

**Биоэнергетика: введение.  
Обмен веществ и энергии  
в живых системах.**

**Биоэнергетика** - раздел биохимии, задачей которого является изучение механизмов и закономерностей преобразования **энергии** в живых организмах

# Что такое жизнь?

«Живой организм — это тело, слогаемое из живых объектов; неживое тело — слогаемое из неживых объектов»

«Жизнь - процесс непрерывной адаптации организмов к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды» (Г. Селье)

«Жизнь - способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой» (Ф.Энгельс)

## **Существенные признаки живого:**

1. Живые организмы являются высокоорганизованными структурами. Уровень их организованности значительно выше, чем тот, который достигнут неживыми системами.
2. Живые системы могут существовать только как неравновесные и незамкнутые, открытые.
3. Живые организмы в отличие от неживых в процессе своего развития быстро усложняются.
4. Способность к самовоспроизведению, размножению.

**Таким образом,**  
**Обмен веществ и энергии** (совокупность химических превращений веществ и энергии)

обеспечивает развитие, жизнедеятельность и самовоспроизведение живых организмов, их связь с окружающей средой и адаптацию к изменениям внешних условий.

Связь массы (вещества) и энергии:

$$**E=mc^2**$$

В обмене веществ выделяют :

- **внешний обмен** - внеклеточное превращение веществ на путях их поступления в организм и выделения из него,
- **промежуточный обмен**, происходящий внутри клеток.

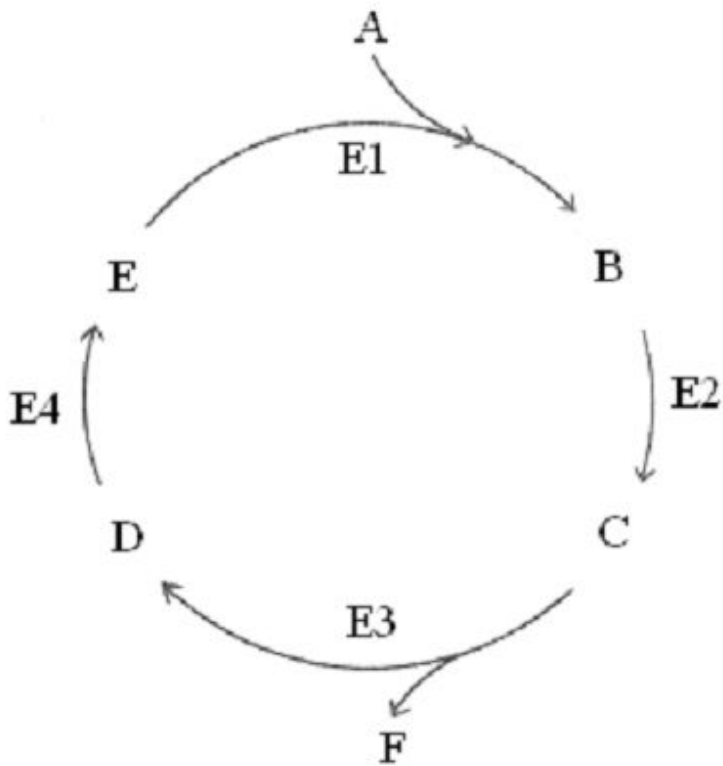
**Метаболизм** (от греч. metabole– перемена, превращение) - промежуточный обмен, т.е. превращение определенных химических веществ внутри биологических клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов (например, метаболизм аминокислот, метаболизм углеводов и т.д.).

## Функции:

- 1) снабжение химической энергией, которая добывается путем расщепления богатых энергией пищевых веществ, поступающих из среды, или путем преобразования улавливаемой энергии солнечного света;
- 2) превращение молекул пищевых веществ в строительные блоки, которые в дальнейшем используются клеткой для построения макромолекул;
- 3) сборка белков, нуклеиновых кислот, липидов, полисахаридов и прочих клеточных компонентов из этих строительных блоков;
- 4) синтез и разрушение тех биомолекул, которые необходимы для выполнения каких-либо специфических функций.



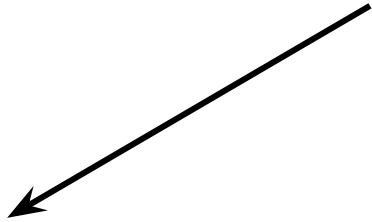
Линейный метаболический путь



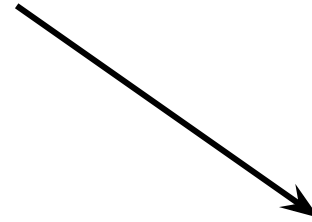
Циклический метаболический путь



# **Метаболизм**



**Катаболизм**



**Анаболизм**

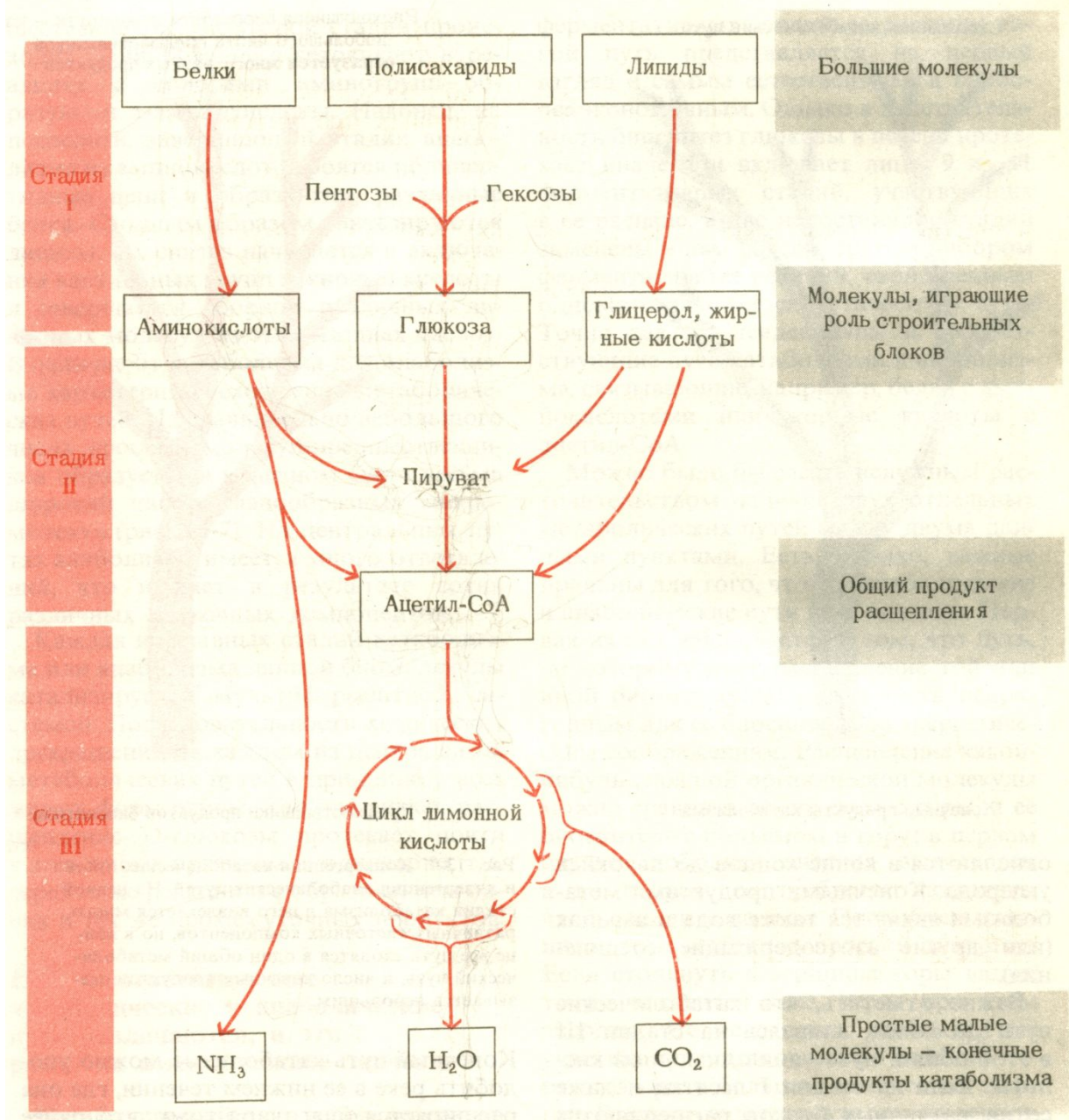
**Катаболизм** – это фаза, на которой происходит расщепление сложных органических молекул до более простых конечных продуктов.

Углеводы, жиры и белки распадаются в серии последовательных реакций до таких соединений, как вода,  $\text{CO}_2$  и аммиак.

Катаболические процессы сопровождаются высвобождением свободной энергии.

Значительная часть свободной энергии запасается в форме высокоэнергетического соединения – АТФ.

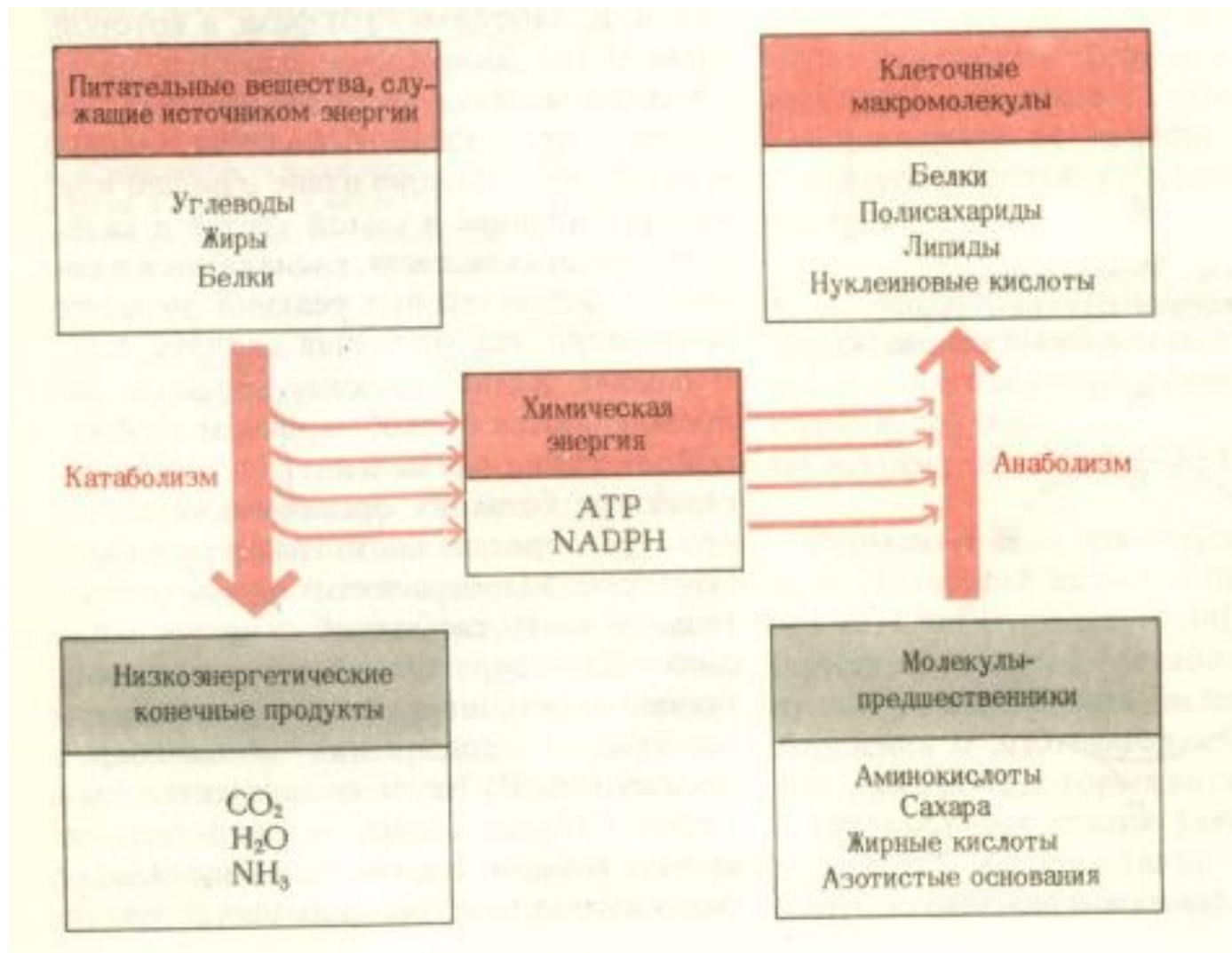
Часть - в водородных атомах кофермента  $\text{NADH}(\text{NADPH})$ .



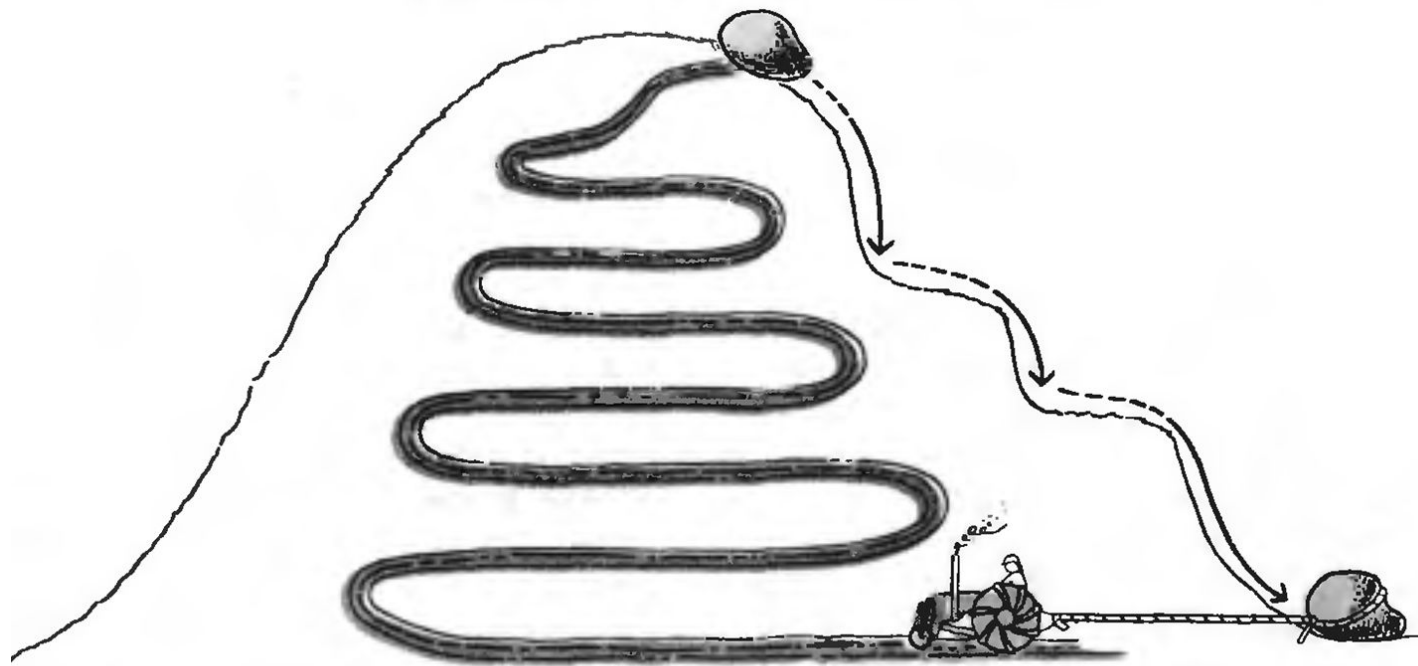
**Три стадии катаболических превращений основных питательных веществ в клетке**

Анаболизм (биосинтез) – та фаза метаболизма, в которой из малых молекул-предшественников, или «строительных блоков», синтезируются белки, нуклеиновые кислоты и другие макромолекулярные компоненты клеток.

Биосинтез – требует затраты свободной энергии. Источником энергии служит распад АТФ до АДФ и неорганического фосфата. А также богатые энергией водородные атомы, донором которых является NADPH.



**Энергетические взаимосвязи между катаболическим и анаболическим путями**



Аналогия, поясняющая энергетические аспекты катаболизма и анаболизма на примере скатывающегося с горы валуна. Катаболизм можно сравнить со спуском с горы, так как он сопровождается потерей свободной энергии. Особенно много энергии теряется на крутых участках пути (обозначены стрелками). Анаболизм напоминает подъем в гору; он требует затраты свободной энергии, которая может поступать лишь небольшими, строго определенными порциями. Трактор, например, смог бы втащить валун обратно на вершину горы только при условии, что он пройдет другим, более пологим путем, минуя крутые участки, на преодоление которых потребовалось бы слишком много энергии.

Хотя соответствующие катаболические и анаболические пути неидентичны, их связывает общая стадия, которая включает цикл лимонной кислоты и некоторые вспомогательные ферментативные реакции.

Эту общую стадию называют иногда **амфиболической** стадией метаболизма (от греч. «amfi»-оба), поскольку она выполняет двойную функцию.

# Отличия катаболизма от анаболизма:

<b>Отличительный признак</b>	<b>Катаболизм</b>	<b>Анаболизм</b>
<b>1. Энергия</b>	Высвобождается (экзергонический процесс)	Затрачивается (эндергонический процесс)
<b>2. Характер процесса</b>	Окислительный	Восстановительный
<b>3. Локализация в клетке метаболических процессов</b>	Цитоплазма, митохондрии, лизосомы	Цитоплазма клетки, рибосомы, ЭПС, Комплекс Гольджи, ядро
<b>4. Обратимость реакций</b>	Практически необратимы	В основном обратимы



# Метаболические системы организмов

**Автотрофные** - используют низкомолекулярные неорганические соединения ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , соединения азота и серы) в качестве исходного материала для биосинтеза органических веществ

а) **фототрофные** организмы используют для биосинтеза энергию Солнца;

б) **хемотрофные** организмы способны к преобразованию и использованию энергии окислительно-восстановительных реакций

**Гетеротрофные** организмы используют в качестве источника питания уже готовые, т.е. синтезированные другими организмами органические вещества.

**Миксотрофные** – это организмы, способные как к синтезу органических веществ, так и к использованию их в готовом виде.

Организмы, использующие в качестве акцептора электронов кислород, относят к **аэробным**, а не нуждающиеся в нем – к **анаэробным**.

Обычно в клетках сочетаются оба типа энергетики, но существуют и так называемые **облигатные анаэробы** (некоторые микроорганизмы), для которых кислород вообще не нужен или является ядом.