

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ.

# Метаболизм в клетках

**Энергетический  
обмен  
(катаболизм,  
диссимиляция)**

-распад, расщепление  
органических веществ

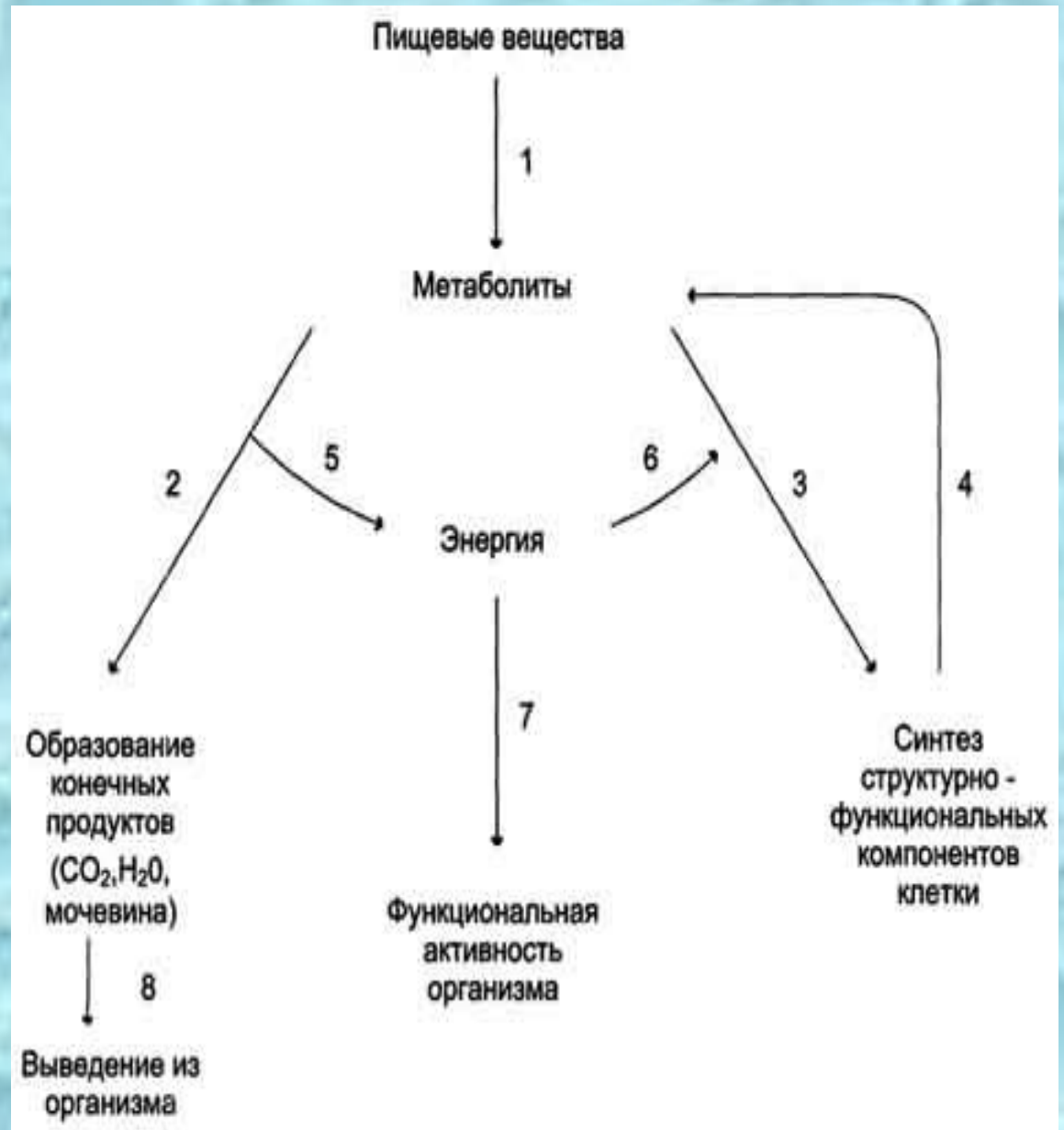
**Пластический  
обмен  
(анаболизм,  
ассимиляция)**

-синтез органических  
веществ

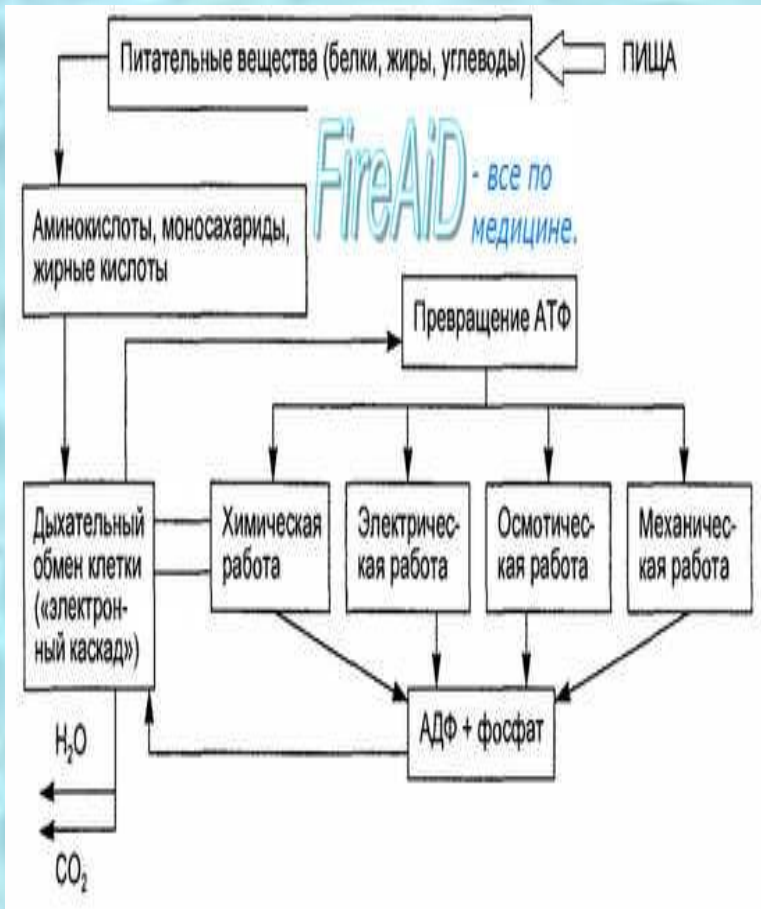
Обязательным условием существования любого организма является постоянный приток питательных веществ и постоянное выделение конечных продуктов химических реакций, происходящих в клетках. Питательные вещества используются организмами в качестве источника атомов химических элементов (прежде всего атомов углерода), из которых строятся либо обновляются все структуры. В организм, кроме питательных веществ, поступают также вода, кислород, минеральные соли.

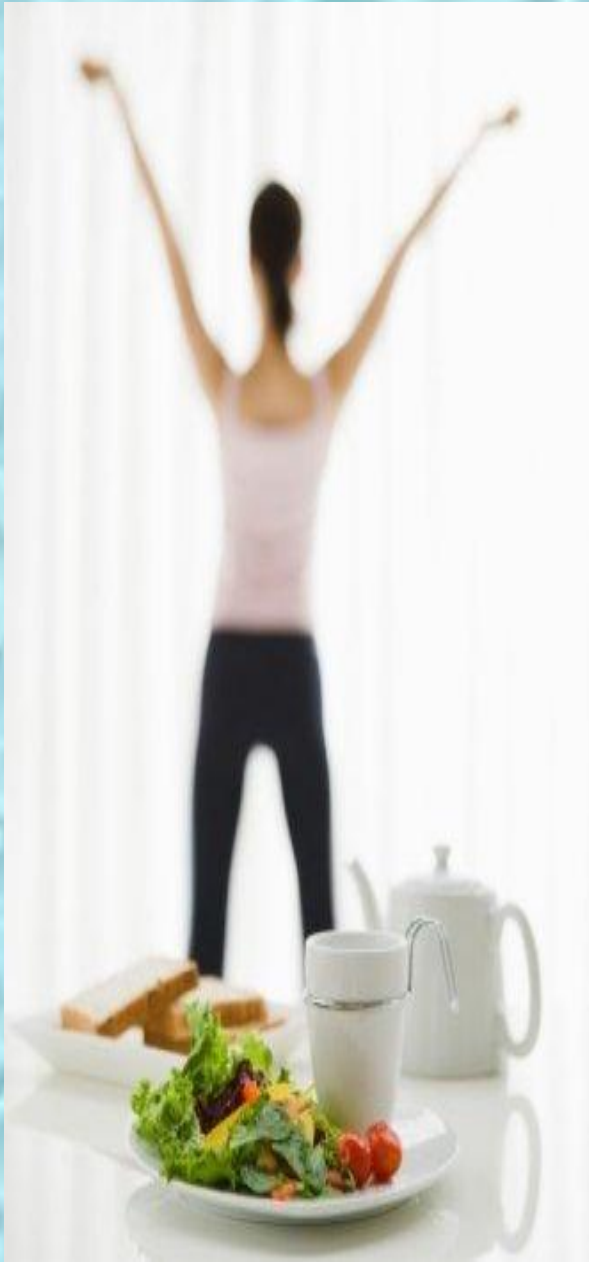
- Поступившие в клетки органические вещества (или синтезированные в ходе фотосинтеза) расщепляются на строительные блоки — мономеры и направляются во все клетки организма. Часть молекул этих веществ расходуется на синтез специфических органических веществ, присущих данному организму. В клетках синтезируются белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты и другие вещества, которые выполняют различные функции (строительную, каталитическую, регуляторную, защитную и т. д.).

Совокупность химических реакций, происходящих в организме, называется *обменом веществ* или *метаболизмом*. В зависимости от общей направленности процессов выделяют катаболизм и анаболизм.

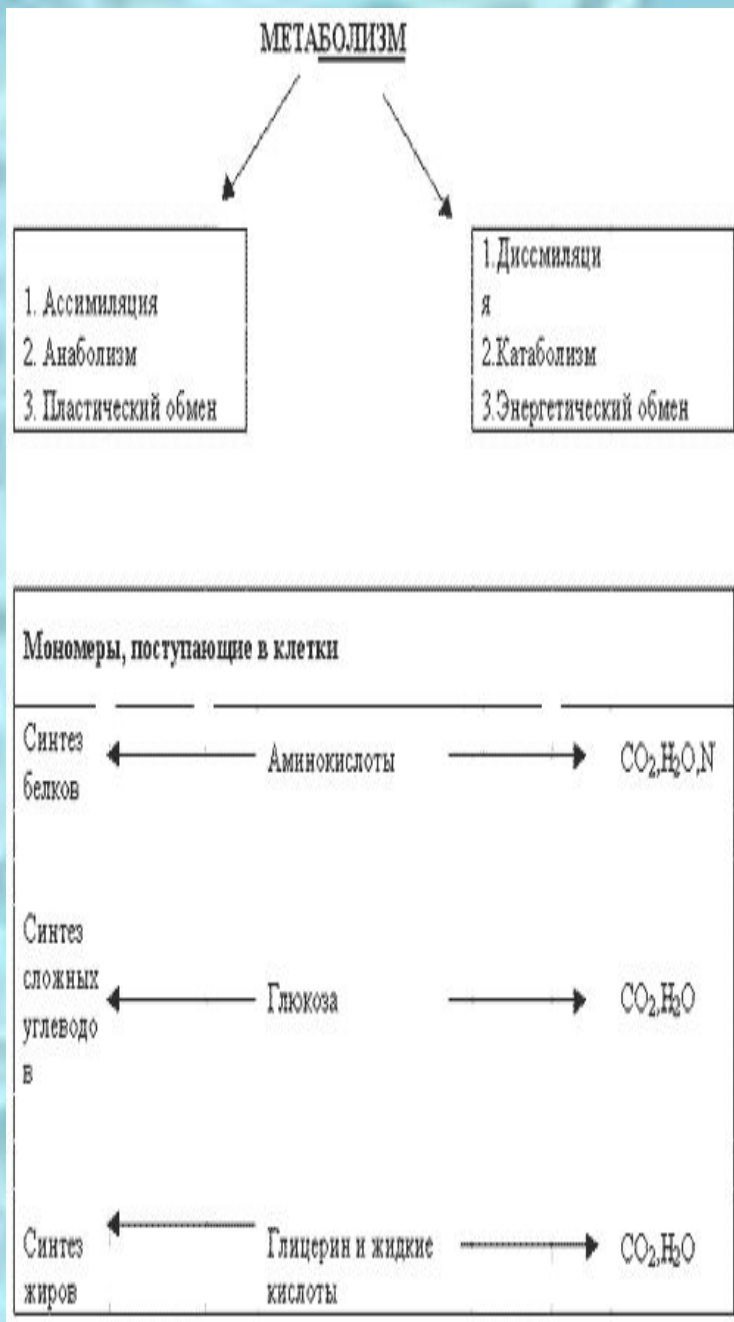


- Совокупность химических реакций, происходящих в организме, называется обменом веществ или метаболизмом. В зависимости от общей направленности процессов выделяют катаболизм и анаболизм.

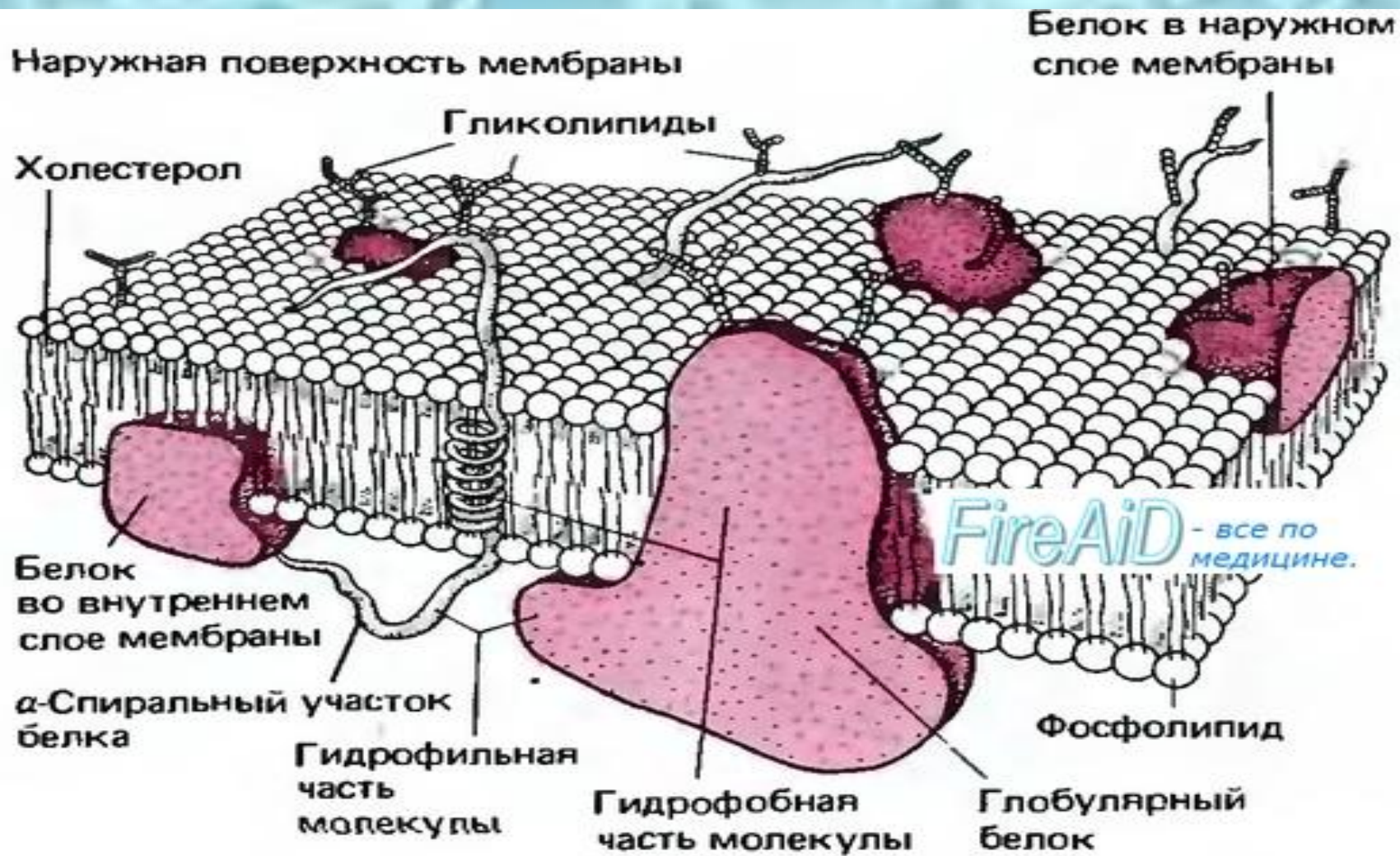




- *Анаболизм* (*ассимиляция*) — совокупность реакций синтеза сложных органических веществ из более простых. Сюда можно отнести, например, фиксацию азота и биосинтез белка, синтез углеводов из углекислого газа и воды в ходе фотосинтеза, синтез полисахаридов, липидов, нуклеотидов, ДНК, РНК и других веществ.



**Анаболизм (ассимиляция)** — совокупность реакций синтеза сложных органических веществ из более простых. Сюда можно отнести, например, фиксацию азота и биосинтез белка, синтез углеводов из углекислого газа и воды в ходе фотосинтеза, синтез полисахаридов, липидов, нуклеотидов, ДНК, РНК и других веществ.



**Рис. 1.2.** Схематическое изображение плазматической мембраны. Белки погружены в фосфолипидный бислой, причем некоторые из них пронизывают бислой, тогда как другие только заякорены на наружном или внутреннем слое [1, 10]



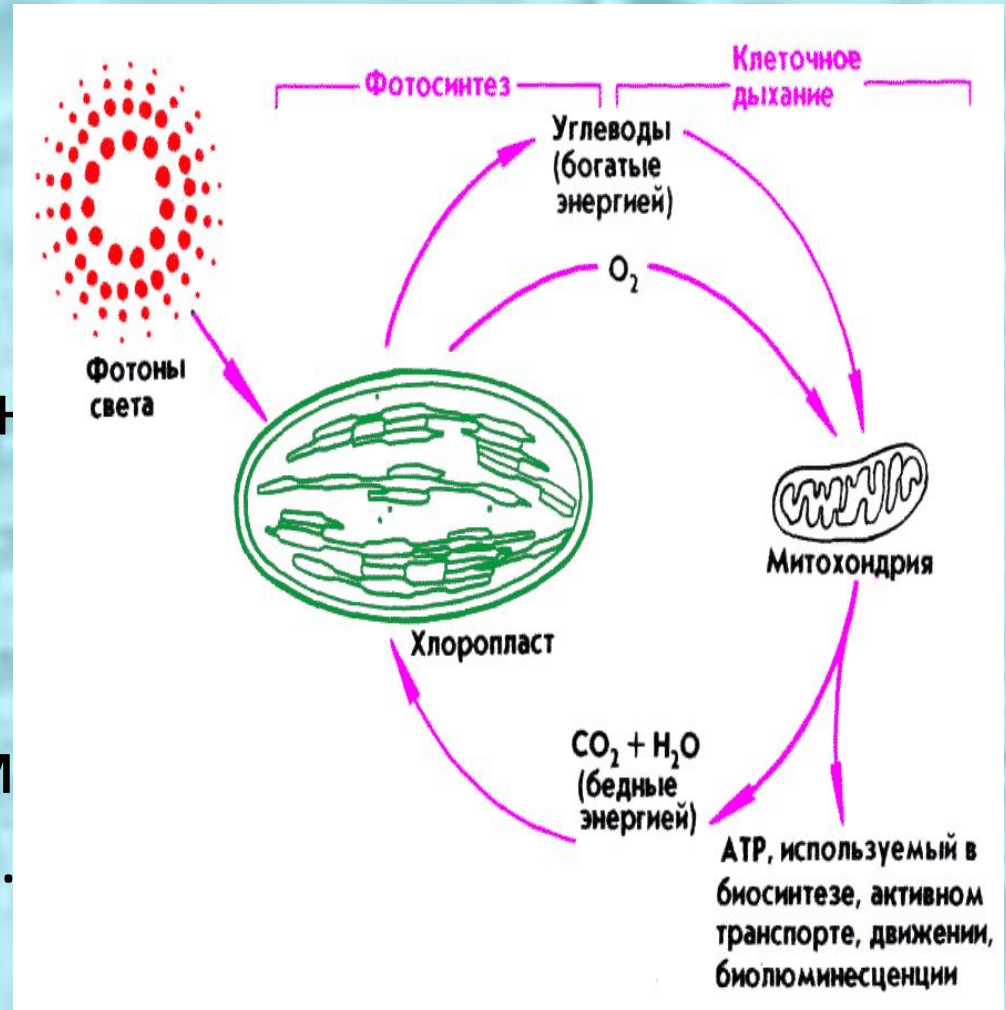


Другая часть низкомолекулярных органических соединений, поступивших в клетки, идет на образование АТФ, в молекулах которой заключена энергия, предназначенная непосредственно для выполнения работы. Энергия необходима для синтеза всех специфических веществ организма, поддержания его высокоупорядоченной организации, активного транспорта веществ внутри клеток, из одних клеток в другие, из одной части организма в другую, для передачи нервных импульсов, передвижения организмов, поддержания постоянной температуры тела (у птиц и млекопитающих) и для других целей.

В ходе превращения веществ в клетках образуются конечные продукты обмена, которые могут быть токсичными для организма и выводятся из него (например, аммиак). Таким образом, все живые организмы постоянно потребляют из окружающей среды определенные вещества, преобразуют их и выделяют в среду конечные продукты.

- **Обмен веществ и энергии (метаболизм)** осуществляется на всех уровнях организма: клеточном, тканевом и организменном. Он обеспечивает постоянство внутренней среды организма - гомеостаз - в непрерывно меняющихся условиях существования.

- В клетке протекают одновременно два процесса - это пластический обмен (анаболизм или ассимиляция) и энергетический обмен (катаболизм или диссимиляция).



100.000.000.000.000 Клеток

**Пластический обмен** - это совокупность реакций биосинтеза, или создание сложных молекул из простых. В клетке постоянно синтезируются белки из аминокислот, жиры из глицерина и жирных кислот, углеводы из моносахаридов, нуклеотиды из азотистых оснований и сахаров. Эти реакции идут с затратами энергии. Используемая энергия освобождается в ходе энергитического обмена.



Питательные  
вещества



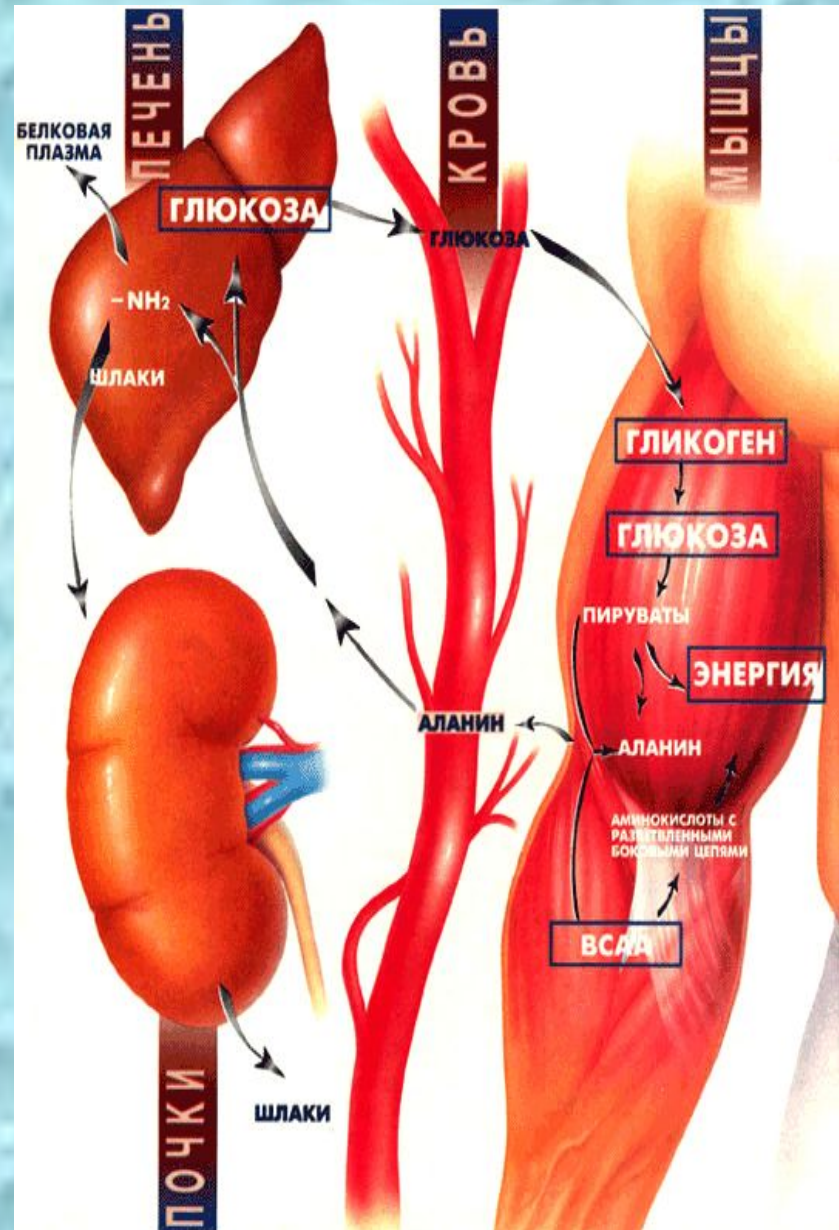
Клетка



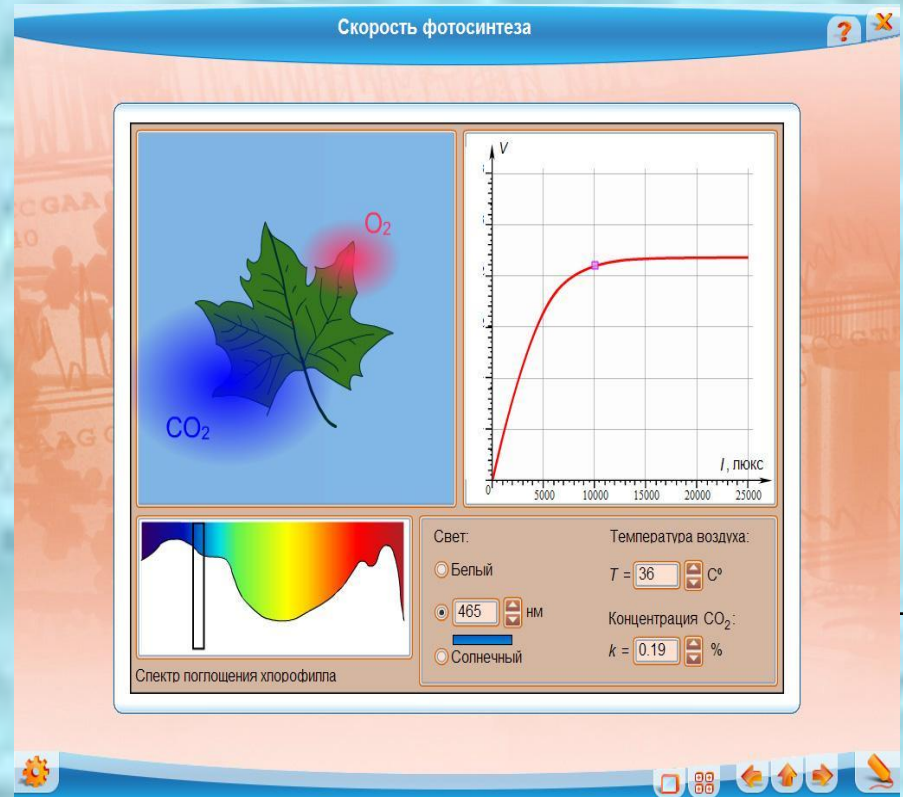
Шлаки

**Метаболизм – обмен веществ**

- Энергетический обмен - это совокупность реакций расщепления сложных органических соединений до более простых молекул. Часть энергии, высвобождаемой при этом, идет на синтез богатых энергетическими связями молекул АТФ (аденозин-трифосфорной кислоты). Расщепление органических веществ осуществляется в цитоплазме и митохондриях с участием кислорода.



- Реакции ассимиляции и диссимиляции тесно связаны между собой и внешней средой. Из внешней среды организм получает питательные вещества. Во внешнюю среду выделяются отработанные вещества.



Ферменты (энзимы) - это специфические белки, биологические катализаторы, ускоряющие реакции обмена в клетке. Все процессы в живом организме прямо или косвенно осуществляются с участием ферментов. Фермент катализирует только одну реакцию или действует только на один тип связи. Этим обеспечивается тонкая регуляция всех жизненно важных процессов (дыхание, пищеварение, фотосинтез и т.д.), протекающих в клетке или организме

# Витамины

```
graph TD; A[Витамины] --> B[Жирорастворимые]; A --> C[Водорастворимые]; B --> D[A]; B --> E[D]; B --> F[E]; B --> G[K]; C --> H[С]; C --> I[Витамины группы В]; C --> J[В];
```

Жирорастворимые

A  
D  
E  
K

Водорастворимые

С  
Витамины  
группы  
В



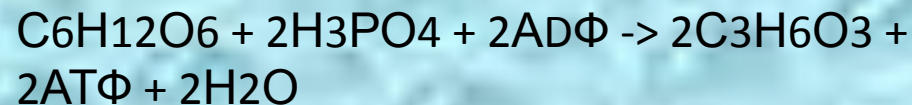
Скорость ферментативных реакций  
зависит от многих факторов:  
температуры, давления, кислотности  
среды, наличия ингибиторов и т.д

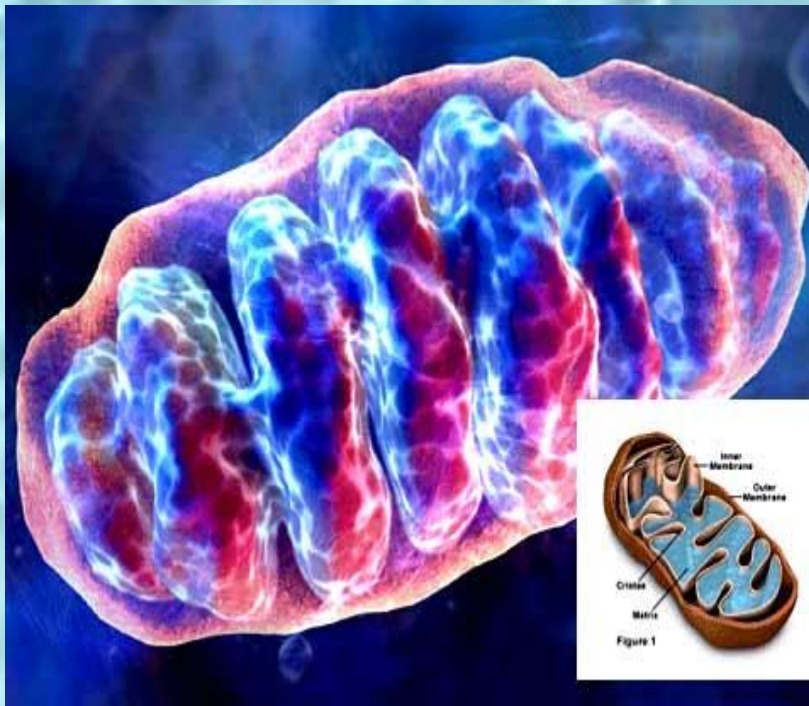
## Этапы энергетического обмена:

Подготовительный - происходит в цитоплазме клеток. Под действием ферментов полисахариды расщепляются на моносахариды (глюкоза, фруктоза и др.), жиры расщепляются до глицерина и жирных кислот, белки - до аминокислот, нуклеиновые кислоты до нуклеотидов. При этом выделяется небольшое количество энергии, которое рассеивается в виде тепла.

Бескислородный (анаэробное дыхание или гликолиз) — многоступенчатое расщепление глюкозы без участия кислорода. Его называют брожением. В мышцах в результате анаэробного дыхания молекула глюкозы распадается на две молекулы пирувиновой кислоты ( $C_3H_4O_3$ ), которые затем восстанавливаются в молочную кислоту ( $C_3H_6O_3$ ). В реакциях расщепления глюкозы участвуют фосфорная кислота и АДФ.

Суммарное уравнение этого этапа:





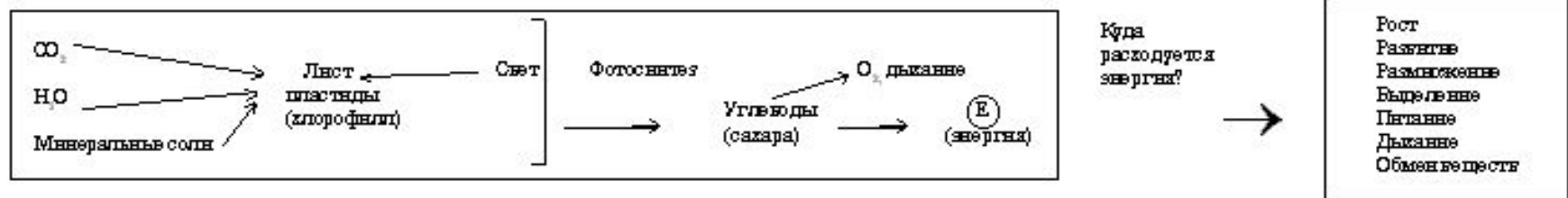
Кислородное дыхание - этап аэробного дыхания или кислородного, расщепления, который проходит на складках внутренней мембраны митохондрий - кристах. На этом этапе вещества предыдущего этапа расщепляются до конечных продуктов распада - воды и углекислого газа. В результате расщепления двух молекул молочной кислоты образуются 36 молекул АТФ. Основное условие нормального течения кислородного расщепления - целостность митохондриальных мембран. Кислородное дыхание — основной этап в обеспечении клетки кислородом. Он в 20 раз эффективнее бескислородного этапа.

Суммарное уравнение кислородного расщепления:



По способу получения энергии все организмы делятся на две группы- автотрофные и гетеротрофные .

Алгоритм образования энергии (E)



Процессы:

1. Дыхание
2. Фотосинтез
3. Почвенное дыхание

Факторы, влияющие на обмен веществ:

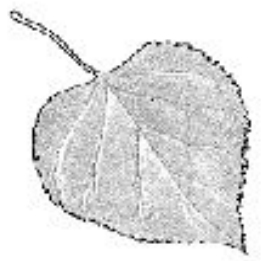
1. t°C
2. Свет
3. Влажность
4. Почвенное питание
5. Ток воздуха

Поступившие вещества

- O<sub>2</sub> →
- CO<sub>2</sub> →
- H<sub>2</sub>O →
- минеральные соли

Синтез

Сложные вещества

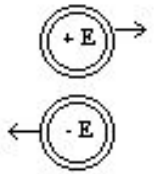


Выделенные вещества

- CO<sub>2</sub> →
- O<sub>2</sub> →
- H<sub>2</sub>O →
- продукты распада

Распад

Простые вещества



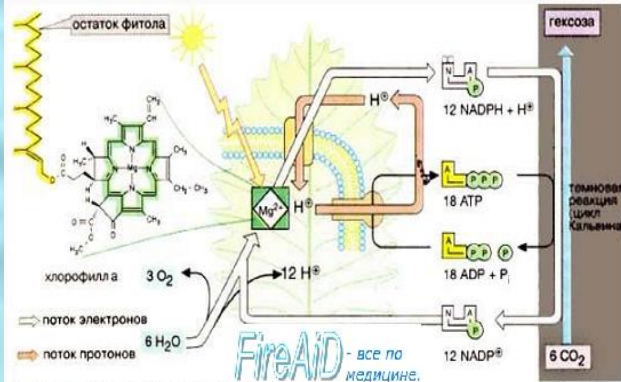
Процессы:

4. Транспирация (90% H<sub>2</sub>O)
5. Гуттация
6. Листопад

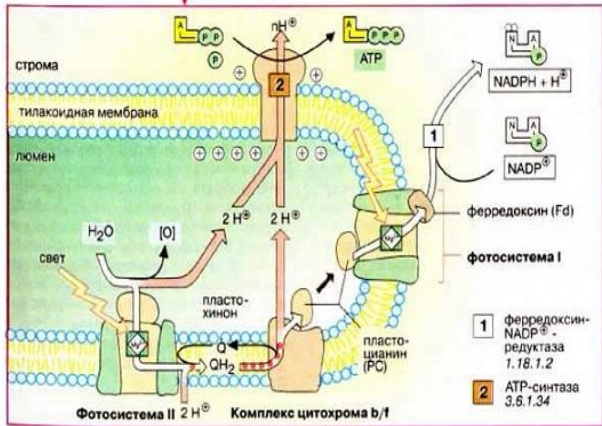
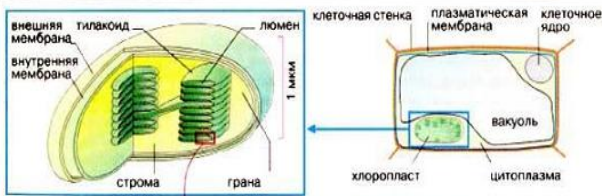
**Выводы**  
 Организмы – это «открытая система».  
 Обмен веществ сопровождается накоплением и выделением энергии.  
 Все процессы взаимосвязаны.  
 Растениям принадлежит ключевая роль.

**Задачи**  
 Почему летом под деревом прохладно? (Растения забирают часть солнечной энергии.)  
 Почему после дождя лепестки розы сухие? (Клетки выделяют масла.)  
 Почему в жару поверхность листа холодная? (Транспирация отдает тепло растениям энергии.)

Энергетический обмен в аэробных клетках растений, грибов и животных протекает одинаково. Это свидетельствует об их родстве. Количество митохондрий в клетках тканей различно, оно зависит от функциональной активности клеток. Например, много митохондрий в клетках мышц.

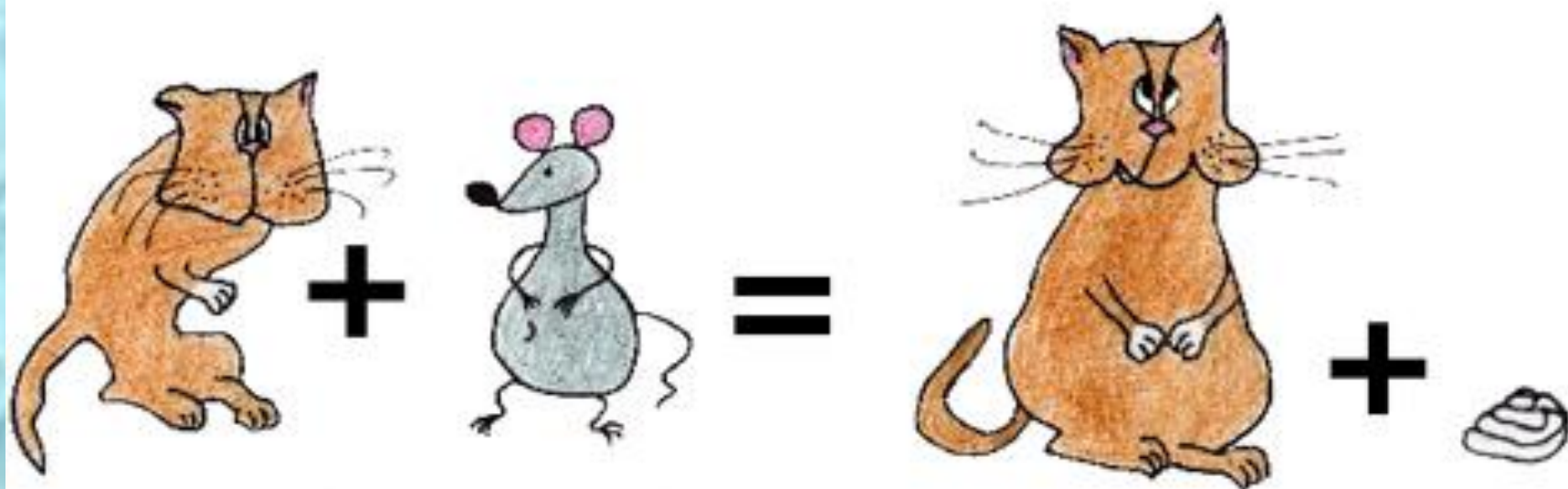


А. Фотосинтез: общие сведения



Б. Световая реакция

# Обмен веществ и энергии



Взаимодействие живых систем

**Системы органов:**

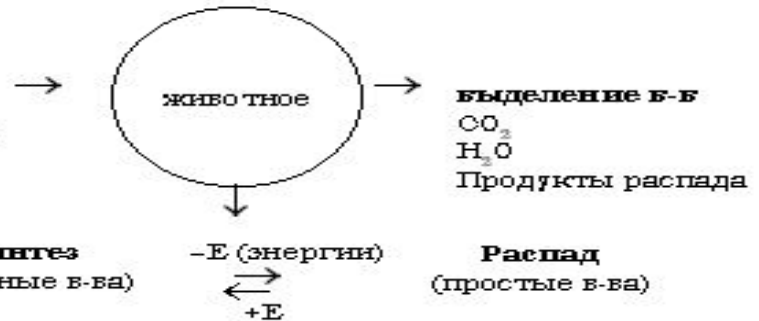
- 1 – дыхания
- 2 – пищеварения
- 3 – выделения
- 4 – кровообращения
- 5 – нервная
- 6 – половая

**Факторы, влияющие на обмен в-в:**

- 1 –  $t^{\circ}\text{C}$ , свет
- 2 – влажность
- 3 – движение
- 4 – возраст
- 5 – питание

**поступление в-в**

- 1 –  $\text{O}_2$
- 2 –  $\text{H}_2\text{O}$
- 3 – Органические в-ва
- 4 – Неорганические в-ва



- выделение в-в**
- 
- 1 –  $\text{CO}_2$
  - 2 –  $\text{H}_2\text{O}$
  - 3 – Продукты распада

| Параметр                     | Холоднокровные                    | Теплокровные          |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Пример                       | Окунь речной                      | Кошка домашняя        |
| 1 – $t^{\circ}\text{C}$ тела | $\approx t^{\circ}\text{C}$ среды | 39 $^{\circ}\text{C}$ |
| 2 – пульс                    | 20 уд/мин                         | 100 уд/мин            |
| 3 – частота дыхания          | 10 дых. дв./мин                   | 30 дых. дв./мин       |
| 4 – скорость движения крови  | 10 м/с                            | 70 м/с                |
| 5 – обмен в-в                | низкий                            | интенсивный           |

**Способы теплообмена:**

- 1 – испарение
- 2 – излучение (у человека – до 50%)
- 3 – конвекция (через воздух)
- 4 – теплопроводность (при физ. контакте)

**Механизмы терморегуляции:**

- 1 – окраска тела
- 2 – движение
- 3 – наличие шерсти, перьев, жира
- 4 – кожа
- 5 – «дрожь»
- 6 – «тепловая одышка»

**Выводы:**

- 1 – обмен в-в – это процесс синтеза и распада, сопровождаемый накоплением и выделением энергии;
- 2 – факторы среды меняют интенсивность обмена;
- 3 – причина теплокровности у животных – это совершенствование систем органов;
- 4 – «успех организма» – независимость от окружающей среды





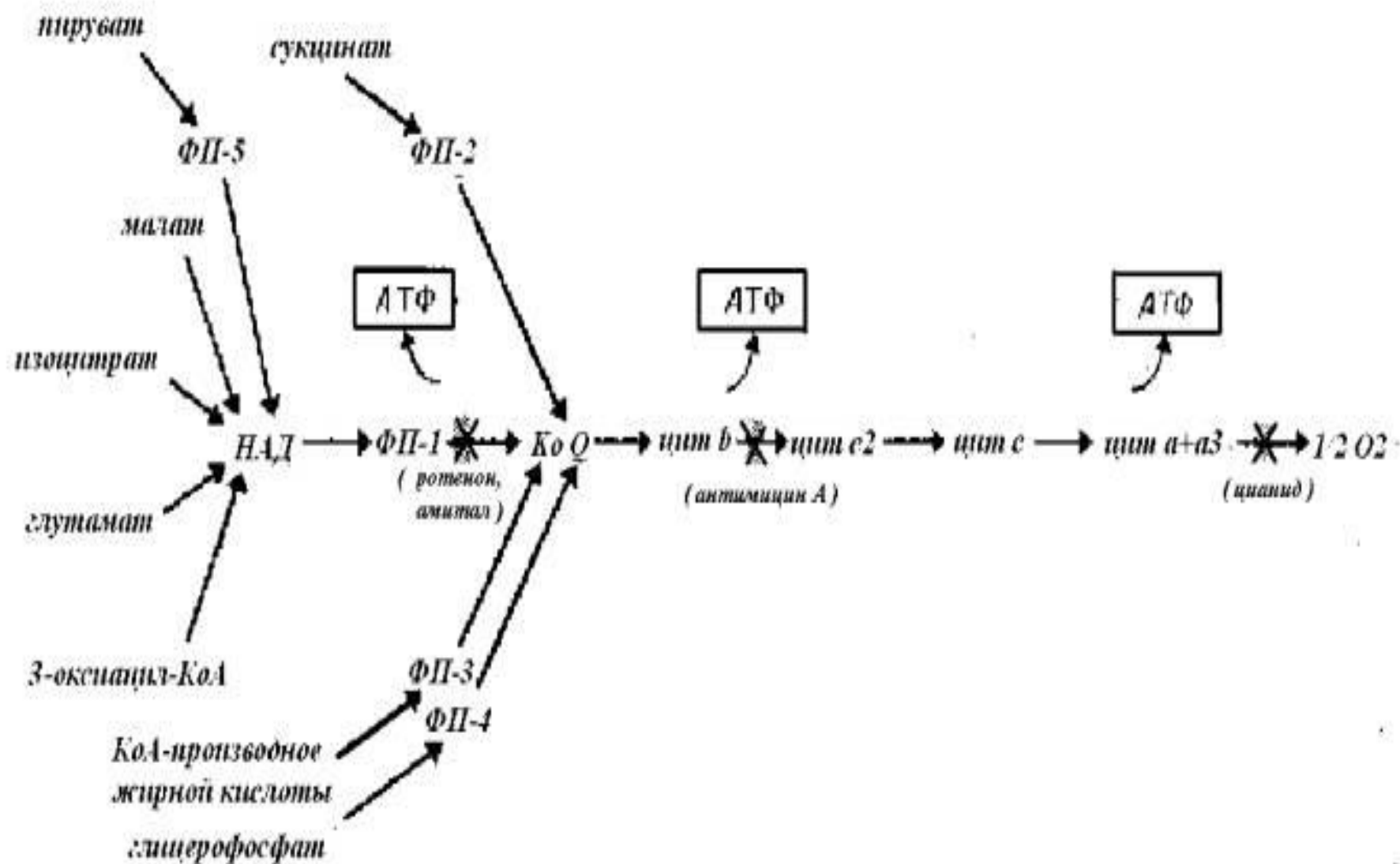
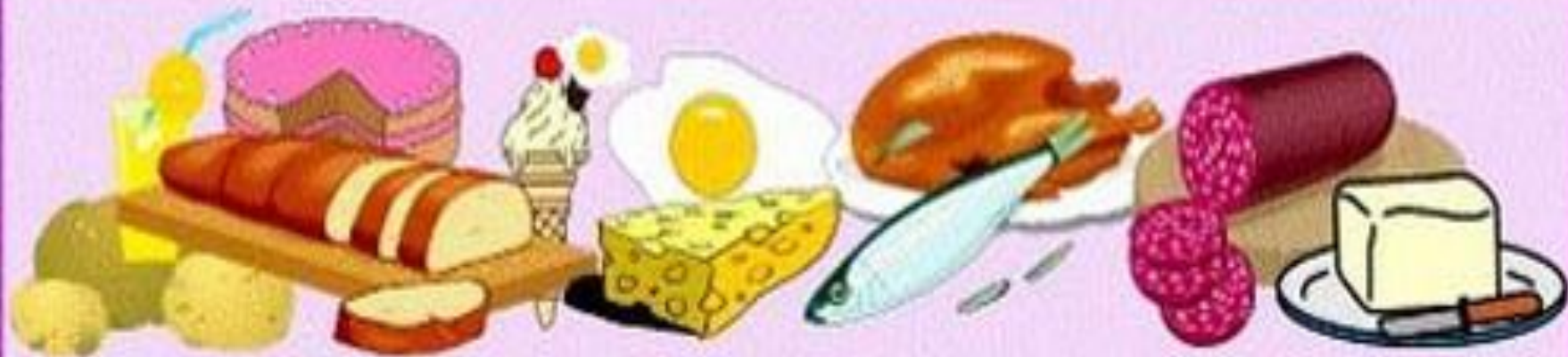


Рисунок. 4.8.3. Схема электронтранспортной цепи.

Показаны места поступления электронов от разных субстратов углеводного и липидного обменов.

Обозначены участки образования АТФ, а также воздействия разобщителей окислительного фосфорилирования.

Сокращения: ФП - флавопротеид (ФАД-зависимая дегидрогеназа) (по Ленинджер А.)



Углеводы

Белки

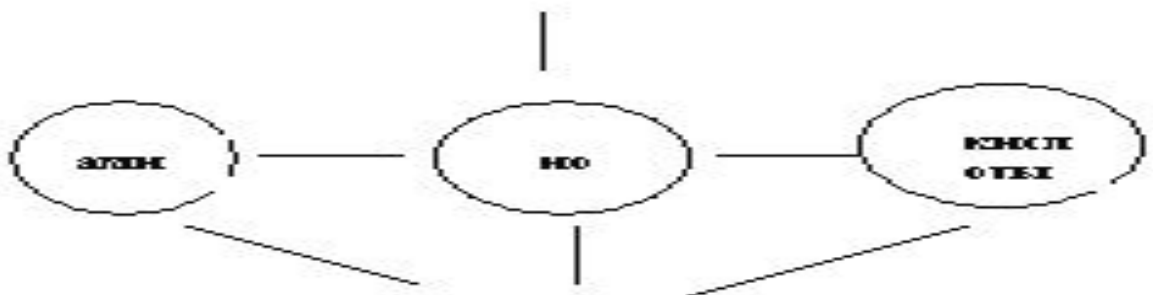
Жиры

пищеварение

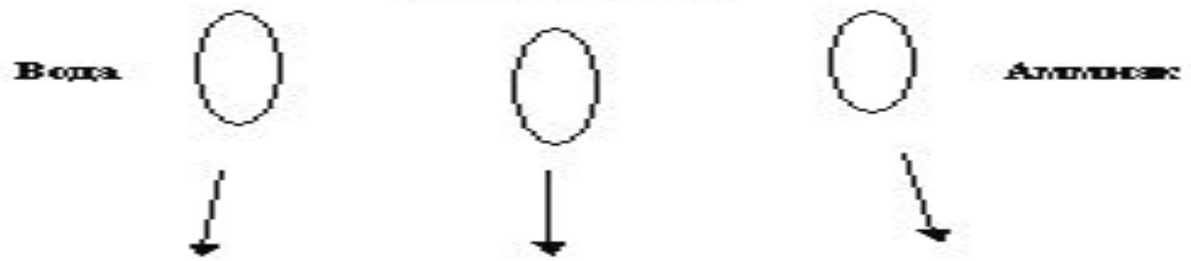
Глюкоза (сахар)  
в крови и клетках

Аминокислоты  
в крови и клетках

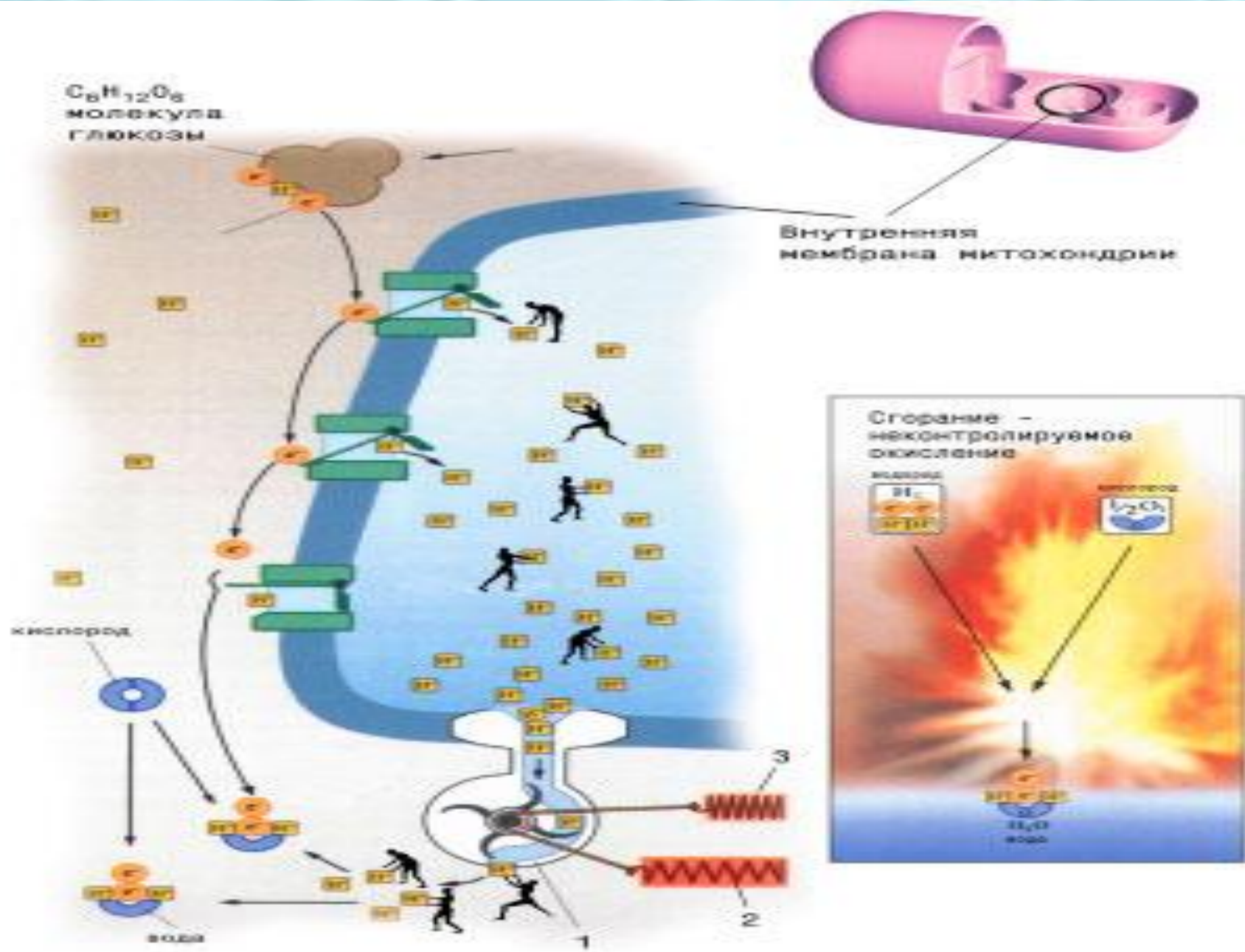
Жирные кислоты  
в крови и клетках

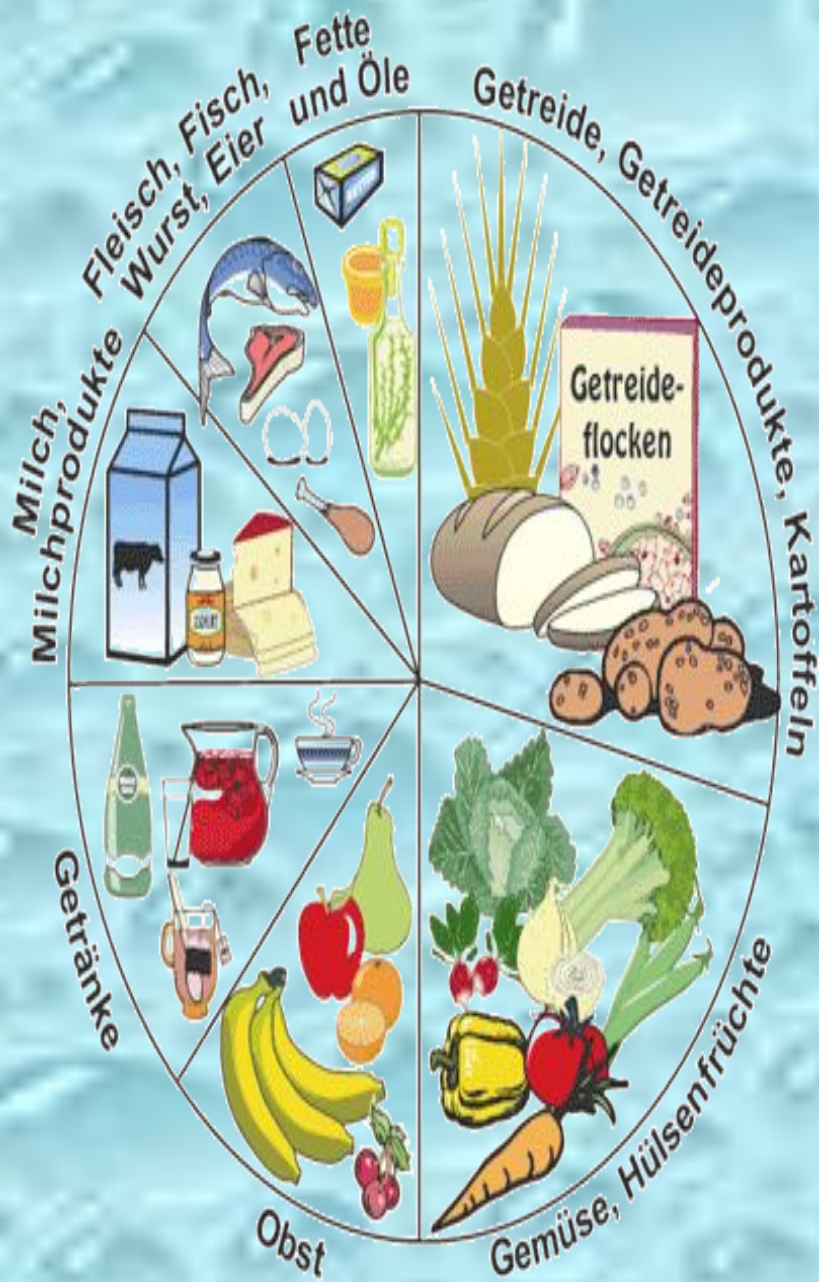


**Углекислый газ**



**Схема обмена веществ**

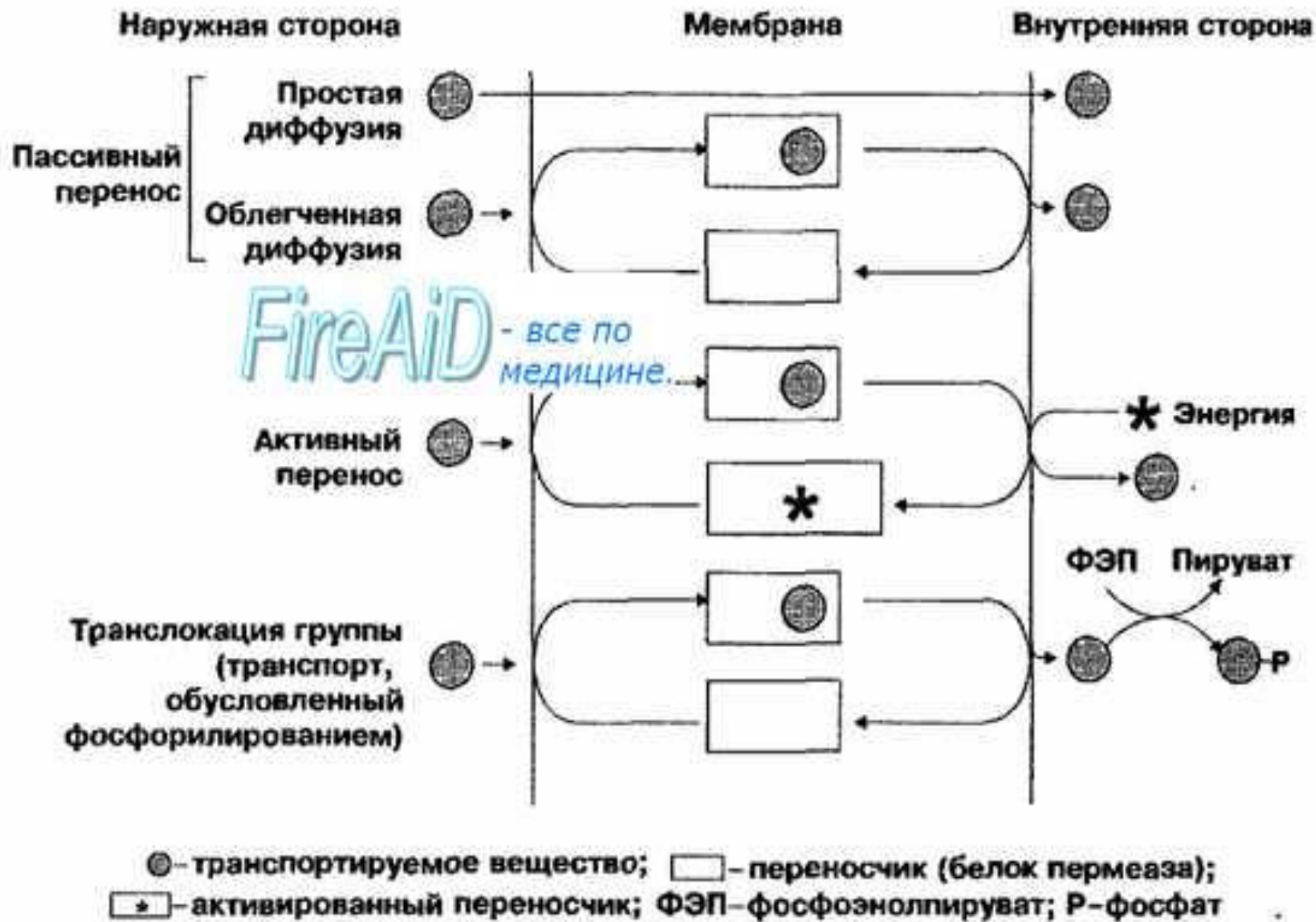




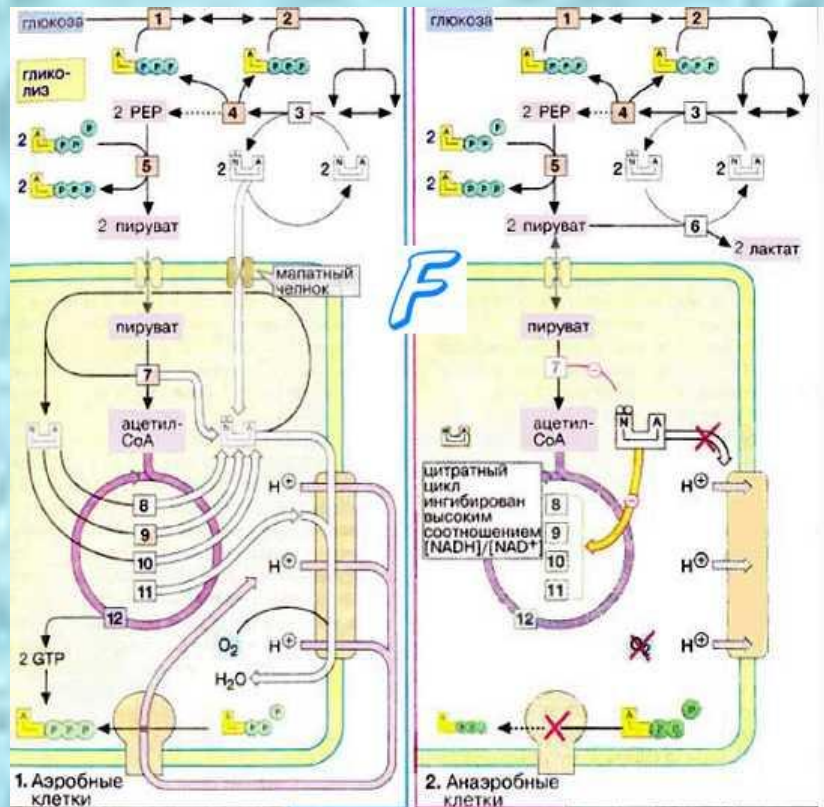
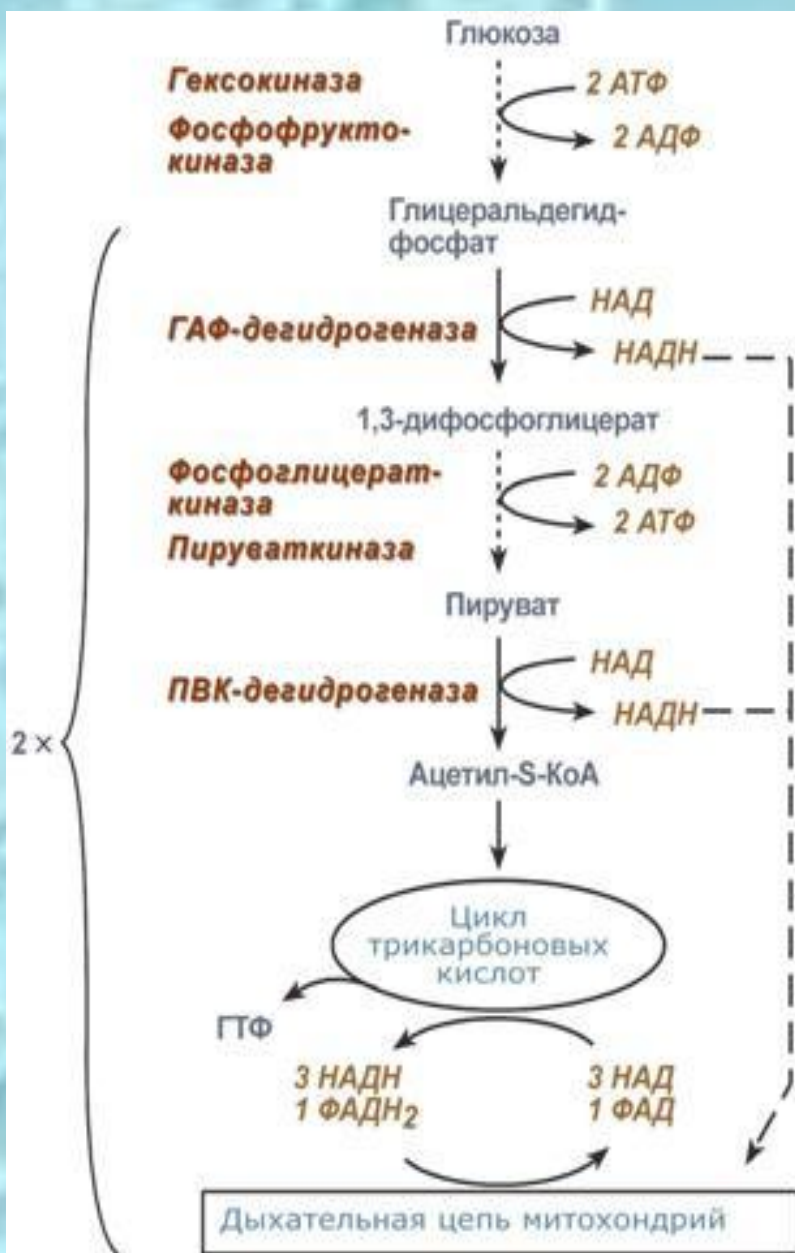
- Именно витамины способствуют правильному обмену веществ

# Термодинамические процессы в живой материи.









| Баланс АТФ | Коферменты                  | Ферменты                                       | Коферменты | Баланс АТФ |
|------------|-----------------------------|--|------------|------------|
| -1         | -1 АТФ                      | <b>1</b> гексокиназа                           | -1 АТФ     | -1         |
| -2         | -1 АТФ                      | <b>2</b> 6-фосфофруктокиназа                   | -1 АТФ     | -2         |
| +3         | +5 АТФ ← +2 НАДН            | <b>3</b> глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназа | +2 НАДН    | -2         |
| +5         | +2 АТФ                      | <b>4</b> фосфоглицераткиназа                   | +2 АТФ     | 0          |
| +7         | +2 АТФ                      | <b>5</b> пируваткиназа                         | +2 АТФ     | +2         |
|            |                             | <b>6</b> лактатдегидрогеназа                   | -2 НАДН    |            |
| +12        | +5 АТФ ← +2 НАДН            | <b>7</b> пируватдегидрогеназа                  |            |            |
| +17        | +5 АТФ ← +2 НАДН            | <b>8</b> изоцитратдегидрогеназа                |            |            |
| +22        | +5 АТФ ← +2 НАДН            | <b>9</b> оксосултаратдегидрогеназа             |            |            |
| +27        | +5 АТФ ← +2 НАДН            | <b>10</b> малатдегидрогеназа                   |            |            |
| +30        | +3 АТФ ← +2 ОН <sub>2</sub> | <b>11</b> сукцинатдегидрогеназа                |            |            |
| +32        | +2 АТФ ← +2 GTP             | <b>12</b> сукцинат-S-КоА-лигаза                |            |            |

Выход: 32 моля АТФ/1 моль глюкозы

Выход: 2 моля АТФ/1 моль глюкозы

А. Аэробное и анаэробное окисление глюкозы

- ?
- В каком виде накапливается энергия в клетках?
- В чем суть ассимиляции?

- Домашнее задание:
- П.9
- Вопросы стр.32