

# **Введение в физиологию клетки. Обмен веществ и энергии в клетке.**

# Физиология –

*(от греч. physis – природа, logos – учение)*

наука о механизмах  
жизнедеятельности  
организма и его  
взаимодействия с  
окружающей средой.

# История физиологии

- **Первый этап**

**В древней Греции естествоиспытатели назывались «физиологи».**

**«Фюзис» - живая и неживая природа**

# История физиологии

- Второй этап

**Начало экспериментальных исследований функций организма**

# История физиологии

- Началом становления экспериментальной физиологии принято считать 1628 год, когда английский врач и анатом Уильям Гарвей опубликовал свою книгу

*«Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных»,*



У. Гарвей (1578—1657)

# История физиологии

- В своей книге Гарвей точно описал работу сердца, а также малый и большой круги кровообращения, указал, что во время сокращения сердца кровь из левого желудочка поступает в аорту, а оттуда по сосудам все меньшего и меньшего сечения доходит до всех уголков тела.



Уильям Гарвей рассказывает Карлу I о циркуляции крови у животных.

# История физиологии

- Третий этап

## Развитие классической физиологии

В связи с достижениями физики и химии на смену описательно—анатомическому направлению в физиологии в эти годы пришли

*физические и химические методы исследования.*

# История физиологии

**«Физиолог –  
это физико-химик  
живого организма»**

**И. М. Сеченов**



**И. М. Сеченов (1829—1905)**



# История физиологии

- Четвертый этап

**Формирование синтетической физиологии.**

**Интеграция знаний дочерних наук:**

- Биофизики,
- Биохимии,
- Биоорганической и бионеорганической химии,
- Молекулярной биологии,
- Биоэнергетики,
- Мембранологии

**и др.**

**«Предметом  
современной  
физиологии являются  
процессы жизни во  
всех их проявлениях»**

**А. М. Уголев**



**А. М. Уголев (1926—1991)**

Организм как многоуровневая  
система

**Жизнь характеризуется  
высокоупорядоченными  
системами,  
материальными структурами,  
составляющими живую  
систему –  
*организм***

# Организм как многоуровневая система

***Организм –  
материальный  
субстрат жизни.***

Живые системы - одинаковы.



# **Общая теория систем**

**«любое множество элементов,  
любой материальной  
природы, которые находятся  
в определенных отношения  
друг к другу»**

**Bertalanffy, 1951**

- **Система** – это совокупность взаимодействующих между собой относительно элементарных структур или процессов, объединенных в целое выполнением общей функции, несводимой к функциям ее КОМПОНЕНТОВ.

**Живые системы  
относятся к классу  
очень сложных  
систем.**



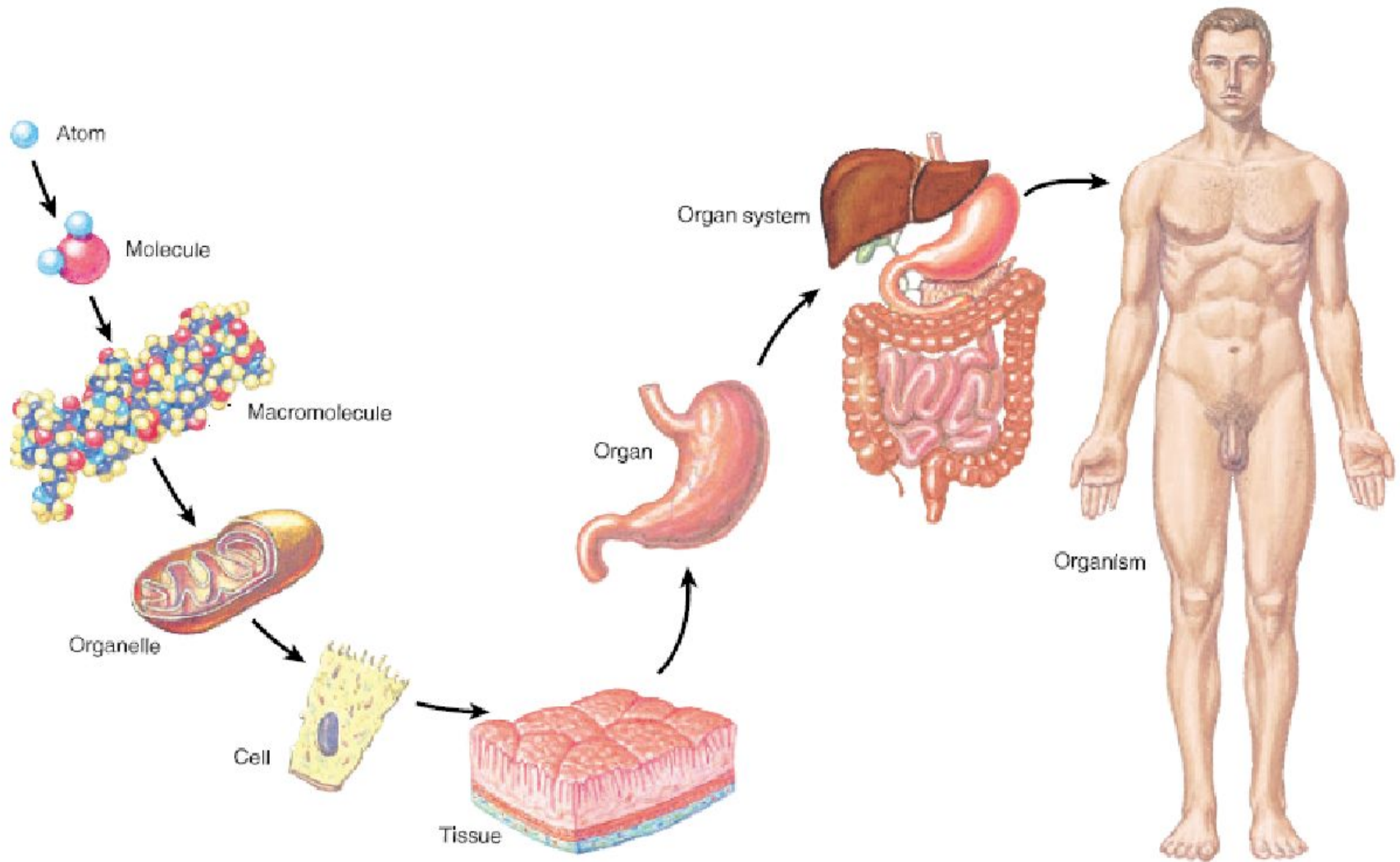
# Классификация систем по сложности

- Простые
- Сложные
- Очень сложные

# **Сложность системы определяется:**

- **Количеством элементов**
- **Доступностью  
поэлементного описания**

# Системный анализ



**Живые системы  
относятся к классу  
вероятностных  
систем.**

# **Классификация систем по степени определенности функционирования**

- **Детерминированные**
- **Вероятностные**

**Поведение  
детерминированных  
систем можно с  
полной  
уверенностью  
предсказать.**

***Вероятностными***  
**называют системы,**  
**элементы которых**  
**находятся под влиянием**  
**столь большого числа**  
**воздействий, что их**  
**поведение становится**  
***неопределенным.***

# **Живые системы**

## **являются**

# **самоорганизующимися.**

Самоорганиза́ция — процесс упорядочения в системе за счет внутренних факторов, без внешнего специфического воздействия.



# Основные характеристики самоорганизации

- ❖ самозарождение организации системы – образование целостной системы, структурированной, обособленной от окружающей среды.

Гипотезы о происхождении жизни.

# Основные характеристики самоорганизации

- ❖ совершенствование и саморазвитие организации системы.

Адаптационные и эволюционные процессы.

# Основные характеристики самоорганизации

- ❖ поддержание определенного уровня организации системы:
  - ❖ передача наследственной информации
  - ❖ механизмы гомеостаза

# Концепция непрерывности зародышевой плазмы Август Вейсман

Зародышевый путь



ДНК

ДНК

ДНК

ДНК

ДНК

ДНК

организм

организм

организм

Организм сохраняет жизнедеятельность в условиях непрерывного взаимодействия с окружающей средой

# **Концепция непрерывности зародышевой плазмы Август Вейсман**

**Организм обязан своим  
существованием ДНК, а ДНК  
неминуемо исчезла бы, если бы  
во время кратковременного  
существования организма не  
действовали гомеостатические  
механизмы.**

**Термин «внутренняя среда»  
предложен французским физиологом  
К. Бернаром.**



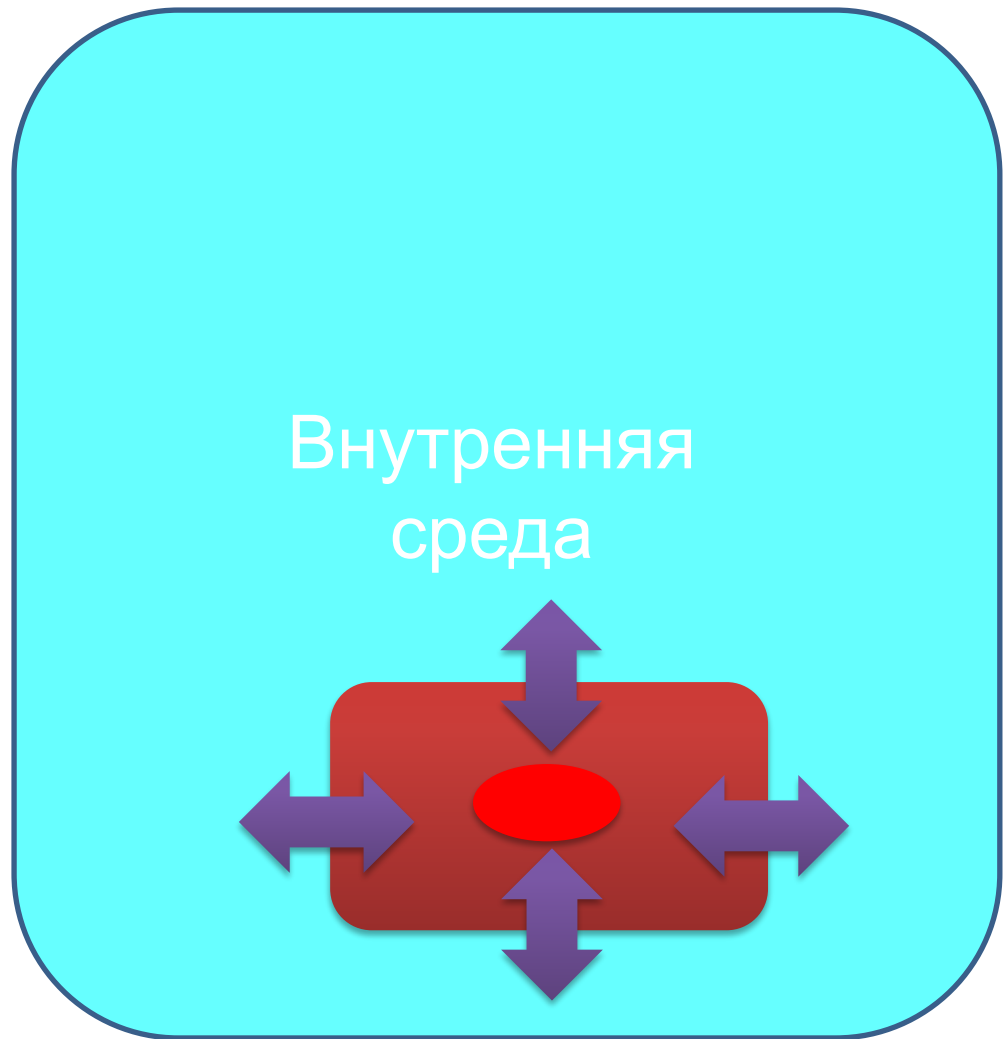
**К. Бернар (1813—1878)**

**В это понятие включена совокупность жидкостей —**

- **тканевая (интерстициальная, внеклеточная),**
- **кровь,**
- **лимфа,**
- **цереброспинальная,**
- **суставная,**
- **плевральная и**
- **другие жидкости.**

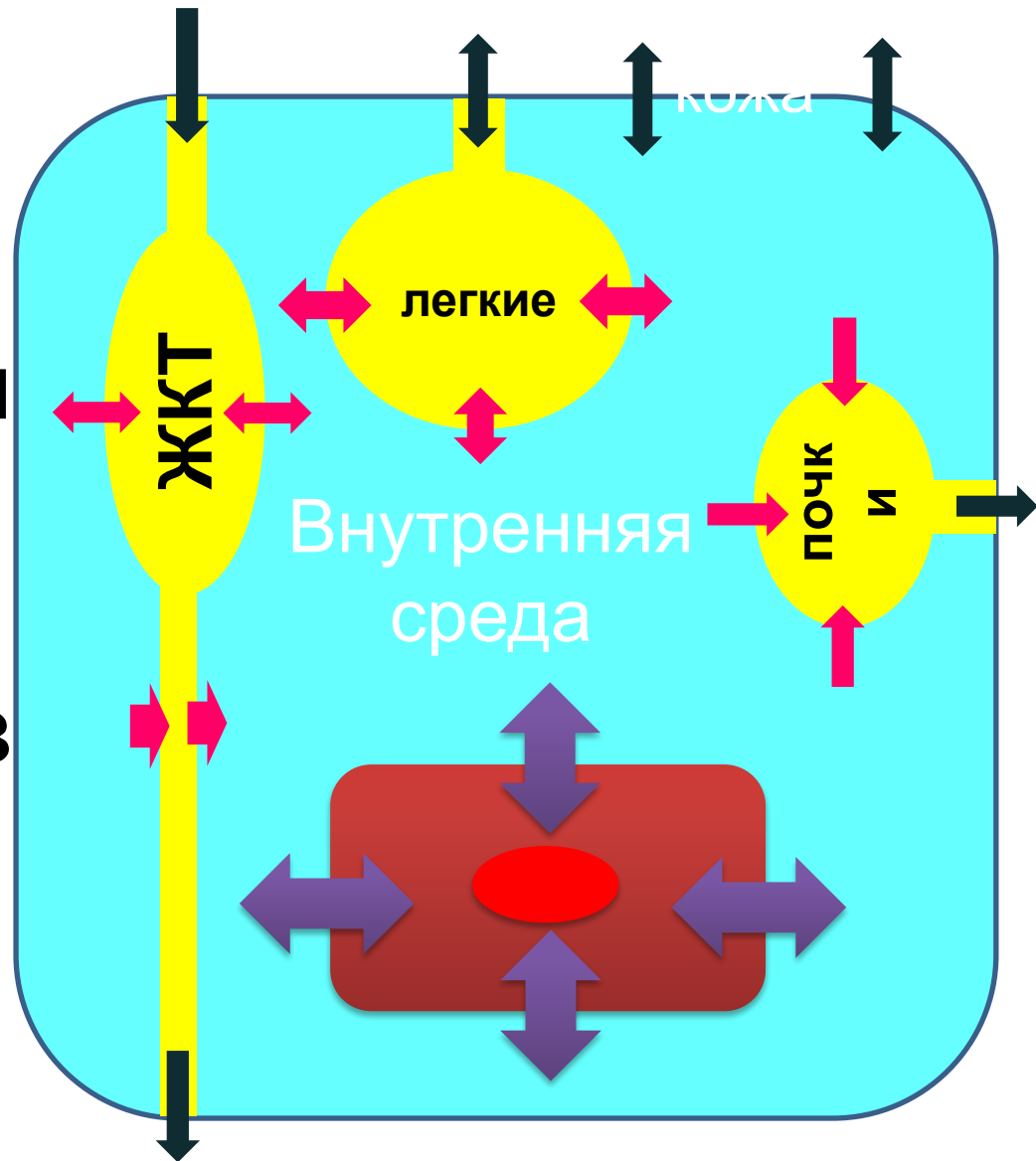
**Живые клетки нашего  
организма,  
окруженные  
внутренней средой  
(межклеточной  
жидкостью).**

**Клетки  
обмениваются  
веществами с  
внутренней  
средой.**



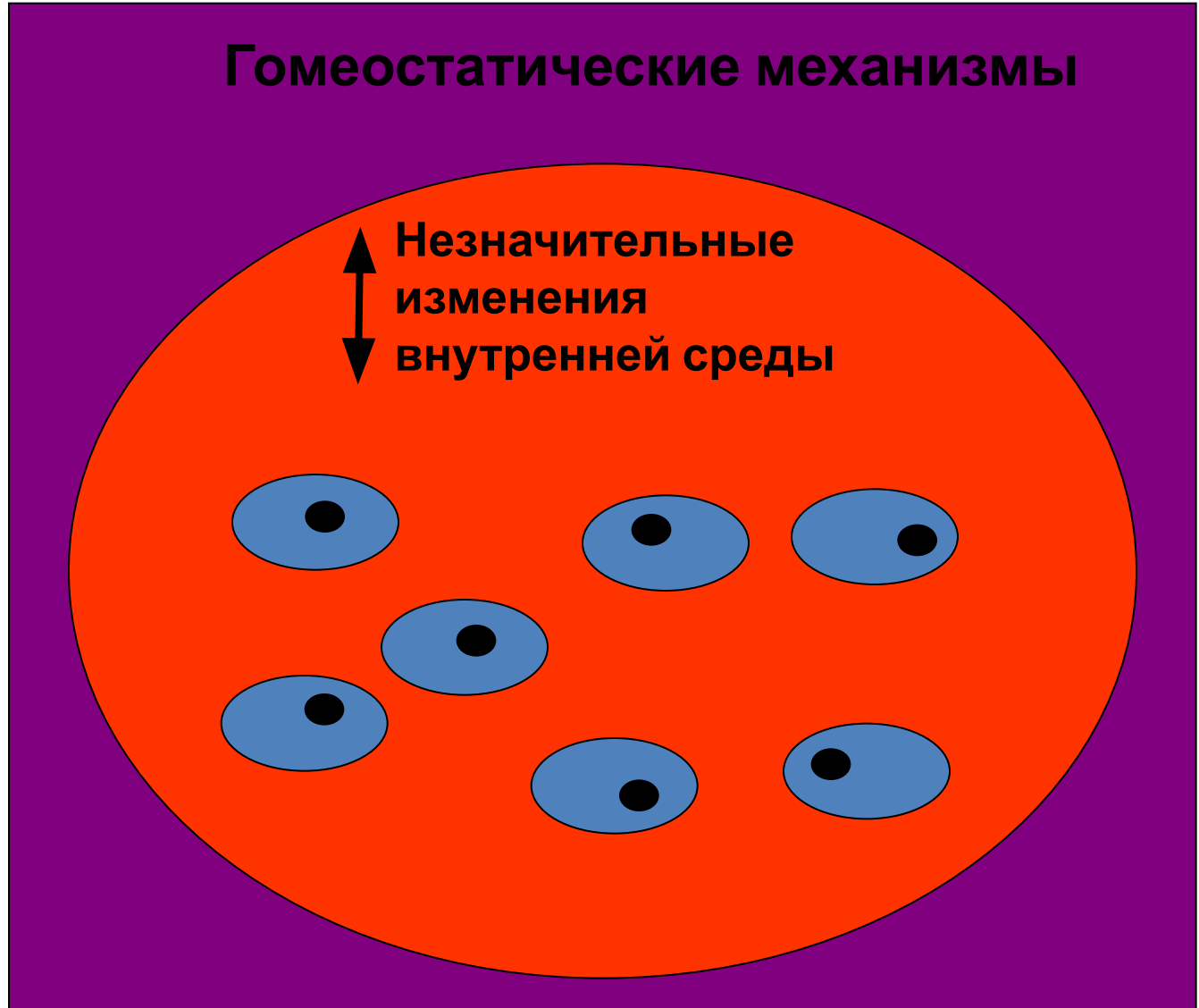


**Обмен веществ и энергией между внутренней и внешней средами (указанное стрелами), происходит через желудочно-кишечный тракт, почки, легкие и кожу.**



**Клод Бернар пришел к заключению, что параметры  
внутренней среды у млекопитающих относительно  
постоянны**

**Существенные  
колебания параметров  
внешней среды**



**«ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ЕСТЬ  
УСЛОВИЕ НЕЗАВИСИМОГО  
СУЩЕСТВОВАНИЯ».**

**Клод Бернар**

- *Эволюционное развитие механизмов гомеостаза было основным фактором, позволившим животным выйти за пределы относительно благоприятного окружения и завоевать гораздо более суровые для жизни среды обитания.*

# **Гомеостаз – постоянство параметров внутренней среды организма.**

- Термин «гомеостаз» был предложен в 1929 г. американским физиологом Уолтером Кенноном

**Термин «гомеостаз», который традиционно используется применительно ко внутренней среде организма можно использовать по отношению и к внутриклеточной среде.**

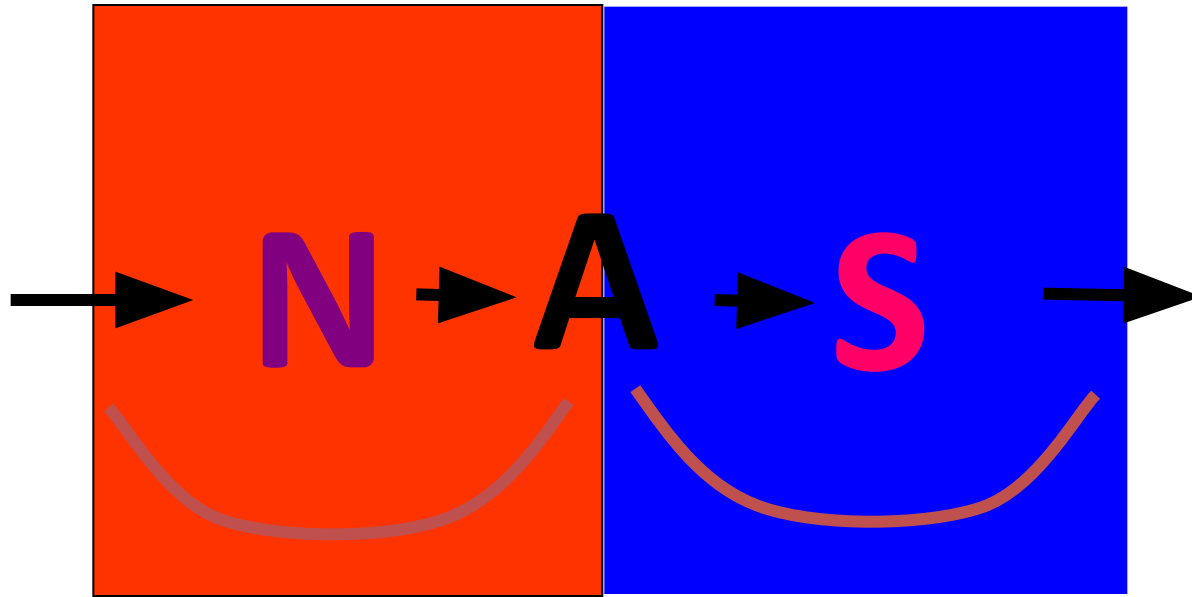
**Фактически, конечной целью поддержания постоянства внутренней среды является внутриклеточный гомеостаз, в следствие чего условия в цитозоле очень точно регулируются.**

**С точки зрения  
термодинамики организм  
является открытой  
термодинамической  
системой, находящейся в  
состоянии устойчивого  
термодинамического  
неравновесия.**

- I закону термодинамики, энергия в ходе физикохимических процессов не исчезает и не возникает из ничего, лишь переходит из одной формы в другую в строго эквивалентных количествах.

- я II закон термодинамики, согласно которому
- самопроизвольно протекают реакции, сопровождающиеся увеличением энтропии  $S$ ; при этом свободная энергия  $\Delta G$  должна уменьшаться, т.е.  $\Delta G < 0$ .





# обмен веществ и энергии

- совокупность химических превращений веществ и энергии, обеспечивающих
  - развитие,
  - жизнедеятельность и
  - самовоспроизведение живых организмов,
  - их связь с окружающей средой и
  - адаптацию к изменениям внешних условий.

# Обмен веществ

```
graph TD; A[Обмен веществ] --> B[внешний]; A --> C[промежуточный обмен]; B --> D[внеклеточное превращение веществ на путях их поступления в организм и выделения из организма]; C --> E[превращение определенных химических веществ внутри биологических клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов (например, метаболизм аминокислот, метаболизм углеводов и т.д.)];
```

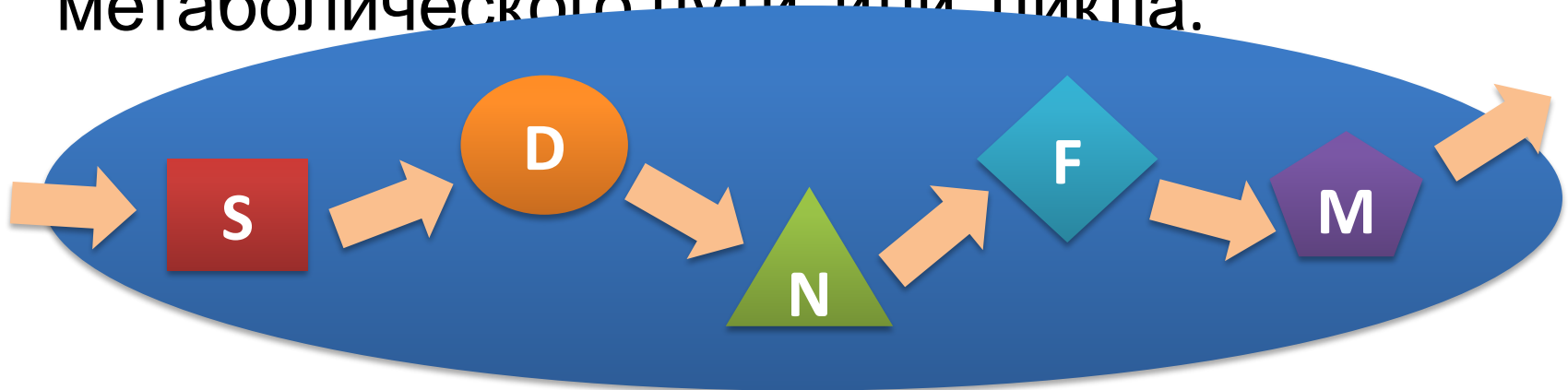
## внешний

внеклеточное превращение веществ на путях их поступления в организм и выделения из

## промежуточный обмен (клеточный метаболизм)

превращение определенных химических веществ внутри биологических клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов (например, метаболизм аминокислот, метаболизм углеводов и т.д.).

- **Субстрат метаболизма** – вещество претерпевающее в организме ряд ферментативных биохимических превращений.
- **Метаболический путь** - последовательность биохимических реакций, направленных на модификацию того или иного субстрата до конечного продукта (в случае замкнутых процессов – цикл).
- **Метаболиты** - промежуточные продукты метаболического пути или цикла.





**анаболиз**

**М**

**катаболиз**

**М**

# **Анаболические превращения**

(от греч. anabole – подъем)

**направлены на образование и обновление структурно-функциональных компонентов клетки, т.е. на синтез сложных биомолекул**

(коферменты, гормоны, белки, нуклеиновые кислоты и др.) **из более простых.**

Это восстановительные, эндергонические процессы, протекающие с увеличением

# **Катаболические превращения**

(от греч. katabole – сбрасывание,  
разрушение)

**направлены на расщепление сложных молекул** (как поступивших с пищей, так и уже входящих в состав клеток) **до простых компонентов** (на конечных стадиях – преимущественно до диоксида углерода и воды).

Это окислительные, экзергонические процессы, сопровождающиеся понижением свободной энергии.

Первичным источником энергии в организме для производства всех видов работы является химическая энергия питательных веществ (белков, жиров, углеводов), выделяющаяся при их окислении.



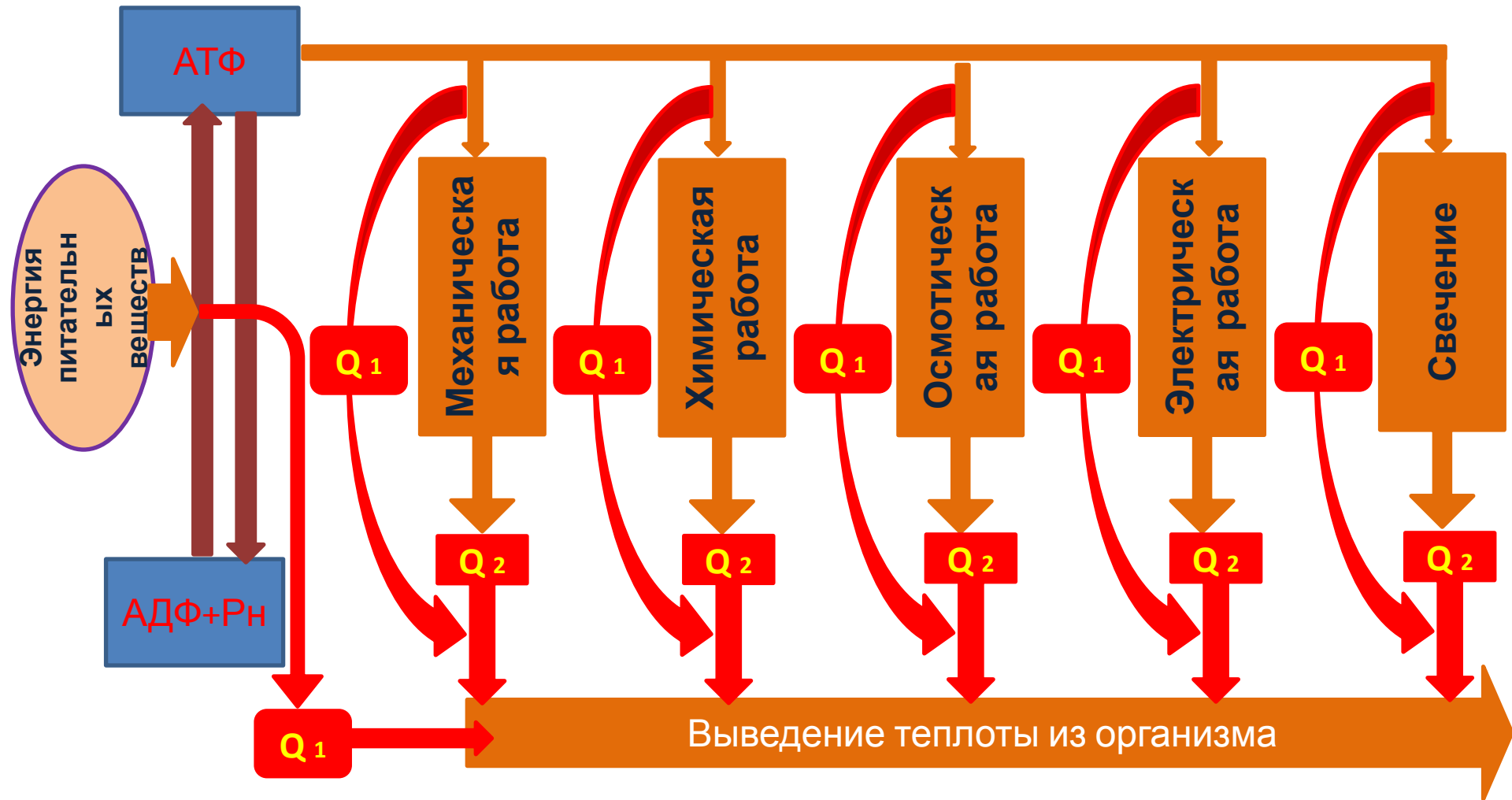
- Энергия выделяющаяся при окислении питательных веществ, не используется непосредственно для совершения работ в организме.

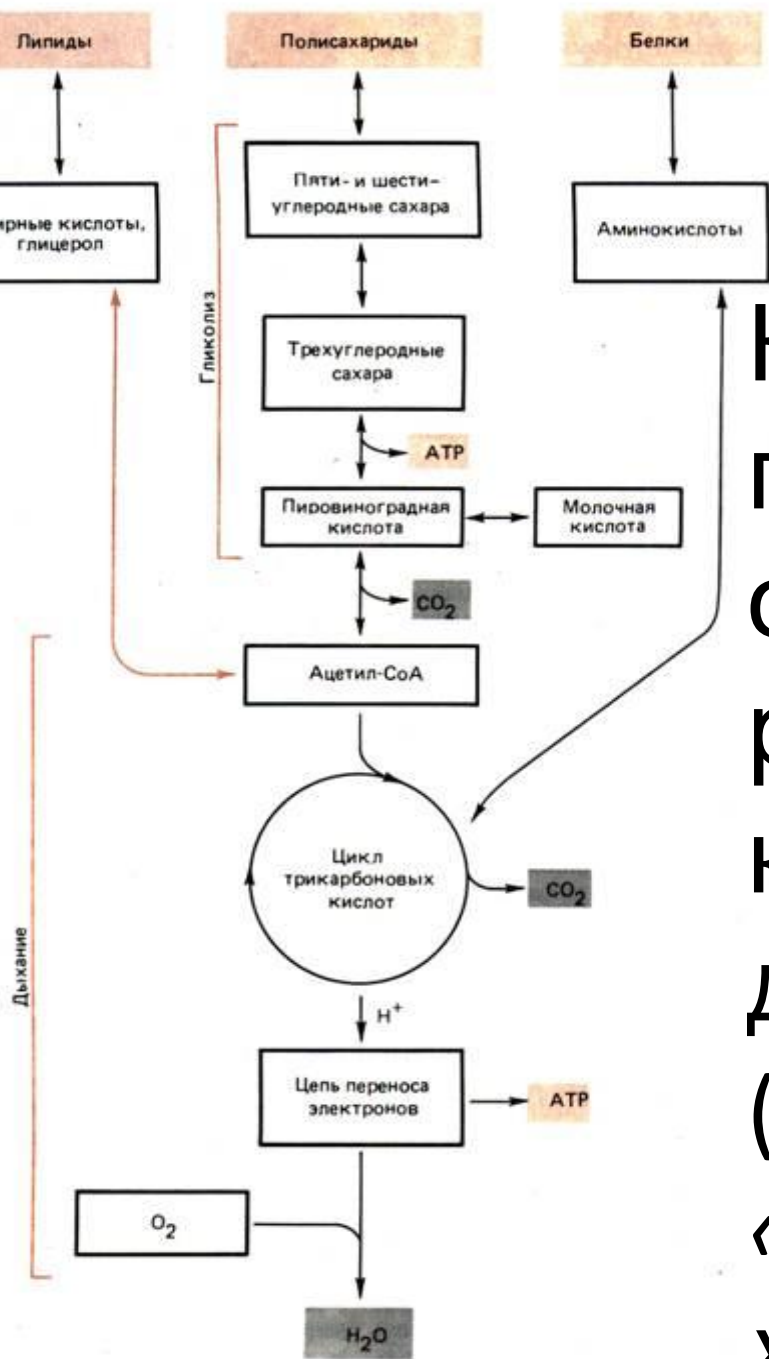
Вначале энергия  
питательных веществ  
трансформируется в  
энергию макроэргических  
связей некоторых веществ,  
главным из которых  
является  
аденозинтрифосфорная  
кислота – АТФ.

Затем АТФ диффундирует в соответствующие образования клетки, где ее энергия используется для совершения всех видов работы.

В покое человек расходует около 40 кг АТФ за сутки

# Поглощение и усвоение химической энергии в организме животного.





Клеточное дыхание – протекающие в клетке окислительные реакции, энергия которых используется для ресинтеза АТФ (специальных «высокоэнергетических» веществ).

Глюкоза  
α  
 $C_6H_{12}O_6$

Глюкоза  
α  
 $C_6H_{12}O_6$

2  
АТФ

гликолиз

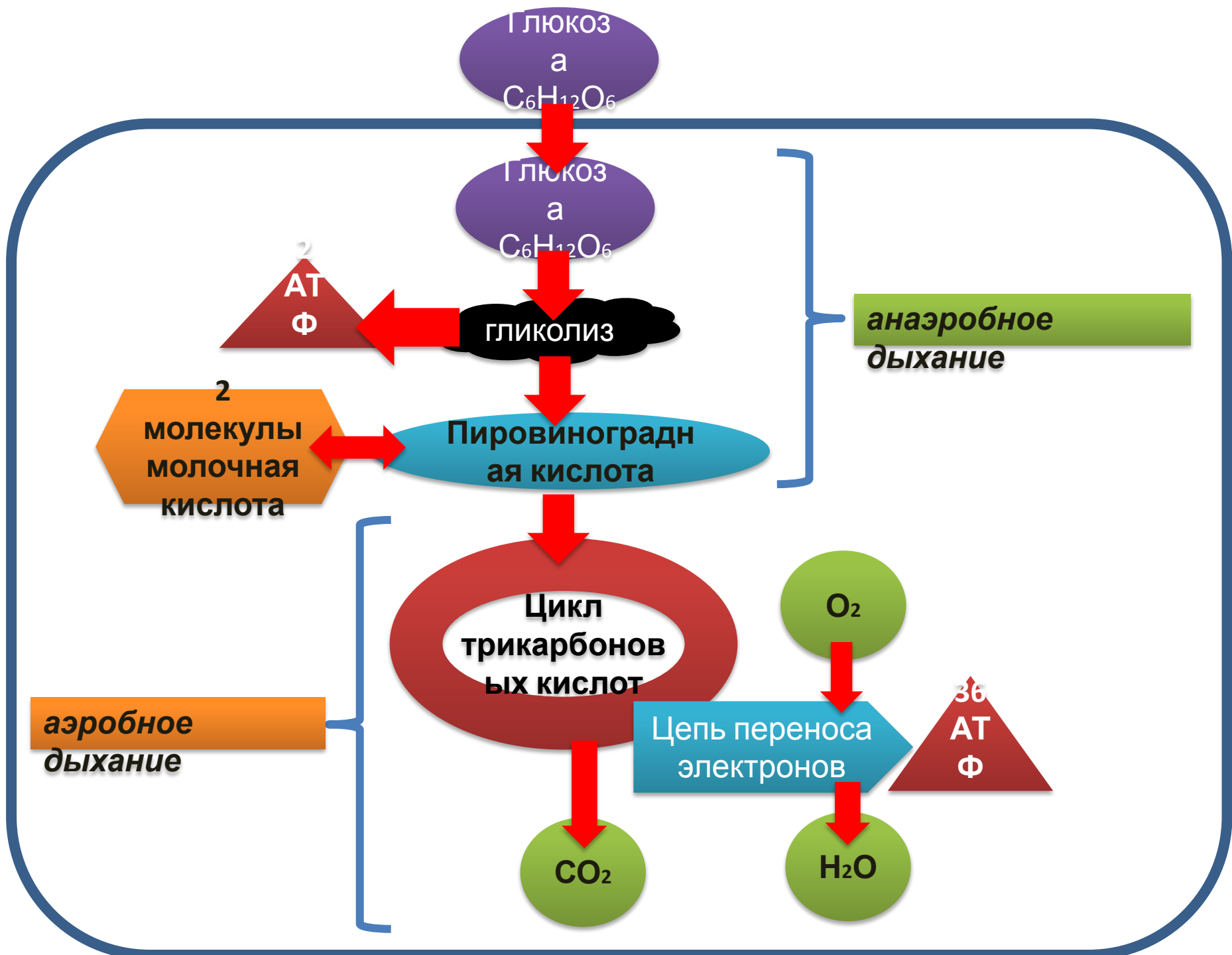
анаэробное  
дыхание

2  
молекулы  
молочная  
кислота

Пировиноградная  
кислота

- **анаэробное дыхание**

- *Кислород не требуется;*
- *молекулы питательных веществ окисляются не полностью – до молочной кислоты;*
- *2 молекулы АТФ.*





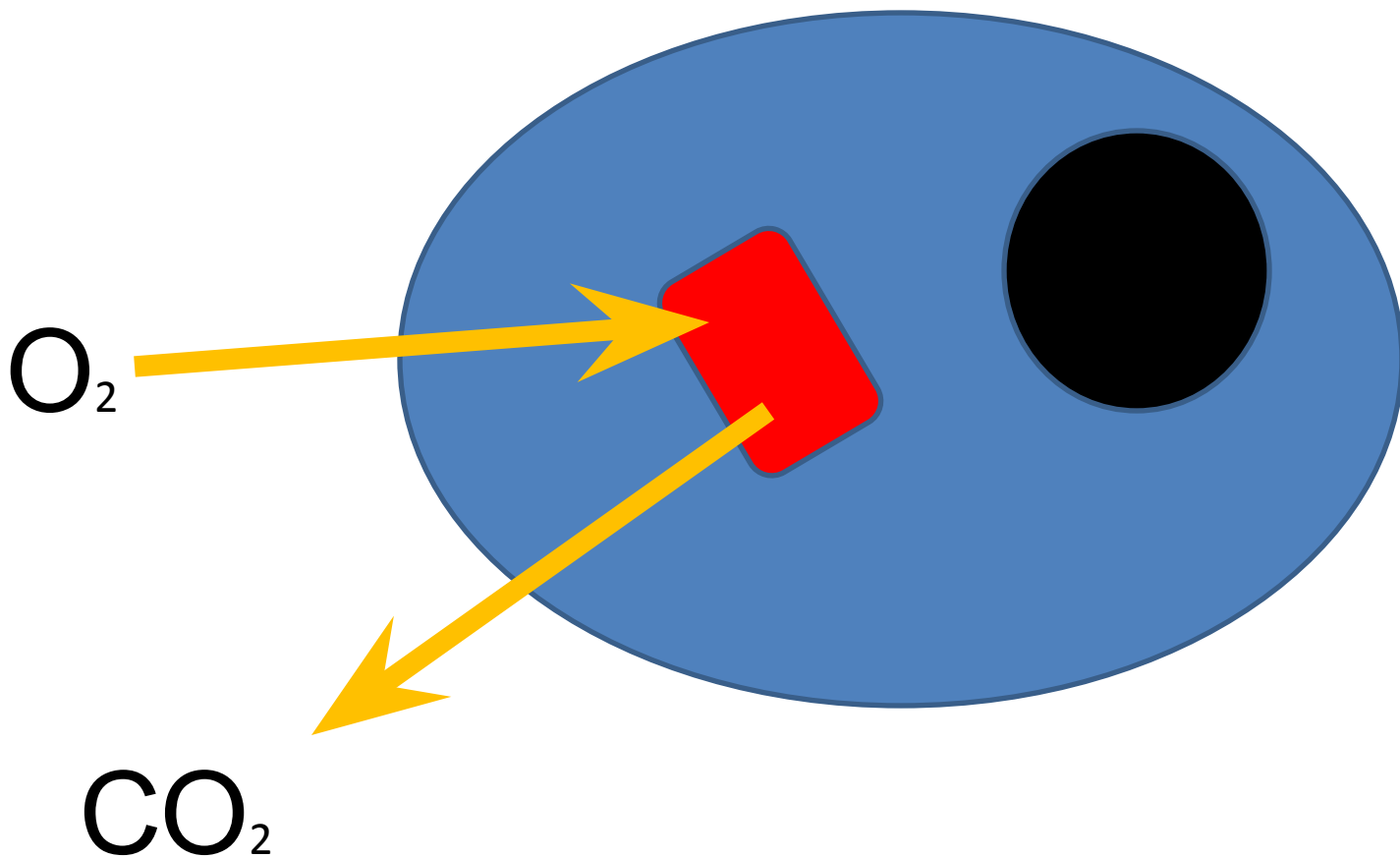
- ***аэробное дыхание***

- Требуется кислород;

- молекулы питательных веществ полностью окисляются до  $\text{CO}_2$  и воды;

- *38 молекулы АТФ.*

# Прямое дыхание



- Физиологическая функция — это проявление жизнедеятельности, имеющее приспособительное значение.
- Физиологическая система - совокупность органов и тканей, выполняющих одну функцию
- Основой жизнедеятельности являются физиологические процессы — сложная форма единства физических и химических процессов, получивших новое содержание в живой материи. Физиологические процессы лежат в основе физиологических функций.

- Физиологическая функция — это проявление взаимодействия между отдельными частями, элементами структуры живой системы. В физиологических функциях проявляется жизнедеятельность как целостного организма, так и отдельных его частей.
- Внешнее проявление физиологической функции (функционирование), как правило, не дает представлений об интимных физиологических процессах. Физиология изучает как видимую, феноменологическую сторону явлений, так и их интимную сущность, т. е. физиологические механизмы. Нормальное функционирование органа или организма в целом тесно связано с его структурой, морфологическими особенностями. Всякое нарушение в структуре ведет к расстройству функции. «Морфологические и физиологические явления, форма и функция обуславливают взаимно друг друга».
- «Физиология человека», Н.А. Фомин
- Характер физиологических реакций, их соответствие меняющимся условиям внешней среды закрепляются в генотипической программе, становятся реализованной «для себя» формой информации из внешней среды. Так, способ взаимодействия между организмом и средой, реализуемый в генотипе, является запрограммированной формой реактивности («норма реакции»). Следовательно, реактивность является конкретной формой реализации информации из внешней среды, в которой закрепляются адекватные способы реагирования на действие раздражителей.

- Физиологическая адаптация - совокупность физиологических реакций, лежащих в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленных на сохранение относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаз.

- Функция (работа) (лат. *functio* — совершение, исполнение) — деятельность, роль объекта в рамках некоторой системы, работа производимая органом, организмом; роль, значение (назначение, предназначение) чего-либо.
- В технике и в области психологии, выражаясь обычным языком, функция обозначает принадлежность к чему-либо, что используется/применяется для устремлений, решения задач, намерений, достижения цели. Фактически это может быть реализовано используя различные физические процессы и один процесс может нести множество функций (Adam Maria Gadomski, 1987). Например, основная функция часов, показывать время, может быть реализована различными физическими процессами, такими как атомный, электронный или механический процесс.
- Функция (лат. *functio* — исполнение) — обязанность, круг деятельности. «Функция — это существование, мыслимое нами в действии» (Гёте). Наука о функциях органов живых существ — физиология; специальная наука о функциях нервной системы — физиология органов чувств и нервной системы.