

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ.

Метаболизм (от греч. μεταβολή — «превращение, изменение»), или **обмен веществ** — совокупность химических реакций – основа жизнедеятельности организма. Обмен веществ и энергии составляет единое целое и подчиняется закону сохранения материи и энергии.



Освобождаемая в процессе диссимиляции энергия идёт на синтез АТФ и АДФ. В зависимости от специфики организма и условий его обитания энергетический обмен может проходить в два (у **анаэробов**) и в три (у **аэробов**) этапа.

Анаболизм (греч. *anabole* – "подъем"), или **ассимиляция** (лат. *assimilatio* – "слияние", "усвоение"), – совокупность химических процессов, направленных на образование и обновление структурных частей клеток.

Поэтому анаболизм еще называют **пластическим обменом**.

В ходе анаболизма происходит биосинтез сложных молекул из простых молекул–предшественников или из молекул веществ, поступивших из внешней среды. Важнейшими процессами анаболизма являются **синтез белков и нуклеиновых кислот (свойствен всем организмам) и синтез углеводов (у растений, некоторых бактерий и цианобактерий)**.

Анаболизм является созидательным этапом обмена веществ. Он осуществляется всегда с потреблением энергии при участии ферментов.

В процессе анаболизма с образованием сложных молекул идет накопление энергии, главным образом, в виде химических связей. Поступление этой энергии в большинстве случаев обеспечивается реакциями биологического окисления веществ клетки – реакциями катаболизма.

Катаболизм (греч. katabole – "сбрасывание", "разрушение"), или диссимиляция, – совокупность реакций, в которых происходит распад органических веществ с высвобождением энергии.

При разрыве химических связей молекул органических соединений энергия высвобождается и запасается, главным образом, в виде молекул аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), т. е. аденозинтрифосфата.

Синтез АТФ у эукариот происходит в митохондриях и хлоропластах,

а у прокариот – в цитоплазме, на мембранных структурах.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

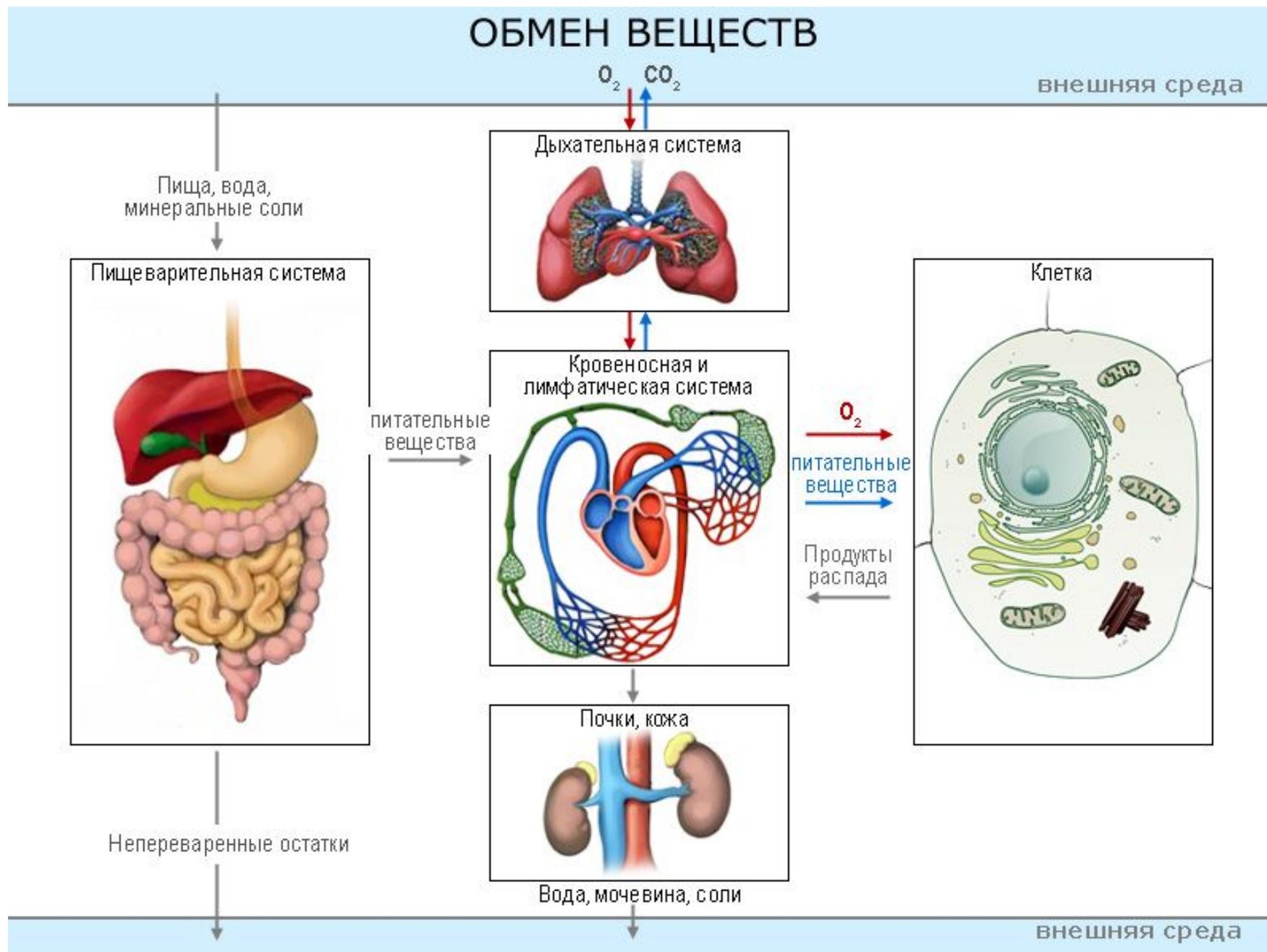
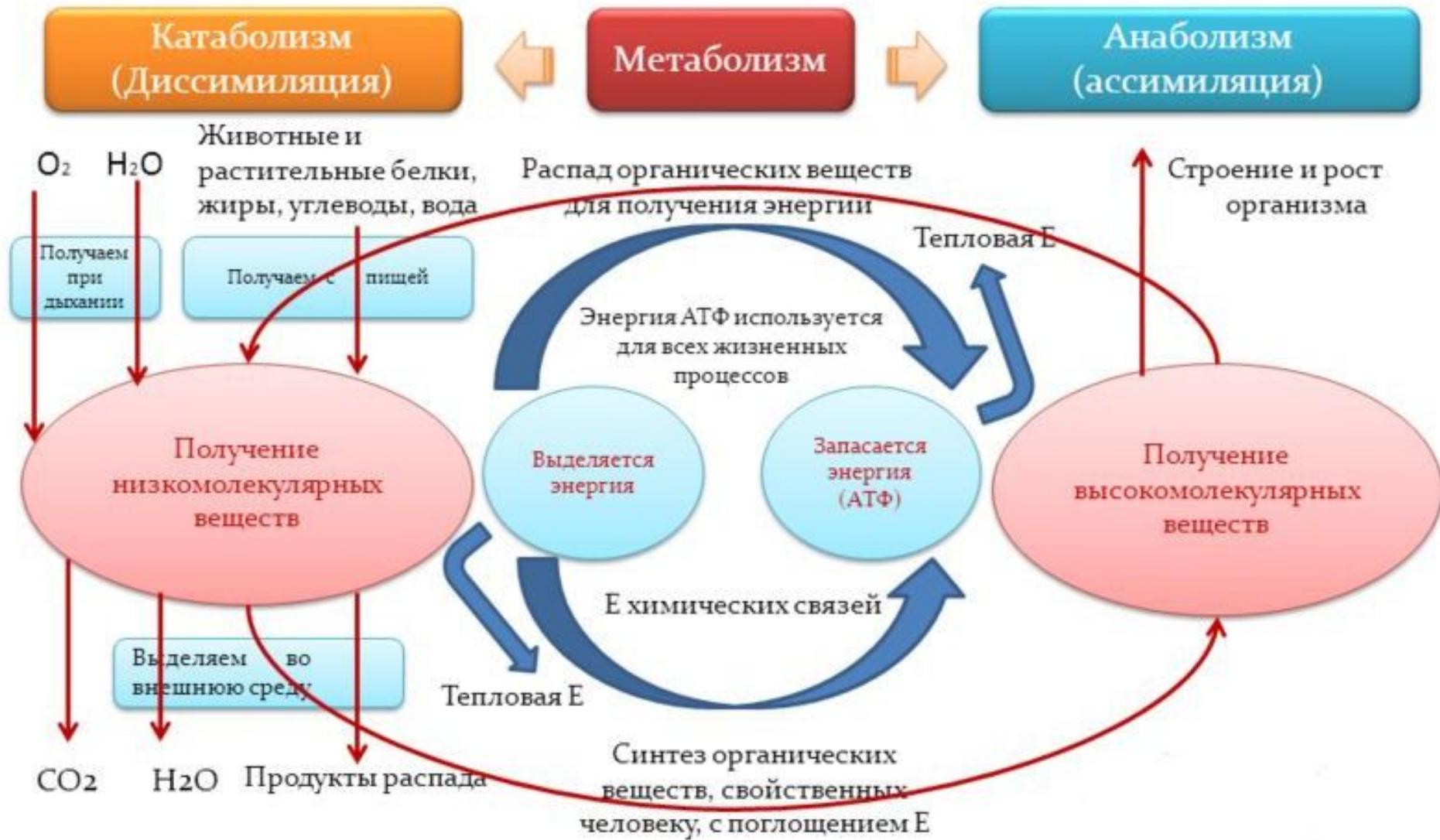


Схема обмена веществ



Этапы энергетического обмена



	Подготовительный этап	Бескислородный этап <u>Гликолиз</u>	Кислородный этап
Где происходит расщепление?	В органах пищеварения, в клетках под действием ферментов	Внутри клетки	В митохондриях
Чем активизируется расщепление?	Ферментами пищеварительных соков	Ферментами мембран клеток	Ферментами митохондрий
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Белки – аминокислоты Жиры – глицерин и жирные кислоты Углеводы - глюкоза	Глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) 2 молекулы пировиноградной кислоты ($C_3H_4O_3$) + энергия	Пировиноградная кислота до CO_2 и H_2O
Сколько выделяется энергии?	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% синтезируется АТФ, 60% рассеивается в виде тепла	Более 60% энергии запасается в виде АТФ
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	_____	2 молекулы АТФ	36 молекул АТФ

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Пластический обмен (ассимиляция)

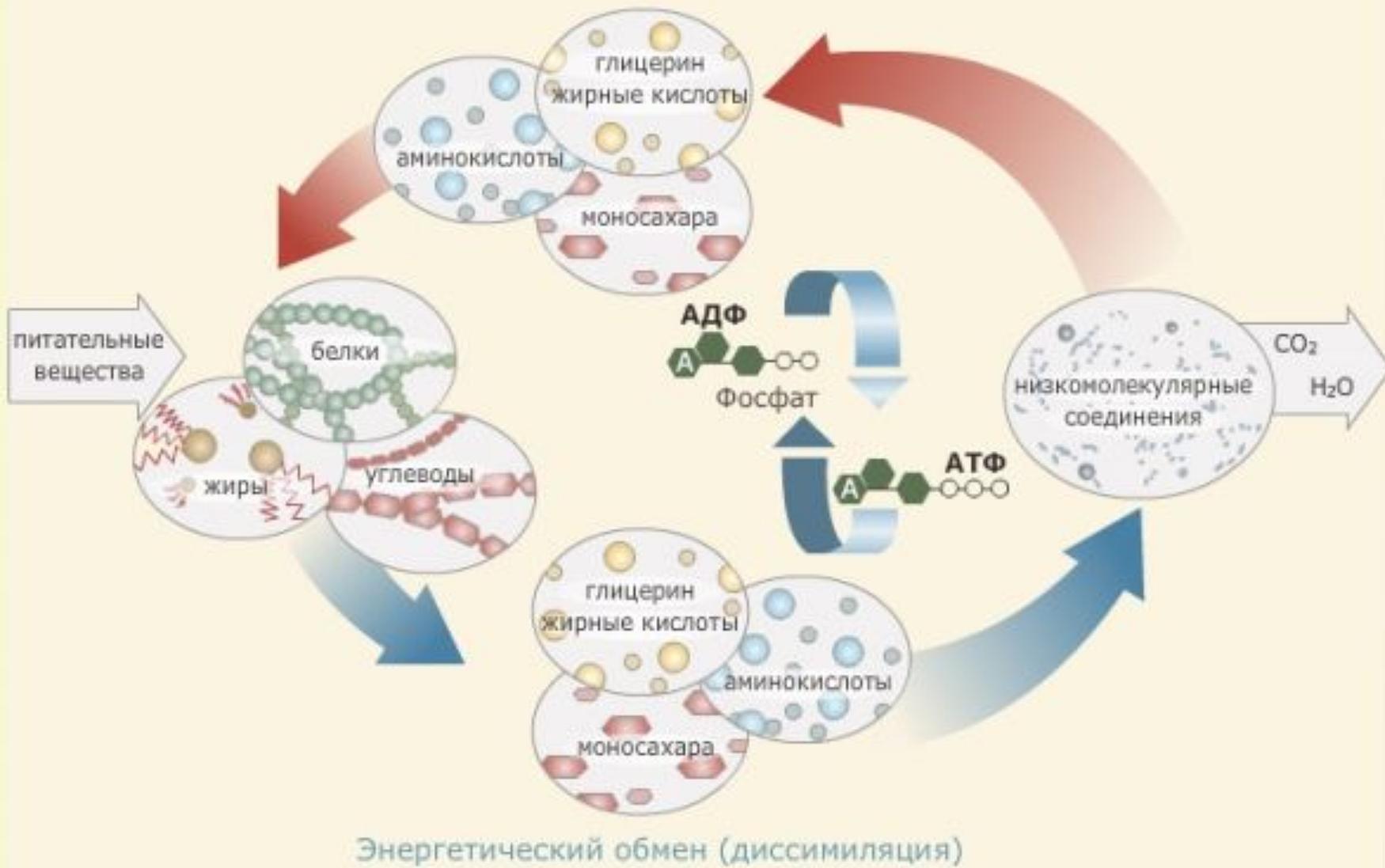


Схема стадий энергетического обмена.

Подготовительный этап.

Сложные углеводы
(гликоген $C_6H_{11}O_5$).

Бескислородный этап (гликолиз,
иногда спиртовое брожение).

Простые углеводы
(глюкоза $C_6H_{12}O_6$).

Этап полного кислородного
расщепления (клеточное
дыхание).

Молочная кислота
 $C_3H_6O_3$.

CO_2 .

H_2O .

Подготовительный

Процесс **расщепления биополимеров** до ди- и мономеров. Сопровождается выделением незначительного количества энергии. Процесс происходит в ЖКТ (желудочно-кишечном тракте) и цитоплазме клеток.

Анаэробный этап (бескислородный):

Процесс **преобразования глюкозы $C_6H_{12}O_6$** без участия кислорода O_2 с образованием пировиноградной кислоты $C_3H_4O_3$ и **2 молекул АТФ**.

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2 H_3PO_4 + 2NAD = 2C_3H_4O_3 + 2NAD \cdot 2H_2 + 2ATP + 2H_2O$$

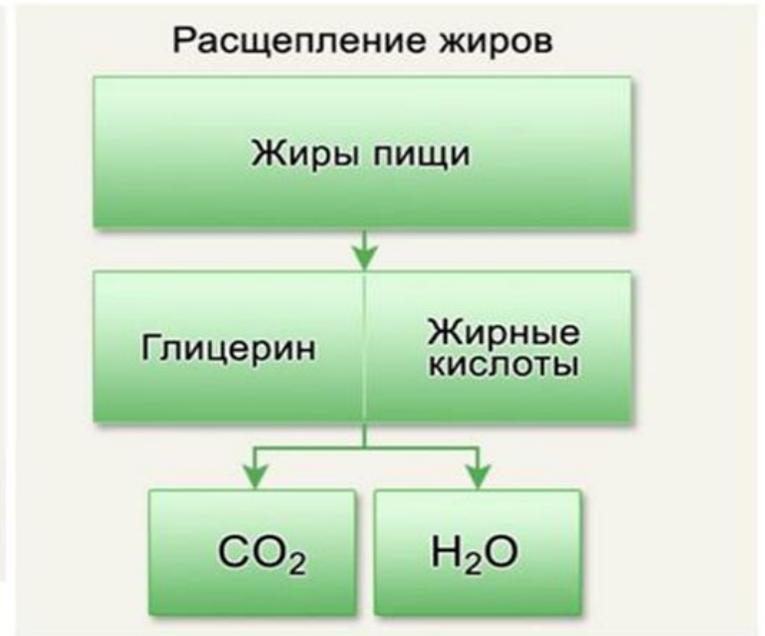
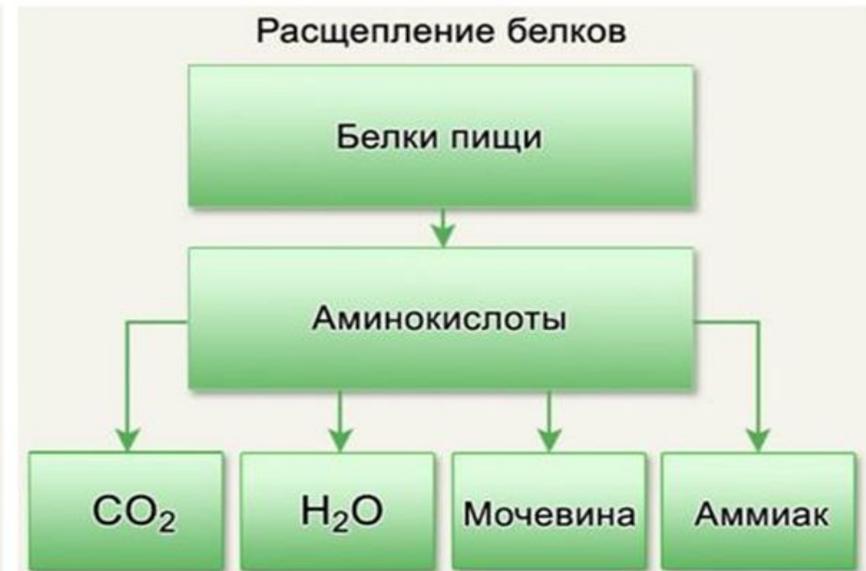
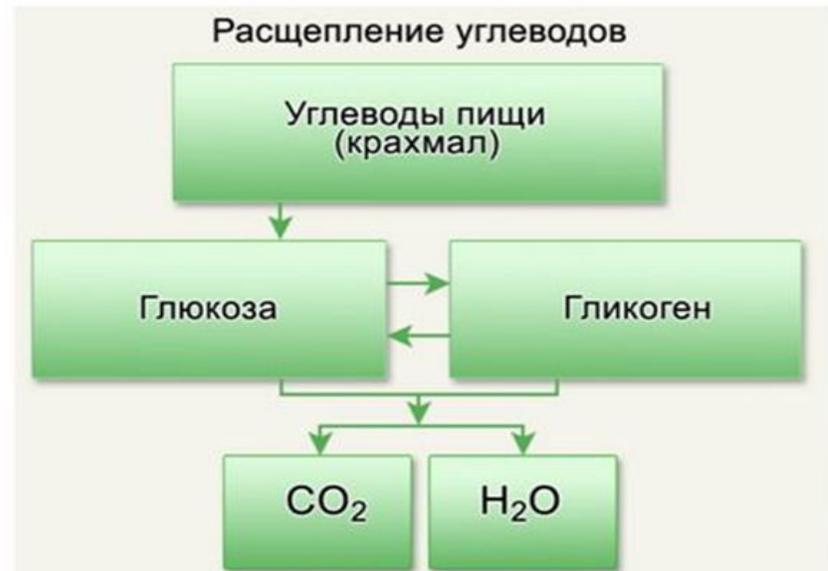
Процесс анаэробного гликолиза протекает в цитоплазме вне митохондрий.

Аэробный этап (кислородный):

Процесс **преобразования пировиноградной кислоты $C_3H_4O_3$** при участии кислорода с образованием **36 молекул АТФ**.

Аэробный гликолиз протекает на мембранах крист митохондрий с обязательным участием комплекса ферментов.





Обмен веществ в клетке

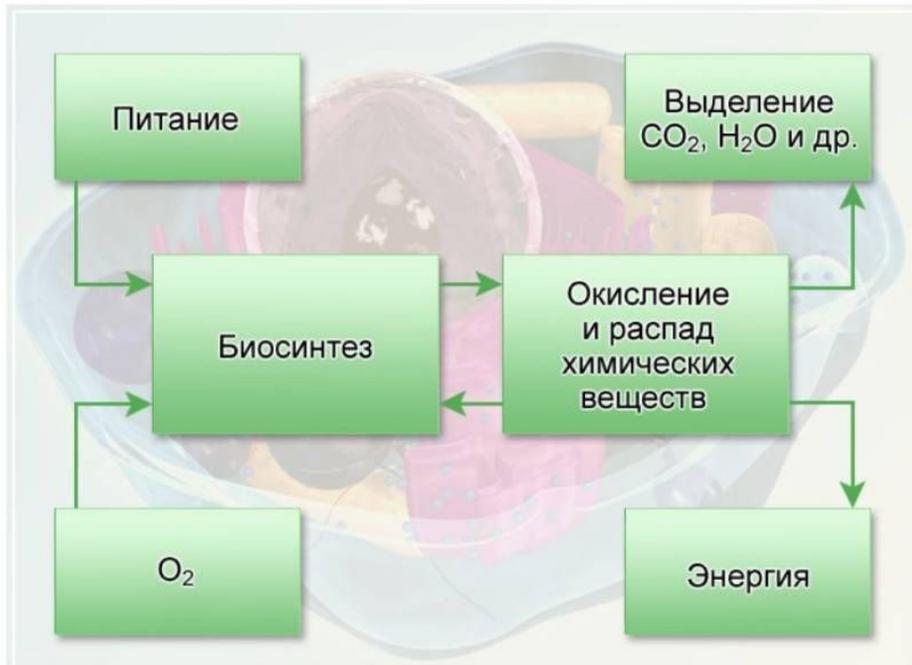
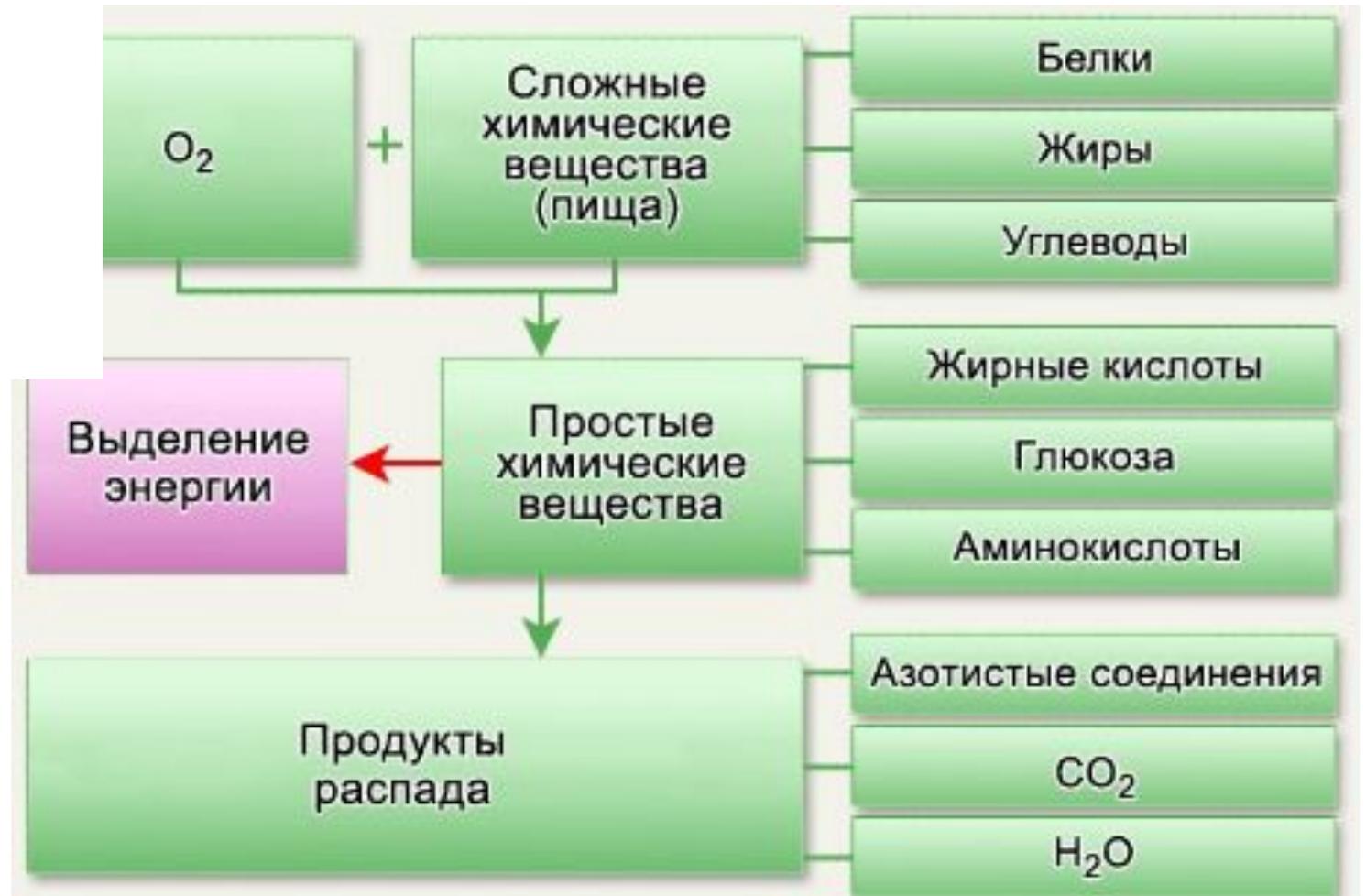


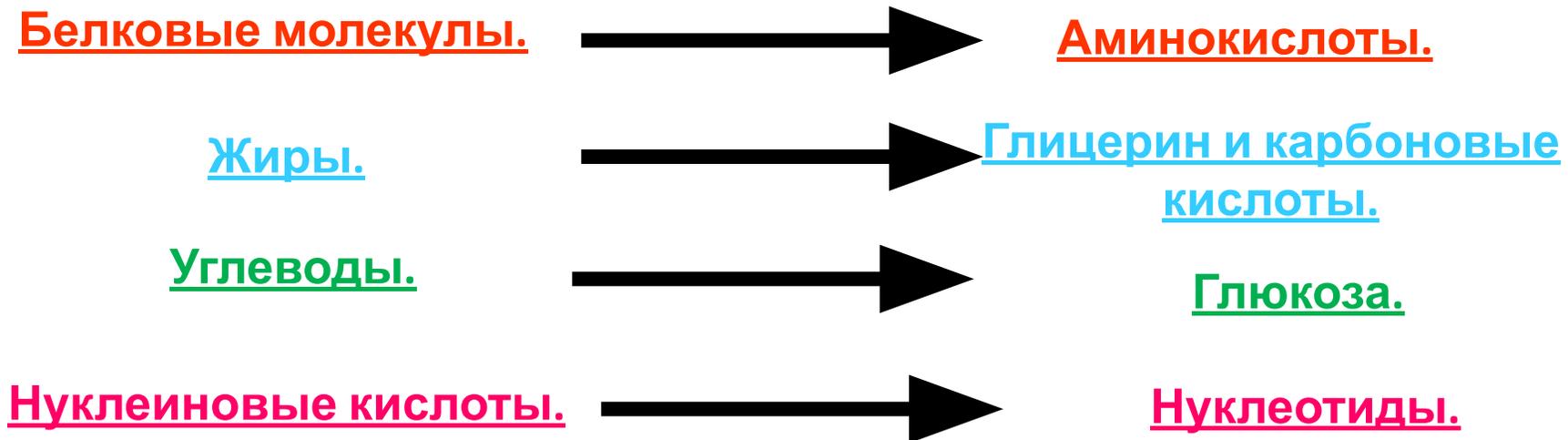
Схема энергетического обмена веществ.



Подготовительный этап.

Закljučается в ферментативном расщеплении сложных органических веществ до простых: белковые молекулы — до аминокислот, жиры — до глицерина и карбоновых кислот, углеводы — до глюкозы, нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов.

Распад высокомолекулярных органических соединений осуществляется или ферментами желудочно-кишечного тракта или ферментами лизосом. Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла. Образовавшиеся небольшие органические молекулы могут быть использованы в качестве «строительного материала» или могут подвергаться дальнейшему расщеплению.



Бескислородный этап. Гликолиз.

Этот этап заключается в дальнейшем расщеплении органических веществ, образовавшихся во время подготовительного этапа, происходит в цитоплазме клетки и в присутствии кислорода не нуждается.

Главным источником энергии в клетке является глюкоза.

Процесс бескислородного неполного расщепления глюкозы — гликолиз.

При гликолизе одна молекула глюкозы расщепляется до двух молекул пировиноградной кислоты (ПВК).

Из АДФ синтезируется АТФ. Однако процесс идёт с небольшим выделением энергии (1 М глюкозы – 200 кДж).

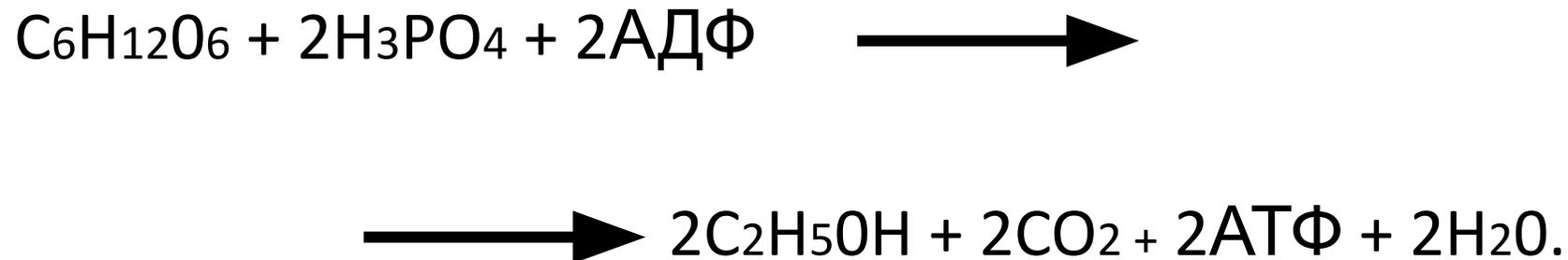
Уравнение гликолиза:



Бескислородный этап. Спиртовое брожение.

В большинстве растительных клеток, а также в клетках некоторых грибов (например, дрожжей) вместо гликолиза происходит спиртовое брожение: молекула глюкозы в анаэробных условиях превращается в этиловый спирт и углекислый газ.

Уравнение спиртового брожения:

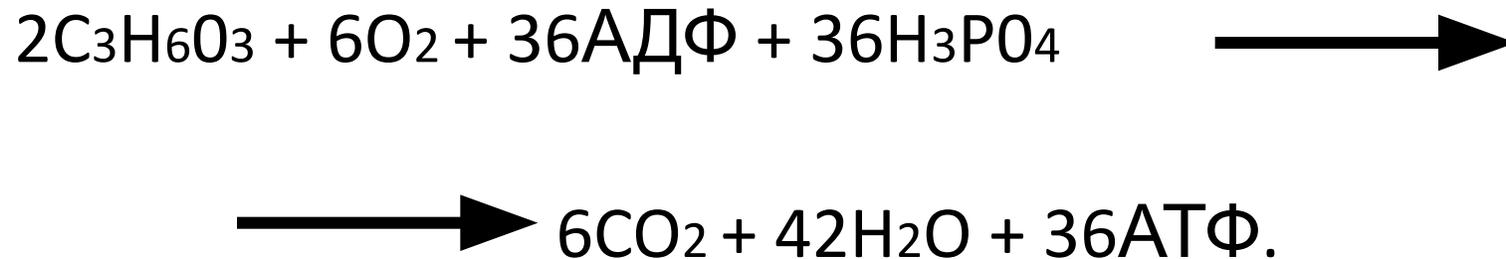


Клеточное дыхание.

Заключается в полном расщеплении пировиноградной кислоты, происходит в митохондриях и при обязательном присутствии кислорода. Присущ только аэробам. Идёт с большим выделением энергии.

В этом процессе органические вещества, образовавшиеся в ходе второго этапа при бескислородном расщеплении и содержащие большие запасы химической энергии, окисляются до углекислого газа и воды.

Уравнение клеточного дыхания:



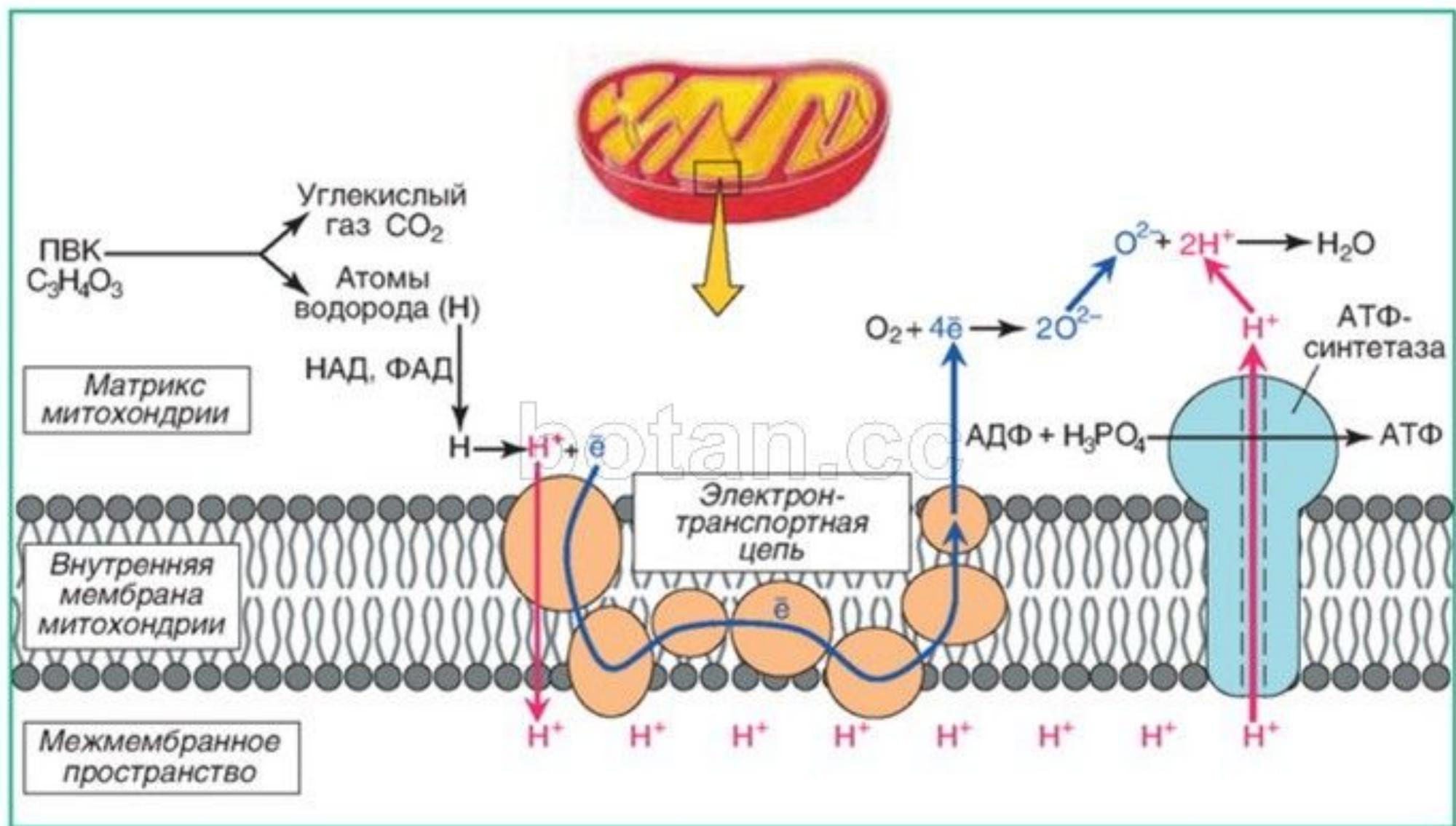


Рис. 61. Схема кислородного этапа клеточного дыхания

Суммарное уравнение энергетического обмена в клетке на примере глюкозы.

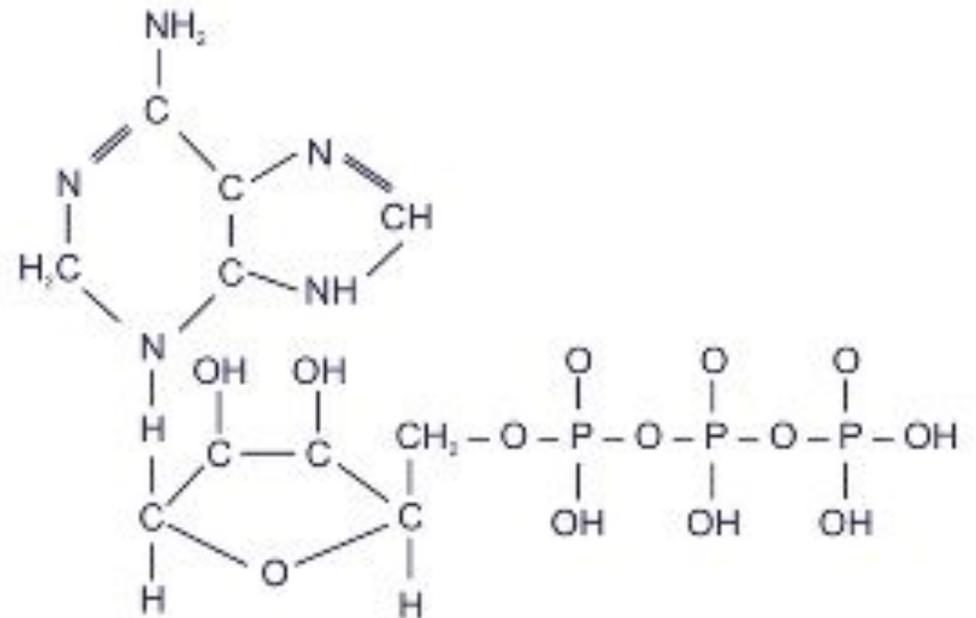


Аденозинтрифосфорная кислота, или **АТФ**, – это нуклеотид, содержащий аденин, рибозу и трифосфат (три остатка фосфорной кислоты).

Молекула АТФ очень энергоёмка. Она является универсальным переносчиком и накопителем энергии. Энергия заключена в связях между тремя остатками фосфорной кислоты.

Как происходит выделение энергии в клетке? Отделение от АТФ одного концевой фосфата (Ф) сопровождается выделением 40 кДж на 1 моль, тогда как при разрыве химических связей других соединений выделяется 12 кДж.

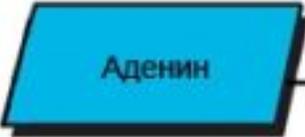
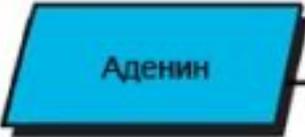
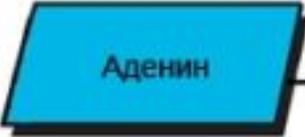
Образовавшаяся при этом молекула **аденозиндифосфата (АДФ)** с двумя фосфатными остатками может быстро восстановиться до АТФ или, при необходимости отдав еще один концевой фосфат, превратиться в **аденозинмонофосфат (АМФ)**.



Пара АТФ/АДФ служит основным механизмом выработки энергии в клетке.

Присоединение фосфорных остатков к АМФ и АДФ сопровождается накоплением (аккумуляцией) энергии, а их отщепление от АТФ и АДФ приводит к выделению энергии.

Благодаря богатым энергией химическим связям в молекулах АТФ клетка способна накапливать много энергии и расходовать ее по мере надобности на все жизненные процессы клетки и организма в целом.

Азотистое основание аденин	Моносахарид рибоза	Остатки фосфорной кислоты	Название
			Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)
			Аденозиндифосфорная кислота (АДФ)
			Аденозинмонофосфорная кислота (АМФ)

Распад и окисление органических веществ в клетках

Энергия выделяется при разрушении химических связей между атомами этих молекул. Частично она рассеивается в виде тепла, а частично запасается в виде АТФ (аденозинтрифосфат).

Соотношение между рассеянной энергией и запасенной примерно 1:1.

В молекуле АТФ между остатками фосфорной кислоты имеются **макроэргические связи**, при разрыве которых выделяется большое количество энергии.

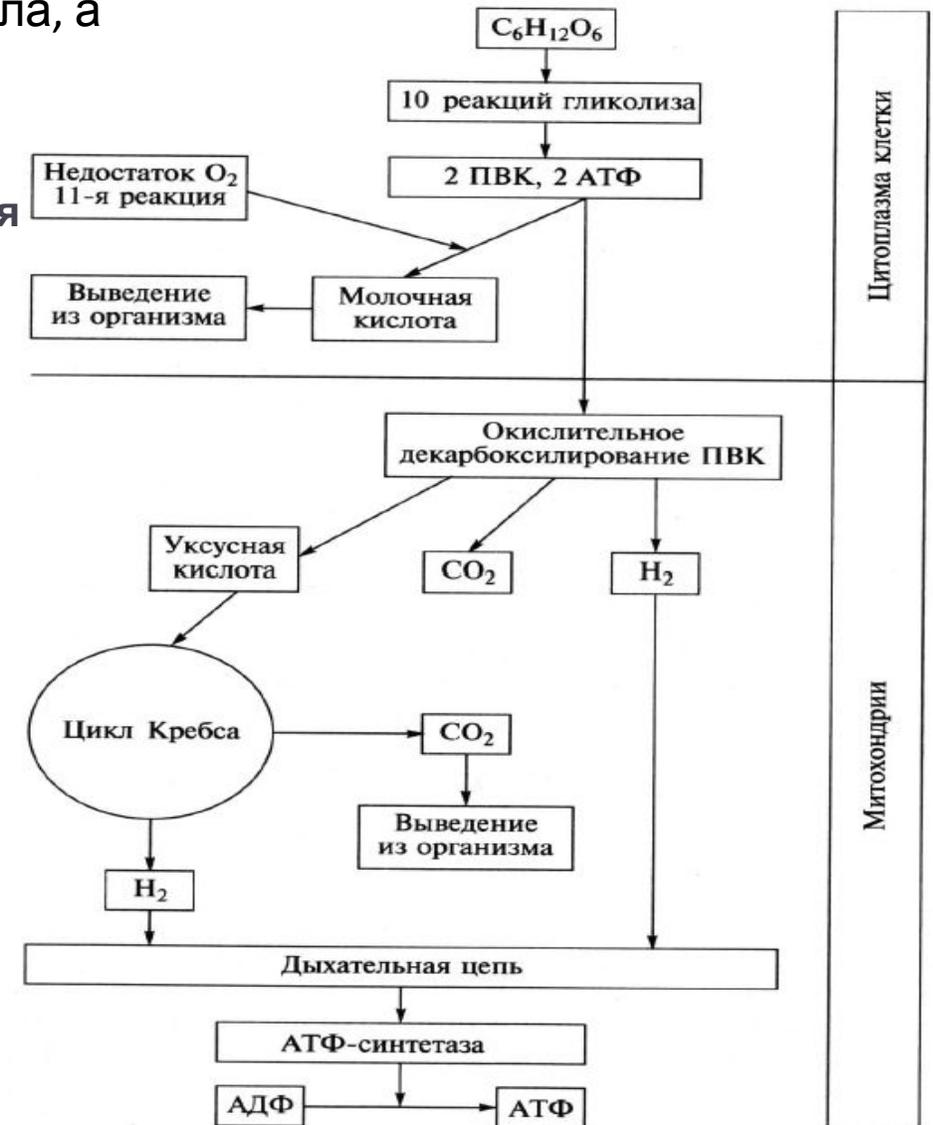
Разрыв связей при гидролизе молекул АТФ осуществляется последовательно до АДФ (аденозиндифосфата) и АМФ (аденозинмонофосфата). АТФ — универсальный аккумулятор энергии в клетке.

Сущностью процесса образования АТФ является фосфорилирование — присоединение остатка фосфорной кислоты к АДФ.

Полное расщепление глюкозы до углекислого газа и воды в клетке требует прохождения анаэробного (бескислородного) и аэробного (с участием кислорода) процессов ее окисления

Гликолиз (анаэробное окисление). Происходит в цитоплазме клетки без участия кислорода. В последнее время установлено, что гликолиз может активно протекать с высокой скоростью и в аэробных условиях.

Распад и окисление одной молекулы глюкозы в клетке



При гликолизе происходят последовательно 10 биохимических реакций, каждая из которых катализируется своим ферментом.

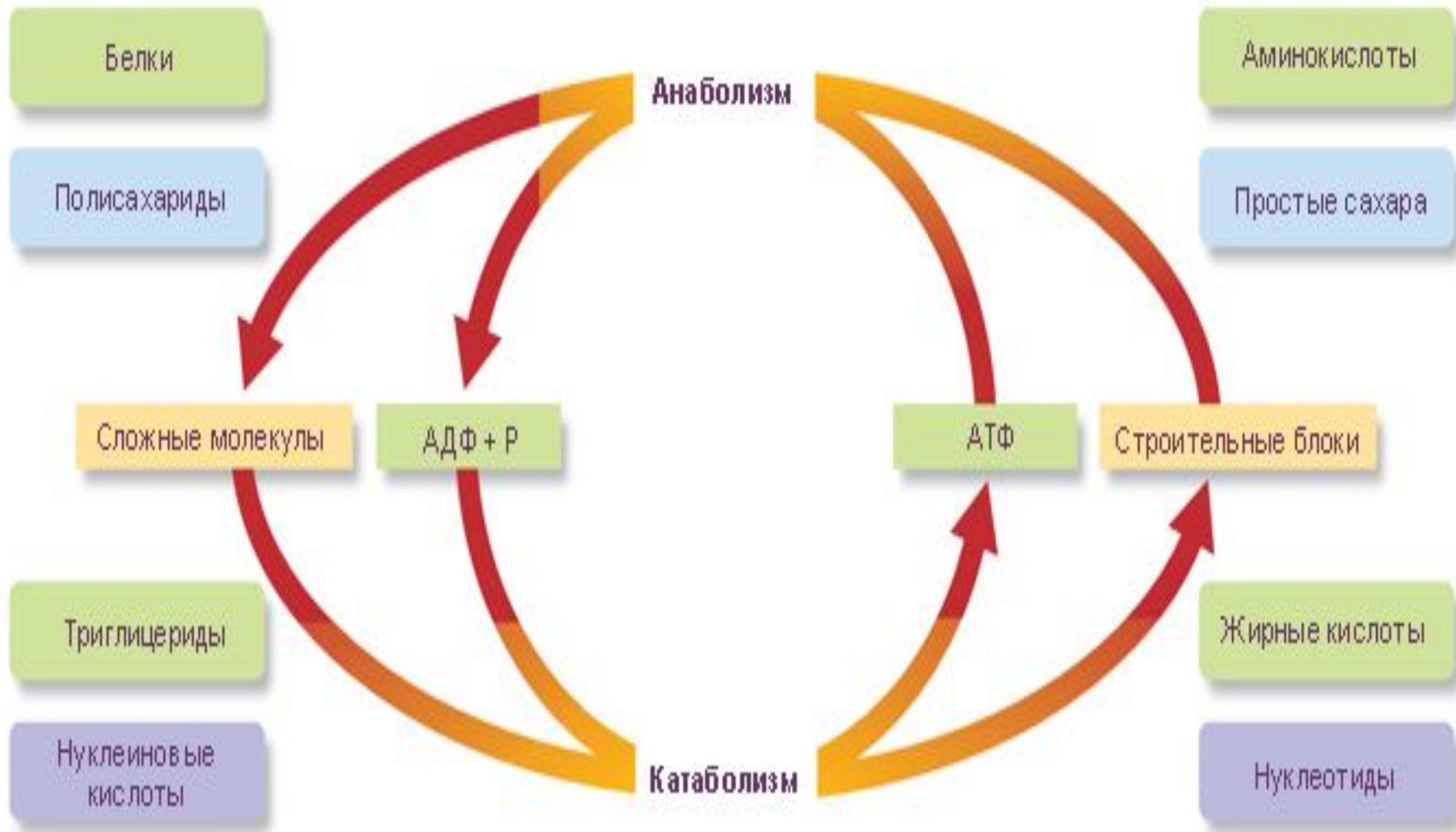
При достаточном количестве кислорода в клетке конечным продуктом анаэробного окисления является пировиноградная кислота (ПВК).

При недостатке кислорода в клетке происходит еще одна, одиннадцатая, реакция гликолиза, в результате которой из ПВК образуется молочная кислота.

В процессе 10 реакций гликолиза образуются две молекулы ПВК и две молекулы АТФ.
Дефицит кислорода наблюдается в клетках, например, в случае чрезмерной физической нагрузки.

При этом в цитоплазме происходит активация гликолитических процессов и в большом количестве из глюкозы образуется молочная кислота (лактат). Это вещество не может быть использовано клеткой в дальнейшем и удаляется из нее. При значительном накоплении лактата возникают болезненные ощущения, связанные с закислением внутренней среды организма.

Аэробное окисление. ПВК поступает из цитоплазмы клетки в митохондрии, где происходит ее декарбоксилирование до уксусной кислоты, которая «сгорает» в цикле Кребса до углекислоты с освобождением протонов водорода. В дыхательной цепи протоны водорода соединяются с кислородом, образуя воду. При этом происходит синтез 36 молекул АТФ. Суммарная реакция распада глюкозы выглядит следующим образом:



Сравним анаболизм и катаболизм

ПРИЗНАКИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ	АНАБОЛИЗМ	КАТАБОЛИЗМ
ЗАДАЧА ПРОЦЕССА	Обеспечение клетки строительным материалом и энергоносителями	Обеспечение клетки энергией
ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	Из простых синтезируются более сложные	Сложные распадаются до простых
ЭНЕРГИЯ	затрачивается	Освобождается
АТФ	Расходуется	Образуется, накапливается

Выводы:

1. Анаболические и катаболические процессы осуществляются путем последовательных химических реакций с участием ферментов.
2. Анаболизм и катаболизм – противоположные процессы.
3. Анаболизм и катаболизм – взаимосвязанные процессы. Связь эта состоит в том, что с одной стороны, реакции биосинтеза нуждаются в затрате энергии, которая черпается из реакций расщепления. С другой стороны, для осуществления реакций энергетического обмена необходим постоянный биосинтез ферментов и веществ-энергонасителей.
4. Совокупность пластического и энергетического обменов, взаимосвязанных между собой и окружающей средой, называют обменом веществ.
5. Обмен веществ или метаболизм – важнейшее условие и необходимый признак жизни. С прекращением обмена веществ прекращается и сама жизнь!



Функции обмена веществ:

1. Наиважнейшей функцией процесса обмена веществ является поддержание постоянства внутренней среды клеток и организма (гомеостаз) в непрерывно меняющихся условиях существования.
2. Обеспечение развития, жизнедеятельности и самовоспроизведения организмов, их связь с окружающей средой и адаптации к изменениям внешних условий.

