



## ВВЕДЕНИЕ

Пособие, которое вы держите в руках, — краткий справочник теоретического материала для сдачи ЕГЭ, позволяющий в экспресс-режиме подготовиться к экзамену по биологии в 11 классе. Книга включает в себя 6 разделов — «Биология как наука», «Клетка как биологическая система», «Организм как биологическая система», «Система органического мира», «Анатомия человека» и «Эволюция. Закономерности экосистем». Для удобства восприятия и запоминания материал в основном приведён в таблицах и схемах. Структура и содержание пособия позволяют ученику актуализировать, систематизировать и закрепить знания по биологии за курс средней школы.

Авторы надеются, что данное пособие поможет любому ученику подготовиться к ЕГЭ по биологии и успешно сдать его.

# Раздел 1. **БИОЛОГИЯ КАК НАУКА**

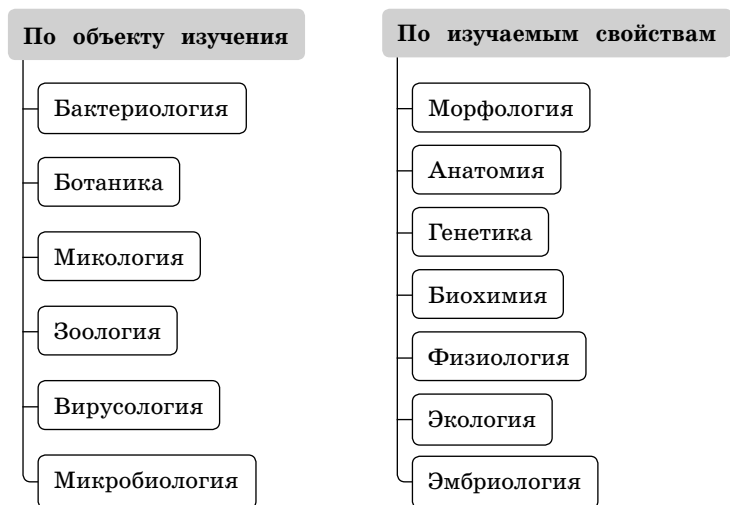
## 1. Основные понятия

**Биология** — наука о живой природе, изучающая жизнь как особую форму материи, законы её существования и развития.

**Задачи биологии** — познание сущности жизни и закономерностей её проявления.

**Метод** — путь достижения поставленной цели. В биологии выделяют основные и частные методы.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



## МЕТОДЫ БИОЛОГИИ

## Основные

**Наблюдение** — описание биологического явления.

**Эксперимент** — целенаправленное исследование в управляемых условиях.

**Сравнение** — сопоставление объектов, процессов или явлений, нахождение между ними сходств и различий.

**Моделирование** — изучение объекта, процесса или явления через воспроизведение его в виде модели (образа).

## Частные

**Генеалогический** — составление родословных людей, выяснение характера наследования признаков.

**Палеонтологический** — выявление родства между древними организмами.

**Цитологический (цитогенетический)** — исследование строения клетки, её структур с помощью различных микроскопов.

**Исторический** — установление взаимосвязей между фактами, процессами, явлениями, происходившими на протяжении длительного времени.

**Центрифугирование** — разделение смесей на составные части под действием центробежной силы.

## 2. Уровневая организация жизни

**Жизнь** — активная форма существования материи, совокупность физических и химических процессов клетки, осуществляющей обмен веществ и деление.

**Биологическая система** — живая структура, существующая в определённой для неё среде обитания, обладающая способностью обмена веществ и энергии, а также защитой обмена и копирования информации, которая определяет её функции и возможности.

### Общие признаки живых систем

**Клеточное строение** (исключение — вирусы).

**Наследственность** — способность организмов передавать свои признаки из поколения в поколение.

**Изменчивость** — способность организмов приобретать новые признаки.

**Раздражимость** — избирательная реакция на внешнее воздействие.

**Общность химического состава** — все живые организмы на 98 % состоят из четырёх элементов: углерода, азота, кислорода и водорода.

**Обмен веществ и энергии** — совокупность процессов поступления веществ в организм и использования их для выработки энергии, а также выделение конечных продуктов в окружающую среду.

**Рост** — увеличение массы, обусловленное репродукцией.

**Самовоспроизведение (репродукция)** — способность к воспроизведению себе подобных.

**Саморегуляция** — постоянство структурной организации и химического состава внутренней среды.

**Развитие** — приобретение новых индивидуальных свойств организма.

**Открытость системы** — способность существовать при условии постоянного обмена веществ и энергии с окружающей средой.

**Дискретность** — любая система состоит из отдельных, но взаимодействующих между собой частей, образующих функциональное единство.

## Уровни организации жизни

### **Биосферный**

*Структурный элемент:* взаимодействующие биогеоценозы и окружающая их среда — **биосфера**. *Процессы уровня:* взаимодействие живого и неживого вещества планеты, хозяйственная и этнокультурная деятельность человека.

### **Биогеоценотический**

*Структурный элемент:* популяции и виды, взаимодействующие между собой в определённой среде, — **экосистема**. *Процессы уровня:* саморегуляция, самовоспроизводство и саморазвитие биогеоценозов.

### **Популяционно-видовой**

*Структурный элемент:* родственные особи, объединённые в **популяцию**, **вид**. *Процессы уровня:* действие движущих сил эволюции, изменение генофонда популяции, видообразование.

### **Организменный**

*Структурный элемент:* одноклеточный или многоклеточный **организм**. *Процессы уровня:* питание, дыхание, раздражимость, выделение и др.

### **Клеточный**

*Структурный элемент:* **клетка** с органеллами. *Процессы уровня:* воспроизведение, обмен веществ и энергии, регуляция химических реакций.

### **Молекулярный**

*Структурный элемент:* **химические вещества** (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, липиды и др.). *Процессы уровня:* реализация и передача наследственной информации, биосинтез, физико-химические реакции и др.

## Раздел 2. **КЛЕТКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

### **1. Современная клеточная теория**

**Клетка** — элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов (кроме вирусов), обладающая всеми свойствами живого.

#### **Положения клеточной теории**

Клетка — целостная элементарная живая система, состоящая из оргanelл, основа строения и развития всех живых организмов, способна к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению.

Клетки всех организмов построены по единому принципу, сходны по химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности.

Каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской).

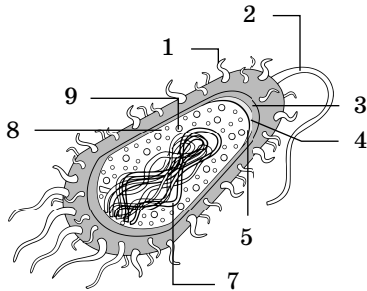
В многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым функциям и образуют ткани. Из тканей состоят органы и системы органов.

Каждая клетка многоклеточного организма содержит весь геном этого организма, но отличается по уровню работы отдельных генов, что приводит к их разнообразию.

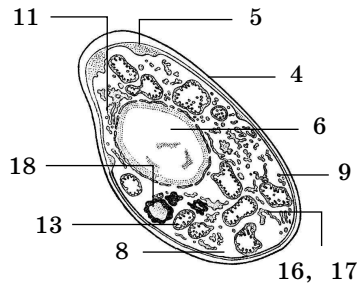


<b>Этапы открытия и изучения клетки</b>
1665 г. — Р. Гук на срезах пробкового дерева обнаружил крошечные ячейки, которые назвал клетками.
1674 г. — А. ван Левенгук под микроскопом в капле воды наблюдал движущиеся живые организмы (инфузории, амёбы, бактерии).
1675 г. — М. Мальпиги, в 1681 г. — Н. Грю подтвердили клеточное строение растений.
1802—1808 гг. — Ш. Ф. Мирбель установил, что все растения состоят из тканей, образованных клетками.
1809 г. — Ж. Б. Ламарк определил клеточное строение животных организмов.
1825 г. — Я. Пуркине открыл ядро яйцеклетки птиц, в 1839 г. — ввёл термин «протоплазма».
1831 г. — Р. Броун впервые описал ядро растительной клетки, в 1833 г. — установил, что ядро — обязательный органоид клетки растений.
1839 г. — Т. Шванном и М. Шлейденем сформирована клеточная теория строения организмов, которая включала три положения.
1858 г. — Р. Вирхов дополнил клеточную теорию ещё одним положением.
1878 г. — И. Д. Чистяков открыл митоз в растительных клетках.
1878 г. — В. Флемминг обнаружил митоз у животных, в 1882 г. — наблюдал мейоз в животных клетках.
1888 г. — Э. Страсбургер наблюдал мейоз в растительных клетках.

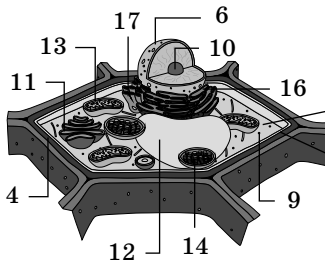
## 2. Многообразие клеток



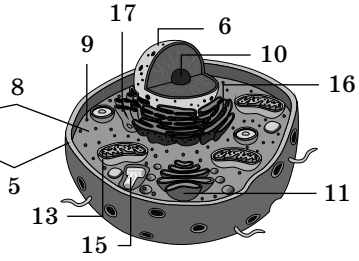
Бактериальная клетка



Грибная клетка



Растительная клетка



Животная клетка

### Структуры клеток:

1 — пили (фимбрии), 2 — жгутик, 3 — капсула, 4 — клеточная стенка, 5 — плазматическая мембрана, 6 — ядро, 7 — нуклеоид, 8 — цитоплазма, 9 — рибосомы, 10 — ядрышко, 11 — аппарат Гольджи, 12 — вакуоль, 13 — митохондрии, 14 — хлоропласт, 15 — центриоли, 16 — гранулированный эндоплазматический ретикулум, 17 — гладкий эндоплазматический ретикулум, 18 — жировые включения

Все клеточные формы жизни на Земле можно разделить на два надцарства (критерий — строение компонентов клетки):

- **прокариоты (доядерные)** — не имеют оформленного клеточного ядра (бактерии, археи);
- **эукариоты (ядерные)** — имеют оформленное клеточное ядро (растения, животные, грибы).

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

В клетках обнаружено более 90 химических элементов. Эти элементы входят в состав неорганических и органических веществ живых организмов.

Элементы делятся на группы: **макроэлементы** (кислород, углерод, водород, азот); **микроэлементы** (магний, натрий, калий, железо, кальций, сера, фосфор, хлор); **ультрамикроэлементы** (цинк, медь, йод, хром, фтор, марганец, кобальт, никель, золото, серебро и др.).

**Неорганические вещества** — вода и минеральные соли.

Содержание воды колеблется в пределах 40—90 % и зависит от физиологической активности клетки. По отношению к воде вещества делятся на **гидрофильные** (растворимые: минеральные соли, щёлочи, кислоты, простые углеводы, спирты и др.) и **гидрофобные** (нерастворимые: крахмал, жиры, целлюлоза и др.).

**Минеральные соли** поддерживают кислотно-щелочное равновесие и тургор клеточных оболочек, влияют на возбудимость нервной системы и мышечных тканей, активируют ферменты. Они представлены солями, которые диссоциируют на анионы и катионы. Катионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  влияют на раздражимость, проницаемость мембран клеток, уровень воды в тканях и обеспечивают буферные свойства.

**Органические вещества** — класс химических соединений, в состав которых входит углерод (белки, углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты, АТФ).

**Белки** состоят из остатков аминокислот и делятся на *простые* (альбумины, глобулины, гистоны) и *сложные* (белки, объединённые с углеводами, — гликопротеиды, с жирами — липопротеиды, с нуклеиновыми кислотами — нуклеопротеиды).

**Аминокислоты** состоят из углеродного радикала, карбоксильной группы и аминогруппы. Обладают и кислотными, и щелочными свойствами. Соединение двух аминокислот — дипептид, трёх — трипептид, нескольких — полипептид, нескольких полипептидов — белковая молекула.

Процесс разрушения структуры белка под влиянием химических и физических факторов — денатурация.

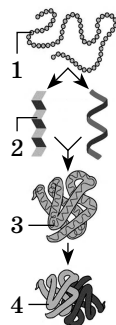
## Структуры белковой молекулы

**Первичная (1)** — линейная последовательность аминокислот в полипептидной цепи.

**Вторичная (2)** — обуславливается водородными связями между двумя пептидными группами одной (спиральная конфигурация) или двух (складчатая) цепей.

**Третичная (3)** — преобразование спиральных и неспиральных участков полипептида с помощью ковалентных (дисульфидных), ионных, водородных связей в трёхмерное образование (глобулу).

**Четвертичная (4)** — объединение нескольких белковых молекул в одну систему (например, гемоглобин).



## Функции белков

**Каталитическая (ферментативная)** — катализируют химические реакции синтеза и распада веществ.

**Структурная** — являются строительным материалом мембран, хромосом, цитоплазмы, цитоскелета (актин, тубулин), участвуют в изменении формы клеток.

*Двигательная (моторная)* — моторные белки обеспечивают движения организма (сокращение мышц, перемещение клеток внутри организма (лейкоциты), движение ресничек и жгутиков, внутриклеточный транспорт).

*Рецепторная* — белки-рецепторы воспринимают сигнал, служат ионными каналами, связывают внутриклеточные молекулы-посредники.

*Сигнальная* — белки (гормоны, цитокинины) передают сигналы между клетками, тканями, органами и организмами.

*Защитная* — обеспечивают физическую (свёртывание крови), химическую (связывание токсинов (детоксикация), например ферменты печени), иммунную (образование антител на антигены) защиту.

*Транспортная* — переносят органические и неорганические вещества (гемоглобины), а также транспортируют малые молекулы через мембрану клетки.

*Энергетическая (запасная)* — резервные белки являются источником энергии (1 г белка — 4,2 ккал).

*Регуляторная* — регулируют клеточный цикл, активность других ферментов.

**Углеводы** — органические соединения углерода, водорода и кислорода. Различают моносахариды (простые сахара, состоящие из трёх или более атомов углерода, — глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза и др.), дисахариды (образуются из двух молекул моносахаридов — сахароза, лактоза, мальтоза и др.), полисахариды (сложные углеводы, состоят из десятков, сотен или тысяч моносахаридов — крахмал, гликоген, целлюлоза).

### Функции углеводов

*Структурная и опорная* — участвуют в построении опорных структур (целлюлоза, хитин).

*Защитная* — создают защитные образования растений (шипы, колючки и др.), состоящие из клеточных стенок.

*Пластическая* — входят в состав сложных молекул (рибоза, дезоксирибоза), участвуют в построении АТФ, ДНК и РНК.

*Энергетическая* — являются источником энергии (1 г углеводов — 4,2 ккал и 0,4 г воды).

*Запасающая* — выступают в качестве запасных питательных веществ (гликоген, крахмал).

*Осмотическая* — регулируют осмотическое давление в организме.

*Рецепторная* — входят в состав воспринимающей части клеточных рецепторов.

**Жиры (липиды)** — сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот. Различают простые липиды (состоят из С, Н и О) и сложные (состоят из простых липидов и других химических элементов (Р, S, N)).

### Функции жиров

*Энергетическая (резервная)* — являются основным источником энергии в клетке.

*Структурная* — входят в состав клеточных мембран, нервных клеток, яичного желтка.

*Регуляторная* — регулируют жизнедеятельность отдельных клеток и организма (стероидные гормоны, жирорастворимые витамины (А, D, Е, К)), участвуют в передаче сигналов внутри клетки.

*Защитная (амортизационная)* — защищают внутренние органы животных от повреждений при ударах.

*Теплоизоляция* — откладываются в подкожной клетчатке, уменьшают потери тепла, а также резервных запасов воды.

*Увеличение плавучести* — резервный запас жира выступает как средство снижения среднего удельного веса тела.

**Нуклеиновые кислоты** — биологические полимерные соединения (*главная функция* — обеспечение хранения и передачи наследственной информации). Нуклеиновые кислоты —



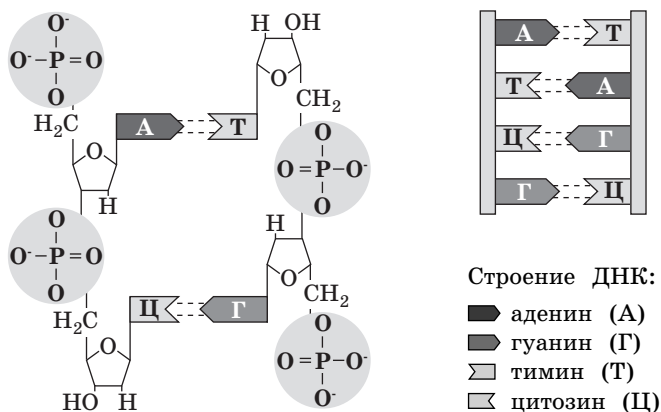
сложные биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды.

**Нуклеотид** — комплекс, состоящий из азотистого основания (аденин (А), гуанин (Г) — пуриновые основания; тимин (Т) или урацил (У) (в РНК) и цитозин (Ц) — пиримидиновые основания), углевода (пентозы) и остатка фосфорной кислоты.

В зависимости от вида пятиуглеродного сахара в составе нуклеотидов различают два типа нуклеиновых кислот: **дезоксирибонуклеиновые (ДНК)** и **рибонуклеиновые (РНК)**.

Двухцепочечная молекула **ДНК** хранит генетическую информацию в клетке (содержится в ядре клетки, матриксе митохондрий и пластид) и осуществляет передачу её следующему поколению.

Строение **ДНК** основано на правилах комплементарности и антипараллельности. Азоти-



стые основания одной цепи соединены водородными связями с азотистыми основаниями другой согласно правилу комплементарности: аденин только с тиминном ( $A=T$  — это две Н-связи), гуанин только с цитозином ( $G\equiv C$  — это три Н-связи).

**Репликация ДНК** — процесс синтеза дочерней молекулы ДНК на матрице родительской. Молекула ДНК разделяется на моноспираль (разрыв водородных связей между азотистыми основаниями двух цепей), после чего к каждому основанию, потерявшему партнёра, присоединяется комплементарное основание. Дочерние молекулы получают точными копиями родительской. При этом одна цепь остаётся от материнской ДНК, а вторая синтезируется заново. Этот процесс обеспечивает точную передачу генетической информации из поколения в поколение. Репликация проходит в три этапа: инициация, элонгация, терминация.

**РНК** — одноцепочечная молекула нуклеиновой кислоты, которая синтезируется на молекуле ДНК и является комплементарной копией участка одной из цепочек ДНК.

Все виды РНК синтезируются на определённых участках одной из цепей ДНК. Такой синтез называется матричным, поскольку молекула ДНК — матрица (образец, модель) для синтеза молекул РНК. Все виды РНК синтезируются с помощью фермента РНК-полимеразы. Она может быть ДНК- и РНК-зависимой, то есть катализировать синтез как на ДНК, так

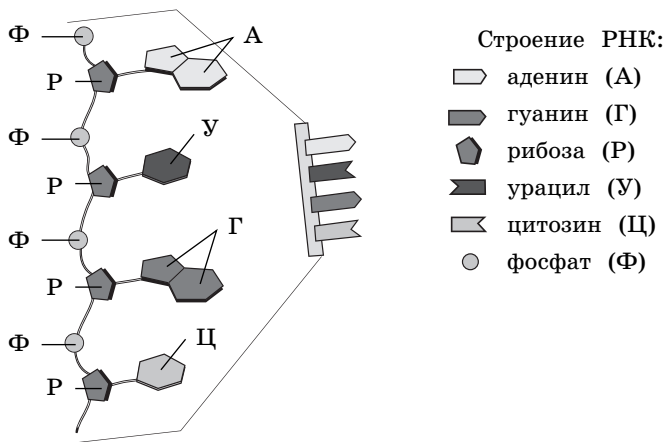
и на РНК-матрице. Синтез основан на комплементарности оснований и антипараллельности направления чтения генетического кода.

### Виды РНК

**Информационная (иРНК)** — осуществляет непосредственную передачу кода ДНК для синтеза белков, при этом каждый белок кодируется специфической иРНК.

**Транспортная (тРНК)** — присоединяет и переносит определённую аминокислоту к рибосомам.

**Рибосомальная (рРНК)** — входит в состав рибосом, выполняя структурную функцию, также участвует в формировании активного центра рибосомы.



## РЕАЛИЗАЦИЯ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

ДНК  $\xrightarrow{\text{транскрипция}}$  иРНК  $\xrightarrow{\text{трансляция}}$  белок

**Транскрипция** осуществляется в ядре и представляет собой списывание информации о структуре белковой молекулы с ДНК на иРНК по правилу комплементарности. Фермент РНК-полимераза расщепляет двойную цепь ДНК и на одной из цепей синтезирует молекулу про-иРНК. С помощью специальных ферментов про-иРНК превращается в активную форму иРНК, которая из ядра поступает в цитоплазму клетки. К иРНК здесь присоединяется рибосома. Одновременно в цитоплазме с помощью ферментов активируется тРНК, на вершине которой находится триплет, соответствующий по коду определённой аминокислоте (антикодон), а на основании тРНК крепится данная аминокислота. К рибосомам аминокислоту доставляет тРНК.

**Трансляция (передача)** — процесс синтеза белка из аминокислот на рибосомах. По правилу комплементарности антикодон тРНК связывается со своим кодоном иРНК. При их соответствии аминокислота в активном центре рибосомы присоединяется к предыдущей аминокислоте синтезируемого белка. Далее тРНК освобождается от аминокислоты, а рибосома продвигается по иРНК на один триплет вперёд. Белок приобретает определённую пространственную конфигурацию. При участии ферментов происходит отщепление лишних аминокислотных остатков, введение фосфатных, карбоксильных и других групп. После этих процессов белок становится функционально активным.

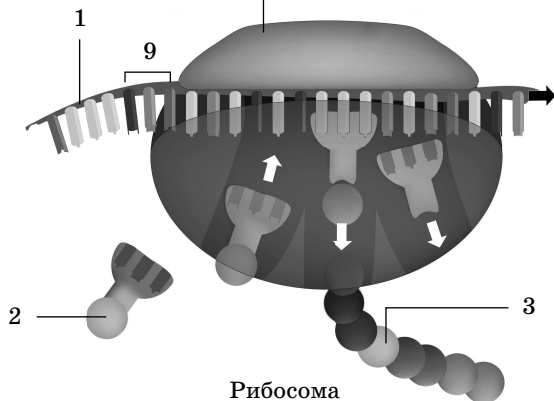
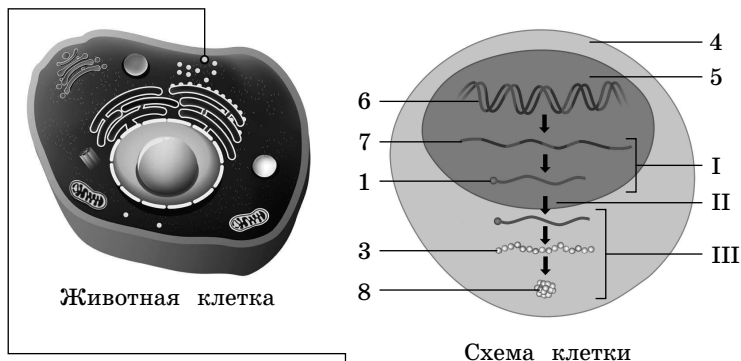


Схема синтеза белка:

1 — мРНК, 2 — тРНК, 3 — растущая белковая цепь,  
 4 — цитоплазма, 5 — ядро, 6 — ДНК, 7 —  
 про-иРНК, 8 — белок, 9 — кодон, I — транскрипция,  
 II — выход из ядра, III — трансляция

### 3. Обмен веществ и превращение энергии

**Обмен веществ (метаболизм)** — совокупность химических реакций биосинтеза и распада, лежащих в основе жизнедеятельности организма и обеспечивающих его взаимосвязь со средой обитания.

#### Метаболизм

<b>Анаболизм</b>	Из простых веществ образуются сложные: $A + B \rightarrow AB - E$ . Энергия расходуется.
<b>Катаболизм</b>	Из сложных органических соединений образуются простые: $AB \rightarrow A + B + E$ . Энергия аккумулируется.

#### По источнику энергии

<b>Фототрофы</b>	Используют энергию света.
<b>Хемотрофы</b>	Используют энергию химических реакций.

#### По источнику органического вещества

<b>Автотрофы</b>	Синтезируют органические соединения из неорганических.
<b>Гетеротрофы</b>	Потребляют органические вещества, синтезированные другими организмами.

#### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

**Энергетический обмен (диссимиляция, или катаболизм)** — совокупность реакций распада, сопровождающихся выделением энергии.

## Этапы энергетического обмена

### Первый этап — подготовительный

*Место локализации:* в пищеварительном тракте, в лизосомах клетки.

*Процессы:* питательные вещества под влиянием пищеварительных ферментов расщепляются: белки — до аминокислот, углеводы — до моносахаридов, липиды — до кислот, спиртов, альдегидов, НК — до нуклеотидов. Нет синтеза АТФ.

*Энергетическая ценность:* выделение небольшого количества тепловой энергии.

### Второй этап — бескислородный (анаэробный) — гликолиз

*Место локализации:* в цитоплазме клеток.

*Процессы:* молекула гексозы ( $C_6$ ) расщепляется на две молекулы пировиноградной кислоты ( $C_3$ ) с освобождением двух молекул АТФ и атомов водорода. Освободившийся водород восстанавливает  $НАД^+$  в  $НАД \cdot 2Н$ . Суммарная формула гликолиза:  $C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2H_3PO_4 + 2НАД^+ \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2АТФ + 2НАД \cdot Н$ .

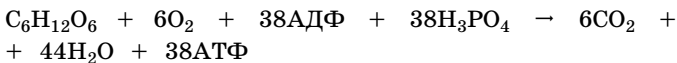
*Энергетическая ценность:* 60 % — тепловая энергия, 40 % — энергия на синтез АТФ.

### Третий этап — кислородный (аэробный)

*Место локализации:* в матриксе митохондрий.

*Процессы:* происходит полное окисление пировиноградной кислоты до  $CO_2$  и  $H_2O$  с высвобождением 36 молекул АТФ и включает стадии: окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты; цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса); электронтранспортная цепь.

*Энергетическая ценность:* энергия не выделяется.

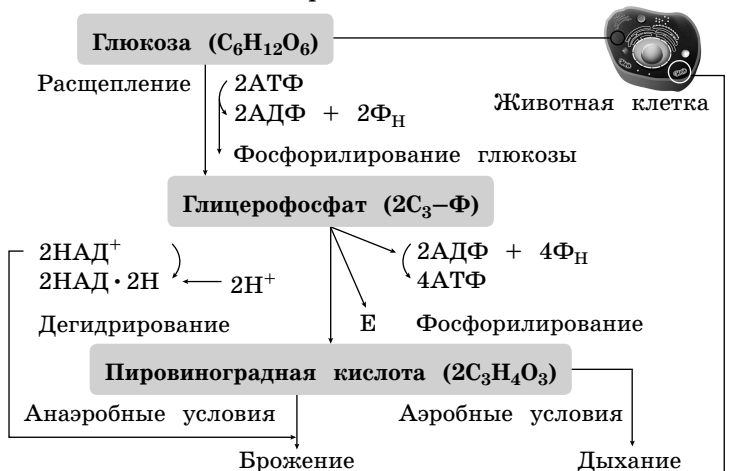
**Суммарное уравнение энергетического обмена**

**Цикл Кребса** — ступенчатое декарбоксилирование и дегидрирование пировиноградной кислоты, во время которых образуются АТФ, НАД·Н и ФАД·Н<sub>2</sub>. Пировиноградная (молочная) кислота реагирует со щавелевоуксусной (оксалоацетатом), образуя лимонную кислоту (цитрат), которая проходит ряд последовательных реакций, превращаясь в другие кислоты. В результате этих реакций образуется щавелевоуксусная кислота, которая снова реагирует с пировиноградной. Свободный Н<sup>+</sup> соединяется с НАД (никотинамидадениндинуклеотид), образуя соединение НАД·Н.

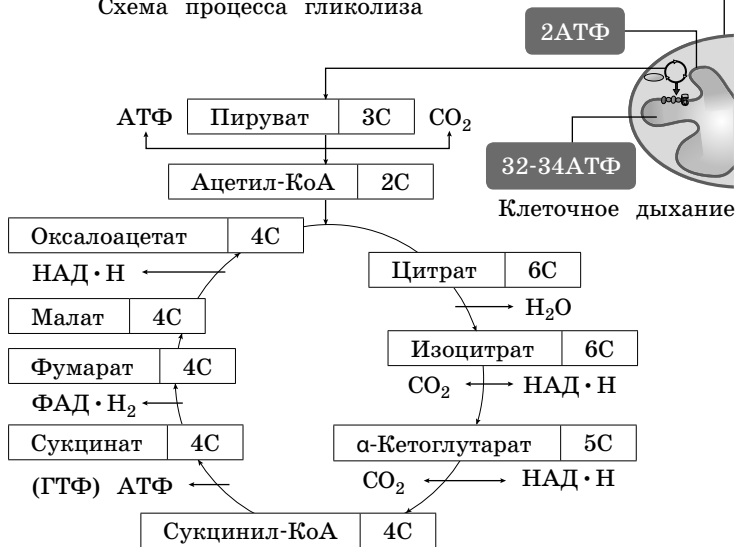
**Электронтранспортная цепь** — мультиферментативный комплекс внутренней поверхности митохондриальных мембран. Вследствие передвижения электрона по цепи переносчиков образуется АТФ. НАД·Н окисляется до НАД<sup>+</sup>, Н<sup>+</sup> и электрона. С помощью переносчиков электроны транспортируются на внутреннюю поверхность мембраны митохондрий, ионы Н<sup>+</sup> накапливаются на внешней поверхности. На внутренней мембране митохондрий локализована ферментная система АТФ-синтетаза, благодаря которой из АДФ и фосфорной кислоты синтезируется АТФ.



## Схема энергетического обмена



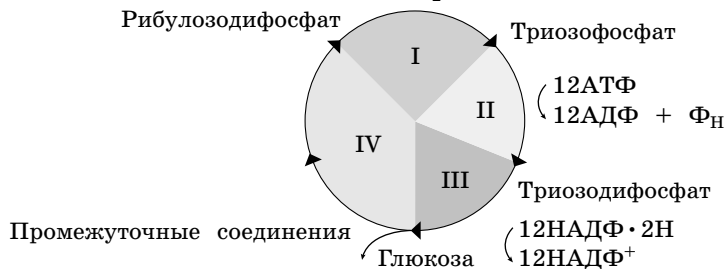
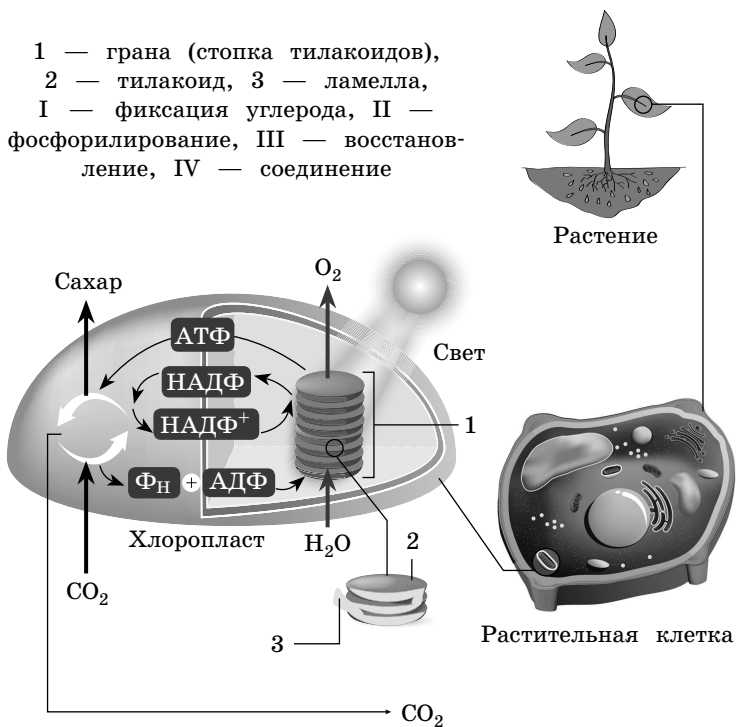
## Схема процесса гликолиза



## Цикл трикарбоновых кислот

## Схема фотосинтеза

1 — грана (стопка тилакоидов),  
 2 — тилакоид, 3 — ламелла,  
 I — фиксация углерода, II —  
 фосфорилирование, III — восстано-  
 вление, IV — соединение



Цикл Кальвина

## ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

**Пластический обмен (ассимиляция, или анаболизм)** — совокупность реакций синтеза, направленных на образование структурных частей клеток и тканей (синтез углеводов в ходе фотосинтеза, хемосинтеза, биосинтеза белков, липидов, нуклеиновых кислот).

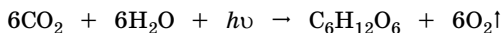
**Фотосинтез** — процесс превращения солнечной энергии в энергию химических связей органических веществ, протекающий в зелёных листьях растений.

Фазы фотосинтеза
<b>Световая фаза</b>
Начинается с поглощения кванта света молекулой хлорофилла, один из электронов молекулы которой переходит на более высокий энергетический уровень, где присоединяется к иону водорода ( $H^+$ ) и восстанавливает его до протона. Протон присоединяется к НАДФ (переносчик водорода) и восстанавливает его до $НАДФ \cdot H + H^+$ . Хлорофилл, утративший электрон, отрывает его от молекулы воды. Происходит <b>фотолиз</b> (расщепление) воды, в результате которого освобождается кислород ( $2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2!$ ). Выделившаяся энергия идёт на синтез АТФ. Результат световой фазы — АТФ, $O_2!$ и $НАДФ \cdot H + H^+$ .
<b>Темновая фаза (цикл Кальвина)</b>
Осуществляется в строме хлоропластов без поглощения света. Приводит к восстановлению $CO_2$ до уровня органических веществ при участии продуктов световой фазы. $CO_2$ из атмосферы связывается с акцептором

&gt;&gt;&gt;

&gt;&gt;&gt;

(рибулозодифосфат). В результате образуется нестойкое вещество ( $C_6$ ), распадающееся на две молекулы фосфоглицериновой кислоты. Последняя восстанавливается с помощью НАДФ $\cdot$ H + H $^+$  и АТФ. В конечном итоге через ряд промежуточных реакций образуются углеводы и другие органические соединения.

**Суммарное уравнение фотосинтеза**

**Хемосинтез** — процесс синтеза органических веществ из неорганических за счёт энергии окисления. Хемосинтезирующие организмы были открыты в 1887 г. С. Н. Виноградским.

#### 4. Хранение наследственной информации

Наследственный материал эукариот локализован в ядре и представлен **хромосомами**, состоящими из ДНК, связанной с белком. Хромосомы имеют первичную перетяжку, делящую хромосому на два плеча. В области перетяжки располагается центромера, которая участвует в клеточном делении.

#### Виды хромосом

**Равноплечие** — с плечами равной длины.

**Неравноплечие** — с плечами неравной длины.

**Палочковидные** — с одним длинным и вторым очень коротким плечом.

Некоторые хромосомы имеют вторичную петляжку (ядрышковый организатор), в её области формируется ядрышко.

**Кариотип** — совокупность хромосом соматической клетки.

**Диплоидный набор хромосом ( $2n$ )** — совокупность хромосом, присущая соматическим клеткам, в которой все характерные для данного биологического вида хромосомы представлены попарно. Парные, идентичные по форме, размерам и строению хромосомы называются **гомологичными**.

**Гаплоидный набор хромосом ( $n$ )** — совокупность хромосом, присущая зрелой половой клетке, в которой из каждой пары хромосом присутствует только одна.

**Генетический код** — последовательность нуклеотидов, посредством которой записана информация о синтезе определённых белков.

### Свойства генетического кода

Код **триплетен** — каждая аминокислота кодируется известным сочетанием из трёх расположенных рядом нуклеотидов (**кодон**). Некоторые триплеты иРНК не кодируют аминокислоты и служат сигналом окончания синтеза белка. Это терминирующие кодоны (стопкодоны).

Код является **неперекрывающимся**, то есть один и тот же нуклеотид не может входить одновременно в состав двух соединений триплетов.

Код **непрерывен** (не имеет «знаков препинания») — если произойдёт выпадение одного нуклеотида, его место займёт ближайший, что приведёт к изменению порядка считывания. Правильное считывание кода с иРНК обеспечивается только в том случае, если оно начинается со строго определённого пункта. В молекуле иРНК стартовым кодоном является АУГ (с него начинается считывание).

Код является **избыточным** (вырожденным) — одна и та же аминокислота может быть кодирована несколькими триплетами (исключения — метионин и триптофан), но каждый триплет кодирует только одну аминокислоту.

Код **универсален** — у всех живых организмов одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты, что свидетельствует о единстве происхождения всего живого.

## КЛЕТочный ЦИКЛ

**Клеточный цикл** — время существования клетки от начала одного деления до начала следующего деления, состоит из интерфазы и собственно процесса деления.

**Интерфаза** — процесс роста, развития клетки, синтеза белков и ДНК.

**Митоз (непрямое деление клетки)** — процесс равномерного распределения между дочерними клетками ядерного наследственного материала.

### Стадии митоза

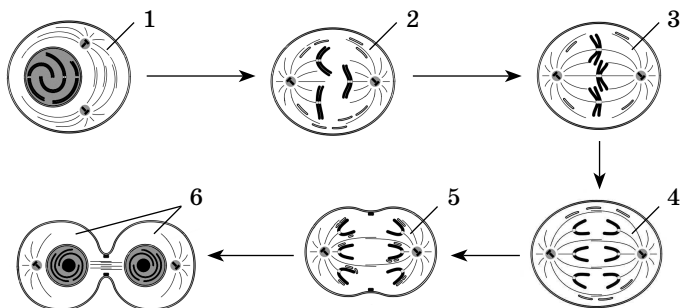
**Профаза** — спирализация хромосом, уменьшение их функциональной активности; репликация практически не идёт; разрушение оболочки ядра; образование веретена деления; прикрепление хромосом к нитям веретена деления.

**Метафаза** — спирализация хромосом достигает максимума; хромосомы утрачивают свою функциональную активность, образуют экваториальную пластинку.

**Анафаза** — деление центромер; расхождение по нитям веретена сестринских хроматид. Анафаза заканчивается, когда центромеры достигают полюсов клетки.

**Телофаза** — деспирализация хромосом; образование ядерной оболочки; деление цитоплазмы; между дочерними клетками формируется клеточная оболочка.

В результате митоза из одной материнской клетки с диплоидным (двойным) набором хромосом образуются две диплоидные дочерние клетки, содержащие полную генетическую информацию в том же объёме, что и родительская. Митоз обеспечивает сохранность наследственных признаков и увеличение количества клеток или одноклеточных организмов.



Стадии митоза:

1 — профаза, 2 — прометафаза, 3 — метафаза, 4 — анафаза, 5 — телофаза, 6 — цитокinesis

**Амитоз** — прямое деление клетки, при котором ядро делится путём перешнуровки без предшествующей перестройки: хромосомы не проходят цикла спирализации; не образуется веретено деления; клетка делится сразу после репликации ДНК; ДНК между дочерними клетками распределяется неравномерно. Амитоз проходит быстрее, чем митоз. В результате амитоза увеличивается количество дочерних клеток, но одновременно могут появляться двух- и многоядерные клетки. Амитоз характерен для одноклеточных и некоторых клеток многоклеточных организмов.

**Мейоз** — деление клеток, в результате которого число хромосом в ядре уменьшается вдвое (половые клетки в период созревания). На этапе **интерфазы** (предшествует мейозу) происходит репликация ДНК с последующим



удвоением хромосом. Клетки с диплоидным набором хромосом, каждая состоит из одной хромосомной нити (**хромонемы**). После интерфазы хромосомы становятся удвоенными, а их диплоидное число сохраняется. Завершение мейоза I сопровождается образованием двух дочерних клеток, содержащих гаплоидный набор хромосом, которые, в свою очередь, остаются удвоенными. Кратковременная **интерфаза (интеркинез)** — не происходит репликации ДНК, нет удвоения хромосом. Мейоз II проходит по типу митоза. В результате мейоза из одной клетки с диплоидным набором хромосом после двух последовательных делений образуются четыре гаплоидные клетки.

#### **Черты мейоза:**

- редукция числа хромосом;
- конъюгация гомологичных хромосом;
- рекомбинация генетического материала, обусловленная случайным расхождением материнских и отцовских гомологичных хромосом в дочерние клетки, а также кроссинговером.

#### **Стадии мейоза I (редукционное деление)**

**Профаза I:** спирализация хромосом; конъюгация; кроссинговер; хроматиды начинают расходиться; биваленты обособляются и располагаются по периферии ядра; ядрышко исчезает.