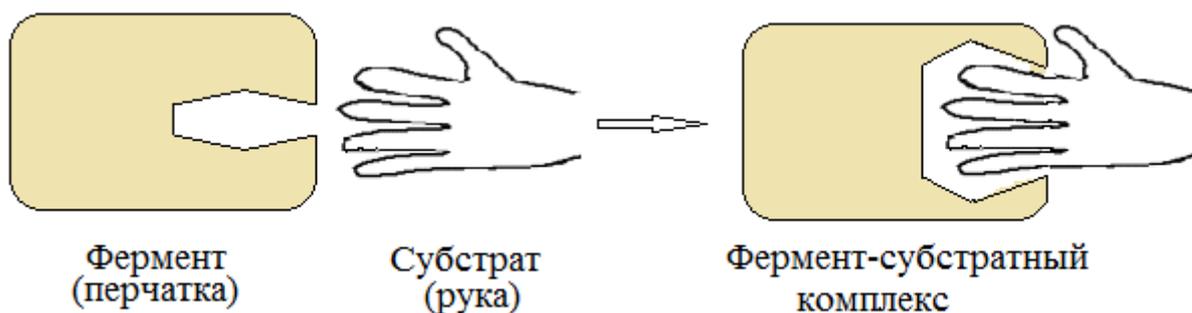


Рисунок 4.2 – Гипотеза Д. Кошланда («рука-перчатка», гипотеза «индуцированного соответствия»)

##### 1.3. Теория промежуточных соединений

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

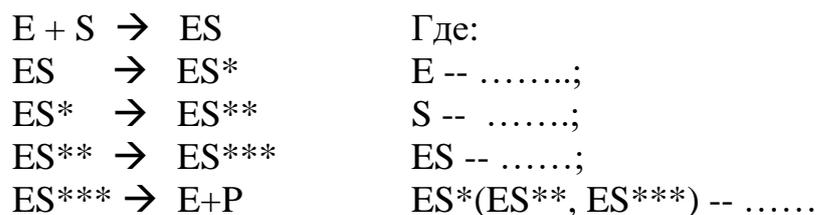
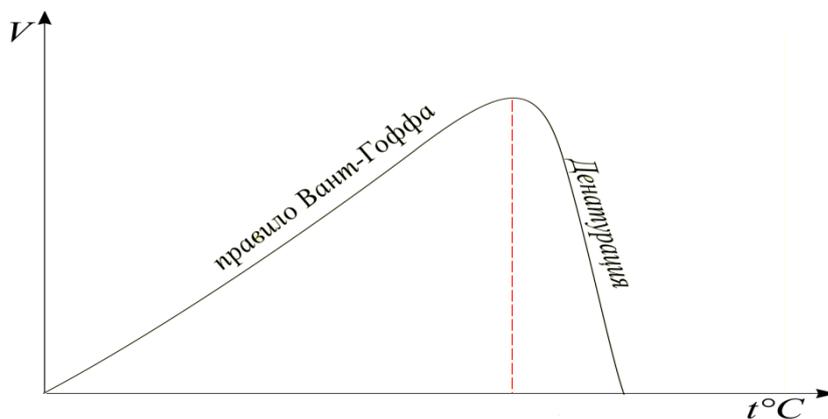


Рисунок 4.3 – Теория промежуточных соединений

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

### 2.1. Зависимость от температуры

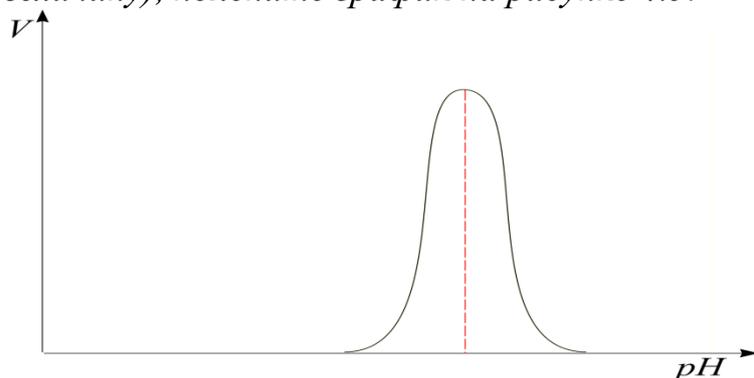
*Задание 2.1.1 – Покажите на графике температурный оптимум (укажите нужную величину) и поясните график на рисунке 4.4.*



**Рисунок 4.4 – Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры**

### 2.2. Зависимость от pH

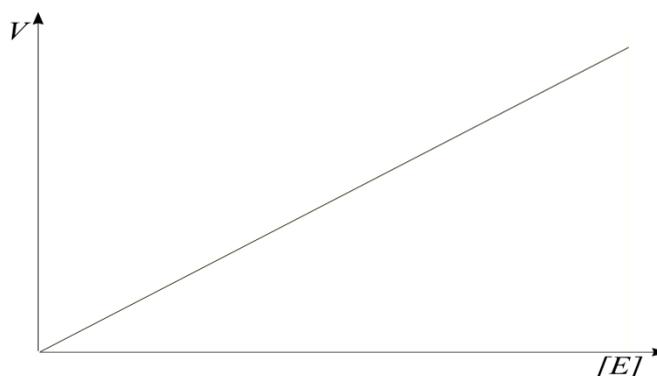
*Задание 2.2.1 – Покажите на графике оптимум pH (укажите нужную величину), поясните график на рисунке 4.5.*



**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  $K_m$ .

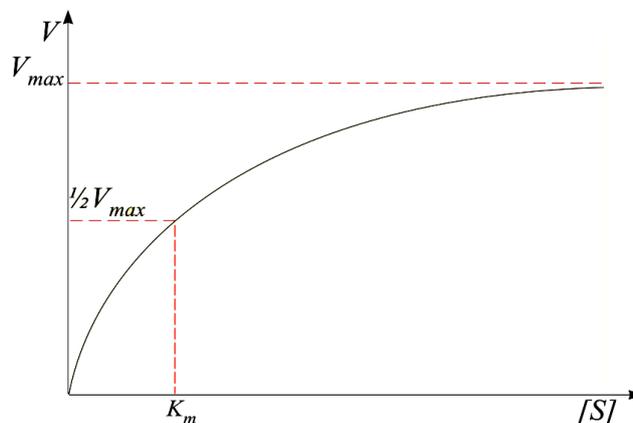


Рисунок 4.7 – Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата (константа Михаэлиса)

## 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 ( $E_{нач.}$ ), энергию системы конечную ( $E_{кон.}$ ), энергию максимальную ( $E_{макс.}$ ), энергетический барьер, энергию активации ( $E_{акт.}$ ) без катализатора, энергию активации с катализатором.

**Задание 2.5.3** – Поясните, за счет чего снижается  $E_{акт.}$  ферментативной реакции

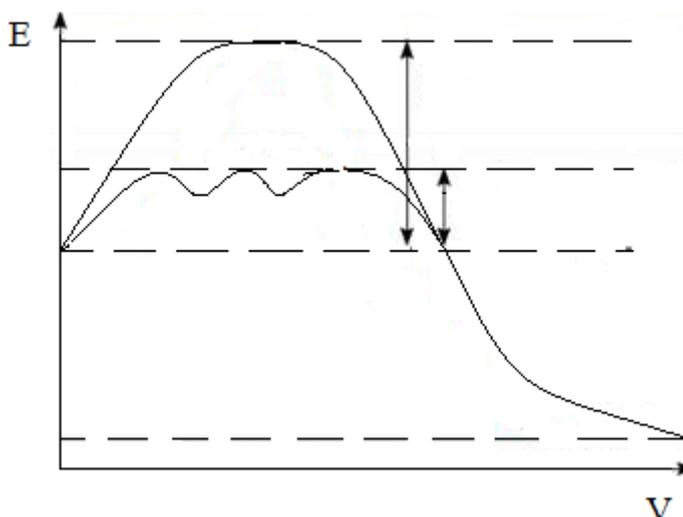


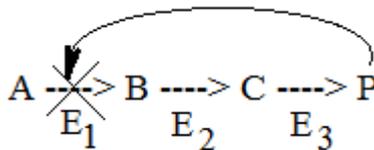
Рисунок 4.8 – Энергия активации и энергетический барьер

## 3. Регуляция активности ферментов

### 3.1. Принцип обратной отрицательной связи (принцип ретроингибирования)

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

*Задание 3.1.2 – Объясните физиологическое значение обратной отрицательной связи.*

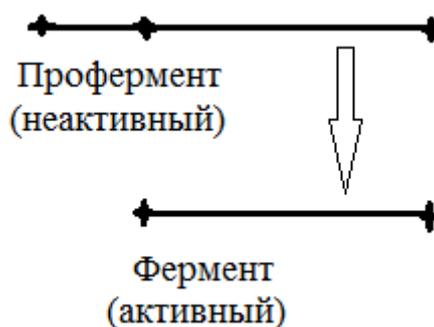


**Рисунок 4.9 – Принцип обратной отрицательной связи**

### 3.2. Ограниченный протеолиз

*Задание 3.2.1 – Приведите 3 примера превращения проферментов в ферменты.*

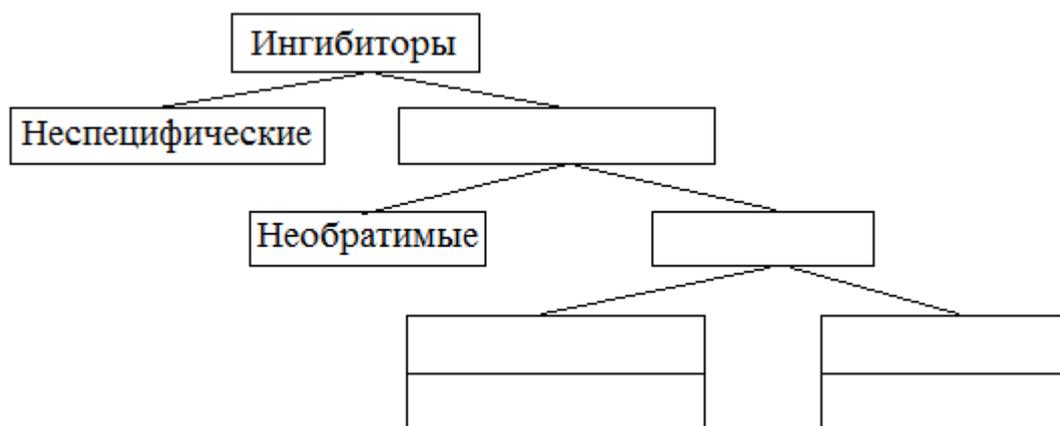
*Задание 3.2.2 – Объясните физиологическое значение превращения проферментов в ферменты, рассмотрев рисунок 4.10.*



**Рисунок 4.10 – Схема реакции ограниченного протеолиза**

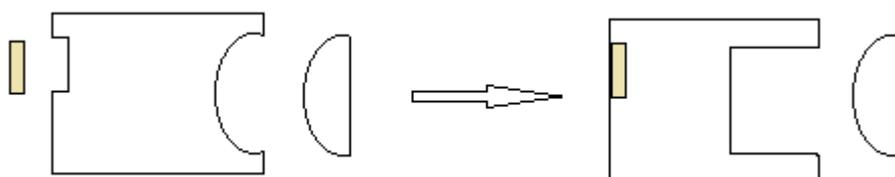
### 3.3. Действие ингибиторов

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



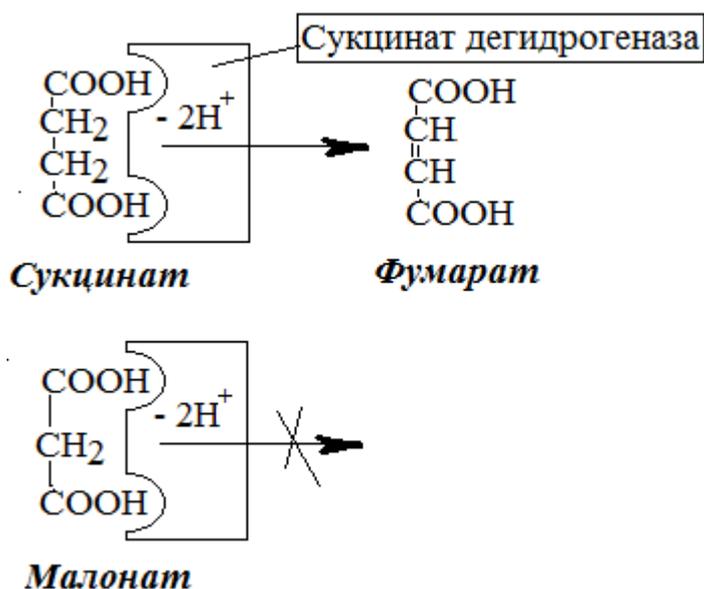
**Рисунок 4.11 – Виды ингибиторов**

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



**Рисунок 4.12** – Действие неконкурентных ингибиторов на ферментативную реакцию

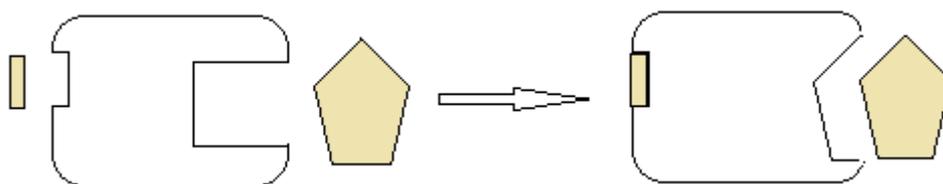
**Задание 3.3.3** – Рассмотрите рисунок 4.13 и объясните механизм действия конкурентных ингибиторов.



**Рисунок 4.13** – Действие конкурентных ингибиторов

### 3.4. Действие активаторов

**Задание 3.4.1** – Рассмотрите рисунок 4.14. и объясните механизм действия активаторов.

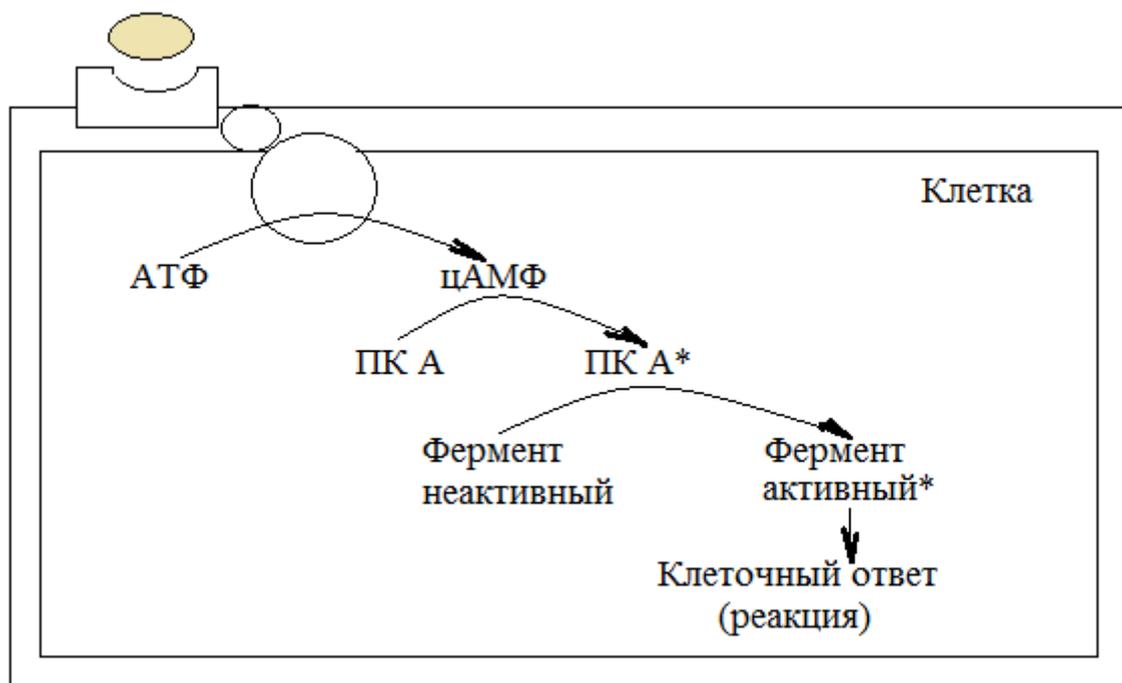


**Рисунок 4.14** – Действие активаторов на ферментативную реакцию

### 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 протеинкиназу A, 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 лейкотриены, простагландины, тромбоксаны, ЭПР, фосфотидилинозитол, фосфатидилинозитолдифосфат, инозитол-3-фосфат, ДАГ.*

*Задание 3.5.2.2 – Обозначьте на схеме рисунка 4.16 разными цветами пути регуляции вторичных посредников ИФ<sub>3</sub>, ДАГ, РG, LT, ТХА.*

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

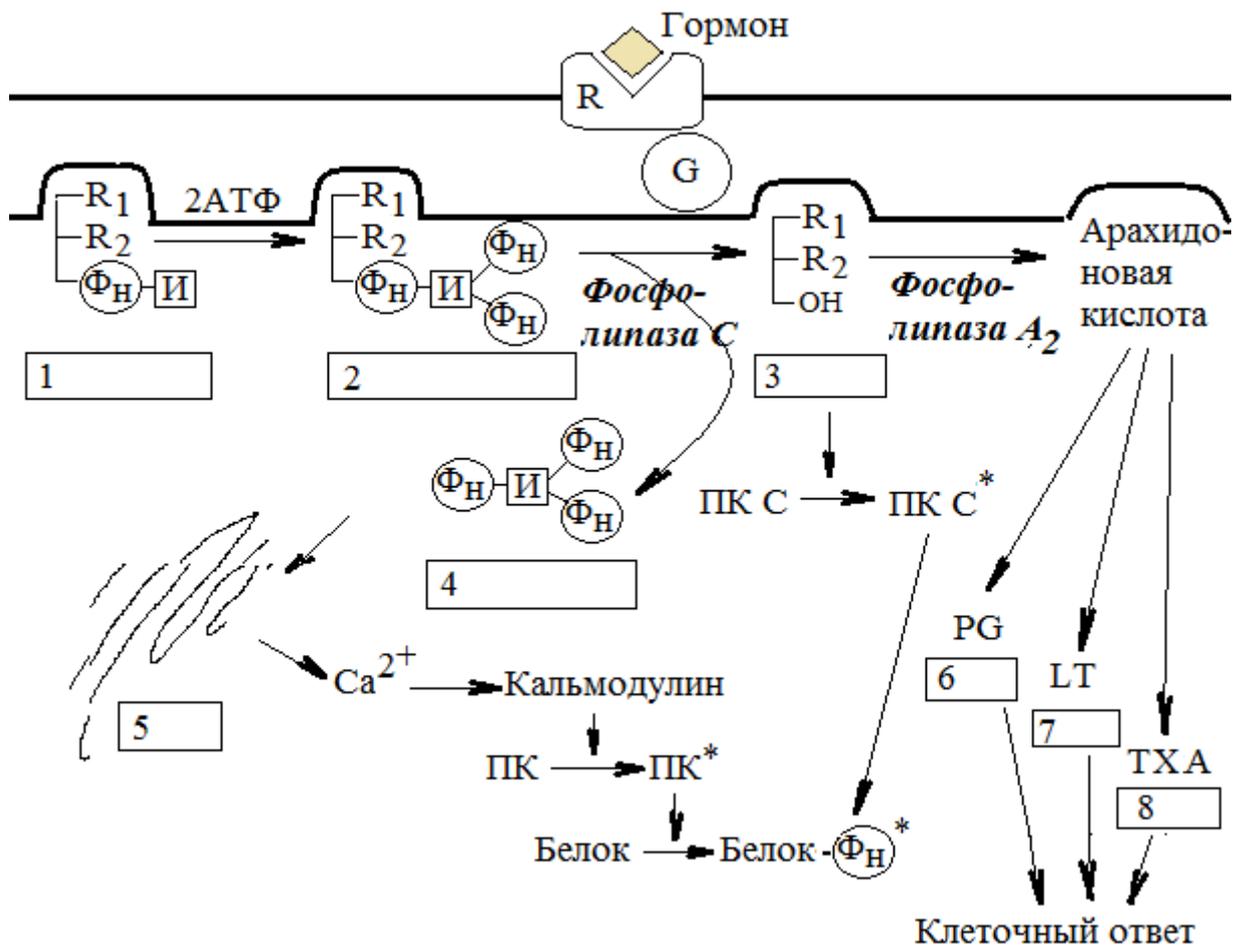


Рисунок 4.16 – Инозитолтрифосфатный путь регуляции метаболизма

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

## Занятие 5

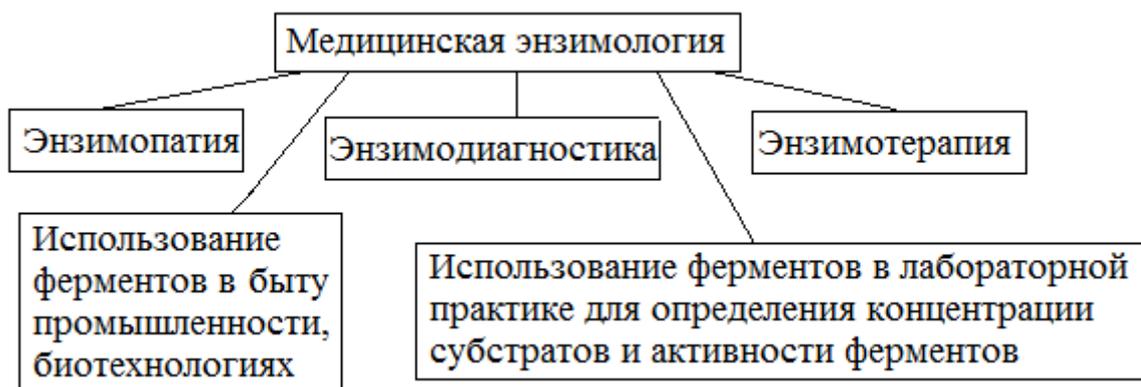
**Тема:** Медицинская энзимология

**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 (ЛДГ)

*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 ЛДГ

Расположение субъединиц					
Виды ЛДГ	ЛДГ 1				
Энзимодиагностика заболеваний					

### 1.1.2. Изоформы креатинфосфокиназы (КФК)

*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

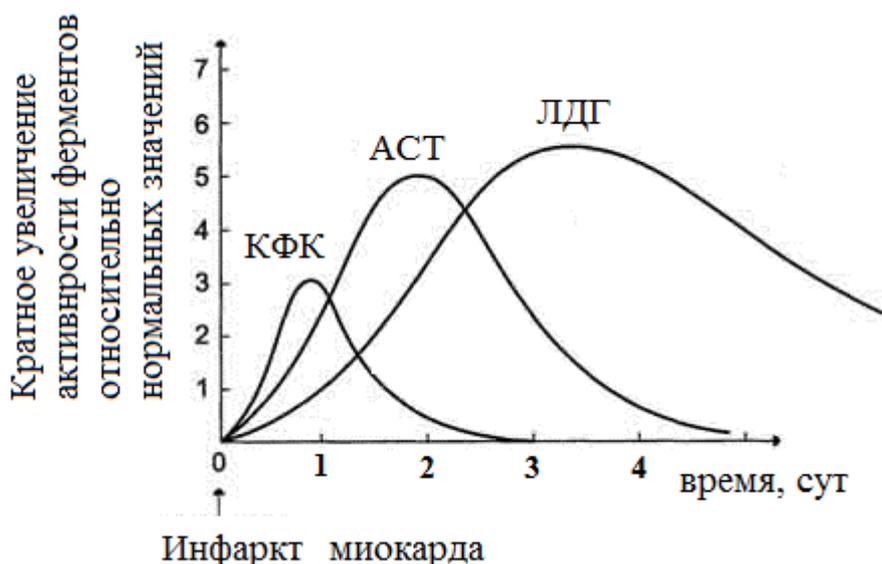
*Задание 1.1.3.1 – Дайте определение понятию «энзимодиагностика».*

*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 <sub>1,2</sub>	
ЛДГ <sub>3</sub>	
ЛДГ <sub>4,5</sub>	
КФК <sub>1</sub>	
КФК <sub>2</sub>	
КФК <sub>3</sub>	
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: фенилкетонурия (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:

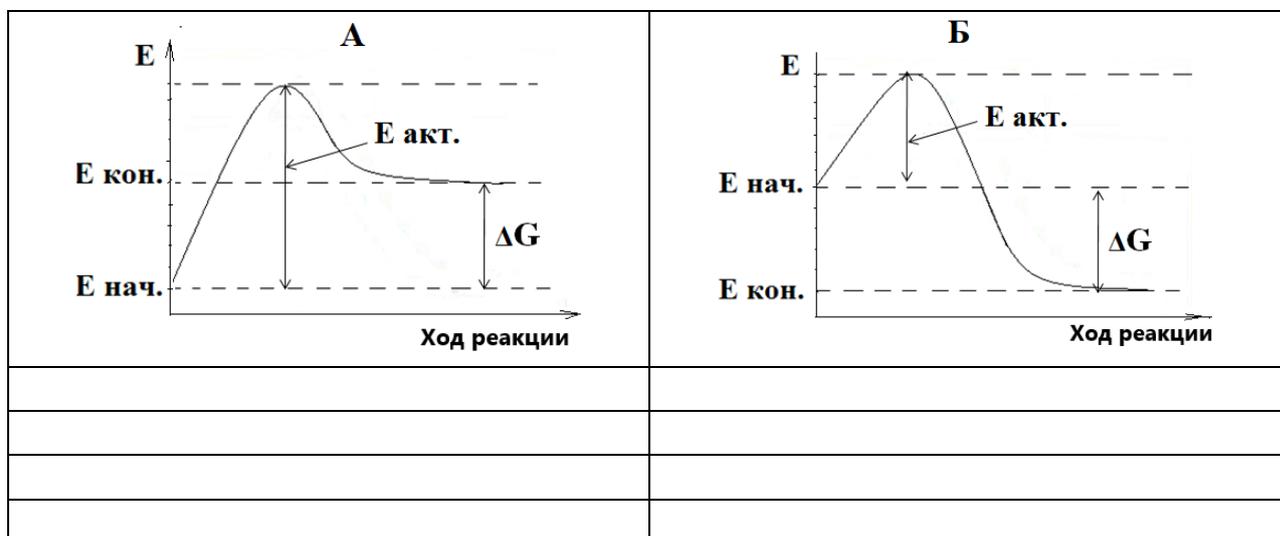
- теория активации кислорода (Бах-Энглер).
- теория активации водорода (Палладин-Виланд).

**Задание 1.2** – Ответьте на следующие вопросы:

- какой закон термодинамики дает возможность рассчитать изменение энергии при разных состояниях системы?
- какой закон термодинамики дает возможность оценить спонтанность протекания химических реакций в биологических системах?
- каким образом можно использовать энергию Гиббса ( $\Delta G$ ) для оценки направления протекания реакций? Записать формулу выражения свободной энергии ( $\Delta G$ ).

**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 глюкозо-6-фосфата (фосфорилирования глюкозы). Для этого необходимо:*

а) закончить уравнение реакции: Глюкоза +  $P_i = \dots\dots\dots$  ( $\Delta G = 13,8$  кДж/моль).

б) записать уравнение гидролиза АТФ ( $\Delta G$  гидролиза АТФ = - 30,5 кДж/моль).

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

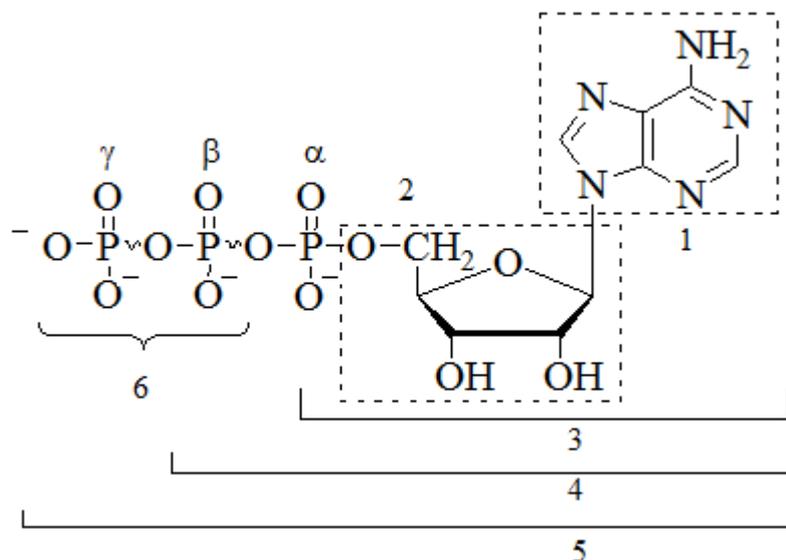
г) сделать вывод о том, что такое «сопряженность биохимических реакций» и «макроэргические соединения».

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

а) напишите развернутое название вещества.

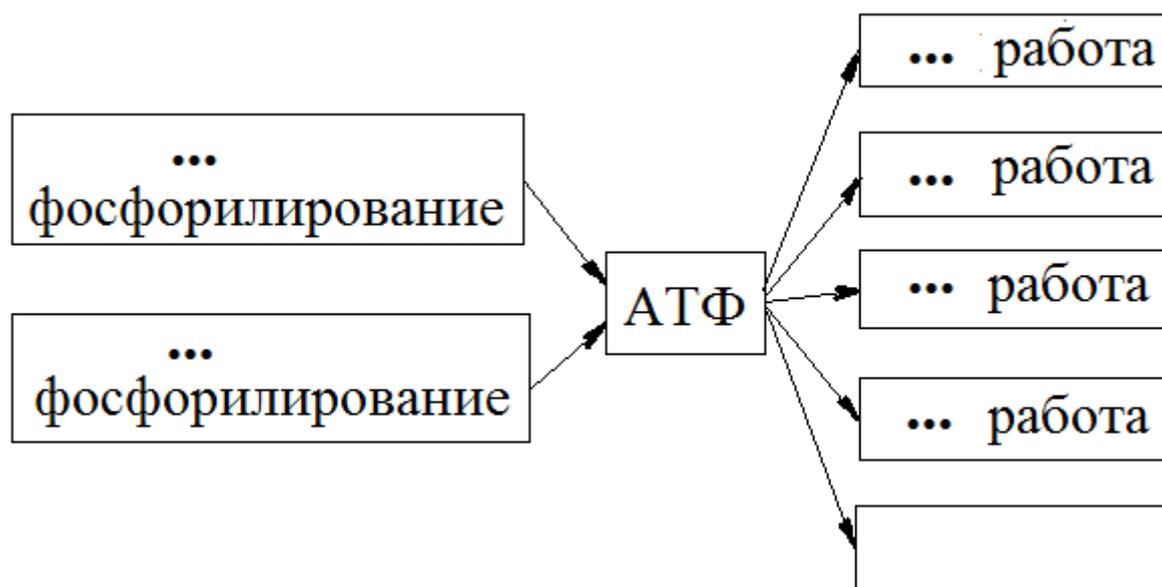
б) подпишите цифры на рисунке 6.1.

в) 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:

- а) этапы БО, количество депонируемой энергии, %.
- б) общие и специфические пути катаболизма.

### 4. ЦТК – 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**

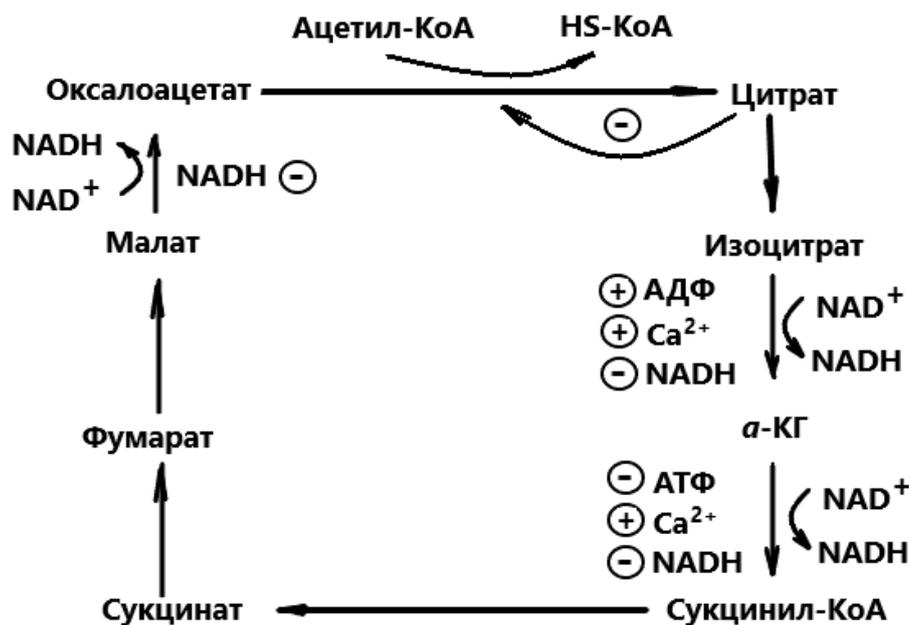
**Задание 4.2 – Рассмотрите в учебнике последовательность реакции цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и выполните следующие задания:**

- а) выпишите NAD-зависимые реакции ЦТК.
- б) выпишите FAD-зависимые реакции ЦТК.
- в) выпишите реакцию субстратного фосфорилирования ЦТК.
- г) заполните таблицу 6.1.
- д) запишите суммарное уравнение ЦТК.

**Таблица 6.1 – Характеристика некоторых реакции цикла трикарбоновых кислот**

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

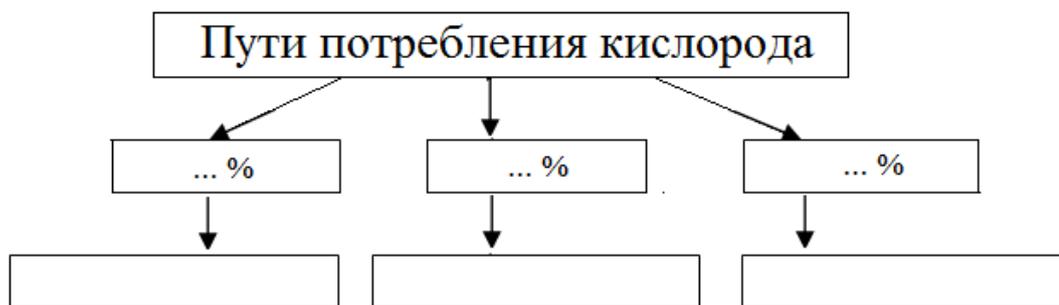
**Задание 4.3 – Рассмотрите рисунки 6.5 и 4.13 и сделайте выводы о регуляции ЦТК, запишите аллостерические ферменты ЦТК и их эффекторы.**



**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. Микросомальное 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

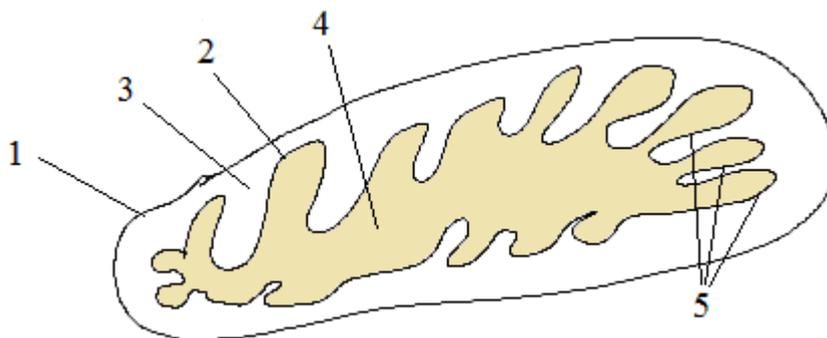
**Практическая часть:**

### 1. Митохондриальный путь потребления кислорода

#### 1.1. Локализация митохондриальной дыхательной цепи (ДЦ)

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

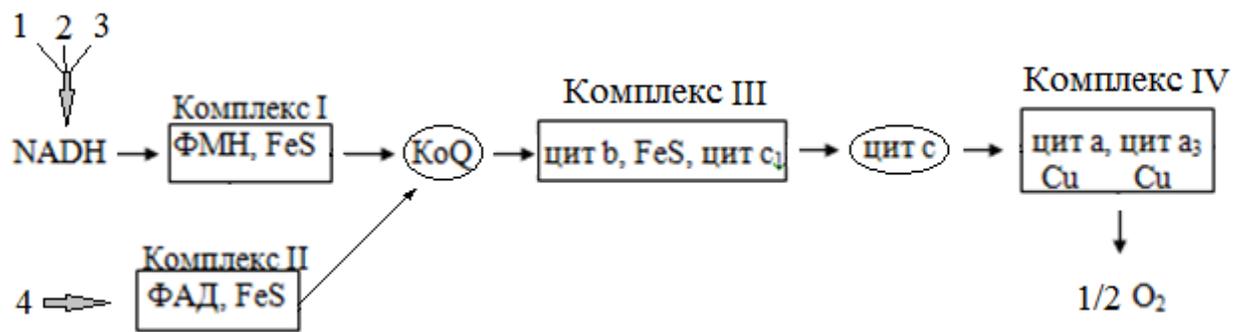
*Задание 1.1.2 – Покажите на рисунке 7.1 локализацию ферментов ЦТК, ДЦ.*



**Рисунок 7.1 – Схема строения митохондрии**

#### 1.2. Строение митохондриальной ДЦ

*Задание 1.2.1 – Дополните схему рисунка 7.2 предложенными терминами: изоцитрат, сукцинат,  $\alpha$ -КГ, малат.*



**Рисунок 7.2 – Схема строения митохондриальной дыхательной цепи**

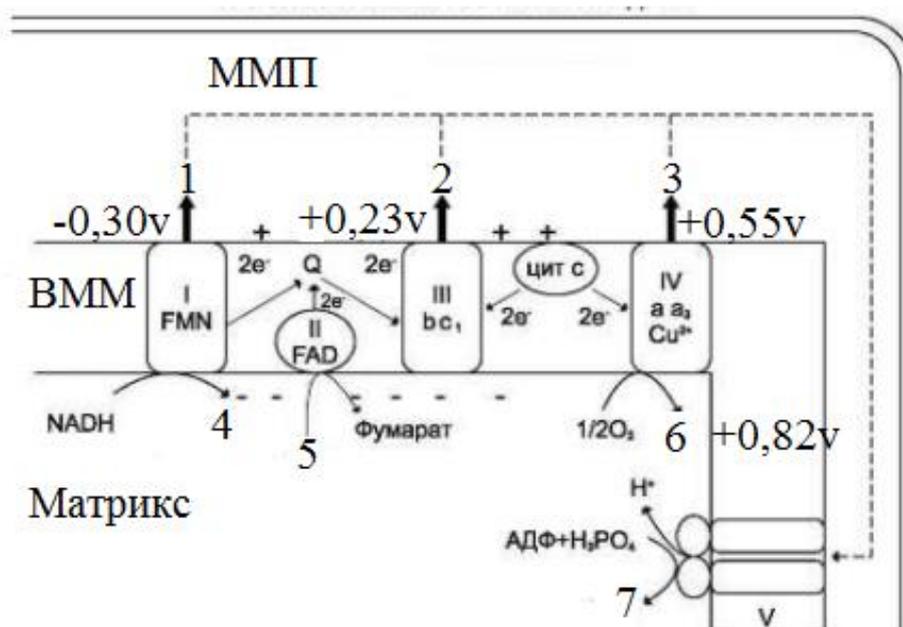
**Задание 1.2.2 – Запишите названия комплексов ДЦ митохондрий (I – NADH-убихинон-оксидоредуктаза; II – Сукцинат-убихинон-оксидоредуктаза (сукцинатДГ); III – Убихинол-цитохром-С-оксидоредуктаза; IV – Цитохром-С-оксидаза; V – АТФ-синтаза).**

**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:  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $4\text{H}^+$ ; сукцинат;  $2\text{H}^++2\text{H}^+$ ;  $2\text{H}^+$ ;  $\text{NAD}^+$ ; АТФ;

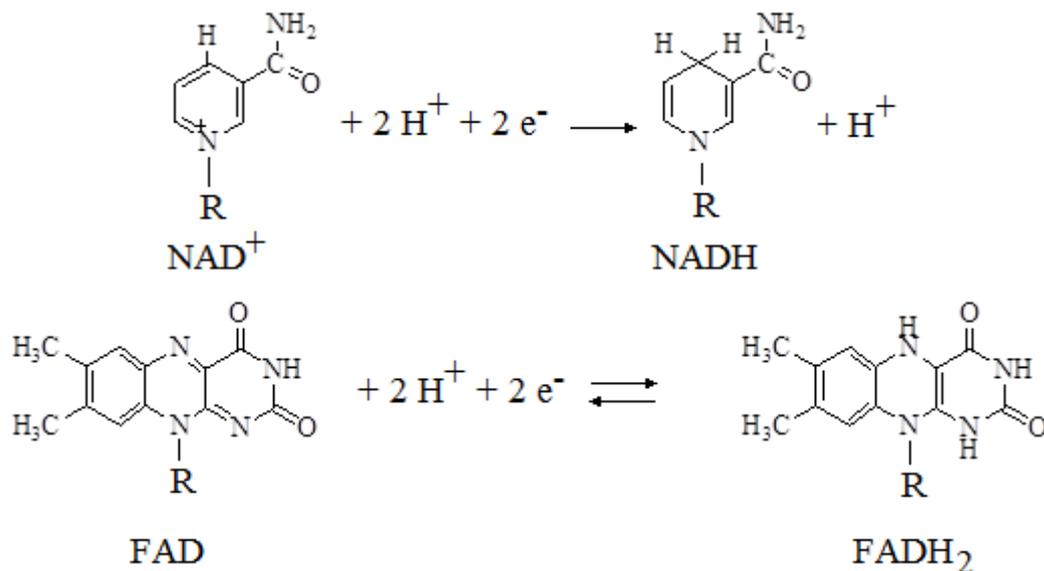
в) выделите красным цветом комплексы ДЦ, ответственные за формирование трансмембранного электрохимического потенциала ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) – пункты сопряжения. Помните, что градиент электрохимического потенциала ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) в мембране митохондрии представлен двумя компонентами:  $\Delta\text{pH}$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



**Рисунок 7.3 – Окислительно-восстановительный потенциал некоторых переносчиков электронтранспортной цепи митохондрий.**

**ММП – межмембранное пространство, ВММ – внутренняя мембрана митохондрий [1]**

**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.

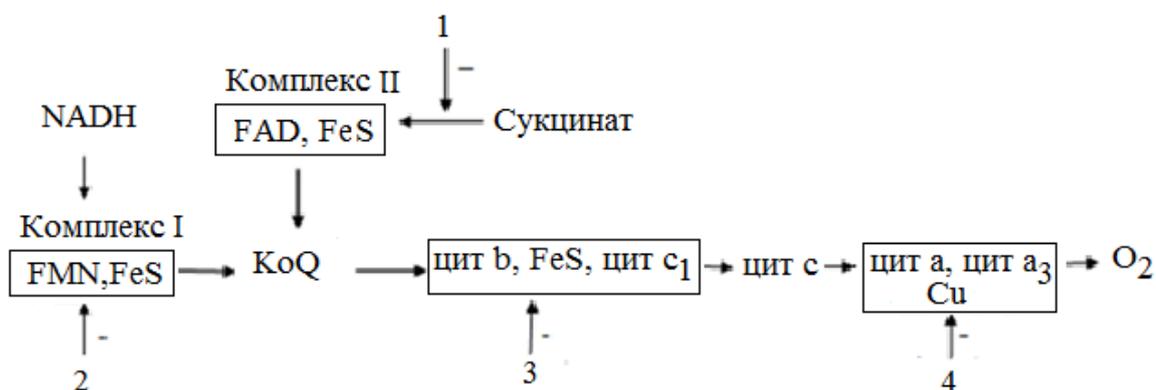
**Задание 1.3.2** – Определите коэффициент P/O для NAD - и FAD - зависимых субстратов.

### 1.4. Ингибиторы ДЦ

**Задание 1.4.1** – Рассмотрите рисунок 7.5. и выполните следующие задания:

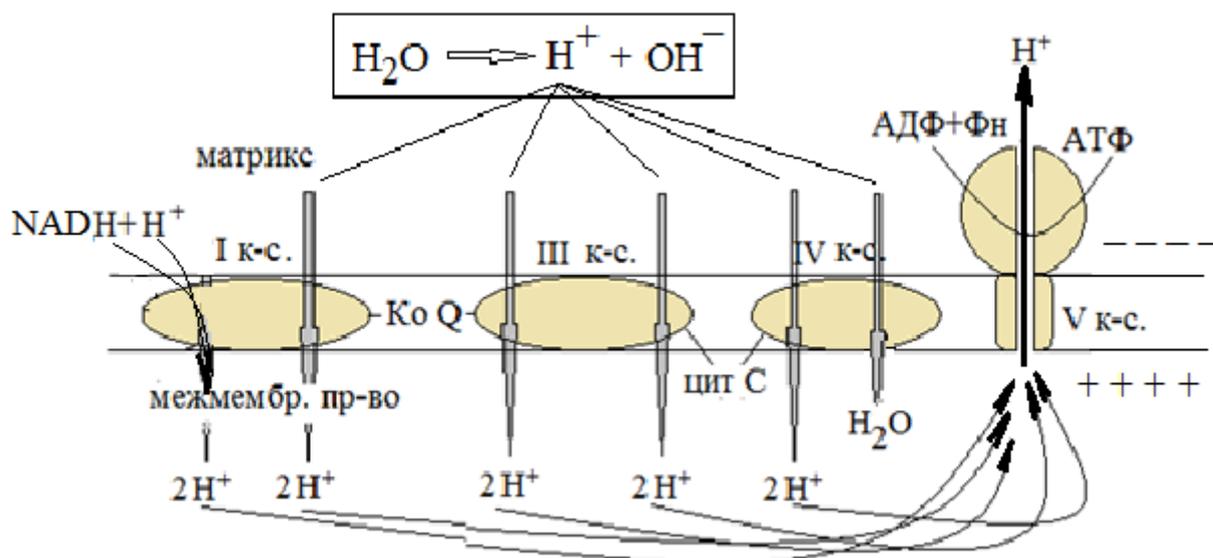
а) дополните схему следующими ингибиторами: малонат, барбитураты, амитал, ротенон, CO, H<sub>2</sub>S, цианиды, антимицин А.

б) 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. Хемиосмотическая гипотеза Митчелла**

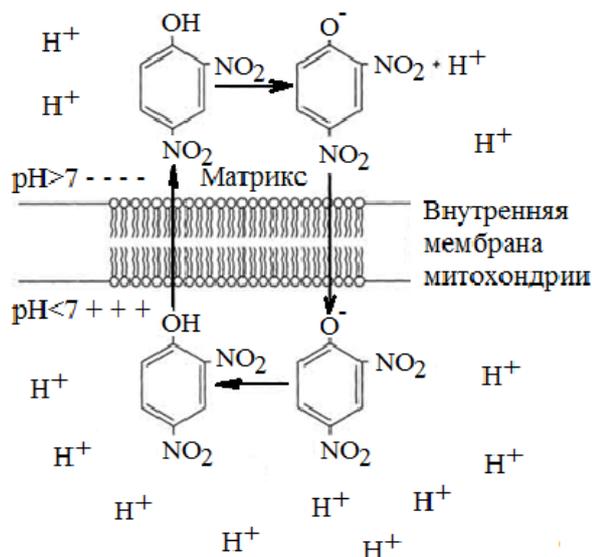


**Рисунок 7.6 – Хемиосмотическая гипотеза Митчелла**

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

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

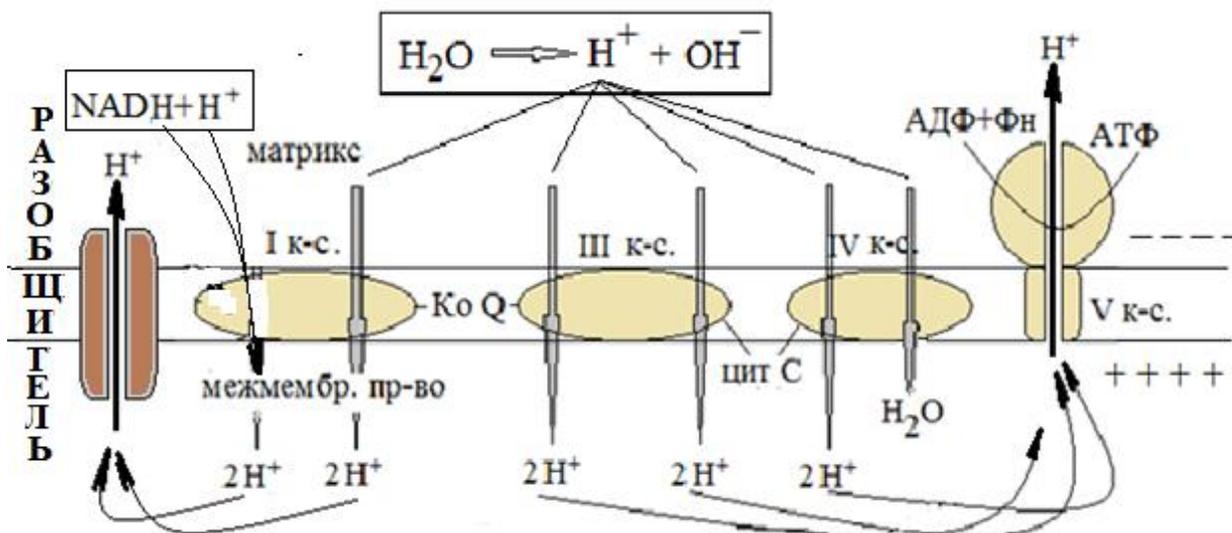
**1.6. Разобщение ОФ**



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

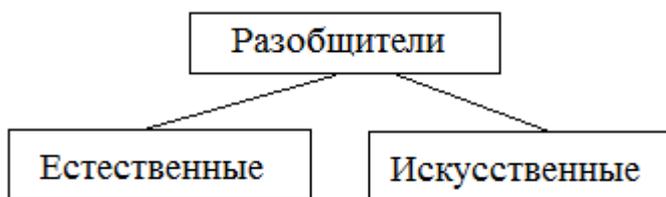
**Задание 1.6.1** - Рассмотрите рисунок 7.7 и поясните механизм действия разобщителей на примере 2,4-динитрофенола.

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

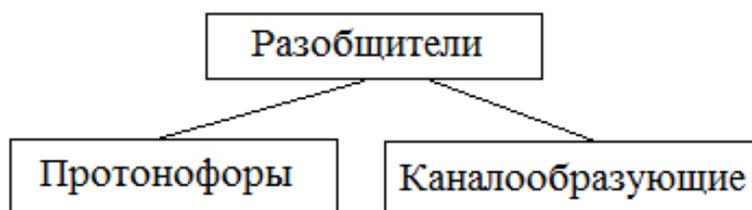


**Рисунок 7.8** - Механизм действия каналобразующих разобщителей

**Задание 1.6.3** – Приведите примеры разобщителей дыхательной цепи митохондрий в зависимости от происхождения (рисунок 7.9) и механизма действия (рисунок 7.10).

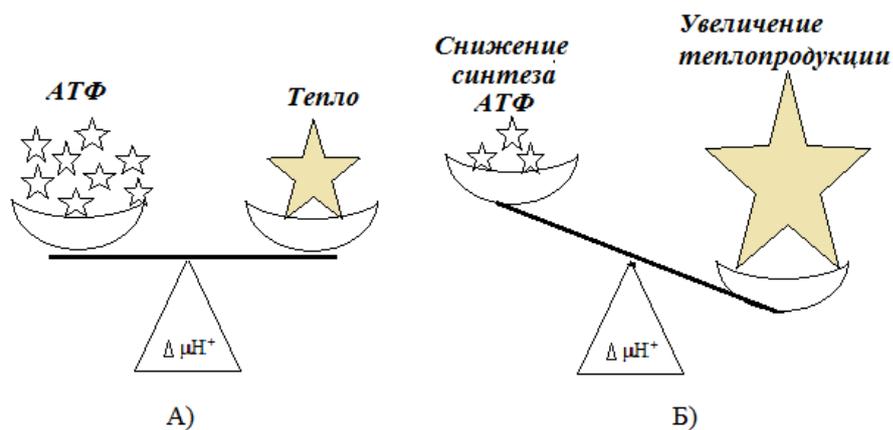


**Рисунок 7.9** – Разобщители дыхательной цепи митохондрий в зависимости от их происхождения



**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).

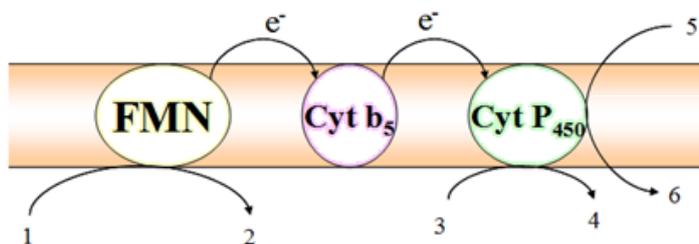


**Рисунок 7.11 – Механизм действия разобщителей: А) Работа дыхательной цепи без разобщителей; Б) Действие разобщителей на работу дыхательной цепи**

## 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:  $\text{RN}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NADP}^+$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{RON}$ ;  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ .



**Рисунок 7.12 – Строение микросомальной дыхательной цепи**

**Задание 2.2** - Заполните таблицу 7.1.

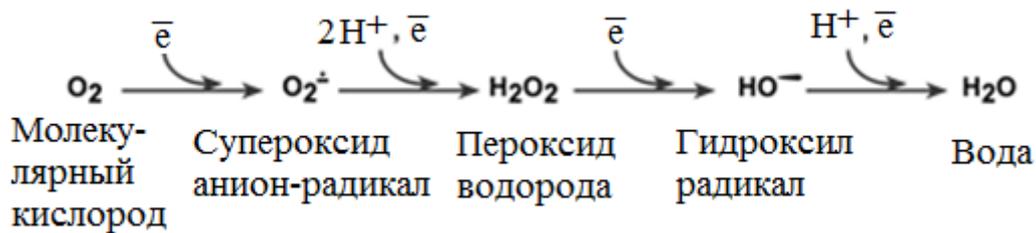
Таблица 7.1 - Сравнительная характеристика строения митохондриальной и микросомальной дыхательных цепей

Признаки	Митохондриальная ДЦ	Микросомальная ДЦ
Клеточная локализация		
Функции		
Входящие в состав цитохромы		
Использование $\text{O}_2$		
Образование АТФ		

**Задание 2.3** - Запишите функции микросомальной дыхательной цепи (1-3).

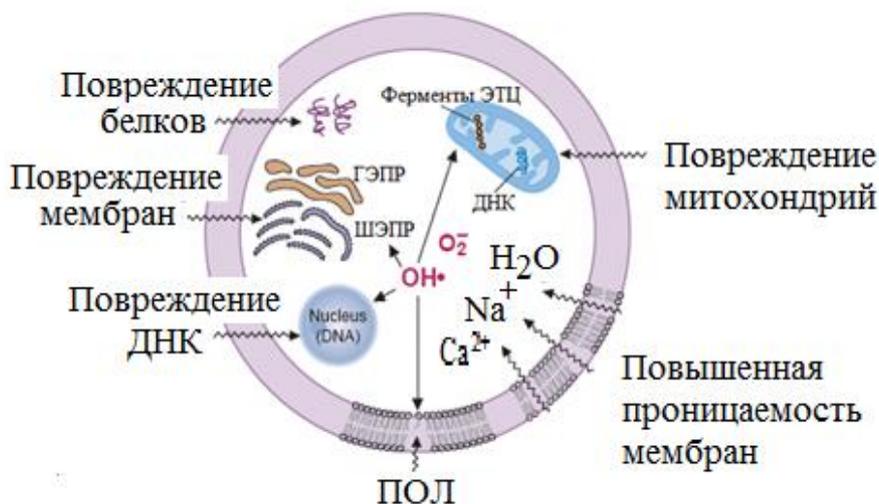
## 3. Перекисные процессы

**Задание 3.1** - Перерисуйте рисунок 7.13 восстановления кислорода до воды и выделите красным цветом активные формы кислорода (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.

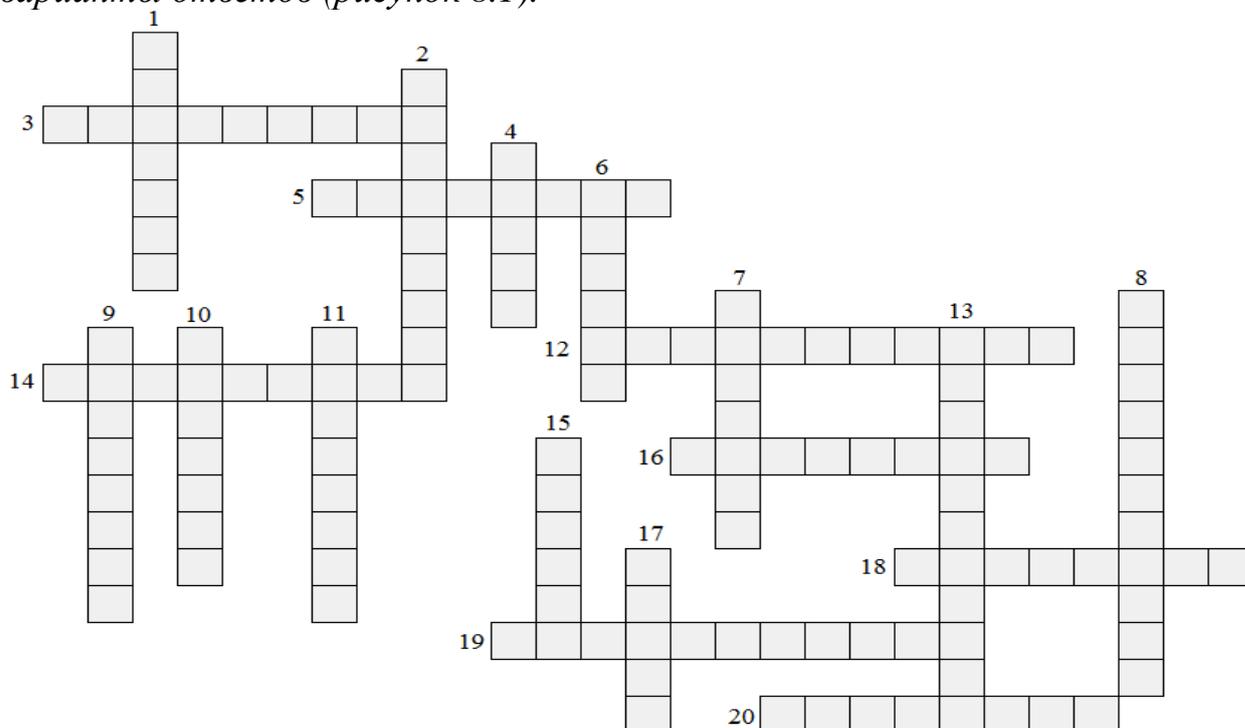
## ЗАНЯТИЕ 8

**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 митохондрии 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 межмембранное пространство при движении электронов по ДЦ; 11. Белки, осуществляющие фолдинг; 13. Вещества, обладающие способностью снижать  $\Delta\mu\text{H}^+$  на мембране митохондрий; 15. Название 6-го класса ферментов; 17. Название 4-го класса ферментов.