

## Лекция № 32

# Обмен белков, жиров и углеводов в организме человека

Подготовил: к.м.н., преподаватель  
Аверин Эдуард Михайлович

# Вопросы

- Обмен белков, их функции, суточная норма.
- Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
- Биологическая ценность белков.
- Этапы белкового обмена в организме.
- Азотистый баланс.

- Обмен жиров, их функция и виды, суточная норма.
- Этапы жирового обмена в организме.
- Обмен углеводов, их функция, суточная норма.
- Этапы углеводного обмена в организме.

# Пластическая и энергетическая роль питательных веществ

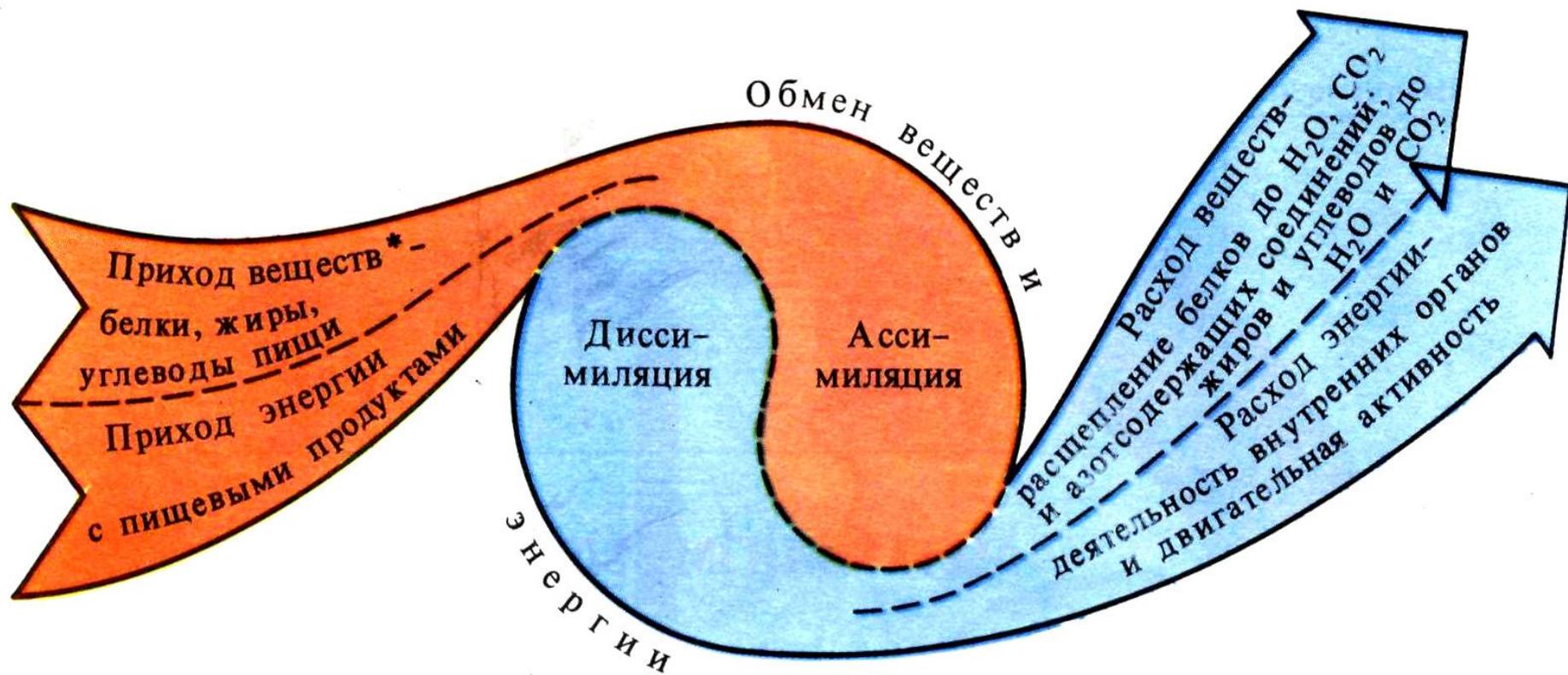
- Синтез сложных специфичных для организма веществ из простых соединений, всасывающихся в кровь, называется ассимиляцией или анаболизмом.
- Распад веществ организма до конечных продуктов, сопровождающийся выделением энергии называется диссимиляцией или катаболизмом.
- Эти процессы неразрывно связаны.

## Метаболизм –

**это совокупность взаимосвязанных, но разнонаправленных процессов, анаболизма (ассимиляции) и катаболизма (диссимиляции).**

- **Анаболизм** - это совокупность процессов биосинтеза органических веществ, компонентов клетки и других структур органов и тканей.
- **Катаболизм** - это совокупность процессов расщепления сложных молекул, компонентов клеток, органов и тканей до простых веществ и до конечных продуктов метаболизма (с образованием макроэргических и восстановленных соединений).

- Ассимиляция обеспечивает аккумуляцию энергии, а энергия выделяющаяся при диссимиляции необходима для синтеза веществ.
- Анаболизм и катаболизм объединены в единый процесс с помощью АТФ и НАДФ.
- Посредством их энергия, образующаяся в результате диссимиляции, передается для процессов ассимиляции.



Общее представление об обмене веществ и энергии

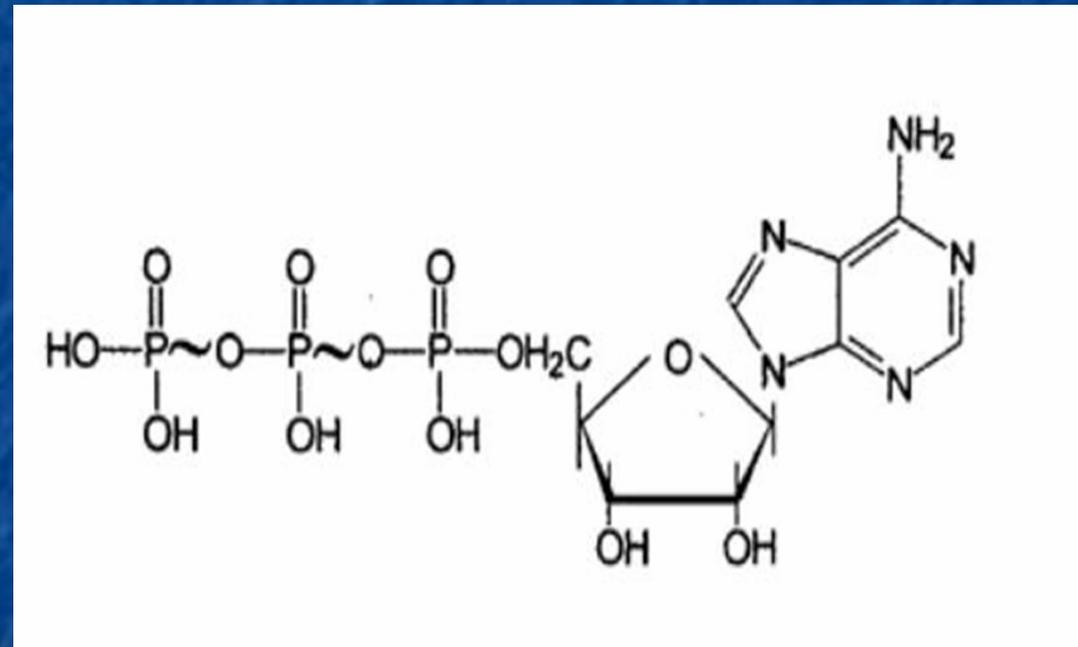
**В процессе метаболизма обеспечиваются пластические и энергетические потребности организма.**

- **Пластические потребности** – построение биологических структур организма.
- **Энергетические потребности** - преобразование химической энергии питательных веществ в энергию макроэнергетических (АТФ и другие молекулы) и восстановленных (НАДФ • Н - никотин-амид-адениндинуклеотидфосфат) соединений.

# Взаимосвязь процессов катаболизма и анаболизма

Главную роль в  
сопряжении  
анаболических  
и  
катаболических  
процессов в  
организме  
играют:

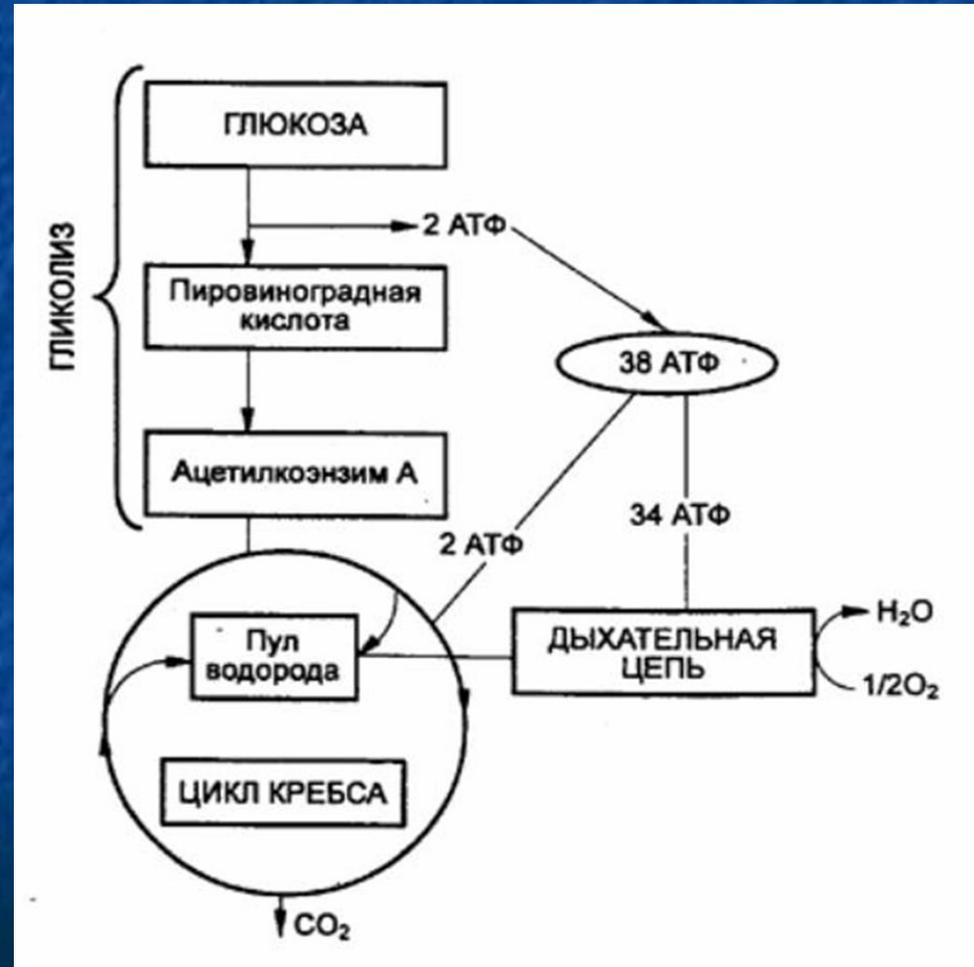
**АТФ,  
НАДФ • Н.**

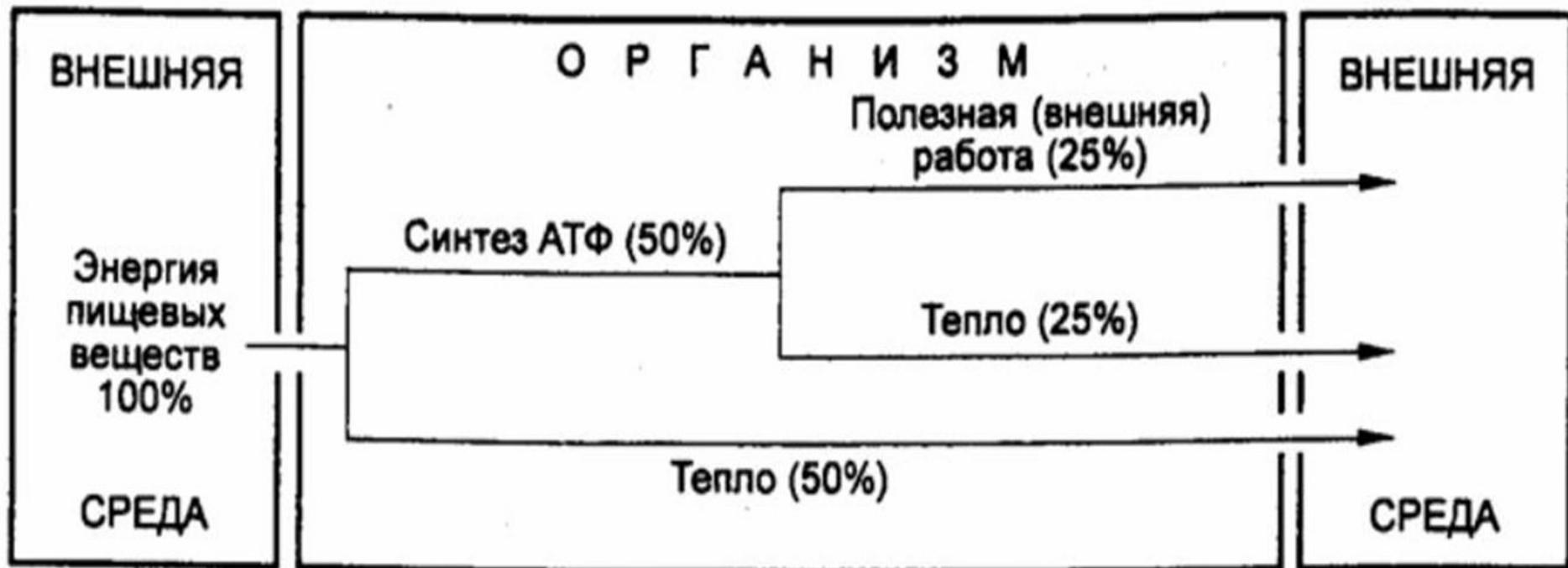


# Катаболизм

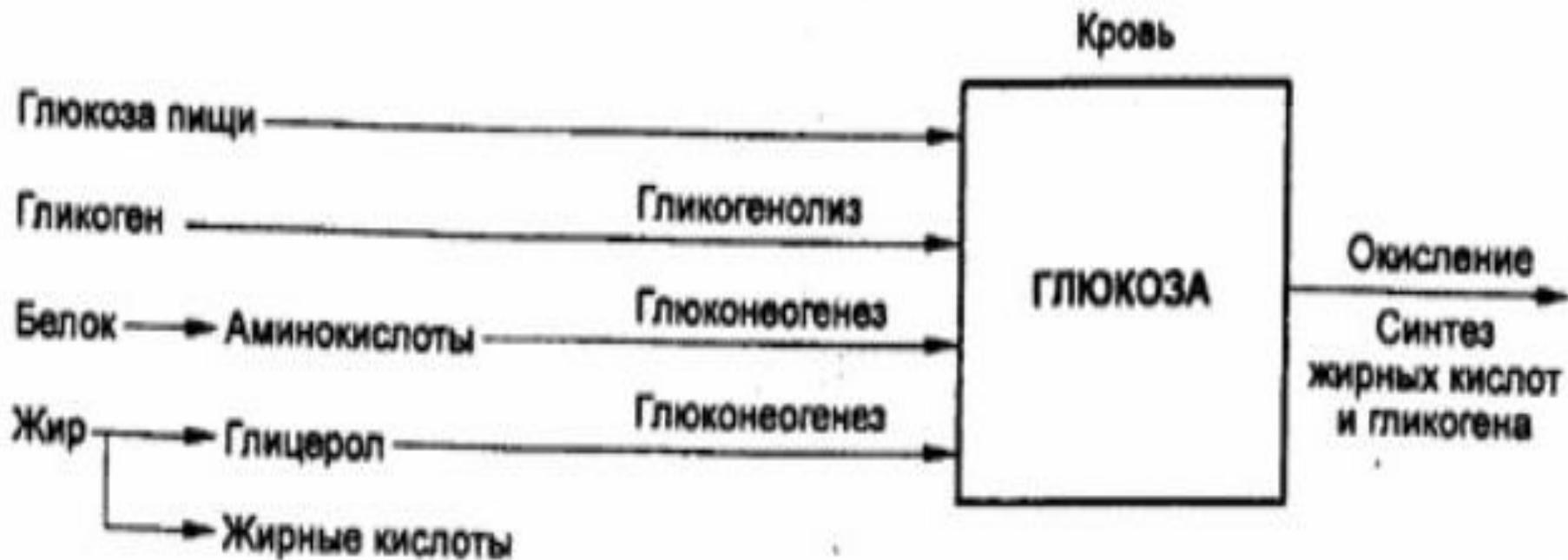
## анаэробный и аэробный

- Обеспечение энергией процессов жизнедеятельности осуществляется за счет анаэробного (бескислородного) и аэробного (с использованием кислорода) катаболизма поступающих в организм с пищей белков, жиров и углеводов.
- Процессы анаболизма и катаболизма находятся в организме в состоянии динамического равновесия или временного превалирования одного из них.





# Пути метаболизма питательных веществ



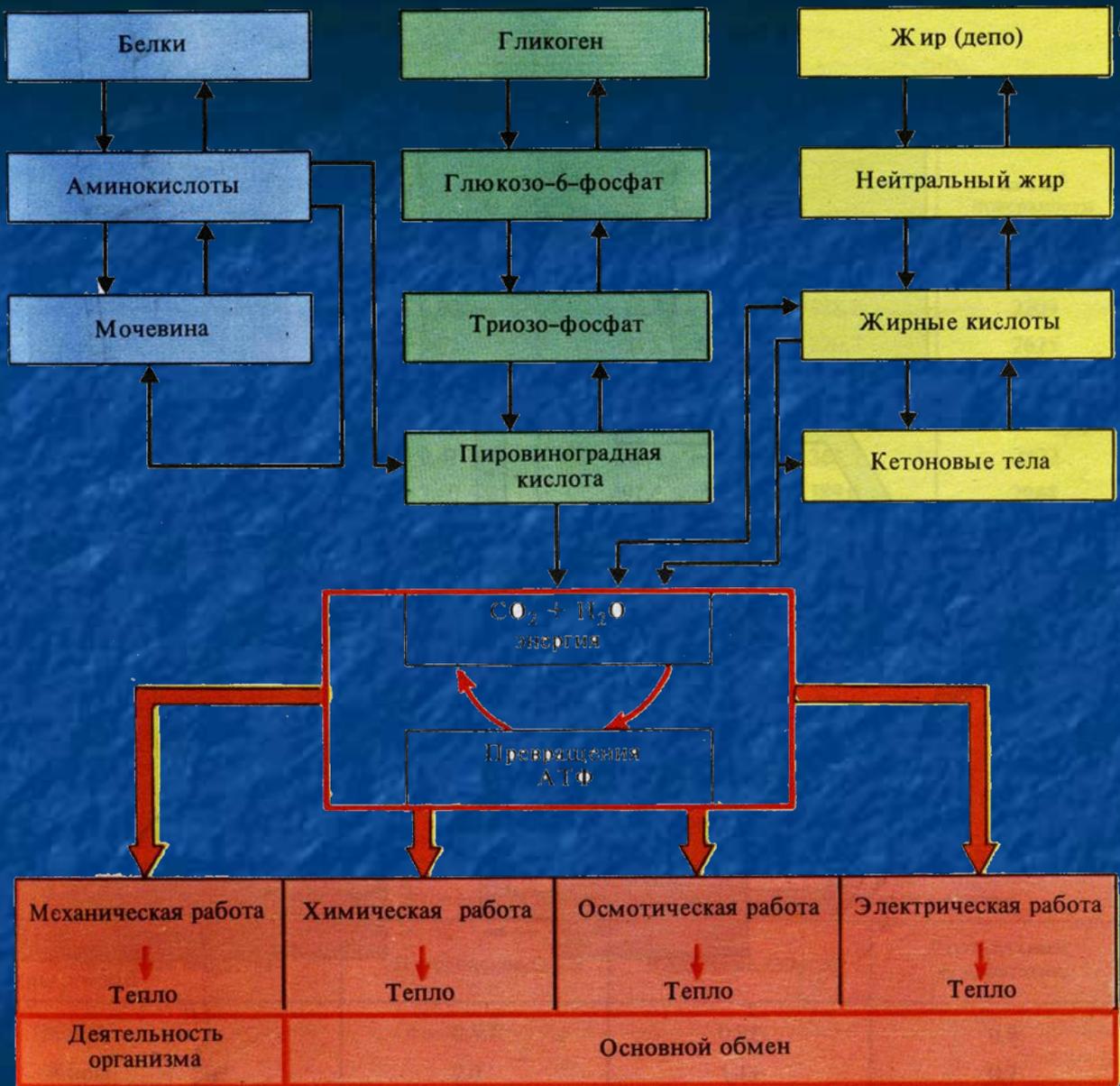


Схема превращения веществ и энергии в организме.

## **Белки и их роль в организме**

**У здорового взрослого человека количество распавшегося за сутки белка равно количеству вновь синтезированного.**

**Скорость распада и обновления белков организма различна.**

**Полупериод распада**

**гормонов пептидной природы составляет минуты или часы, белков плазмы крови и печени —около 10 сут, белков мышц —около 180 сут.**

**Белки, использующиеся в организме в первую очередь в качестве пластических веществ, в процессе их разрушения освобождают энергию для синтеза в клетках АТФ и образования тепла.**

- Белки являются пластическим материалом. Они входят в состав клеточных мембран, органелл.
- Однако из 20 аминокислот, образующих белки, 10 являются незаменимыми.
- Т.е. они не могут образовываться в организме.
- Конечными продуктами распада белков являются азотсодержащие соединения - мочевины, мочевая кислота, креатинин.

# Коэффициент изнашивания по Рубнеру

О суммарном количестве белка, подвергшегося распаду за сутки, судят по количеству азота, выводимого из организма человека.

- В белке содержится около 16 % азота (т. е. в 100 г белка — 16 г азота).
- Выделение организмом 1 г азота соответствует распаду 6,25 г белка.
- За сутки из организма взрослого человека выделяется около 3,7 г азота.
- Масса белка, подвергшегося за сутки полному разрушению, составляет  $3,7 \times 6,25 = 23$  г, или 0,028—0,075 г азота на 1 кг массы тела в сутки.

- Поэтому состояние белкового обмена можно оценить по азотистому балансу.
- Это соотношение количества азота поступающего с белками пищи и выделенного из организма с азотсодержащими продуктами обмена.
- Если количество выделяемого азота равно количеству поглощенного организмом имеет место азотистое равновесие.



- Если поступившего азота больше, чем выделенного, это называется положительным азотистым балансом, который наблюдается при росте организма, при выздоровлении после тяжелых заболеваний и после длительного голодания.
- Когда количество азота, выделенного организмом больше, чем поступившего, имеет место отрицательный азотистый баланс.

- Его возникновение объясняется распадом собственных белков организма.
- Он возникает при голодании, отсутствии в пище незаменимых аминокислот, нарушениях переваривания и всасывания белка, тяжелых заболеваниях.
- Количество белка, которое полностью обеспечивает потребности организма называется белковым оптимумом.
- Минимальное, обеспечивающее лишь сохранение азотистого баланса - белковым минимумом.
- Энергетическая роль белков небольшая.

# Липиды и их роль в организме

**Липиды организма человека:  
триглицериды, фосфолипиды, стерины.**

**Липиды играют в организме  
энергетическую и пластическую роль.**

- В удовлетворении энергетических потребностей организма основную роль играют нейтральные молекулы жира (триглицериды).
- Пластическая функция липидов в организме осуществляется, главным образом, за счет фосфолипидов, холестерина, жирных кислот.

**По сравнению с молекулами углеводов и белков молекула липидов является более энергоемкими.**

**За счет окисления жиров обеспечивается около 50 % потребности в энергии взрослого организма.**

**Жиры являются источником образования эндогенной воды.**

**При окислении 100 г нейтрального жира в организме образуется около 107 г воды.**

- Жирами организма являются триглицериды, фосфолипиды и стерины.
- Основная их роль энергетическая.
- При окислении липидов выделяется наибольшее количество энергии, поэтому около половины энергозатрат организма обеспечивается липидами.
- Они также являются аккумулятором энергии в организме, потому что откладываются в жировых депо и используются по мере необходимости.

- Жиры имеют и пластическую роль, так как фосфолипиды, холестерин, жирные кислоты входят в состав клеточных мембран и органелл, покрывают внутренние органы.
- Околопочечный жир способствует фиксации почек и предохранению их от механических воздействий.
- Липиды являются и источниками эндогенной воды.

- Особую функцию выполняет бурый жир, располагающийся вдоль крупных сосудов и между лопаток.
- Содержащийся в его жировых клетках полипептид, при охлаждении организма, тормозит ресинтез АТФ за счет липидов.
- В результате резко усиливается теплопродукция. Большое значение имеют незаменимые жирные кислоты - линолевая, линоленовая и арахидоновая.
- Без них невозможен синтез фосфолипидов клеток, образование простагландинов и т.д.
- При их отсутствии задерживается рост и развитие организма.

# Углеводы и их роль в организме

**Организм человека получает углеводы в виде растительного полисахарида крахмала и в виде животного полисахарида гликогена.**

- В желудочно-кишечном тракте осуществляется их расщепление до уровня моносахаридов (глюкозы, фруктозы, лактозы, галактозы).
- Моносахариды всасываются в кровь и через воротную вену поступают в печеночные клетки.
- В печеночных клетках фруктоза и галактоза превращается в глюкозу.

**Концентрация глюкозы в крови поддерживается на уровне 0,8—1,0 г/л.**

- При избыточном поступлении в печень глюкозы она превращается в гликоген.
- По мере снижения концентрации глюкозы в крови происходит расщепление гликогена.

**Глюкоза выполняет в организме энергетические и пластические функции.**

**Глюкоза необходима для синтеза частей молекул нуклеотидов и нуклеиновых кислот, некоторых аминокислот, синтеза и окисления липидов, полисахаридов.**

- Углеводы в основном играют энергетическую роль, так как служат источником энергии для клеток.
- Так, энергетические потребности нейронов покрываются исключительно глюкозой.
- Они аккумулируются в виде гликогена в печени и мышцах.
- Углеводы имеют и пластическое значение, так как глюкоза необходима для образования нуклеотидов и синтеза некоторых аминокислот.

# Методы измерения энергетический баланса организма

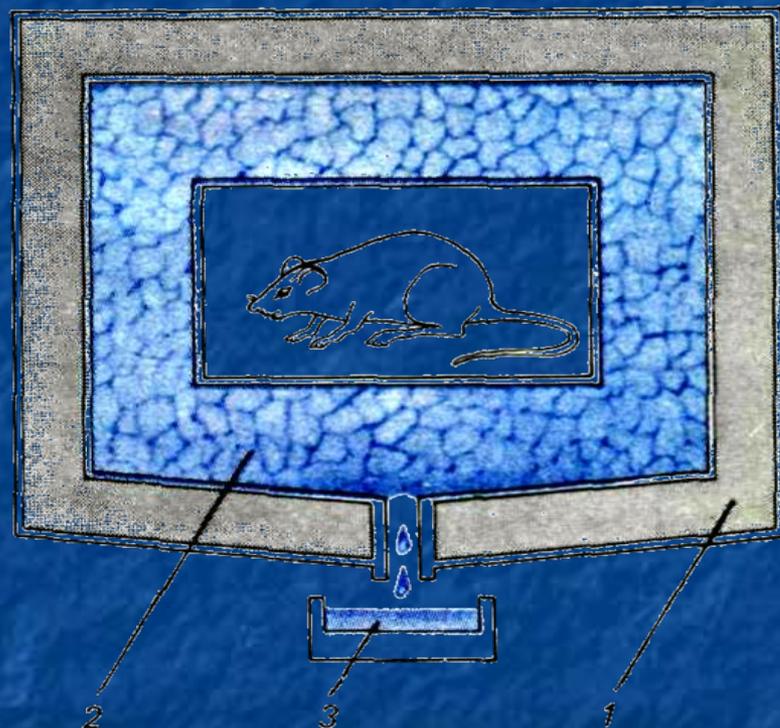
- Соотношение между количеством энергии, поступившей с пищей, и энергии, выделенной во внешнюю среду называется энергетическим балансом организма.
- Существует 2 метода определения выделяемой организмом энергии.

- 1. Прямая калориметрия - определяют количество тепла, выделяемого организмом в окружающую среду за единицу времени.
- Для этого используют специальные камеры с хорошей теплоизоляцией и системой теплообменных труб, по которым циркулирует и нагревается вода.

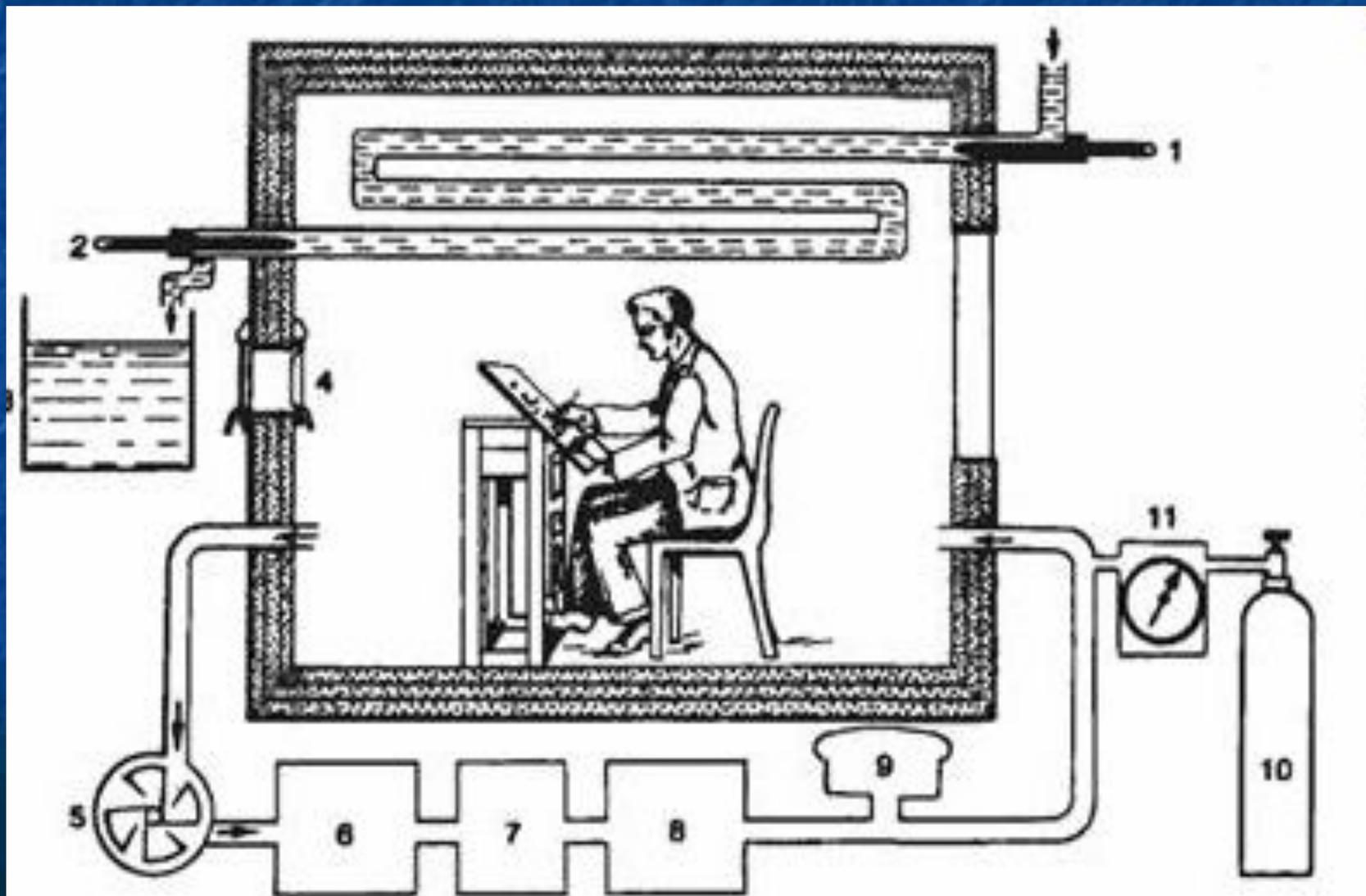
$$E = A + H + S$$

Эксперимент, разработанный А. Лавуазье для определения интенсивности обмена веществ у мелких животных.

Вода (3), вытекающая из-под наружной оболочки камеры по мере таяния льда (2), является прямой мерой теплоты, выделяемой животным (1- термоизоляция).



# Биокалориметр Этуотера — Бенедикта

$$E = A + H + S$$


- 2. Непрямая калориметрия - заключается в определении соотношения выделенного углекислого газа и поглощенного кислорода за единицу времени.
- Величина дыхательного коэффициента определяется тем, какое вещество окисляется в клетках организма.

- Дыхательный коэффициент углеводов равен 1,0, липидов - 0,7, белков - 0,8, при смешанном питании 0,85-0,9.
- Дыхательный коэффициент становится больше 1,0 при тяжелой физической работе, гипервентиляции, ацидозе и переходе углеводов в жиры, меньше 0,7 - при переходе жиров в углеводы.

- Исходя из дыхательного коэффициента, рассчитывается **калорический эквивалент кислорода**.
- Это количество энергии выделяемой организмом при потреблении 1 л кислорода.
- Для углеводов он составляет 5 ккал, белков 4,5 ккал, жиров 4,7 ккал.

- Величина поступившей в организм энергии определяется количеством и энергетической ценностью пищевых веществ.
- Их энергетическую ценность исследуют путем сжигания в бомбе Бертло в атмосфере чистого кислорода.
- Таким путем получают **физический калорический коэффициент**.
- Для белков он равен 5,8 ккал/г, углеводов 4,1 ккал/г, жиров 9,3 ккал/г.

- Для расчетов используют **физиологический калорический коэффициент**. Для углеводов и жиров он соответствует физическому, так как они в организме расщепляются до углекислого газа и воды.
- Для белков - 4,1 ккал/г, т.к. в организме они расщепляются до азотистых соединений.

■ БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!