

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.**

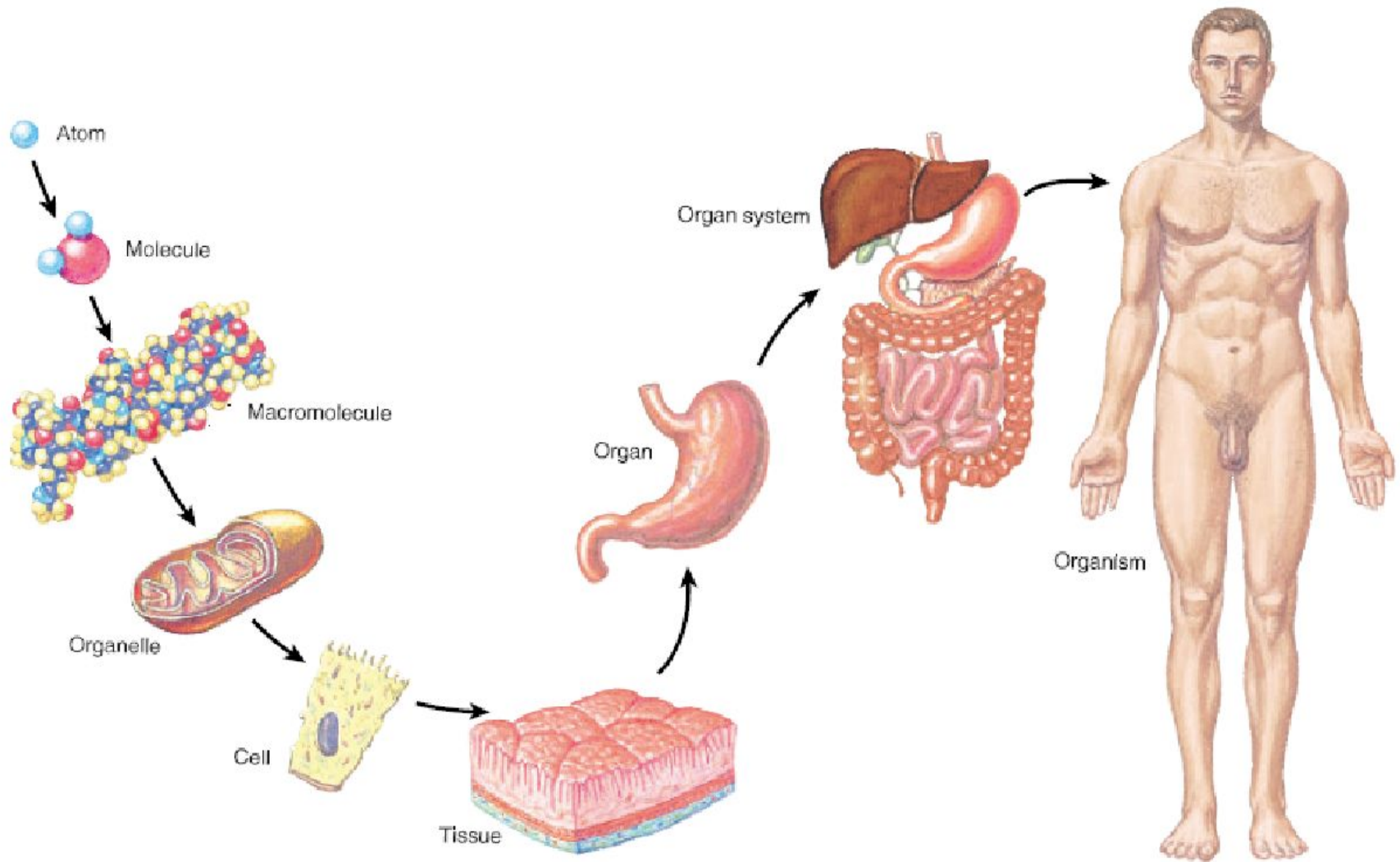
Классификация систем по сложности

- 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.**



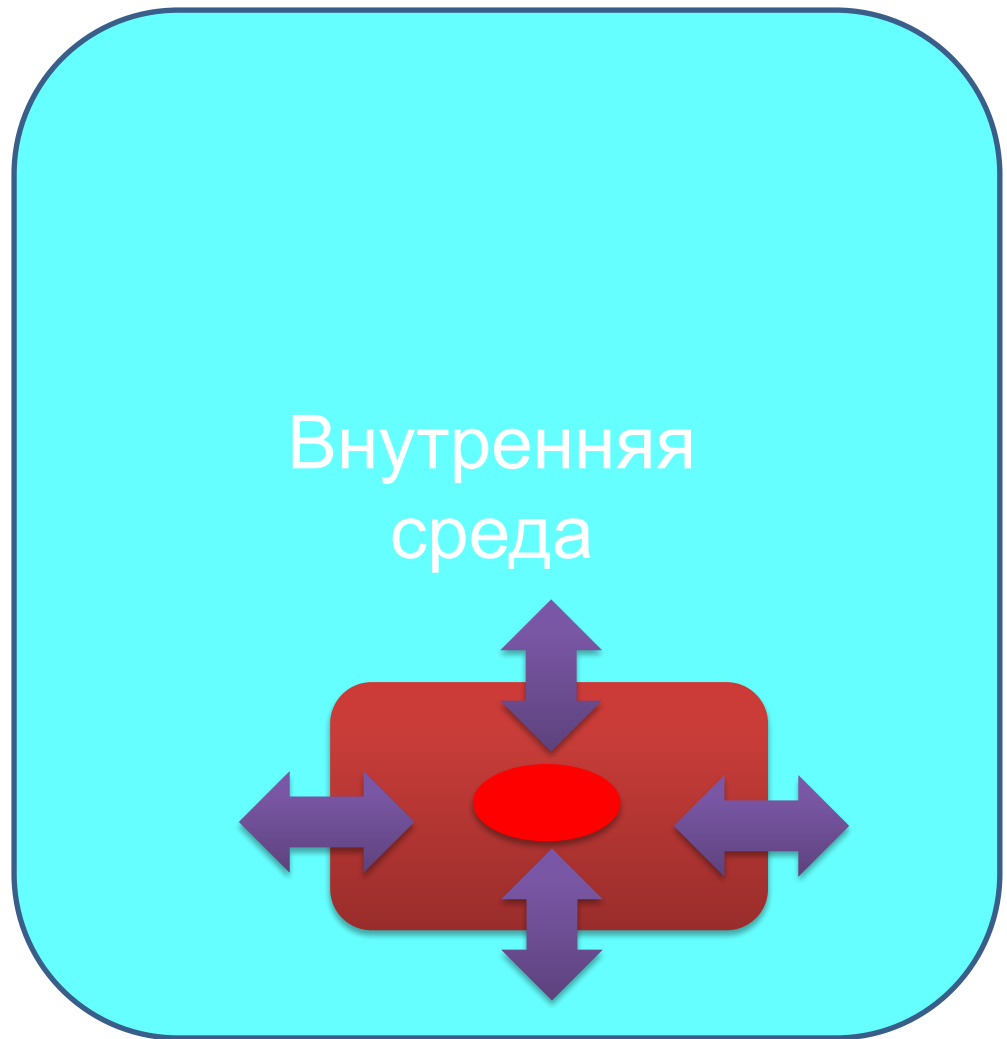
К. Бернар (1813—1878)

В это понятие включена совокупность жидкостей —

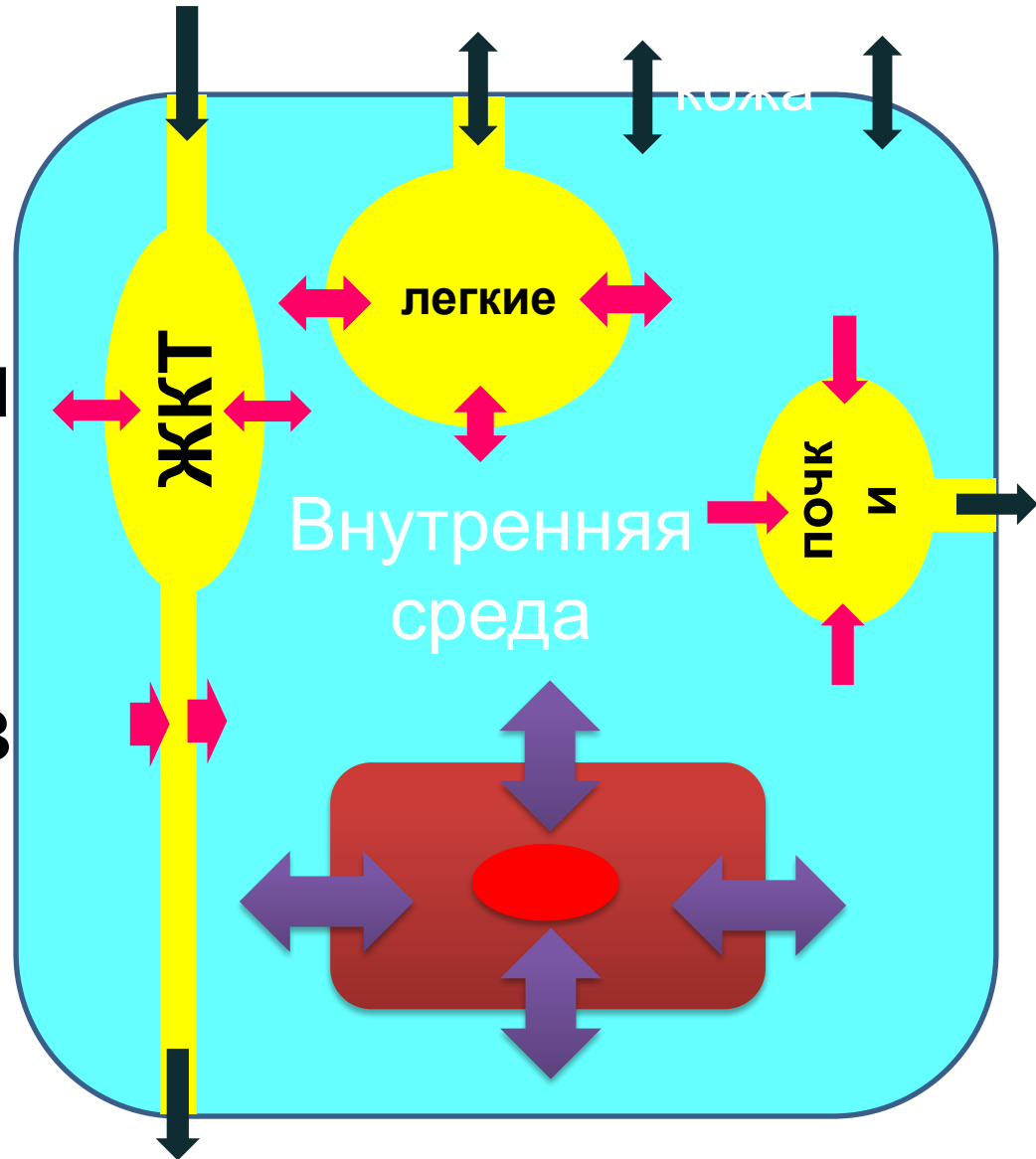
- **тканевая (интерстициальная, внеклеточная),**
- **кровь,**
- **лимфа,**
- **цереброспинальная,**
- **суставная,**
- **плевральная и**
- **другие жидкости.**

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

**Клетки
обмениваются
веществами с
внутренней
средой.**

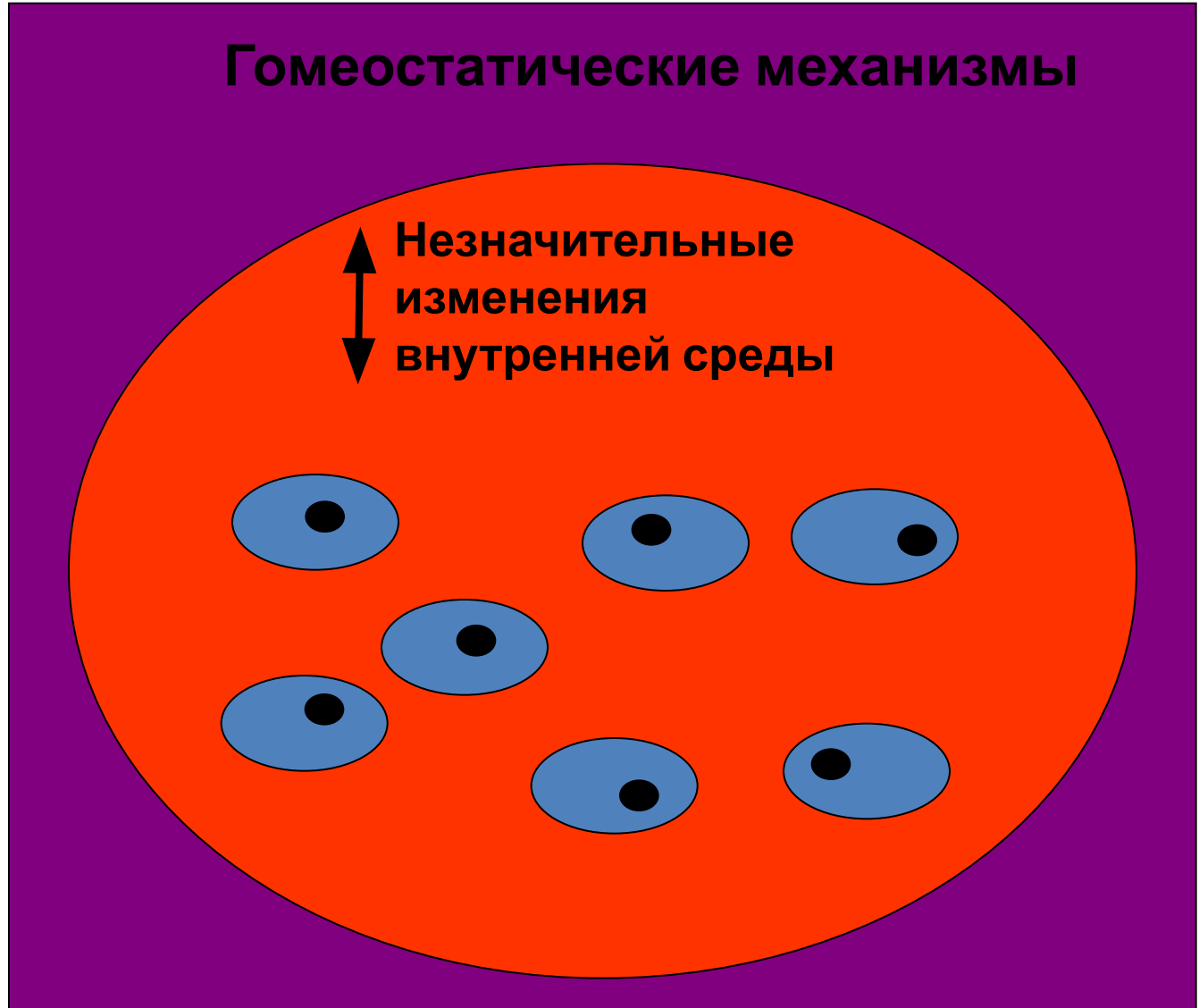


Обмен веществ и энергией между внутренней и внешней средами (указанное стрелами), происходит через желудочно-кишечный тракт, почки, легкие и кожу.



**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

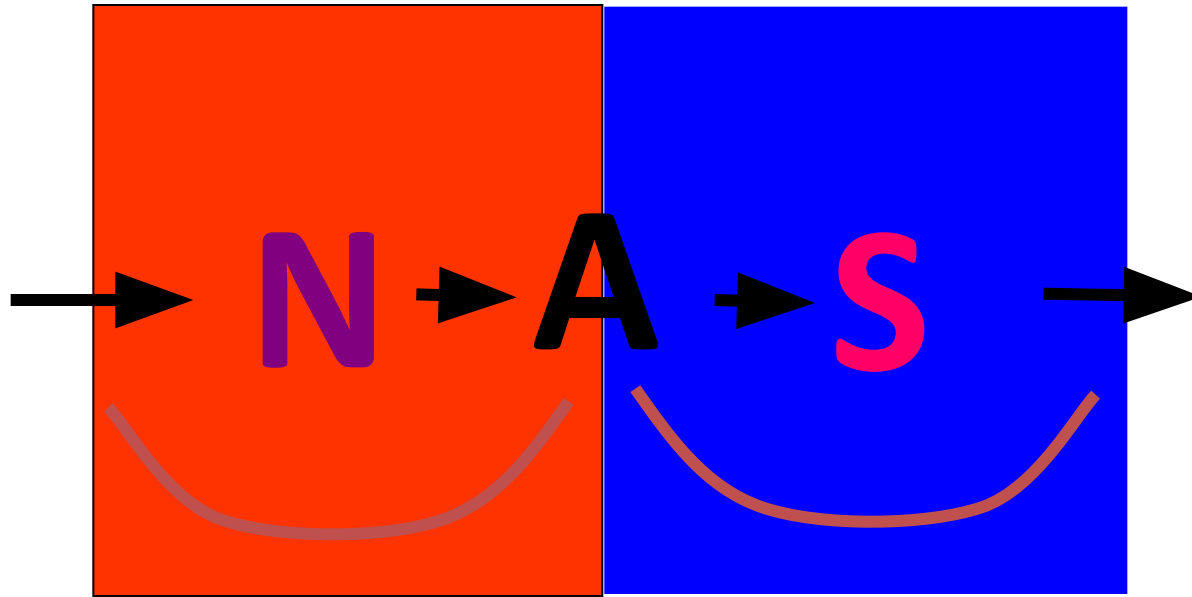
Термин «гомеостаз», который традиционно используется применительно ко внутренней среде организма можно использовать по отношению и к внутриклеточной среде.

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 ΔG 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.)];
```

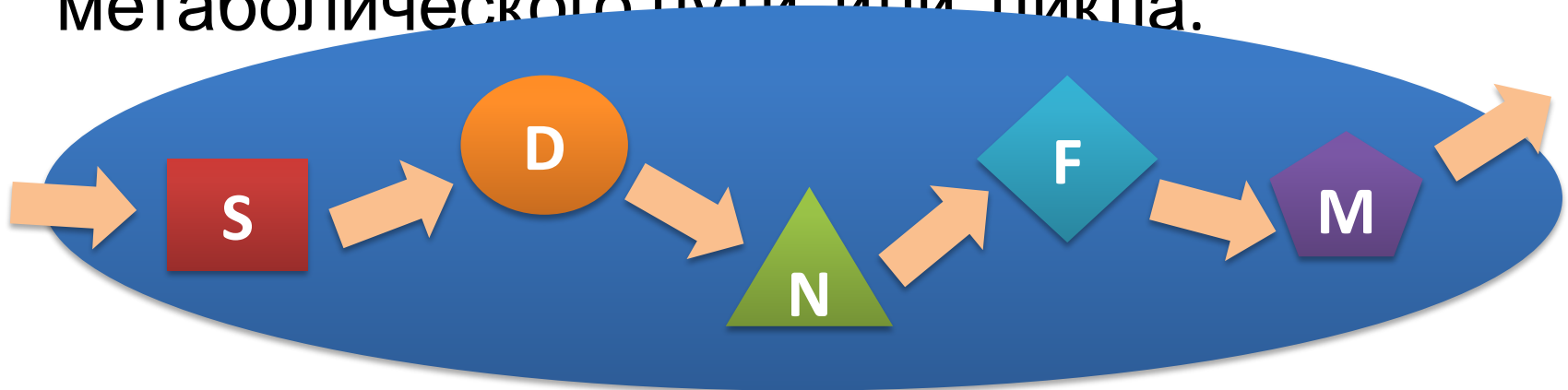
внешний

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.

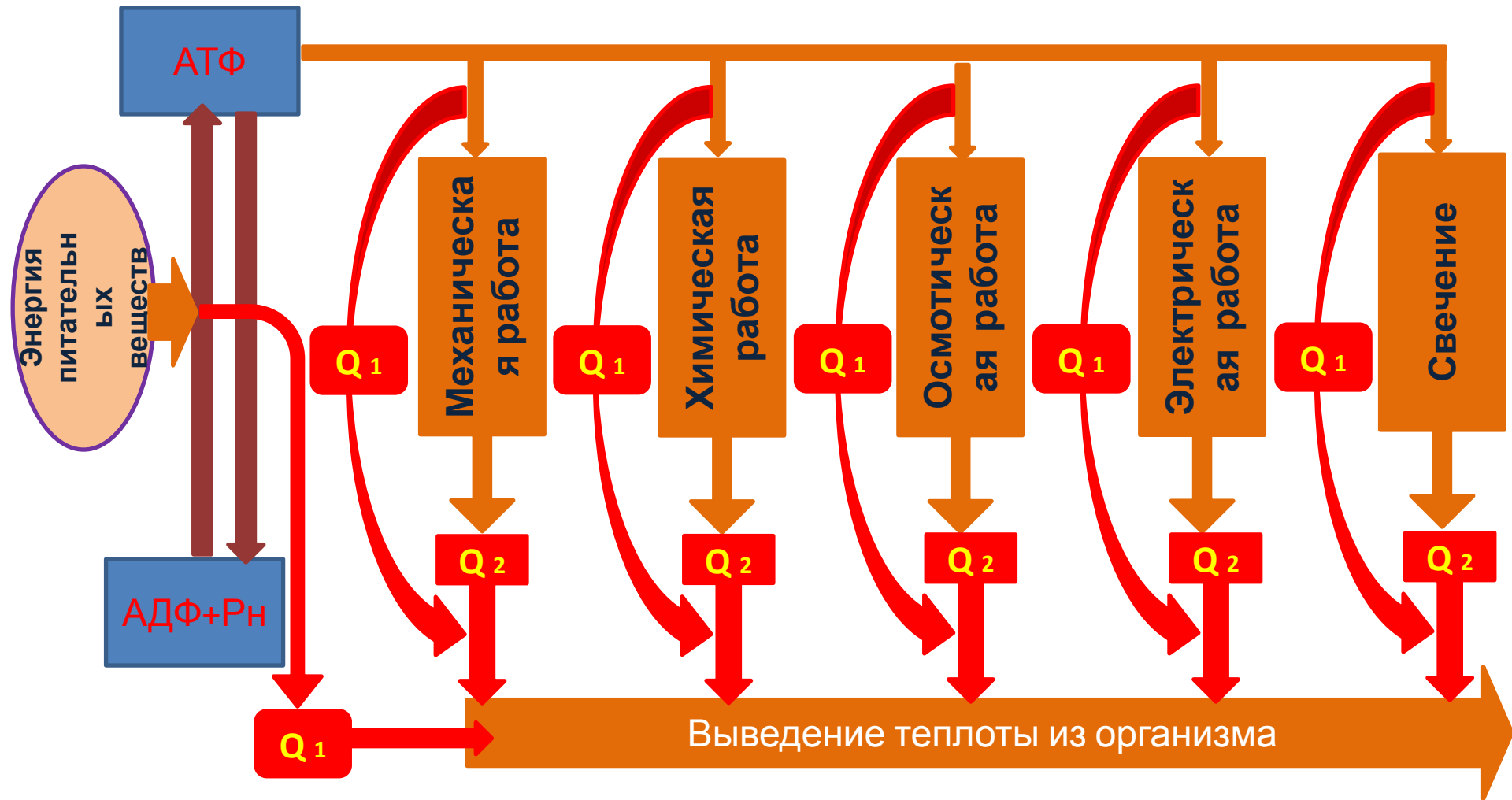
- Энергия выделяющаяся при окислении питательных веществ, не используется непосредственно для совершения работ в организме.

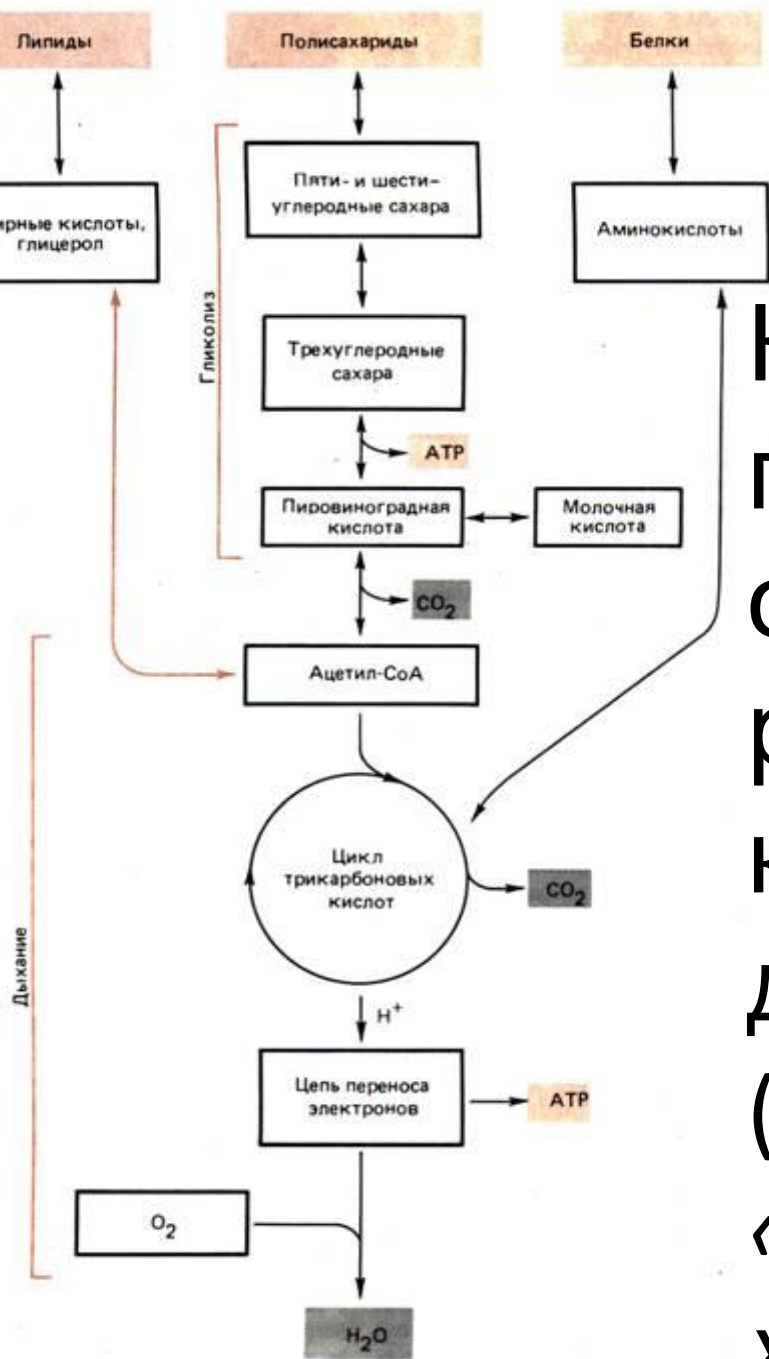
Вначале энергия
питательных веществ
трансформируется в
энергию макроэргических
связей некоторых веществ,
главным из которых
является
аденозинтрифосфорная
кислота – АТФ.

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

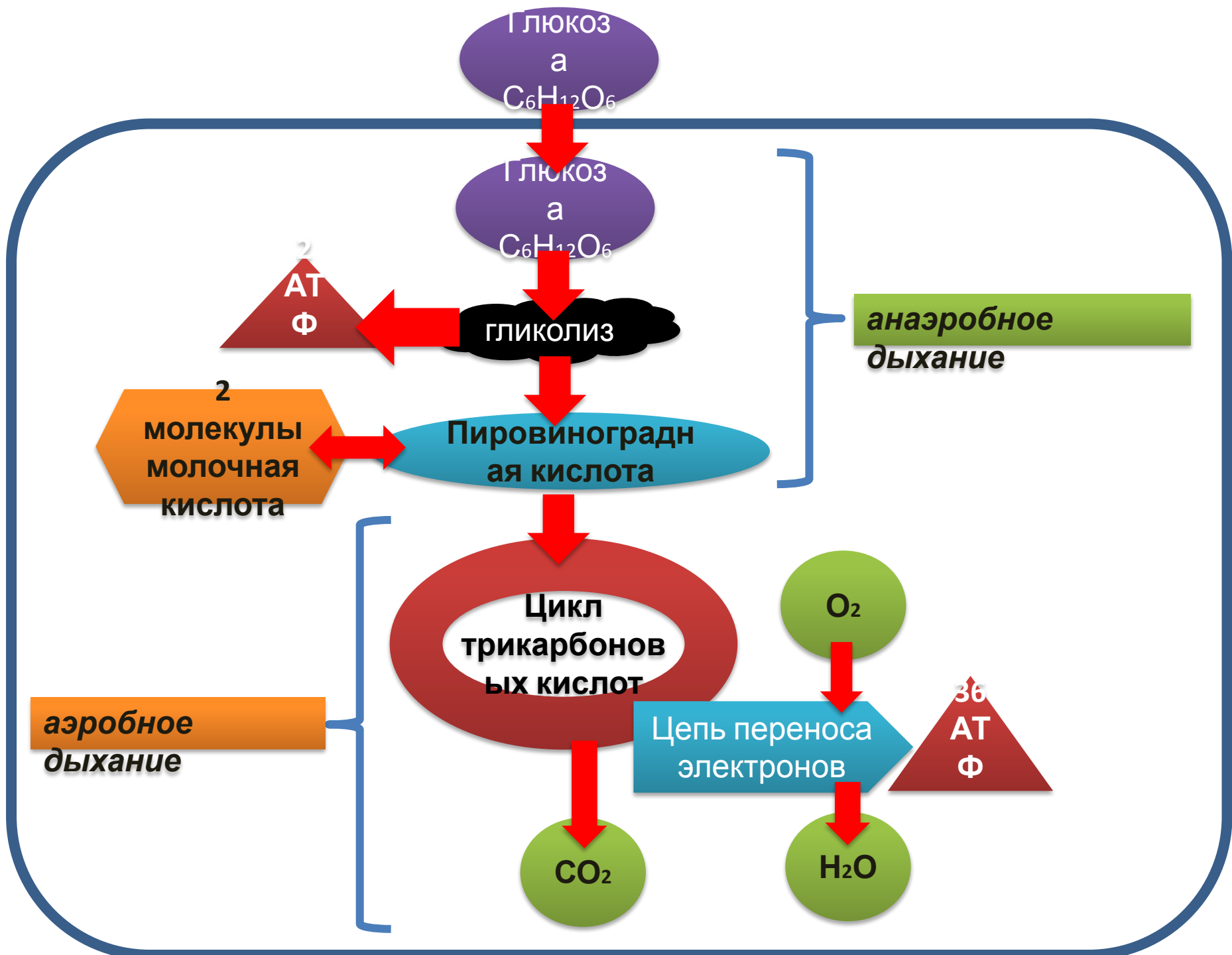
анаэробное
дыхание

2
молекулы
молочная
кислота

Пировиноградная
кислота

- ***анаэробное дыхание***

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



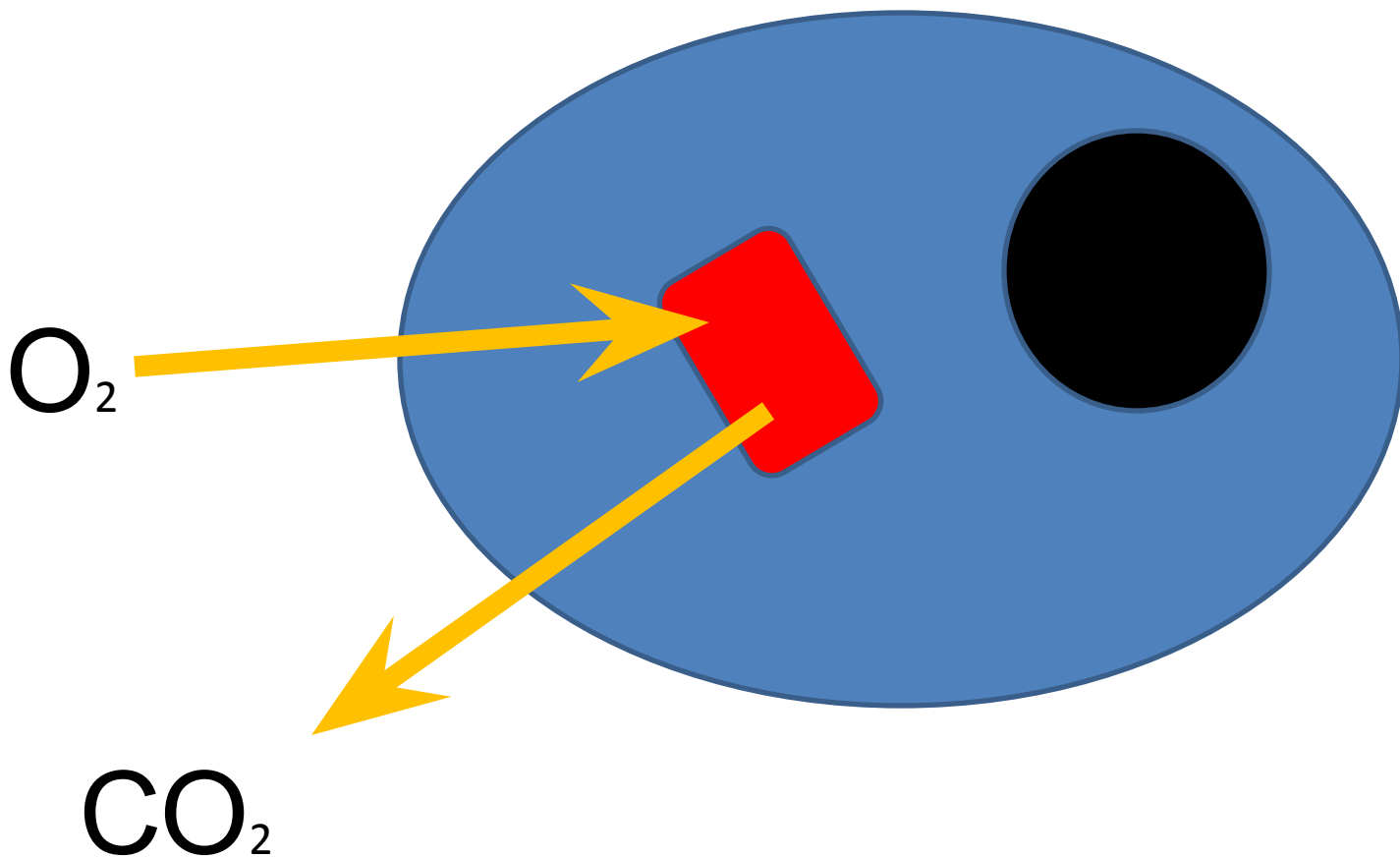
- ***аэробное дыхание***

- Требуется кислород;

- молекулы питательных веществ полностью окисляются до 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.