

9 — 11 - й классы

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Общая биология включает в себя цикл наук, изучающих общие свойства и закономерности живой природы. Это молекулярная биология, цитология, эмбриология, генетика, селекция, экология. Предметом общей биологии являются рассмотрение основных закономерностей процесса эволюции органического мира, познание причин возникновения новых видов и усложнения живых организмов.

Общебиологические науки изучают свойства живого как формы существования высокоорганизованной материи, закономерности её строения, функционирования в живых организмах независимо от их систематического положения.

Основные критерии живого

Все живые организмы обладают рядом общих признаков и свойств, которые делают их отличными от тел неживой природы.

• *Сложность и высокая степень организации живых существ*

• *Обмен веществ и энергии*

Поглощение веществ извне



Преобразование и усвоение



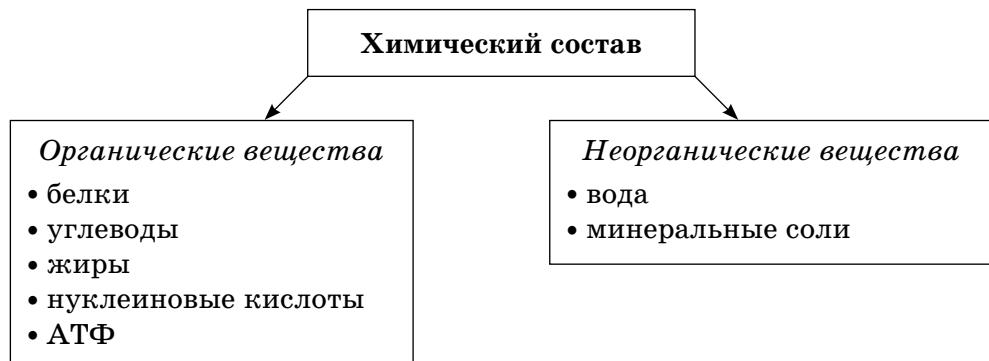
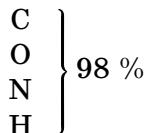
Выделение во внешнюю среду

Все живые системы являются открытыми.

- Единство химического состава всех живых организмов

В состав живых организмов входят те же химические элементы, что и в объекты неживой природы. Однако соотношение элементов в живом и неживом неодинаково. В живых организмах 98 % химического состава приходится на 4 элемента: углерод, кислород, азот и водород.

В живых телах содержится много веществ, характерных только для живых организмов.



- Дискретность — прерывность, разделённость

Любая биологическая система, например организм, вид, биогеоценоз, состоит из отдельных, относительно автономных, но тем не менее взаимодействующих частей, образующих структурно-функциональное единство, например биоценоз.



- *Раздражимость*

Организмы способны специфически реагировать на изменение окружающей среды, адаптироваться и выживать в изменяющихся условиях.

- *Рост организмов*

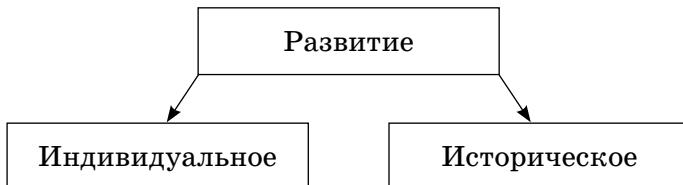
Это увеличение в размерах и массе с сохранением общих черт строения.

- *Самовоспроизведение — размножение*

Размножение связано с процессом передачи наследственной информации. В основе воспроизведения лежит образование новых молекул и структур, которые образуют новый организм. Вся информация о свойствах и признаках нового организма заложена в нуклеиновой кислоте (**ДНК**), которая находится в клетках родительских форм.

- *Развитие*

В результате развития возникает новое качественное состояние объекта.



Именно в результате исторического развития возникло многообразие живых организмов.

- *Способность к саморегуляции*

Все живые организмы способны регулировать концентрацию различных химических веществ внутри себя, поддерживать постоянство внутренней среды, координировать процессы синтеза и распада органических веществ в клетке.

- *Приспособленность живых организмов к среде обитания*

Каждый уровень организации живой материи довольно специфичен, имеет свои закономерности, свои методы исследования.

Уровни организации живого

- *Молекулярный*: любая система состоит из биологических макромолекул (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, жиры).
- *Надмолекулярный*: молекулы веществ, объединяясь друг с другом, образуют различные органоиды (части) клетки.
- *Клеточный*: клетка — структурная и функциональная единица развития всех живых организмов.
- *Органо-тканевой*: клетки, сходные по строению, происхождению, выполняемым функциям, объединяются в ткани; ткани образуют органы, а органы объединяются в системы.
- *Организменный*: элементарной единицей данного уровня служит особь, которая рассматривается в развитии.
- *Популяционно-видовой*: совокупность организмов одного и того же вида, объединённая общим местом обитания.
- *Биоценотический*: совокупность различных видов растений, животных, грибов, микроорганизмов, обитающих совместно.
- *Биогеоценотический*: совокупность организмов разных видов с факторами среды их обитания.
- *Биосферный*: совокупность всех биогеоценозов; это система, охватывающая все явления жизни на нашей планете.

Основы цитологии

Большинство живых организмов имеют клеточное строение. Клетка является структурной и функциональной единицей живого.

Основные положения клеточной теории

Возникновение клеточной теории — 1838 г., Т. Шванн, М. Шлейден; развитие клеточной теории — 1858 г., Р. Вихров; 1858 г., К. М. Бэр.

1. Клетка — основная единица строения и функционирования живого организма.

2. Клетка — саморегулирующаяся открытая система.
3. Клетки всех организмов сходны по химическому составу, строению и функциям.
4. Жизнь организма в целом обусловлена взаимодействием составляющих его клеток.
5. Все новые клетки образуются при делении исходных клеток.
6. В многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым ими функциям и образуют ткани.

Химическая организация клетки

Из всех известных химических элементов в живых организмах встречается примерно 60. Эти элементы называют биогенами. Их можно разделить на 3 группы:

- макроэлементы (1—98 %): O, C, H, N, P, Ca
- микроэлементы (0,01—1 %): S, K, Na, Cl, Mg, Fe
- ультрамикроэлементы (менее 0,01 % или следовые количества): Mn, I, Br, F, Zn, Cu, В и др.

Живые организмы состоят преимущественно из тех элементов, которые образуют легко растворимые в воде соединения.

Неорганические вещества

Неорганические вещества, входящие в состав клетки, представлены солями. В водном растворе они диссоциируют с образованием катиона металла и аниона кислотного остатка.



Клетка избирательно поглощает необходимые ей ионы из окружающей среды. Избыток солей вместе с водой выводится из организма во внешнюю среду.

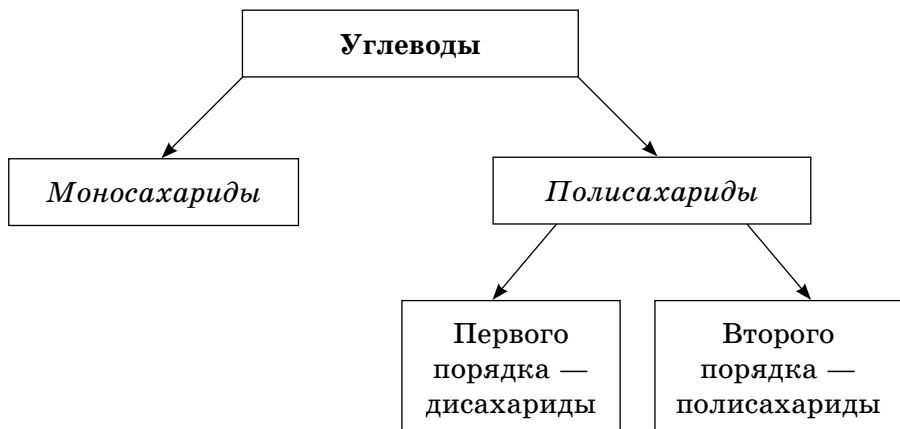
Из неорганических веществ наибольшее значение имеет вода. Содержание воды в клетках колеблется от 15 до 98 %, что зависит от типа клеток, интенсивности обмена веществ.

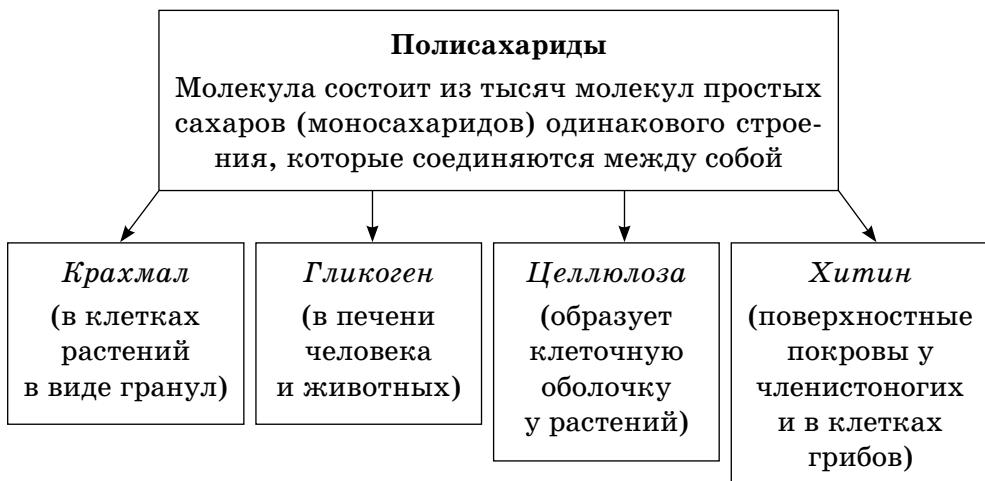
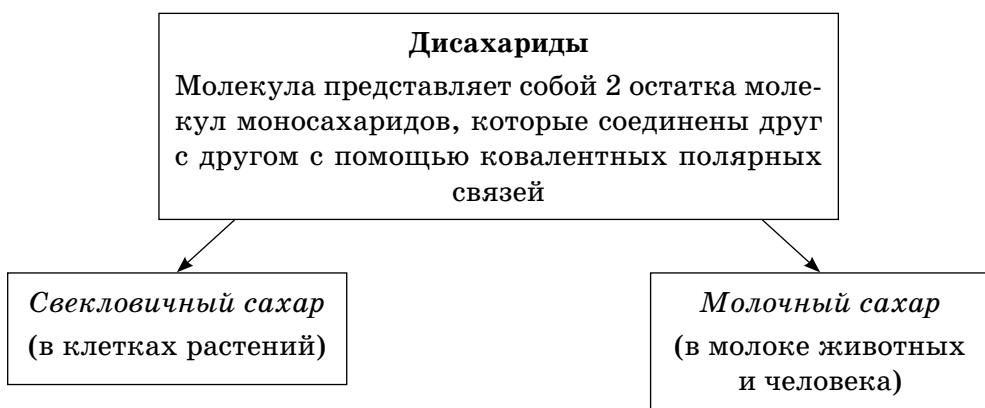
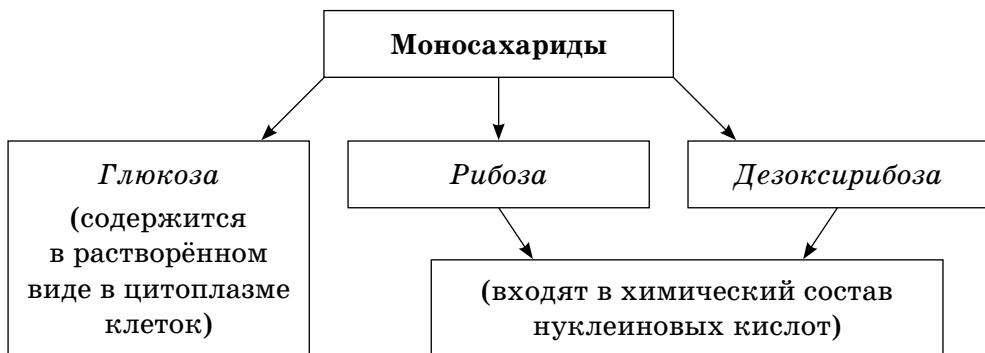
Значение воды:

- универсальный растворитель
- определение объема и тургора клеток и тканей
- среда, где протекают химические реакции
- катализатор
- участие в реакциях гидролиза
- внутренняя среда организма
- участие в терморегуляции

Органические вещества

Углеводы — сахаристые или сахароподобные вещества с общей формулой $C_n(H_2O)_m$. В клетках животных углеводов 1—3 % (в клетках печени до 5 %), в клетках растений до 90 %.





Значение углеводов:

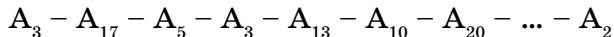
- строительная функция
- запасное питательное вещество
- энергетическая функция (1 г углеводов даёт 17,6 кДж)
- входят в состав нуклеиновых кислот и АТФ

Жиры (или липиды) — сложные эфиры глицерина (или других спиртов) и высших жирных кислот. Они образуют жиры и масла, фосфолипиды, воски, стерины (гормоны). В зависимости от типа клеток содержание липидов колеблется от 5 до 90 %. Это гидрофобные вещества с высокой энергойёмкостью.

Значение жиров:

- строительная функция
- защитная функция
- терморегуляторная функция
- гормональная функция
- источник витаминов (D, E) и воды
- запасное питательное вещество
- энергетическая функция (1 г жира даёт 38,9 кДж)

Белки — обязательная составная часть всех клеток. Белковая молекула является биополимером. Мономеры белка — аминокислоты 20 разных типов. Если каждой конкретной аминокислоте условно присвоить определённый номер, то полипептидная (белковая) молекула может быть представлена следующим образом:



Разные белковые молекулы могут отличаться друг от друга:

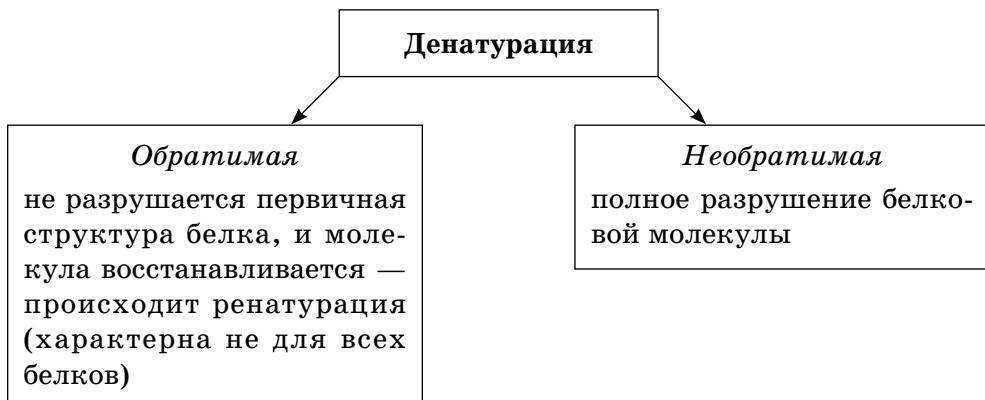
- по числу аминокислотных звеньев
- по порядку следования аминокислотных звеньев в цепи
- по составу аминокислот в белке

Аминокислоты соединены друг с другом пептидной связью, поэтому белки называют *полипептидами*.

Пространственная структура белка

- *Первичная*: последовательность аминокислотных звеньев в полипептидной цепочке; эта последовательность определяется наследственной программой для каждого организма.
- *Вторичная*: белковая молекула свёрнута в спираль, действуют водородные связи.
- *Третичная*: молекула белка скручена (уложена) в ком неправильной формы, действуют водородные связи, гидрофобные, дисульфидные мостики.
- *Четвертичная*: суперструктура, образующаяся при взаимодействии нескольких полипептидных молекул; характерна только для гигантских белковых молекул (например, гемоглобин).

Высшие структуры белка могут легко разрушаться при воздействии факторов внешней среды. Этот процесс называется *денатурацией*.



Функции белков в клетке:

- строительная
- катализитическая (ферментативная)

- регуляторная (гормоны)
- двигательная (белки мышц)
- транспортная (гемоглобин)
- защитная (белки-антитела)
- энергетическая (1 г белка даёт 17,6 кДж)

Нуклеиновые кислоты. Впервые были выделены из ядра. Встречается 2 типа кислот: *дезоксирибонуклеиновая (ДНК)* и *рибонуклеиновая (РНК)*. Это самые высокомолекулярные вещества в клетке, причём масса ДНК в несколько сот раз выше массы РНК.

ДНК и РНК — биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды.

Состав нуклеотидов: азотистое основание + углевод + остаток фосфорной кислоты.

Нуклеотиды имеют сходства и различия.

Нуклеотид ДНК



Нуклеотид РНК



Нуклеотиды связываются между собой в цепочку за счёт ковалентной полярной связи между углеводом и остатком фосфорной кислоты.

Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, соединённых друг с другом водородными связями, возникающими между азотистыми основаниями. Причём, между аденином и тимином образуются 2 связи ($A = T$), а между цитозином и гуанином — 3 ($C \equiv G$). Парные азотистые основания, между которыми возникают водородные связи, называются **комплементарными**.

Молекула ДНК имеет структуру двойной спирали.

Молекулы ДНК способны к самоудвоению — **репликации (редупликации)**. Данный процесс предшествует делению клетки. ДНК раскручивается с одного конца, и на каждой цепи синтезируется новая цепь по принципу комплементарности.

Роль ДНК в клетке — хранение и передача наследственной информации. Количество молекул ДНК и их нуклеотидная последовательность являются генетическими признаками вида и специфичны для каждого организма. В молекулах ДНК закодирована информация о первичной структуре белка. На матрице ДНК идёт синтез молекул РНК.

Молекула РНК состоит из одной полинуклеотидной цепи, которая может иметь спиральные участки, образовывать петли, приобретать различную конфигурацию.

Существует несколько видов РНК:

- *транспортные РНК (т-РНК)* переносят аминокислоты к месту синтеза белка на рибосомы
- *информационные РНК (и-РНК)* переносят информацию о структуре белка от ДНК на рибосомы
- *рибосомные РНК (р-РНК)* строят тело рибосомы

АТФ (аденозинтрифосфат) — нуклеотид, состоящий из рибозы, аденина и трёх остатков фосфорной кислоты, между которыми имеются две макроэргические (высокоэнергетические) связи.

Энергия простой связи составляет примерно 13,8 кДж/моль, а макроэргической — 30,6 кДж/моль.

Молекула АТФ может отщеплять от себя последовательно третий и второй остатки фосфорной кислоты, разрывая химические связи между ними. При этом АТФ превращается сначала в АДФ, а затем в АМФ. Это превращение сопровождается выделением большого количества энергии. Клетка использует эту энергию в различных процессах жизнедеятельности.

Строение и функции клетки



Наружная (плазматическая) мембрана

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">• двойной слой липидов• белки• углеводы• клетки растений и грибов снаружи имеют ещё оболочку, состоящую из целлюлозы	<ul style="list-style-type: none">• ограничение внутренней среды клетки• сохранение формы клетки• защита от повреждений• регуляция поступления ионов в клетку• выведение из клетки продуктов обмена веществ• объединение отдельных клеток в ткани• обеспечение фагоцитоза и пиноцитоза

Гиалоплазма

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">• вязкая полужидкая среда — минеральные соли• вода• органические вещества (всё в растворённом состоянии)	<ul style="list-style-type: none">• обеспечение взаимосвязи между органоидами• место синтеза и распада веществ• транспортировка веществ внутри клетки• опорная функция

Комплекс Гольджи

Строение	Функция
окружённые мембранами пузырьки, уплощённые, дискообразные, уложенные в виде стопки монет	<ul style="list-style-type: none">• накопление, «упаковка», выведение органических веществ• образование лизосом

Лизосомы

Строение	Функция
пузырьки овальной формы, снаружи мембрана, внутри ферменты	<ul style="list-style-type: none">• расщепление органических веществ• разрушение отмерших органоидов клетки• уничтожение отработавших клеток

Эндоплазматическая сеть

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">канальцы и трубочки, покрытые мембранойна поверхности мембраны рибосомы (гранулярная), если нет рибосом — гладкая	<ul style="list-style-type: none">синтез органических веществтранспортировка веществ

Рибосомы

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">белкиr-RНК	биосинтез белка

Митохондрии («силовые станции клетки»)

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">овальные тельца покрыты мембраной: наружная — гладкая, внутренняя имеет выросты — кристыматрикс — полужидкое содержимое митохондрий	<ul style="list-style-type: none">синтез молекул АТФсинтез собственных белков, нукleinовых кислот, углеводов, липидовобразование собственных рибосом

Пластиды

- Лейкопласты* содержатся в неосвещённых частях растений; функция: накопление запасных органических веществ в виде зёрен.
- Хромопласты* находятся в цветках, плодах, стеблях, листьях; функция: привлечение насекомых-опылителей и животных, распространителей плодов и семян.
- Хлоропласты* находятся в листьях, молодых стеблях; образованы двухслойной мембраной: внешняя — гладкая, внутренняя — имеет складки в виде стопки монет (*граны*), на складках

пузырьки (*тилакоиды*), на которых находятся хлорофилл и ферменты, синтезирующие АТФ; функция: участие в фотосинтезе.

Клеточный центр

Строение	Функция
состоит из двух цилиндров (центриолей), расположенных перпендикулярно друг другу	<ul style="list-style-type: none">опора для нитей «веретена деления»растаскивание хромосом к разным полюсам клетки

Опорно-двигательная система клетки

- *Микрониты* — белковые нити внутри клетки, выполняющие опорную и двигательную функции.
- *Реснички и жгутики* выступают из клетки наружу, состоят из белковых микротрубочек; выполняют функцию движения.

Клеточные включения

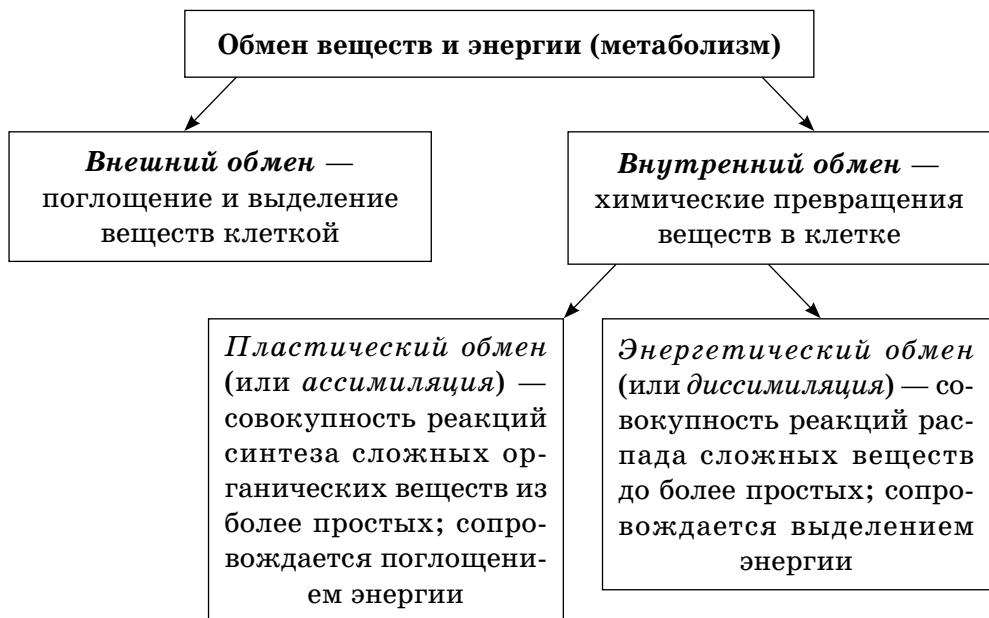
- Непостоянные образования, запасающие органические вещества и энергию.
- Представлены в виде зёрен (гранул) или капель.

Ядро (центр регуляции жизнедеятельности клетки)

Строение	Функция
<ul style="list-style-type: none">покрыто двухслойной ядерной оболочкой, пронизанной порамивнутри ядерный сок, содержащий хромосомы и ядрышко	<ul style="list-style-type: none">транспортировка веществ в ядро и из негорегуляция процессов обмена веществ в клеткехранение наследственной информации и её воспроизведениесинтез РНКсборка рибосом

Обмен веществ и превращение энергии в клетке

Основой жизнедеятельности клетки является обмен веществ и превращение энергии. **Обмен веществ** — совокупность всех реакций синтеза и распада, протекающих в организме, связанных с выделением или поглощением энергии. Органические и неорганические вещества клетки принимают участие в разнообразных химических превращениях, составляющих суть обмена веществ и энергии.



Все реакции обмена веществ идут в присутствии ферментов. АТФ является основным веществом, которое обеспечивает все энергетические процессы в клетке.

Единственным источником энергии на Земле является Солнце. Клетки растений с помощью хлоропластов улавливают энергию Солнца, превращая её в энергию химических связей молекул синтезированных органических веществ.

По способу питания, источнику получения органических веществ и энергии организмы делятся на автотрофные и гетеротрофные.

Автотрофные организмы синтезируют органические вещества в процессе фотосинтеза из неорганических (CO_2 , H_2O и минеральных солей), используя энергию солнечного света. К ним относятся все растения и синезелёные водоросли (цианобактерии). Автотрофное питание характерно и для хемосинтезирующих бактерий, использующих энергию, которая выделяется при окислении неорганических веществ (серы, железа, азота).

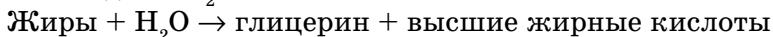
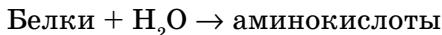
Гетеротрофные организмы получают готовые органические вещества от автотрофов. К ним относятся животные, грибы, бактерии.

Автотрофные и гетеротрофные организмы связаны между собой процессами обмена веществ и энергии.

Энергетический обмен

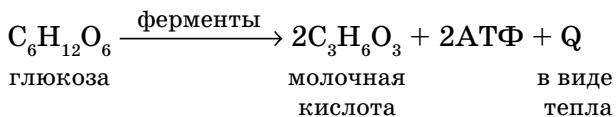
I этап: подготовительный

Протекает в пищеварительном тракте, а на клеточном уровне — в лизосомах. Высокомолекулярные органические вещества под действием ферментов и воды расщепляются до низкомолекулярных. Вся энергия выделяется в виде тепла.



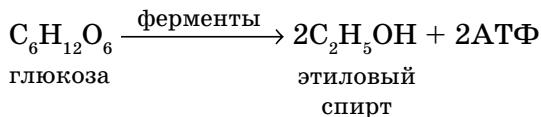
II этап: бескислородное окисление, гликолиз

Глюкоза является ключевым веществом обмена в организме. Процесс гликолиза протекает в цитоплазме. Все реакции катализируются ферментами. Одна молекула глюкозы в животной клетке превращается в две молекулы молочной кислоты.



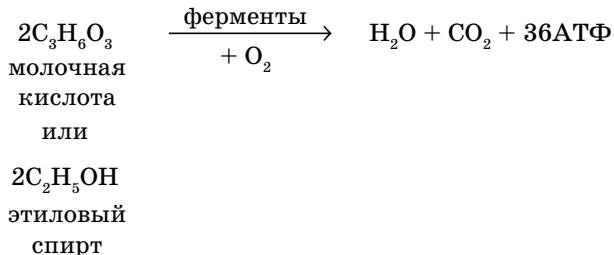
На этом этапе кислород не используется, выделяется небольшое количество энергии, которое запасается в виде двух молекул АТФ.

В клетках растительного организма бескислородный этап энергетического обмена протекает в форме спиртового брожения. При этом одна молекула глюкозы расщепляется с образованием двух молекул этилового спирта.



III этап: кислородный

Биологическое окисление протекает в митохондриях. Происходит ряд циклических ферментативных реакций (цикл Кребса). В результате этих реакций при участии кислорода образуются углекислый газ и вода, а на кристаллах митохондрий за счёт выделяющейся энергии синтезируется 36 молекул АТФ.



Таким образом, при расщеплении глюкозы на двух этапах образуется суммарно 38 молекул АТФ, причём основная часть — при кислородном окислении.

Процесс биологического окисления органических веществ называется **дыханием**.

Пластический обмен. Фотосинтез

Фотосинтез — процесс первичного синтеза органических веществ из неорганических (CO_2 и H_2O) под действием солнечного света. Протекает у растений в хлоропластах.

Выделяют 2 фазы фотосинтеза:

I. Световая фаза

Протекает на мембранах тилакоидов только при участии солнечного света.

1. Кванты света, попав на хлорофилл, приводят молекулу в возбуждённое состояние.

2. Энергия «возбуждённых» электронов идёт на синтез АТФ и других сложных органических молекул — носителей энергии.

3. Одновременно под действием света идёт расщепление молекул воды (фотолиз) до катионов водорода и молекул кислорода. Кислород удаляется в атмосферу.

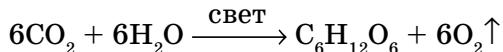
4. Катионы водорода соединяются с молекулами — переносчиками водорода — НАДФ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат). После захвата водорода НАДФ превращается в НАДФ · Н.

II. Темновая фаза

Для протекания реакции второй стадии наличие света не обязательно. Источником энергии являются синтезированные на первой стадии молекулы АТФ.

В строме хлоропластов, куда поступают НАДФ · Н, АТФ и СО₂ из атмосферы, протекают циклические реакции, в результате которых идёт фиксация углекислого газа, его восстановление водородом за счёт НАДФ · Н и синтез глюкозы.

Суммарное уравнение фотосинтеза:



Интенсивность фотосинтеза можно искусственно регулировать, изменяя интенсивность освещения, химический состав минеральной смеси, концентрацию углекислого газа в воздухе.

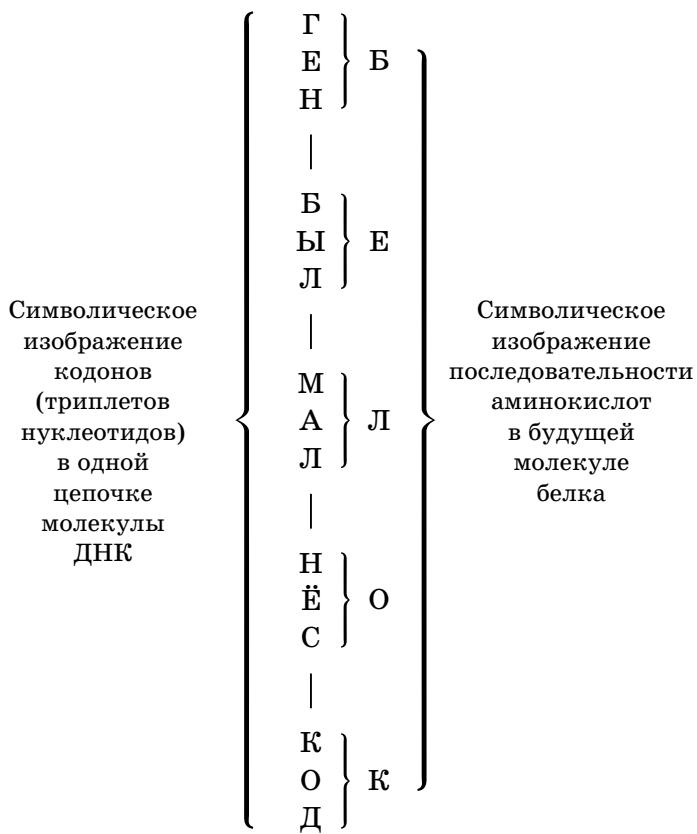
Пластический обмен. Биосинтез белка

Наиболее важным процессом пластического обмена является биосинтез белка. Он протекает во всех клетках организмов. Информация о первичной структуре белка содержится в ДНК,

которая находится в ядре эукариотической клетки. Одна цепочка молекулы ДНК может содержать информацию о многих белках.

Ген — участок молекулы ДНК, несущий информацию о строении одного белка.

В молекуле ДНК записан код о последовательности аминокислот в белке в виде определённой последовательности нуклеотидов. При этом каждой аминокислоте в будущей белковой молекуле соответствует участок из трёх нуклеотидов (триплет) в молекуле ДНК. Символически эту связь можно изобразить следующим образом:



Характеристика генетического кода

1. Код *триплетен*: каждой аминокислоте соответствует сочетание из трёх нуклеотидов. Всего таких сочетаний — 64 кода. Из них 61 код смысловой, то есть соответствует 20 аминокислотам, а 3 кода бессмысленные — стоп-коды, которые не соответствуют аминокислотам, а заполняют промежутки между генами.

2. Код *однозначен*: каждый триплет соответствует только одной аминокислоте.

3. Код *вырожден*: каждая аминокислота имеет более чем 1 код. Чаще у аминокислот 2—3 кода.

4. Код *универсален*: все живые организмы имеют один и тот же генетический код аминокислот.

5. Код *непрерывен*: между кодами нет промежутков.

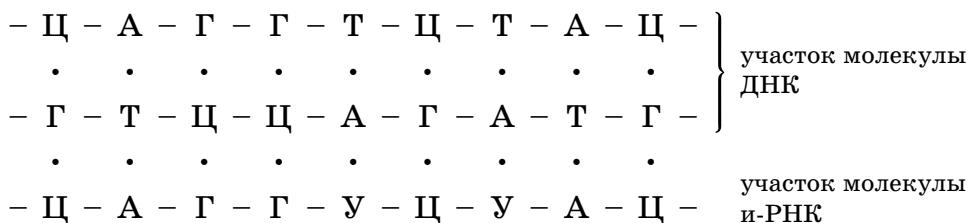
6. Код *неперекрываем*: конечный нуклеотид одного кода не может служить началом другого.

Процесс биосинтеза белка включает в себя ряд последовательно протекающих событий.

Этапы биосинтеза белка

Транскрипция

Синтез и-РНК происходит в ядре. Он осуществляется по одной из нитей ДНК с помощью ферментов и по принципу комплементарности азотистых оснований. Нить ДНК в этом случае выступает в качестве матрицы. Молекулы и-РНК индивидуальны, каждая из них несёт информацию об одном гене.



После синтеза и-РНК она выходит из ядра и направляется в цитоплазму к месту синтеза белка на рибосомы.

Трансляция

Процесс синтеза полипептидных цепей, осуществляемый на рибосомах, где и-РНК является посредником в передаче информации о первичной структуре белка.

К рибосоме с помощью т-РНК доставляются аминокислоты. Молекула т-РНК состоит из 70—80 нуклеотидов. Общий вид молекулы т-РНК напоминает лист клевера. На «верхушке» листа расположен антикодон (кодовый триплет нуклеотидов), который соответствует определённой аминокислоте. Следовательно, для каждой аминокислоты существует своя конкретная т-РНК.

Процесс сборки молекулы белка идёт на рибосомах. Если кодовый триплет нуклеотидов т-РНК, подошедшей к месту синтеза белка, соответствует триплету нуклеотидов и-РНК, находящемуся в данный момент в центре рибосомы, аминокислота отделяется от т-РНК и становится в цепочку мономеров белка. Освободившаяся т-РНК уходит в цитоплазму за очередной аминокислотой.

Весь процесс обеспечивается энергией АТФ. Синтез белка заканчивается, когда на и-РНК начинаются стоп-коды.

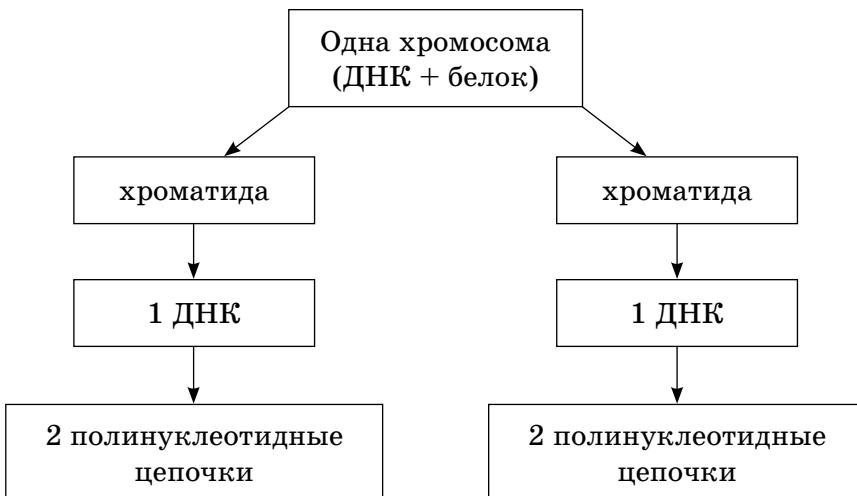
Весь процесс синтеза протекает на гранулярной эндоплазматической сети. Образовавшиеся полипептидные цепи поступают в каналцы ЭПС, где приобретают окончательную структуру и превращаются в молекулы белка. Скорость синтеза очень велика — приблизительно 15—20 секунд.

Жизненный цикл клетки

Период жизнедеятельности клетки, во время которого происходят все обменные процессы и деление, называется **жизненным циклом клетки**. Это время жизни клетки от одного деления до другого. Клеточный цикл состоит из *интерфазы* и *деления*.



Продолжительность интерфазы зависит от типа клеток и в среднем составляет $\frac{4}{5}$ общего времени жизненного цикла клетки. В конце интерфазы каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединённых друг с другом перетяжкой — центромерой.



Рост организма осуществляется за счёт деления его клеток. Наиболее распространённым способом деления клетки является митоз — непрямое деление клетки.

Митоз

Митоз — процесс образования двух дочерних клеток, идентичных исходной материнской клетке. Состоит из четырёх последовательных фаз.

Фаза митоза	Характеристика
Профаза	<ul style="list-style-type: none">Растворение ядерной оболочки и ядрышкаСпирализация хромосом, приводящая к их утолщению и укорочениюРасхождение центриолей клеточного центра к разным полюсам клеткиОбразование нитей веретена деления
Метафаза	<ul style="list-style-type: none">Хромосомы выстраиваются по экватору клетки в одну линиюК каждой хромосоме присоединяются 2 нити веретена деления (по одной с разных сторон)
Анафаза	<ul style="list-style-type: none">Центромера каждой хромосомы делится на 2 частиКаждая хроматида становится самостоятельной дочерней хромосомойДочерние хромосомы расходятся к разным полюсам клетки
Телофаза	<ul style="list-style-type: none">Исчезновение нитей веретена деленияВозникновение новых ядерных оболочек вокруг разошедшихся хромосомРаскручивание нитей ДНКВосстановление ядрышекОбразование двух обособленных дочерних клеток

Биологический смысл митоза заключается в обеспечении постоянства числа хромосом и наследственной информации, полной идентичности возникающих клеток исходным.

Иногда встречается и другой вид деления клетки — амитоз. **Амитоз** — прямое деление ядра, без удвоения хромосом и веретена деления. При этом наследственная информация распре-

деляется неравномерно. Амитоз встречается у некоторых простейших, в клетках специализированных тканей (хрящи), в раковых клетках.

Мейоз

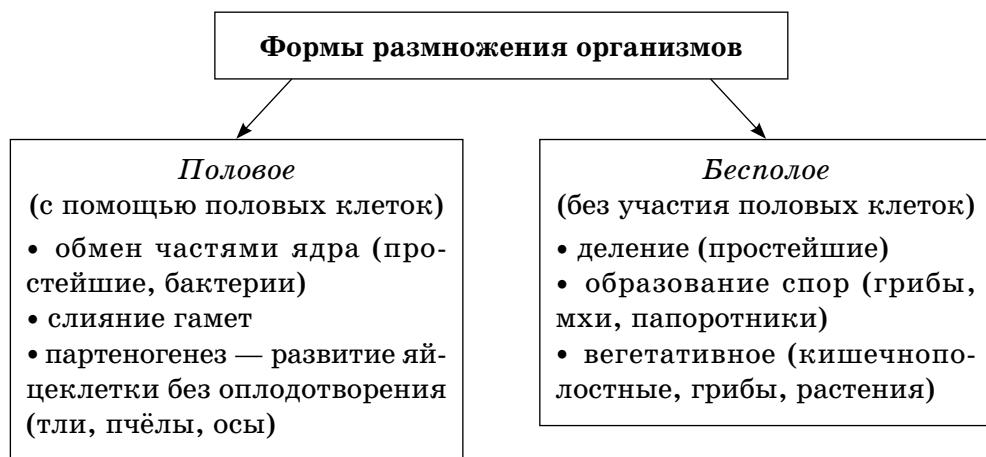
Мейоз — особый тип деления клетки, в результате которого у человека и животных образуются сперматозоиды и яйцеклетки (половые клетки — гаметы). Соматические клетки организма имеют диплоидный (двойной) набор хромосом. Половые клетки имеют гаплоидный (одинарный) набор хромосом.

Для мейоза характерны те же стадии, что и для митоза, но процесс состоит из двух последовательных делений (мейоз 1 и мейоз 2). В результате образуются не 2, а 4 клетки.

Фаза мейоза	Характеристика
<i>Первое деление мейоза</i>	
Профаза I	<ul style="list-style-type: none">Растворение ядерной оболочкиСпирализация хромосомРасхождение центриолей к разным полюсам клеткиОбразование нитей веретена деленияСближение парных (гомологичных) хромосом или их конъюгацияОбмен участками между гомологичными хромосомами каждой пары, то есть их перекрёст, или кроссинговер
Метафаза I	<ul style="list-style-type: none">Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга)К каждой хромосоме присоединяется 1 нить веретена деления
Анафаза I	<ul style="list-style-type: none">Пары гомологичных хромосом разделяются; целые хромосомы конкретной пары расходятся к разным полюсам клетки; каждая хромосома по-прежнему состоит из двух хроматид

Фаза мейоза	Характеристика
Телофаза I	<ul style="list-style-type: none"> Образование двух дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом; каждая хромосома состоит из двух хроматид
<i>Второе деление мейоза</i>	
Профаза II	<ul style="list-style-type: none"> Очень укорочена, проходит по принципу митоза, но при гаплоидном наборе хромосом
Метафаза II Анафаза II	<ul style="list-style-type: none"> Осуществляются по принципу митоза; процессы идут параллельно в двух клетках, образовавшихся после первого деления мейоза
Телофаза II	<ul style="list-style-type: none"> Происходят те же процессы, что и при митозе; в итоге образуются 4 гаплоидные клетки; хромосомы в каждой из клеток однохроматидные

Биологический смысл мейоза заключается в образовании гаплоидных клеток, которые при слиянии вновь восстанавливают диплоидный набор. Этот процесс обеспечивает постоянный набор хромосом у вновь образующихся организмов при половом размножении. Кроме того, конъюгация и кроссинговер способствуют комбинации генов и увеличивают разнообразие гамет и сочетание признаков в организме.

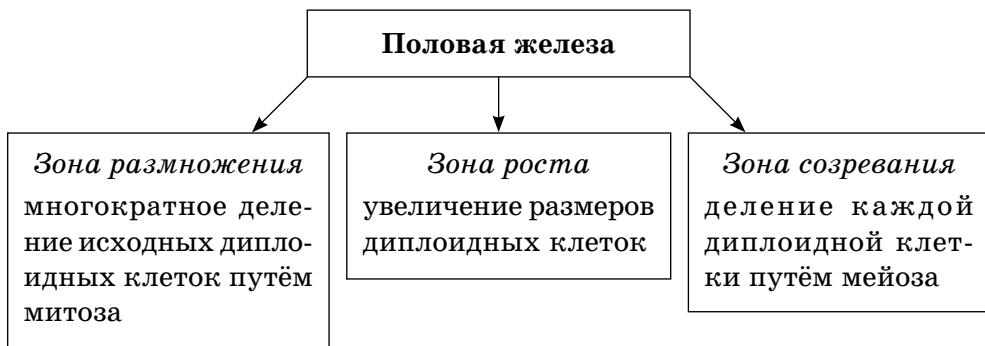


Преемственность поколений в природе осуществляется за счёт размножения организмов. *Размножение* — способность организма воспроизводить себе подобное.

Бесполое размножение — образование нового организма из одной клетки или группы клеток исходного материнского организма. В этом случае в размножении участвует только одна родительская особь, которая передаёт свою наследственную информацию дочерним особям.

Половое размножение — образование нового организма при участии двух родительских особей. Новый организм несёт наследственную информацию обоих родителей.

Образование половых клеток — *гаметогенез* — у животных и человека осуществляется в половых железах. У животных это семенники и яичники. Гаметогенез протекает последовательно в трёх зонах и заканчивается созреванием гамет.



Образование мужских половых клеток — *сперматогенез*.
Образование женских половых клеток — *оогенез*.

Сперматогенез

Зона размножения → путём митоза образуются многочисленные клетки сперматогонии ($2n$)

- Зона роста* → сперматогонии значительно увеличиваются, и из каждой клетки развивается сперматоцит I порядка
- Зона созревания* → в процессе первого деления мейоза образуются 2 сперматоцида II порядка, а затем во втором делении — 4 гаметы — сперматозоиды (n)

Сперматозоид — небольшая подвижная клетка, состоящая из головки, шейки и хвостика. В головке находится ядро с гаплоидным набором хромосом. В шейке многочисленные митохондрии, обеспечивающие сперматозоид энергией при движении.

Оогенез

- Зона размножения* → путём митоза; образуются оогонии ($2n$)
- Зона роста* → оогонии усиленно растут и накапливают питательные вещества; каждая клетка превращается в ооцит I порядка
- Зона созревания* → ооцит I порядка делится мейозом неравномерно; после первого деления образуются 1 крупная клетка — ооцит II порядка, куда переходят все питательные вещества, и 1 мелкая клетка — первичное направительное тельце; после второго деления из ооцита II порядка образуется 1 яйцеклетка, а из мелкой клетки — 3 направительных тельца (n), которые впоследствии погибают

Яйцеклетка — округлая неподвижная клетка, содержащая ядро и большое количество питательного вещества. Размеры яйцеклеток различны у разных видов животных: у млекопитающих — 0,2—60 мкм, у амфибий — 3—5 мм, а у птиц — несколько сантиметров.

Оплодотворение — процесс слияния мужских и женских половых клеток, в результате которого образуется **зигота**; при этом восстанавливается диплоидный набор хромосом. Из зиготы развивается зародыш.



Онтогенез — индивидуальное развитие организма. Делится на 2 периода: **эмбриональный** и **постэмбриональный**.

Эмбриональный период начинается с момента оплодотворения и заканчивается рождением организма. Эмбриогенез делится на несколько этапов.

1. Дробление

Оплодотворённая яйцеклетка начинает активно делиться митозом на 2, 4, 8, 16 клеток и так далее. Образующиеся при делении клетки называются *blastomерами*. Бластомеры не увеличиваются в объёме и не растут. Дробление заканчивается образованием *бластулы* — однослоиного зародышевого шара с полостью внутри.

2. Гаструляция

Начинается впячивание клеток бластулы внутрь полости. В результате образуется *гаструла* — двухслойный зародышевый мешок с отверстием. Наружный слой клеток — *эктодерма*; внутренний слой клеток — *энтодерма*.

3. Нейруляция

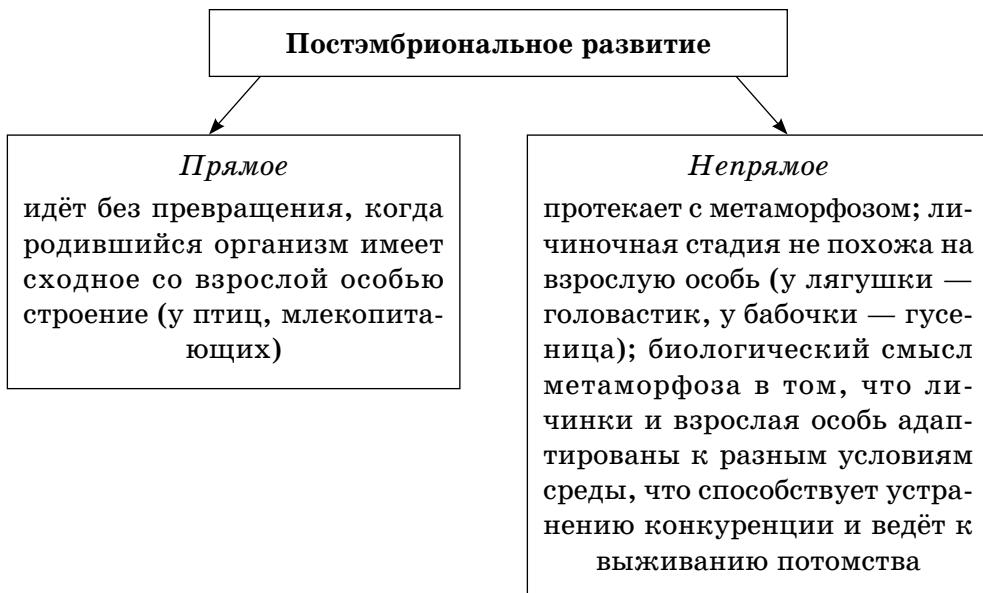
Образование третьего зародышевого листка — *мезодермы* (между эктодермой и энтодермой). На этой стадии образуется трёхслойный зародыш. Из зародышевых листков развиваются все ткани и органы будущего организма.

Эктодерма	Мезодерма	Энтодерма
Кожные покровы, нервная система, органы чувств	Хрящевой и костный скелет, мышцы, кровеносная система, почки, половые железы	Пищеварительная система, печень, поджелудочная железа, лёгкие

4. Гистогенез и органогенез

Происходит дальнейшая дифференцировка тканей, формирование и развитие различных органов.

Зародышевое развитие животного заканчивается его рождением. С этого момента начинается процесс его постэмбрионального развития.

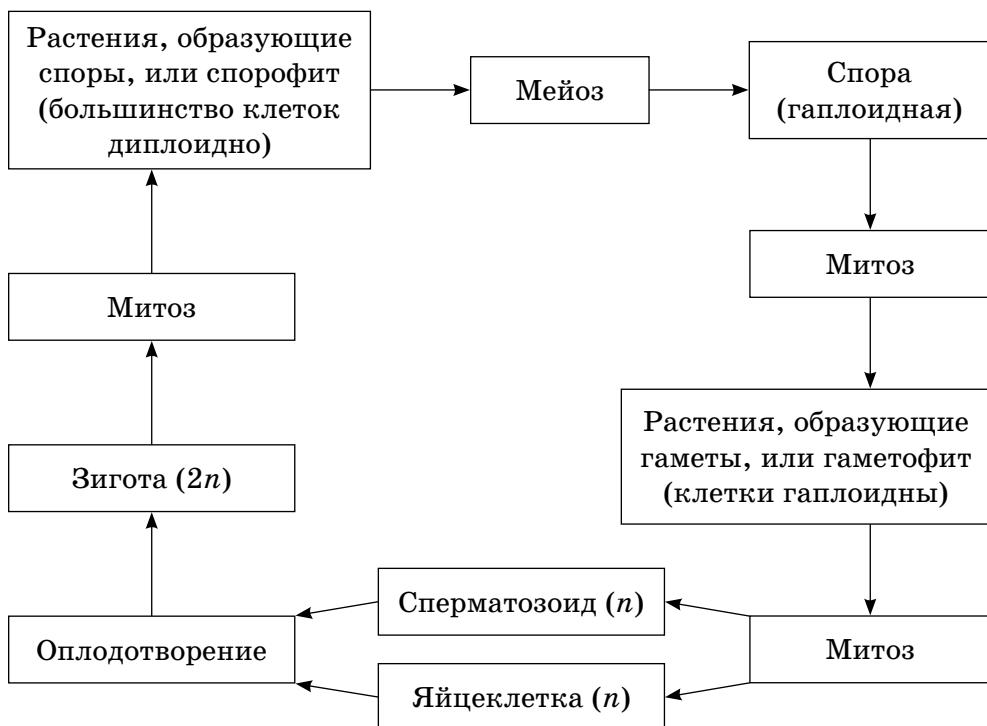


Партеногенез — разновидность полового размножения, когда взрослая особь развивается из неоплодотворённого яйца. Встречается у низших ракообразных, насекомых (пчёл, тлей), некоторых птиц (индеек) и чаще всего чередуется с обычным половым размножением.

Гаметогенез и развитие растений

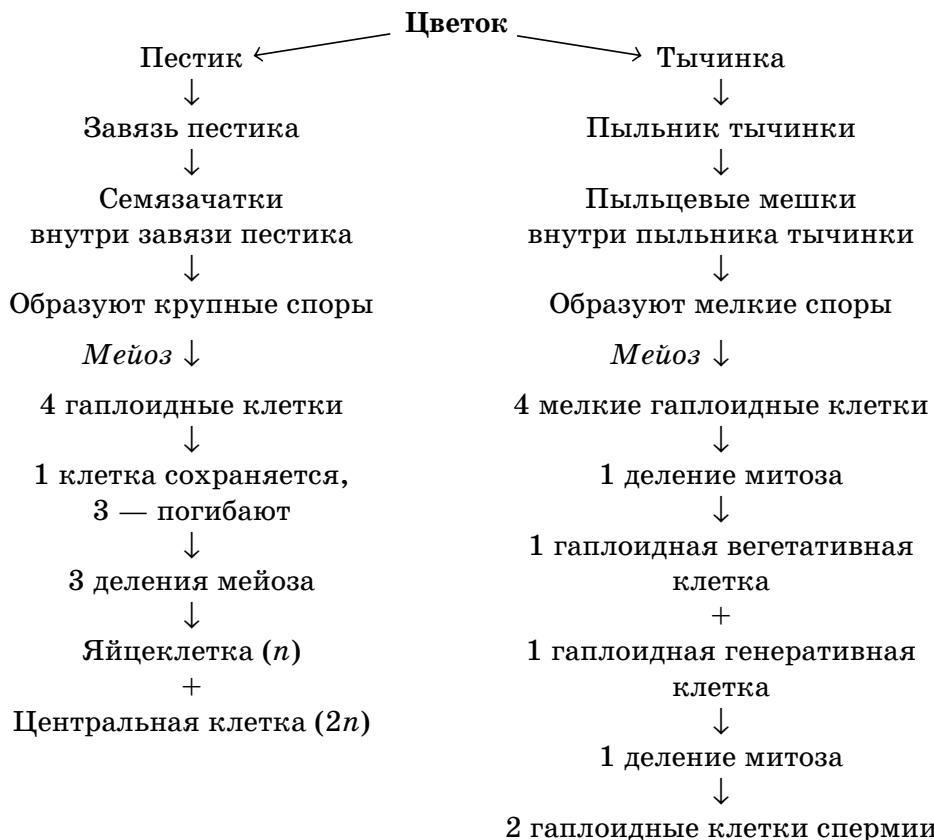
У растений гаметогенез протекает значительно сложнее. В жизненном цикле многих растений последовательное сочетание митоза и мейоза определяет чередование полового и бесполого поколений. Поколение с гаплоидным набором хромосом называется *гаметофитом* и образует гаметы в процессе митоза. Поколение с диплоидным набором хромосом называется *спорофитом* и образует споры в процессе мейоза. Гаметофит развивается из гаплоидных спор, а спорофит — из диплоидной зиготы, образующейся в результате оплодотворения.

Жизненный цикл споровых растений (мхи, папоротники и другие)



У семенных растений размножение происходит семенами. Преобладающим поколением является спорофит, а гаметофит сильно редуцирован, развивается в спорофите и представлен лишь несколькими клетками.

Взрослое растение имеет диплоидный набор хромосом и является спорофитом. Оно развивается из семени. Репродуктивным органом служит цветок, в котором образуются женский орган (**пестик**) и мужской орган (**тычинка**).



Опыление — перенос пыльцы с тычинки на рыльце пестика.

Оплодотворение — процесс слияния ядер половых клеток, приводящий к образованию зиготы.

Двойное оплодотворение у цветковых растений

Пыльцевое зерно попадает на рыльце пестика (опыление)



Из вегетативной клетки пыльцевого зерна образуется
пыльцевая трубка



2 спермия перемещаются по пыльцевой трубке и попадают
внутрь семязачатка



Первый спермий сливаются с яйцеклеткой, образуется зигота ($2n$)

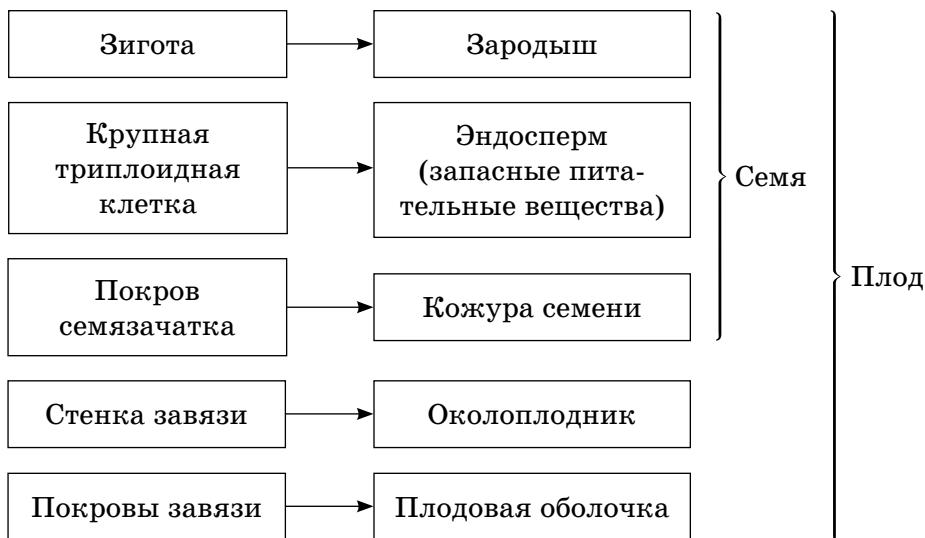


Второй спермий сливаются с крупной диплоидной клеткой
(центральной), образуется триплоидная клетка



После оплодотворения начинается процесс формирования
семени и плода

Развитие семени и плода



В результате двойного оплодотворения в семязачатке образуется семя с запасными питательными веществами. Вокруг

семени из завязи и других частей цветка формируется плод. Процесс двойного оплодотворения был открыт русским учёным С. Г. Навашиным.

Основы генетики и селекции

Генетика — наука о закономерностях наследственности и изменчивости организмов.

Наследственность — способность организма передавать свои признаки и особенности развития потомству.

Изменчивость — способность организма изменяться в процессе индивидуального развития под воздействием факторов внешней среды.

Ген — участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка. Гены находятся в хромосомах, где расположены линейно, образуя группы сцепления.

Аллельные гены — пара генов, определяющих альтернативные признаки организма. Они расположены в одних и тех же участках (*локусах*) гомологичных (парных) хромосом.

Альтернативные признаки — контрастные признаки. Часто один признак является доминантным, а другой — рецессивным.

Домinantный признак — признак, проявляющийся у гибридов первого поколения при скрещивании представителей числовых линий.

Рецессивный признак — признак, не проявляющийся у гибридов первого поколения при скрещивании представителей числовых линий.

Гомозигота — клетка или организм, содержащие одинаковые аллели одного и того же гена (AA или aa).

Гетерозигота — клетка или организм, содержащие разные аллели одного и того же гена (Aa).

Генотип — совокупность всех генов организма.

Фенотип — совокупность признаков организма, формирующихся при взаимодействии генотипа с окружающей средой.

Гибридологический метод исследования — изучение признаков родительских форм, проявляющихся в ряду поколений у потомства, полученного путём гибридизации (скрещивания).

Моногибридное скрещивание — скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре изучаемых альтернативных признаков, которые передаются по наследству.

Дигибридное скрещивание — скрещивание форм, отличающихся друг от друга по двум парам изучаемых альтернативных признаков.

Полигибридное скрещивание — сложное скрещивание, при котором родительские организмы отличаются по трём, четырём и более парам контрастных признаков.

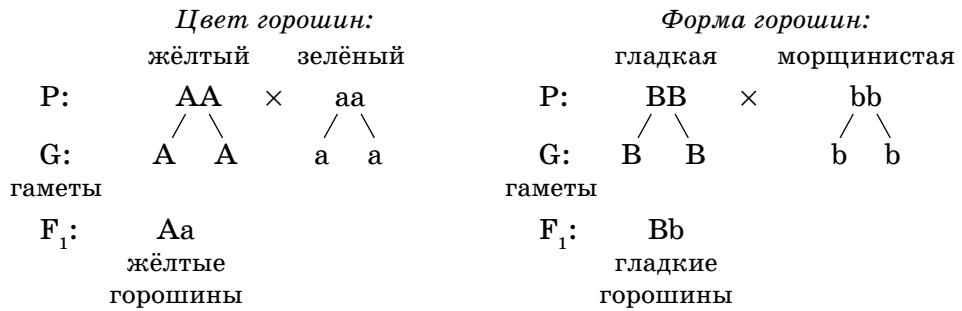
Основоположником генетики является чешский учёный Г. И. Мендель (1822—1884), опубликовавший в 1866 г. труд «Опыты над растительными гибридами». Однако официальной датой возникновения генетики считается 1900-й год, когда учёные разных стран — Х. де Фриз, К. Э. Корренс и Э. Чермак-Зейзенегг — независимо друг от друга открыли законы генетики, совершив это повторно.

Моногибридное скрещивание

I закон Менделя

Закон единообразия гибридов первого поколения

При скрещивании двух организмов, относящихся к разным чистым линиям (двух гомозигот), отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, всё первое поколение гибридов (F_1) окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей.



II закон Менделя

Закон расщепления признаков

При скрещивании двух потомков первого поколения между собой (двух гетерозигот) во втором поколении наблюдается расщепление признаков в соотношении: по фенотипу 3 : 1, по генотипу 1 : 2 : 1.



Дигибридное скрещивание

III закон Менделя

Закон независимого комбинирования признаков

При скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга двумя парами альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

Закон независимого расщепления проявляется в случаях, когда гены, отвечающие за признаки, располагаются на разных парах хромосом.

Горошины:
цвет и форма

P: AAB_B × aabb
 жёлтые гладкие
 зелёные морщинистые
 / \ / \ / \ \
 G: AB AB ab ab
 F₁: AaBb
 жёлтые гладкие

гаметы	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

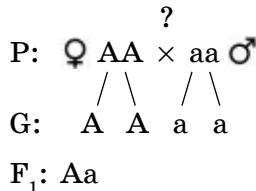
Расщепление по каждой паре признаков идёт независимо от других пар признаков.

Цитологические основы законов Менделя базируются:

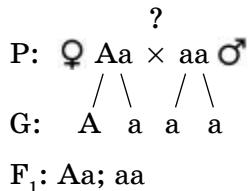
- на парности хромосом (парности генов, обусловливающих возможность развития какого-либо признака)
- на особенностях мейоза (процессах, происходящих в мейозе, которые обеспечивают независимое расхождение хромосом с находящимися на них генами к разным полюсам клетки, а затем в разные гаметы)
- на особенностях процесса оплодотворения (случайного комбинирования хромосом, несущих по одному гену из каждой аллельной пары)

Анализирующее скрещивание

Этот тип скрещивания применяется для определения генотипа (гетерозиготного или гомозиготного) какой-либо особи.



Aa — 100 % ; все имеют один и тот же генотип с доминантным признаком; значит, исходная форма гомозиготна.



Aa — 50 % , aa — 50 % ; половина потомков с доминантными признаками; значит, исходная форма гетерозиготна.

Неполное доминирование — форма наследования, при которой у гетерозиготных гибридов первого поколения формируется промежуточный фенотип.

Сцепленное наследование генов. Закон Т. Х. Моргана

Гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются совместно, сцепленно и образуют группу сцепления. В некоторых случаях сцепление может нарушаться, так как в мейозе между гомологичными хромосомами может происходить кроссинговер.

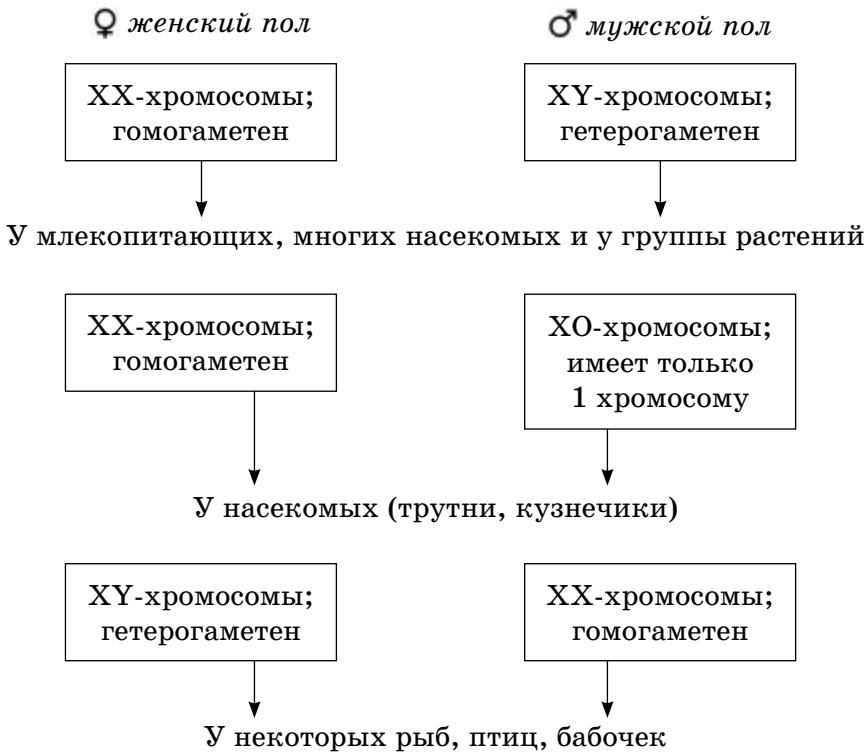


На основании анализа частоты кроссинговера определяется расстояние между генами на хромосоме и составляются хромосомные карты. Чем дальше друг от друга располагаются гены на хромосоме, тем слабее сцепление между ними и тем выше вероятность кроссинговера.

Генетика пола

Пол — совокупность признаков и свойств организма, обеспечивающих функцию воспроизведения потомства и передачу генетической информации на основе образования гамет.

Хромосомное определение пола



Наследование признаков, сцепленных с полом

Наследование гемофилии

P: ♀ X^HX^h × ♂ X^HY

↓ ↓ ↘ ↗

G: X^H X^h X^H Y

$$F: X^H X^H; X^h Y; X^H X^h; X^h Y$$

Н — нормальное свёртывание крови

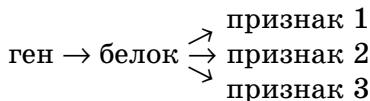
h — гемофилия

50 % вероятности рождения больного мальчика

Взаимодействие генов

Соотношение между генами и признаками достаточно сложное. Чаще всего 1 ген может способствовать проявлению сразу нескольких признаков — и наоборот.

Множественное действие генов (плейотропия) — процессы влияния одного гена на формирование нескольких признаков:



Например, у человека ген, определяющий рыжую окраску волос, обуславливает более светлую кожу и появление веснушек.

Комплементарное взаимодействие генов — на развитие одного признака могут влиять несколько генов. Результатом взаимодействия генов является окраска шерсти у собак, мышей, лошадей, окраска цветов душистого горошка.

Полимерия — взаимодействие неаллельных генов, при котором степень развития признака зависит от общего количества доминантных генов. Сочетание разного количества доминантных и рецессивных генов приводит к образованию мулатов с разной интенсивностью окраски кожи: от тёмной до светлой.

Закономерности изменчивости

Изменчивость — результат взаимодействия генотипа со средой. Она бывает двух видов: *ненаследственная (модификационная)* и *наследственная*.

Модификационная изменчивость — изменчивость, не связанная с изменением генотипа, возникающая у организмов под влиянием условий среды и приводящая к разнообразию фенотипов.

Норма реакции — предел изменчивости признака, который обусловлен генотипом. Она бывает широкой, то есть изменяется в большом диапазоне, и узкой.

- Изменения не наследуются и носят фенотипический характер.
- Изменения приспособительны и носят массовый характер.
- Изменения носят постепенный характер.
- Изменения способствуют выживанию особей, повышают жизнеспособность.

Наследственная изменчивость — изменчивость, затрагивающая генотип и передающаяся по наследству.

• *Комбинативная изменчивость* — появление новых сочетаний признаков вследствие перекомбинации генов. Основой комбинативной изменчивости является половой процесс.

• *Мутационная изменчивость* — наследственные изменения генотипического материала хромосом и генов:

— *генные или точковые мутации* — изменения нуклеотида в одном гене в молекуле ДНК; приводят к изменению структуры белка и развитию аномального признака (серповидно-клеточная анемия, дальтонизм, гемофилия);

— *хромосомные мутации* — изменения структуры хромосом:

- а) *делеция* — потеря участка хромосомы;
- б) *транслокация* — перенос части хромосомы на другую хромосому;
- в) *инверсия* — поворот участка хромосомы на 180°;
- г) *дупликация* — удвоение генов в определённом участке хромосомы;

— *геномные мутации* — изменение числа хромосом в клетке, появление лишней или потеря хромосомы как результат нарушения в мейозе.

Закон гомологических рядов Н. И. Вавилова

Русский учёный биолог Н. И. Вавилов установил характер возникновения мутаций у близкородственных видов, согласно которому роды и виды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Открытие закона облегчило поиски наследственных отклонений. Зная изменчивость и мутации у одного вида, можно предвидеть их появление и у родственных видов, что имеет значение в селекции.

Генетика человека

У человека 23 пары — 46 хромосом. В настоящее время изучен характер наследования примерно 2000 признаков.

Методы изучения наследственности человека

- **Генеалогический метод:** составление и исследование родословных; изучается тип наследования (доминантный, рецессивный), определяется степень риска появления наследственных заболеваний.

- **Цитогенетический метод:** изучаются хромосомные наборы здоровых и больных людей, микроскопическое строение хромосом.

- **Близнецовый метод:** изучаются генотипические и фенотипические особенности близнецов; выяснена роль наследственности и среды в развитии организма человека.

- **Биохимический метод:** изучается химический состав внутриклеточной среды, крови, тканевой жидкости организма; выявлены болезни обмена веществ, связанные с наследственностью человека.

Основы селекции

Селекция — наука о создании новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов, соответствующих потребностям человека.

Сорт, порода, штамм — искусственно созданные человеком популяции организмов с определёнными наследственными признаками.

Вавилов установил, что для успешной селекции необходимо учитывать следующее:

- исходное разнообразие организмов — генетическую гетерозиготность вида
- законы наследственности и изменчивости
- роль среды в развитии признака
- формы искусственного отбора

Искусственный отбор — отбор человеком особей с нужными хозяйственными признаками.

Бессознательный отбор — отбор без определённой поставленной цели.

Сознательный отбор — отбор, направленный на изменение ряда признаков с целью получения особей с необходимыми качествами.

Методы селекции растений

- Массовый и индивидуальный отбор растений с необходимыми признаками.
- Создание чистых линий — гомозиготных особей, полученных в результате самоопыления. Самоопыление позволяет выявить неблагоприятные мутации. У полученных гомозиготных линий урожайность снижается.
- Получение межлинейных гибридов — перекрёстное опыление двух чистых линий. Приводит к появлению высокоурожайного поколения (явление гетерозиса).

- Отдалённая гибридизация — получение межвидовых и межродовых гибридов. Такие гибриды бесплодны, поскольку нарушается мейоз.

Вавилов собрал коллекцию семян различных сортов культурных растений со всего мира и установил 7 центров происхождения культурных растений. Эти центры совпадают с очагами древних цивилизаций:

1. *Южноазиатский* (Индия): рис, сахарный тростник, баклажан, огурец, манго, цитрусы и др.
2. *Восточноазиатский* (Китай): просо, соя, гречиха, ячмень, лук, груша, яблоня, слива, чай, редька и др.
3. *Юго-Западноазиатский* (Средняя и Малая Азия): пшеница, рожь, бобовые, виноград, морковь, репа, абрикос, персик и др.
4. *Средиземноморский*: чечевица, олива, капуста, свёкла, репа, овёс, горох, укроп, щавель и др.
5. *Абиссинский* (Африка): твёрдая пшеница, кофе, банан, кунжут и др.
6. *Центральноамериканский* (Мексика): кукуруза, хлопчатник, какао, тыква, табак, перец, томат и др.
7. *Андийский* (Южная Америка): картофель, ананас, арахис, каучук, подсолнечник и др.

Методы селекции животных

При осуществлении селекционной работы с животными необходимо учитывать следующие особенности:

- животные размножаются только половым путём
- потомство, полученное от одной пары производителей, как правило, невелико
- затруднительным является выведение чистых линий, так как животные не способны к самооплодотворению



Селекция микроорганизмов

Биотехнология — использование живых организмов и их биологических процессов в производстве необходимых для человека веществ. В биотехнологии применяют бактерии, грибы, клетки растительных тканей.

Используют разнообразные факторы, воздействие которых на клетку или организм увеличивает темпы мутационного процесса (например, воздействие рентгеновскими лучами). Несмотря на негативное влияние мутаций, некоторые из этих изменений могут представлять значительный интерес для селекции.

Использование микроорганизмов в жизни человека и сельскохозяйственных животных:

- синтез пищевых добавок и питательных веществ
- синтез биологически активных веществ
- производство лекарств
- производство кормов для животных

Вирусы и бактериофаги

Кроме организмов, имеющих клеточное строение, существуют и неклеточные формы жизни — *вирусы и бактериофаги*. Эти формы жизни представляют собой своеобразную переходную группу между живой и неживой природой.

Вирусы были открыты в 1892 г. русским учёным Д. И. Ивановским. Вирусы состоят из молекул ДНК или РНК, покрытых белковой оболочкой, а иногда дополнительно липидной мембраной. Вирусы могут существовать в виде кристаллов. В таком состоянии они не размножаются и могут сохраняться длительное время. Но при внедрении в клетку вирус начинает размножаться, подавляя и разрушая её структуру. Проникая в клетку, вирус встраивает свою ДНК в ДНК клетки и начинает синтез вирусных белков, репликацию вирусной ДНК, тогда как синтез белков и ДНК клетки хозяина подавляется.

Вне живой клетки вирусы не способны к размножению и к синтезу белков.

Вирусы вызывают различные заболевания растений, животных, человека.

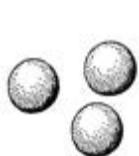
Бактериофаги — вирусы, поражающие клетки бактерий. Тело бактериофага состоит из белковой головки, в центре которой находится вирусная ДНК, и хвостика.

Бактериофаги могут использоваться как лекарства против возбудителей инфекционных заболеваний (холеры, брюшного тифа).

Бактерии

Распространены повсеместно: в атмосфере, гидросфере, литосфере, в организмах людей, животных, растений.

Формы бактериальных клеток



Кокки



Бациллы



Вибрионы



Спирохеты

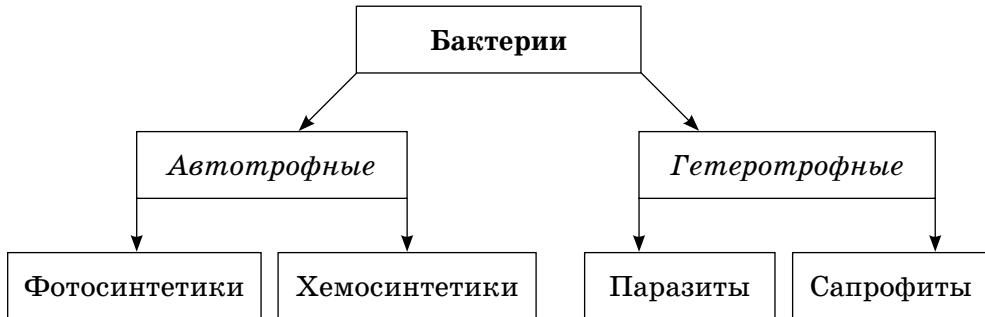


Спироиллы

Строение бактериальной клетки

Бактерии относятся к прокариотам. Носитель наследственной информации — ДНК или РНК, замкнутая в виде кольца, — находится в цитоплазме клетки. Также в цитоплазме имеются многочисленные мелкие рибосомы и включения цитоплазматической мембранные, выполняющие функции многих органоидов. Имеются включения с запасными питательными веществами. Снаружи клетка бактерии покрыта клеточной оболочкой, состоящей из гликопептида — муреина.

Размножение бактерий осуществляется путём деления (митоз). Половой процесс происходит в форме обмена генетическим материалом между особями.



Роль бактерий в природе:

- в результате деятельности гнилостных бактерий земля очищается от погибших растений и животных
- многие бактерии принимают участие в геохимических процессах образования серы, фосфора, каменного угля, нефти и так далее
- бактерии играют важную роль в круговороте азота и повышают плодородие почвы

Эволюционное учение

Развитие биологии в додарвиновский период

<p>Аристотель (IV в. до н. э.)</p>	<p>Считается «отцом зоологии». Изучал внешнее и внутреннее строение животных, дал первое определение жизни, впервые выдвинул принцип «лестницы существ», в соответствии с которым представители различных систематических групп животных выстроены в порядке возрастания сложности.</p> <p>Аристотель был сторонником идеи «изначальной целесообразности», присущей всем живым существам.</p>
--	---

Леонардо да Винчи (1452—1519)	Создал первый профессионально выполненный атлас анатомии человека. Был одним из первых палеонтологов и считал, что Земля изменяется под действием геологических процессов.
Андреас Везалий (1514—1564)	Является создателем научного труда из семи книг под общим названием «О строении человеческого тела». Впервые изготовил полный скелет человека.
Уильям Гарвей (1578—1657)	Выпустил книгу «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных». Впервые серьёзно применил принципы математики в биологии.
Антони ван Левенгук (1632—1723)	Создал усовершенствованный микроскоп, что позволило увидеть живые клетки при увеличении в 270 раз. Впервые рассмотрел эритроциты и сперматозоиды, обнаружил в капле воды разнообразных простейших животных.
Роберт Гук (1635—1703)	Впервые применил микроскоп для исследования растительных и животных тканей.
Карл Линней (1707—1778)	<p>Основоположник систематики живых организмов. Осуществил деление животных и растений на соподчинённые группы, ввёл бинарную (двойную) систему названий биологических видов.</p> <p>Линней искал только сходство, но не родство между видами, так как не верил в возможность эволюции. Несмотря на ошибки, очевиден гигантский вклад Линнея в развитие биологической науки. Описал около 10 000 видов растений и 4200 видов животных, способствовал развитию концепции биологического вида.</p>

Жан Батист Ламарк
(1744—1829)

Впервые ввёл термин «биология». Развил идею эволюции органического мира.

Совершенствовал классификацию животных.

Пытался определить основные причины эволюционного процесса. Высказал идею о развитии и происхождении человека от обезьяноподобных предков. При этом он допускал, что природа создана Творцом, однако всё её дальнейшее развитие осуществляется под действием естественных закономерностей.

Также ошибочно утверждал, что внутреннее стремление к совершенствованию (основная причина градации) присуще всем живым организмам. Виды приспособляются к условиям среды, «упражняя» свои органы, в результате чего органы и части организма становятся более развитыми. Именно в результате «упражнений», по мнению Ламарка, сформировались рога у оленя, длинная шея у жирафа, плавательная перепонка между пальцами у уток. Все новые признаки полезны. Также является ошибочным отрицание Ламарком реальности вида.

Однако в целом вклад этого учёного в развитие естествознания следует признать очень существенным.

Теория эволюции Ч. Р. Дарвина

Создание научной теории эволюции принадлежит Чарльзу Роберту Дарвину (1809—1882) — английскому естествоиспытателю. Исторической заслугой Дарвина является не установление самого факта эволюции, а вскрытие основных причин и движу-

щих её сил. Он ввёл термин «естественный отбор». Результатом многолетней работы учёного явились книга «Происхождение видов путём естественного отбора» (1859) и большой труд «Происхождение человека и половой отбор» (1871).

Основные положения эволюционного учения Ч. Р. Дарвина

1. Многообразие видов животных и растительных — результат исторического развития органического мира.
2. Главные движущие силы эволюции — наследственная изменчивость, борьба за существование и естественный отбор.
3. Эволюция органического мира шла по пути усложнения организации живых существ.
4. Результат действия естественного отбора — приспособленность организмов к условиям окружающей среды.
5. Могут наследоваться как благоприятные, так и неблагоприятные изменения. Но особи с неблагоприятными признаками уничтожаются в борьбе за существование.
6. Многообразие пород животных и сортов растений является результатом действия искусственного отбора.
7. Эволюция человека связана с историческим развитием древних человекообразных обезьян.

Эволюционное учение Дарвина можно рассматривать как переворот в области естествознания.

Значение эволюционной теории:

- выявлены закономерности превращения одной органической формы в другую
- объяснены причины целесообразности органических форм
- открыт закон естественного отбора
- выяснена сущность искусственного отбора
- определены движущие силы эволюции

Вид. Структура и критерии вида

Эволюционные процессы протекают прежде всего на уровне популяций, из которых складывается конкретный биологический вид.

Вид — совокупность популяций особей, обладающих наследственным сходством морфофизиологических признаков, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство. Структурной единицей вида является популяция.

Популяция — совокупность особей одного вида, длительно населяющих определённое пространство, свободно скрещивающихся между собой.

Критерии вида

Физиологический	Сходство процессов, протекающих в организмах одного вида; нескрещиваемость разных видов
Морфологический	Сходство признаков внешнего строения у особей одного вида
Биохимический	Сходство химического состава внутриклеточной среды у особей одного вида
Географический	Обитание особей одного вида, как правило, в пределах общего ареала
Экологический	Обитание особей одного вида в определённых сходных экологических условиях
Генетический	Определённый набор хромосом у особей одного вида
Этологический	Присущие только данному виду животных особенности поведения

Исходя из эволюционного учения Дарвина, можно заключить, что основными свойствами живого организма являются **наследственность** и **изменчивость**. Изменчивость позволяет организму приобрести новые признаки, а наследственность сохраняет благоприятные новые признаки в ряду поколений.



Наследственная изменчивость является важным фактором эволюционного процесса.

Борьба за существование

Термин *борьба за существование* введён Дарвином и подразумевает взаимоотношения организмов с абиотическими и биотическими факторами среды.

Формы борьбы за существование

Внутривидовая (возникает между особями одного вида в популяции):

- борьба за территорию
- состязание за добычу
- каннибализм
- борьба за главенство в стае
- борьба за обладание самкой

Межвидовая (возникает между особями разных видов):

- конкуренция между серой и чёрной крысами
- конкуренция за свет между сосной и берёзой
- паразитизм
- симбиоз
- вытеснение пчелы австралийской пчелой европейской

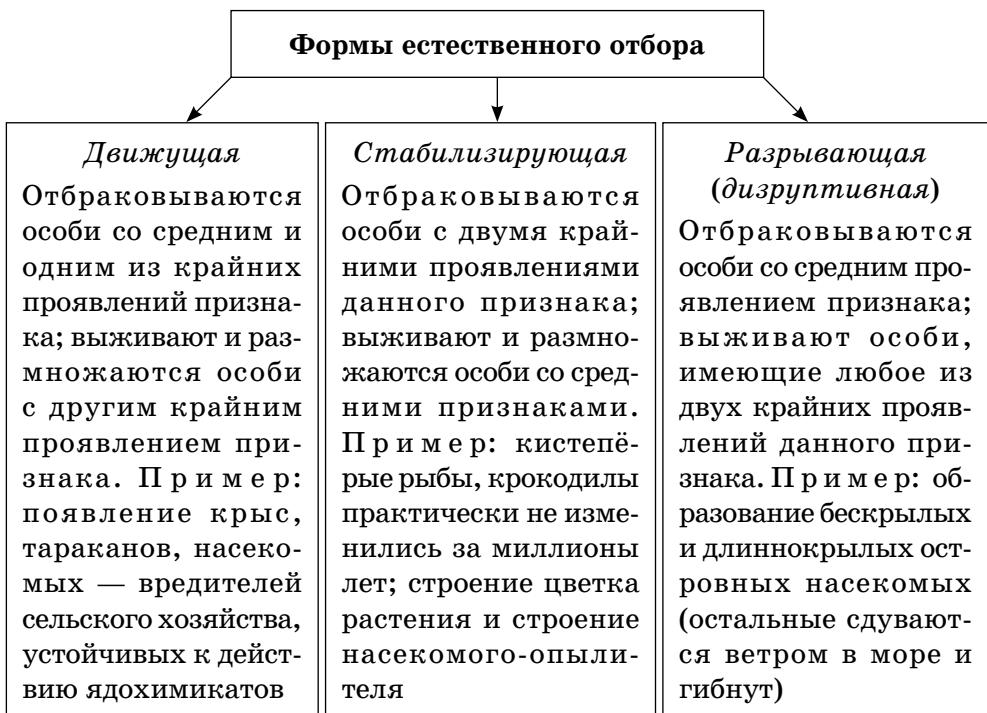
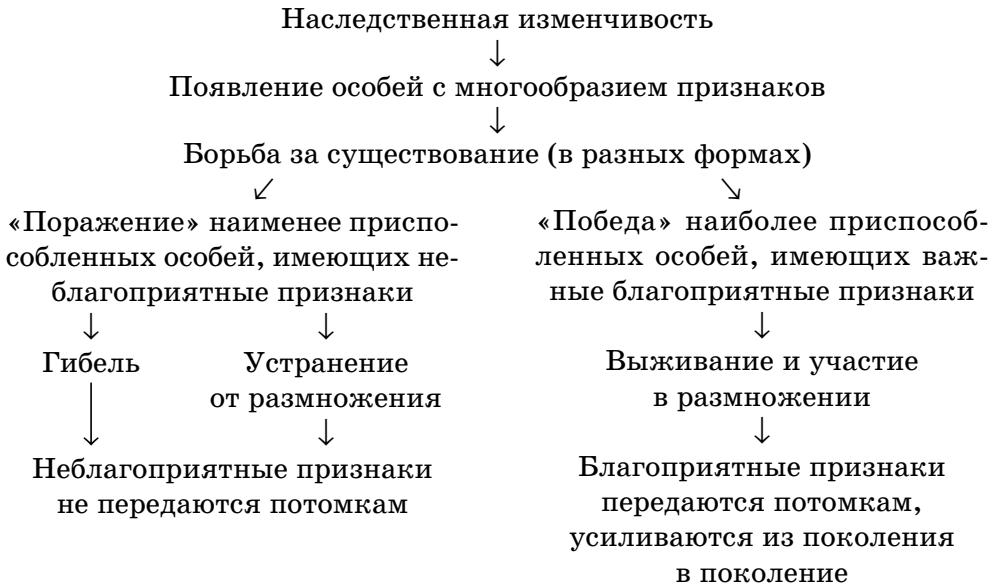
Борьба с неблагоприятными условиями неживой природы (давление, которое испытывает организм со стороны неживой природы):

- сезонная смена меха
- летняя или зимняя спячка у животных
- сезонные перелёты и кочёвки у птиц
- приспособления у растений, произрастающих в пустынях или в условиях тундры

Борьба за существование является предпосылкой естественного отбора.

Естественный отбор

Естественный отбор — процесс, направленный на предпочтительное выживание более приспособленных и уничтожение менее приспособленных организмов. Более приспособленные особи имеют возможность оставить потомство.



Любая форма отбора происходит неслучайно, действует через сохранение и накопление полезных признаков. Отбор идёт тем успешнее для вида, чем больше спектр изменчивости и больше разнообразие генотипов.

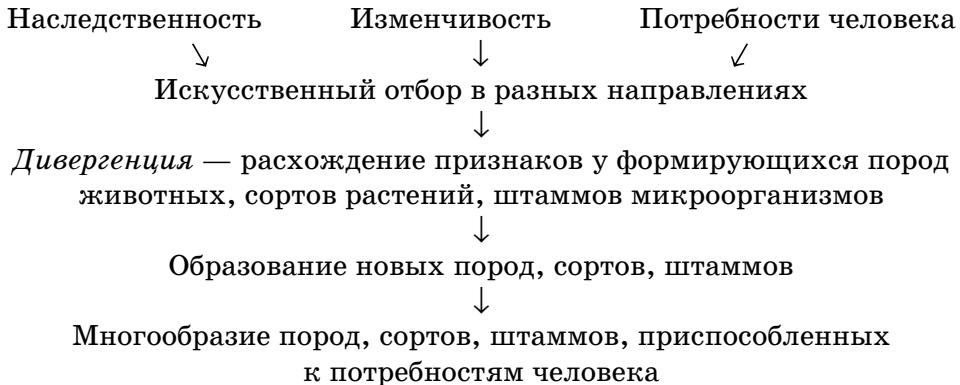
«Волны жизни», сопровождающиеся повышением численности особей в популяции, приводят к обширным и активным миграциям животных. Популяция, принявшая в себя большое количество особей-мигрантов, значительно изменяет свой генофонд. Очевидно, что при этом может быть существенно «скорректирован» ход эволюционного процесса.

Дрейф генов — процесс случайного, ненаправленного изменения состояния генов в популяции. Одной из причин дрейфа генов может явиться значительное повышение численности особей в популяции, что наблюдается при «волнах жизни». Однако причины могут быть и другие: пожары, наводнения, отстрел животных человеком и так далее.

В основу селекционной работы легло учение Дарвина об искусственном отборе.

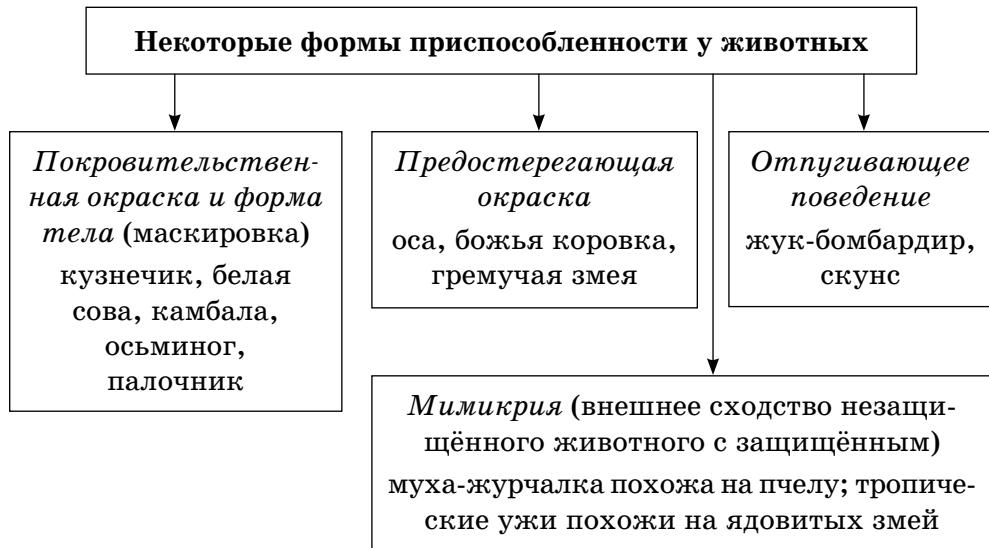


В основе естественного отбора лежит наследственность и наследственная изменчивость.



Дарвин подчёркивал, что искусственный и естественный отборы имеют направленный характер.

Одним из результатов естественного отбора является *адаптация* — приспособленность организма к среде обитания. Все приспособления, сколь совершенными они бы ни были, носят отрицательный характер. Приспособления формируются к конкретным условиям среды, а не ко всем возможным условиям среды.





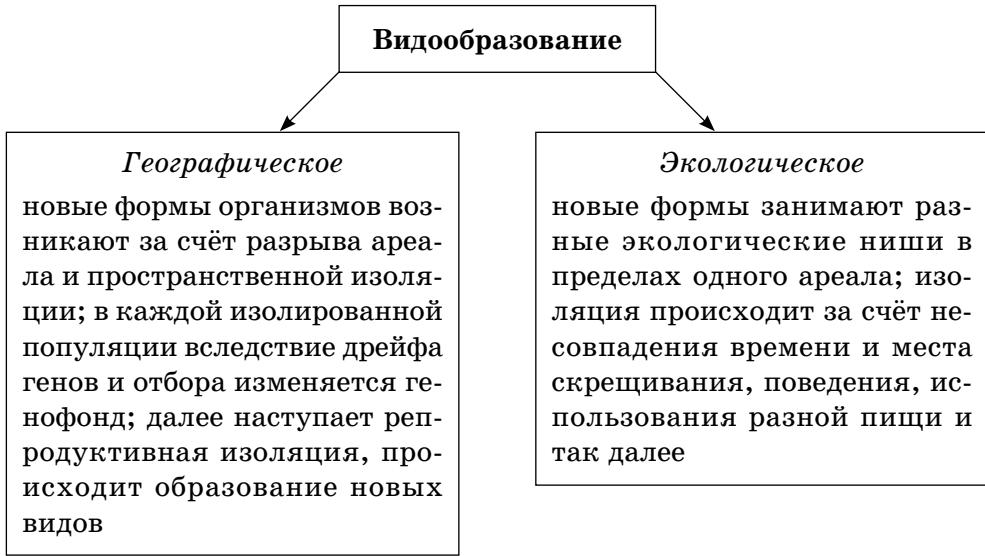
Микроэволюция. Макроэволюция

Микроэволюция — процесс возникновения нового вида. Микроэволюцию также называют **видообразованием**.

Макроэволюция — процесс образования новых семейств, отрядов, классов, типов и других надвидовых систематических единиц.

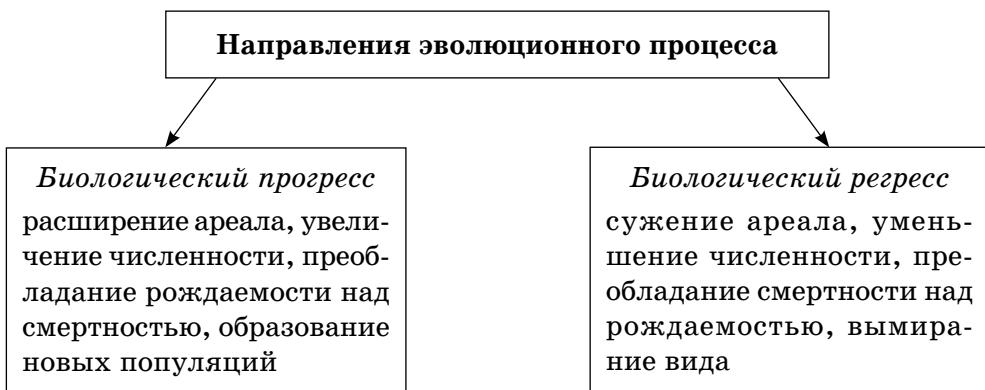
Механизмы микроэволюции и макроэволюции принципиально сходны.

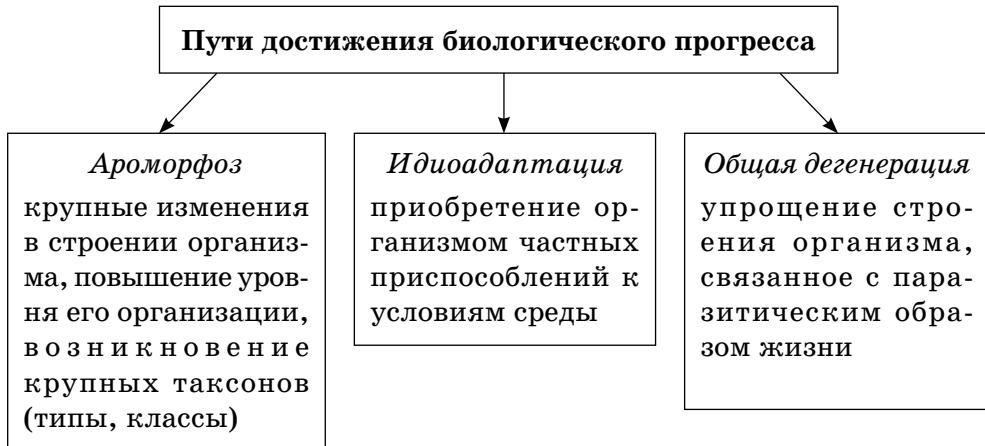
В процессе видообразования ведущая роль принадлежит **дивергенции** (расхождение признаков у родственных форм) или **конвергенции** (появление общих признаков у неродственных форм).



Видообразование осуществляется за счёт движущих и диструктивных форм естественного отбора.

Макроэволюция происходит в исторически огромные промежутки времени и недоступна для непосредственного изучения и наблюдения.





Правила эволюции:

- эволюция необратима
- эволюция прогрессивна и направлена на развитие приспособлений к условиям существования
- каждый ароморфоз сопровождается частными приспособлениями — идиоадаптацией, в особых случаях дегенерацией

Развитие органического мира

По данным науки, жизнь появилась на Земле 2—3 млрд лет назад. Однозначного ответа о зарождении жизни на нашей планете нет. Существует большое количество гипотез о происхождении жизни:

- жизнь на Земле создана Богом
- жизнь на Землю занесена извне (с других планет)
- живое на планете неоднократно самозарождалось из неживого
- жизнь существовала всегда
- жизнь возникла в определённый период развития Земли как следствие биохимической эволюции (гипотеза А. И. Опарина)

Эволюционная гипотеза А. И. Опарина

Земля — атомарное газовое облако



Земля — раскалённое уплотнённое тело
(температура поверхности более 1000 °C)



Охлаждение планеты



Ливневые дожди



Возникновение водоёмов

Условия:

- высокая температура поверхности планеты
- активная вулканическая деятельность
- грозовые электрические разряды
- ультрафиолетовое излучение

Результат их воздействия

Синтез органических веществ из неорганических соединений,
протекающий в водной среде



В водных концентрированных растворах белков,
нуклеиновых кислот и других органических соединений
могут образовываться сгустки — *коацерватные капли*:

- поглощение веществ из внешней среды
- синтез и распад молекул веществ внутри капли
- выделение веществ во внешнюю среду из капли
- распад капли на 2 или несколько (напоминает процесс деления)
- увеличение размеров (напоминает процесс роста)

(Напоминают процессы обмена веществ у живого организма)



Естественный отбор коацерватных капель, направленный
на улучшение процессов саморегуляции



Первые одноклеточные анаэробные гетеротрофные прокариоты

Основные итоги эволюционных изменений — ароморфозов

Коацерватная капля	→ Одноклеточный организм
Прокариотическая клетка	→ Эукариотическая клетка
Гетеротрофное питание	→ Автотрофное питание
Анаэробное дыхание	→ Аэробное дыхание
Бесполое размножение	→ Половой процесс
Одноклеточность	→ Многоклеточность
Отсутствие свободного кислорода в среде	→ Наличие свободного кислорода в водной и надземновоздушной среде

История развития жизни делится на отдельные промежутки — *эры* и *периоды*. Каждый период характеризуется сменой флоры и фауны.

Период (продолжительность, млн лет)	Развитие органического мира
Архейская эра (900 млн лет)	
	Возникновение жизни на Земле; появление первых клеток; незначительные следы жизни
Протерозойская эра (2000 млн лет)	
	Распространение одноклеточных водорослей; широкое распространение простейших беспозвоночных; появление первых представителей хордовых — бесчерепных
Палеозойская эра (790—810 млн лет)	
Кембрийский (80 ± 20 млн лет)	Эволюция водорослей; возникновение многоклеточных форм; расцвет беспозвоночных
Ордовикский (490 млн лет)	Разнообразие водорослей; появление первых позвоночных — бесчелюстных
Силурийский (35 млн лет)	Выход растений на сушу (псилофиты); появление первых наземных животных — скорпионов

Период (продолжительность, млн лет)	Развитие органического мира
Девонский (55 млн лет)	Вымирание псилофитов; возникновение споровых растений, грибов, примитивных голосеменных; появление рыб всех систематических групп; появление первых позвоночных — стегоцефалов
Каменноугольный (65 ± 10 млн лет)	Преобладание споровых растений в лесах; появление хвойных; расцвет земноводных; появление рептилий, насекомых
Пермский (50 ± 10 млн лет)	Вымирание древних папоротников; распространение хвойных; развитие рептилий; возникновение звероподобных ящеров
Мезозойская эра (165 млн лет)	
Триасовый (30—40 млн лет)	Распространение папоротниковых; начало века динозавров; возникновение первых млекопитающих
Юрский (60 млн лет)	Широкое распространение папоротников и голосеменных; появление в океане головоногих, иглокожих; господство пресмыкающихся, в конце периода распространение археоптериксов
Меловой (70 млн лет)	Появление первых покрытосеменных растений, настоящих птиц, низших млекопитающих
Кайнозойская эра (67 млн лет)	
Палеогеновый (41 ± 2 млн лет)	Господство покрытосеменных растений, приближение состава флоры к современному; широкая дивергенция птиц; расцвет насекомых, наличие всех классов беспозвоночных, появление приматов
Неогеновый (23 млн лет)	Сохранение всех групп растений; распространение костистых рыб, приматов
Антропогеновый (1,5—2 млн лет)	Современный облик растительного и животного мира; появление и развитие человека

Происхождение человека

Антропология — наука, изучающая происхождение и эволюцию человека.

Человек как биологический вид занимает определённое систематическое положение в животном мире:

Царство — Животные

Тип — Хордовые

Класс — Млекопитающие

Отряд — Приматы

Семейство — Гоминиды (Человекоподобные)

Род — Человек

Вид — Человек разумный

Доказательства происхождения человека от животных:

- *сравнительно-анатомические*: единый план строения тела человека и животных, наличие у человекаrudиментов и атавизмов

- *физиологические*: сходство процессов, протекающих в организме человека и животных

- *эмбриологические*: сходство этапов зародышевого развития человека и животных

- *палеонтологические*: находки останков древних человекообразных обезьян

- *генетические*: сходство количества хромосом у человека и человекообразных обезьян

- *биохимические*: сходство химического состава внутриклеточной среды у человека и животных

В процессе эволюции у человека и современных человекообразных обезьян был общий предок. Далее их эволюционное развитие пошло по пути дивергенции (расхождение признаков) в связи с приспособлением к конкретным и различным условиям существования.

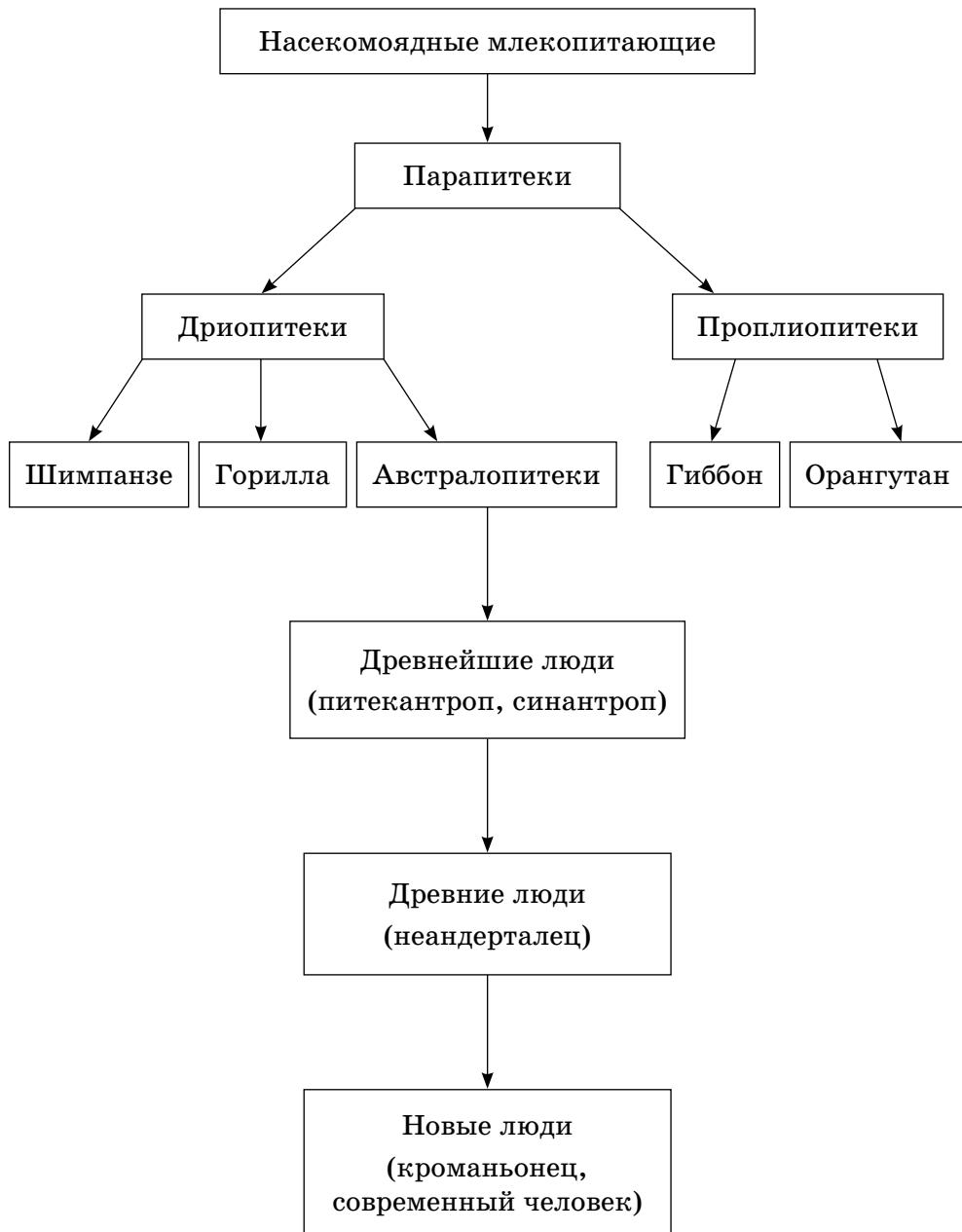
Основными итогами эволюции человека являются:

- возникновение прямохождения
- расширение и укрепление таза
- облегчение челюстного аппарата в связи с уменьшением нагрузки при жевании
- освобождение рук для труда
- противопоставление большого пальца на руке остальным
- изготовление и использование орудий труда
- сплочение членов общества и усложнение их трудовой деятельности
- появление второй сигнальной системы речи
- прогрессивное развитие головного мозга
- возникновение абстрактного мышления
- создание искусственной среды существования, уход от воздействия естественного отбора



На первых этапах эволюции человека преобладающую роль играли биологические факторы, а на последних — социальные.

Родословная человека



Дриопитек (жил 25 млн лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост около 110 см • Древесный образ жизни • Манипулирование предметами • Отсутствие орудий труда
Австралопитек (жил 9 млн лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 150 см • Объём мозга 600 см³ • Прямохождение • Развитые надбровные дуги • Стадный образ жизни • Возможно питание падалью
Питекантроп (жил 1 млн лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 170 см • Объём мозга 1100 см³ • Постоянное прямохождение • Формирование речи • Овладение огнём
Синантроп (жил 1—2 млн лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 150 см • Прямохождение • Примитивные орудия труда • Использование огня • Общественный образ жизни • Каннибализм
Неандерталец (жил 200—500 тыс. лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 165—170 см • Объём мозга 1200—1400 см³ • Низкий скошенный лоб • Развитые надбровные дуги • Жизнь группами по 50—100 особей • Использование огня • Разнообразие орудий труда • Захоронение умерших • Развитие речи • Первые религиозные представления • Охота • Каннибализм
Кроманьонец (жил 30—40 тыс. лет назад)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 180 см • Объём мозга 1600 см³ • Отсутствие надбровных дуг

	<ul style="list-style-type: none"> • Жизнь в родовой общине • Строение поселений • Зачатки религии • Членораздельная речь • Ношение одежды из шкур • Передача опыта потомкам • Возникновение искусства • Начало развития сельского хозяйства
Современный человек (по настоящее время)	<ul style="list-style-type: none"> • Рост 160—190 см • Объём мозга 1600 см³ • Наличие рас • Сложные орудия труда • Высокие достижения цивилизации

Человеческие расы

Расы — большие группы людей, отличающиеся некоторыми физическими признаками.

• *Европеоидная* — коренное население Европы, Южной Азии и Северной Африки:

- узкое лицо
- сильно выступающий нос
- мягкие волосы
- светлый или смуглый цвет кожи
- складка верхнего века развита слабо
- губы обычно тонкие
- сильно растущие борода и усы

• *Монголоидная* — коренное население Центральной и Восточной Азии, Индонезии, Сибири:

- уплощённое, широкое лицо
- уплощённый нос
- жёсткие прямые тёмные волосы

- смуглая, с желтоватым оттенком кожа
- узкие раскосые глаза
- верхнее веко закрыто кожной складкой
- сильно выступающие скулы
- слабо растущие борода и усы

• *Негроидная* — коренное население Центральной и Южной Африки, Австралии:

- узкое и низкое лицо
- широкий нос
- курчавые чёрные волосы
- тёмная кожа
- широко открытые глаза карего цвета
- складка верхнего века развита слабо
- толстые губы
- слабо растущие борода и усы

По своим умственным способностям все расы одинаковы. Реально существующие различия в уровне культуры связаны не с биологическими особенностями людей разных рас, а с социальными условиями развития общества.

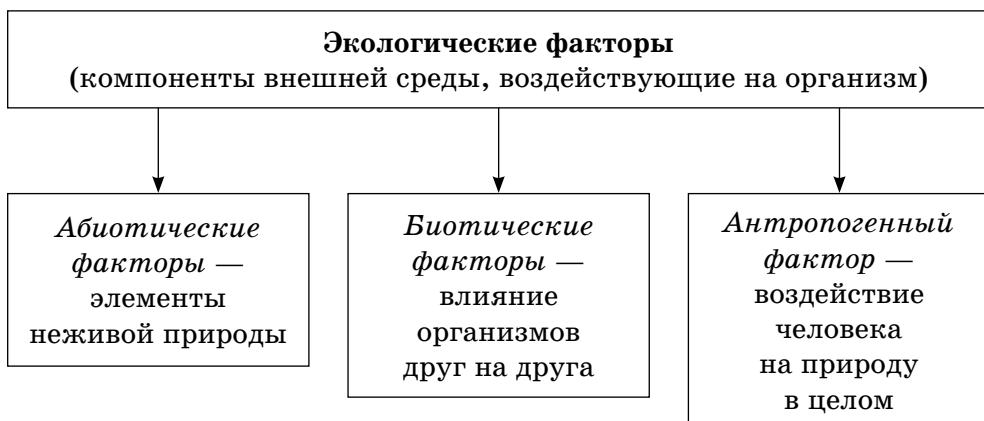
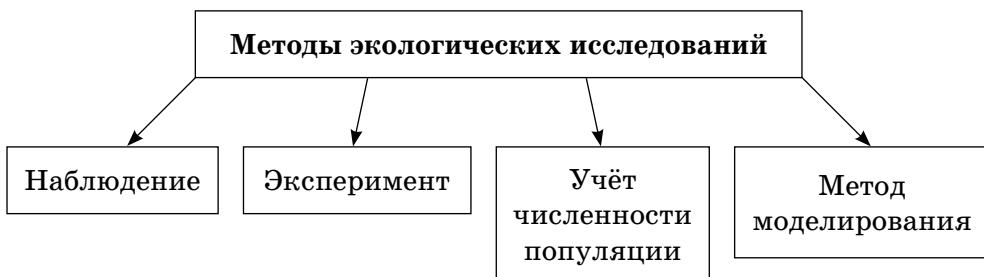
Основы экологии

Экология — комплексная наука о всех взаимоотношениях организмов с условиями окружающей их среды и между собой, то есть наука обо всех условиях жизни организмов. Термин **экология** был предложен в 1866 г. немецким биологом Э. Геккелем.

Экология изучает **экосистемы** — совокупности живых организмов (животных, растений, грибов, бактерий) и среды их обитания.

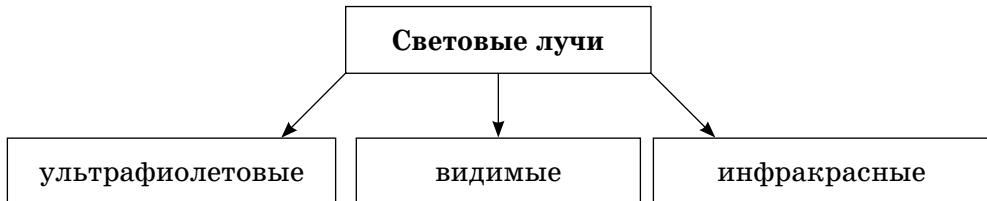
Задачи современной экологии:

- изучение взаимоотношений организмов, популяций, видов между собой
- искусственная регуляция численности видов — вредителей сельского хозяйства
- изучение закономерностей действия факторов неживой природы на организм
- создание эффективной агротехники выращивания сельскохозяйственных культур
- изучение проявлений борьбы за существование в популяциях
- решение проблемы охраны природы



Абиотические факторы

Климат является главным фактором внешней среды. Основные компоненты климата — свет, температура, влажность.



Воздействие **света** на организмы:

- наступление периода размножения у птиц
- суточные и сезонные ритмы у растений и животных
- подготовка к перелётам у птиц
- наступление стадии покоя у насекомых
- начало цветения у растений
- изменение интенсивности процесса фотосинтеза

Реакция живых организмов на длину светового дня называется **фотопериодизмом**.

Влияние **температурного** фактора:

- ускорение или замедление темпов эмбрионального развития у рыб, земноводных, пресмыкающихся
- увеличение или уменьшение двигательной активности
- наступление периода летней или зимней спячки
- изменение интенсивности питания
- активизация или ослабление процесса дыхания
- наступление периода размножения
- начало сокодвижения у растений
- увеличение или уменьшение скорости прорастания семян

Влияние влажности среды → роль этого фактора в жизни растений, животных, грибов, микроорганизмов связана с тем, что вода:

- входит в состав различных клеточных структур
- принимает участие в транспортировке веществ
- обеспечивает терморегуляцию
- образует внутриклеточную среду

Биотические факторы

Биотические факторы проявляются во взаимоотношениях организмов при совместном обитании и имеют разнообразный характер:

- *взаимополезные* — симбиоз (лишайники; рак-отшельник и актиния)
- *полезно-нейтральные* — комменсализм (гиены и львы)
- *полезно-вредные* — паразитизм и хищничество (гриб трутовик; бычий цепень и человек, рысь и заяц)
- *взаимовредные* — внутривидовая и межвидовая конкуренция (серая и чёрная крысы, тигр и волк, самцы лося в период осеннего гона)
- *нейтрализм* — виды не влияют друг на друга (окунь и крот); истинный нейтрализм в природе встречается редко

Антропогенный фактор

В настоящее время антропогенный фактор — это важнейшая сила, преобразующая природную среду, населённую различными видами живых организмов:

- прямое истребление биологических видов
- сбрасывание в водную среду отходов промышленного производства
- добыча нефти в океане, её переработка и транспортировка
- избыточное удобрение полей
- непродуманная борьба с вредителями сельского хозяйства

- ввоз животных и растений на новые для них материки и острова
- истребление лесов
- распашка земель
- осушение болот

Антропогенный фактор может отрицательно влиять не только на окружающую среду, но и на здоровье самого человека.

На организм всегда действует комплекс факторов окружающей среды. Наиболее благоприятная для организма интенсивность экологического фактора называется *оптимальной* (или *оптимумом*). Отклонение от оптимального действия фактора приводит к угнетению жизнедеятельности организма. Граница, за пределами которой невозможно существование организма, называется *пределом выносливости*.

Фактор среды, выходящий за пределы выносливости организма, называется *ограничивающим*. Он имеет верхний и нижний пределы. Чем шире предел выносливости, тем пластичнее организм.

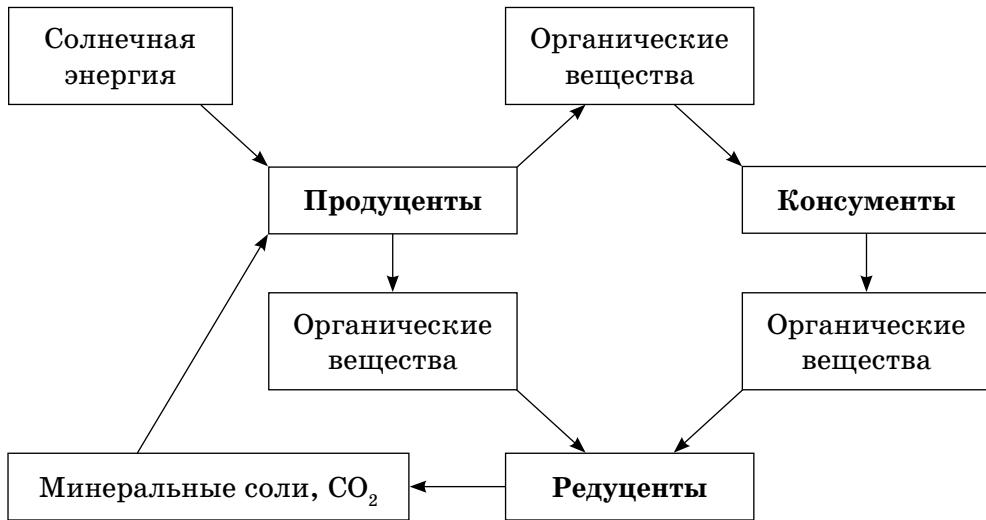
Различные экологические факторы взаимодействуют между собой. Изменение интенсивности одного фактора может снизить предел выносливости к другому фактору или, наоборот, увеличить его. Например, оптимальная температура повышает выносливость к недостатку влаги и пищи.

Совокупность факторов среды (абиотических и биотических), необходимых для существования вида, называется *экологической нишей*, которая характеризует образ жизни организма, условия его обитания и питания.

Биоценоз и биогеоценоз

Система связанных друг с другом видов растений, грибов, микроорганизмов, животных, обитающих на определённой территории при однородных условиях существования, называется *биоценозом*.

Важным связующим звеном между организмами конкретного биоценоза является передача вещества и энергии в процессе питания. Основные связи в биоценозе — *пищевые (трофические)*.



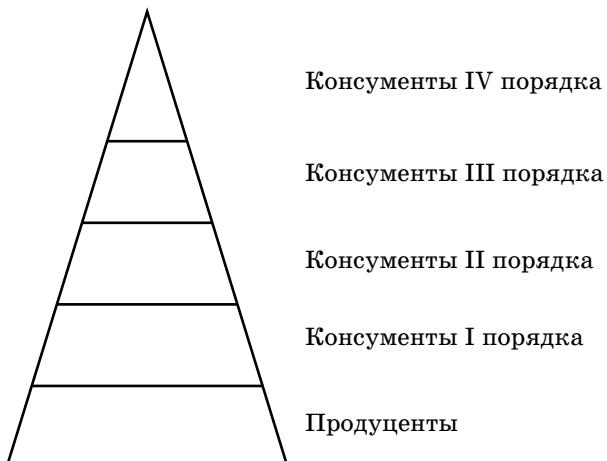
Продуценты — зелёные растения-автотрофы, производящие органические вещества, способные аккумулировать солнечную энергию.

Консументы — животные-гетеротрофы, потребляющие готовые органические вещества.

Редуценты — гетеротрофные микроорганизмы, грибы, разрушающие и минерализирующие органические остатки. Редуценты завершают круговорот веществ, образуя неорганические вещества для вступления в новый цикл.

Таким образом, в процессе жизнедеятельности организмов происходит постоянный круговорот энергии и веществ в природе, причём каждый вид использует лишь часть содержащейся в органических веществах энергии. В результате возникают определённые цепи питания. Каждое предыдущее звено является пи-

щей для следующего. Масса каждого последующего звена в пищевых цепях биоценоза меньше массы предыдущего. Эта закономерность называется *правилом экологической пирамиды*.



Как правило, общая масса продуцентов (растений) в много раз больше общей массы обитающих на данной территории консументов.

Ни один из биоценозов не существует изолированно от влияющих на него абиотических факторов.

$$\text{Биоценоз} + \begin{matrix} \text{влияющие на него} \\ \text{абиотические факторы} \end{matrix} \Rightarrow \text{биогеоценоз}$$

Всякий биогеоценоз находится в постоянном развитии, изменении. Это изменение может быть более быстрым или более медленным, но оно осуществляется всегда. В некоторых случаях наблюдается резкое возрастание численности особей в популяциях, называемое «волнами жизни». Человеку необходимо знание факторов, влияющих на численность особей, чтобы предвидеть эти изменения.

Изменение экологических факторов



Нарушение круговорота веществ в биогеоценозе,
изменение видового состава



Смена одного биогеоценоза другим

Свойства и типы биоценозов

Природные биоценозы очень сложны. Они характеризуются, прежде всего, видовым разнообразием и плотностью популяции.

Видовое разнообразие — число видов живых организмов, образующих биоценоз и определяющих различные пищевые уровни в нём.

Биомасса — общее количество органического вещества и заключённой в нём энергии всех особей данной популяции или всего биоценоза, приходящееся на единицу площади.

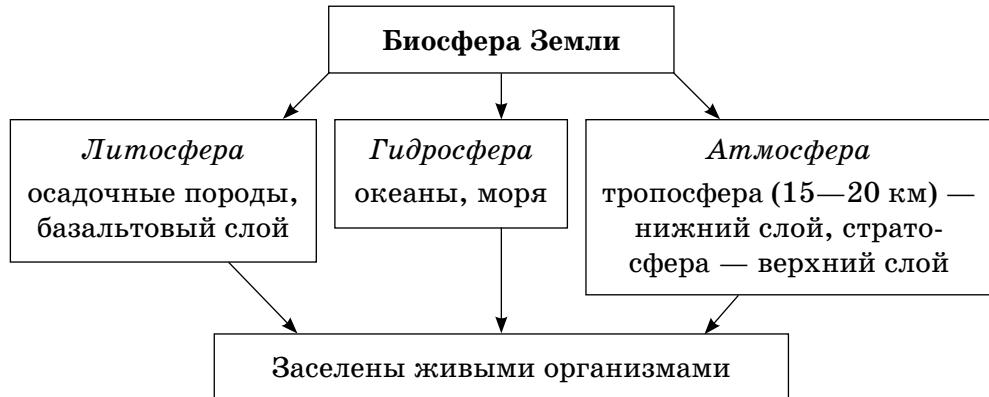
Биологическая продуктивность — скорость образования биомассы в единицу времени.

Все экосистемы эволюционируют во времени. Последовательная смена экосистем называется *экологической сукцессией*.

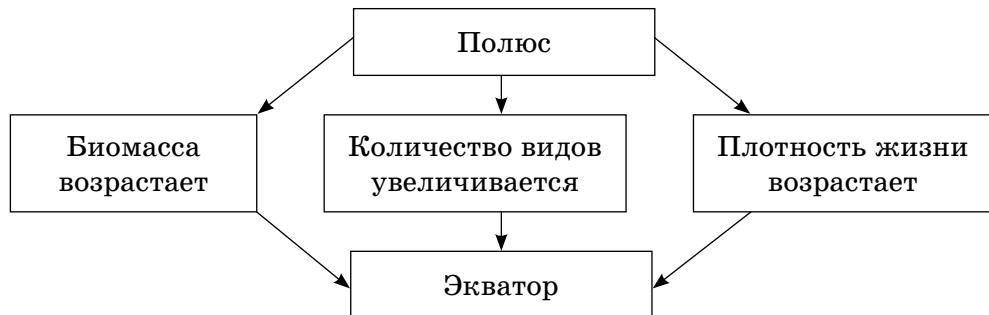
Агроценоз — искусственно созданные и поддерживаемые человеком экосистемы (поля, парки, сады, огороды и так далее).

Биосфера

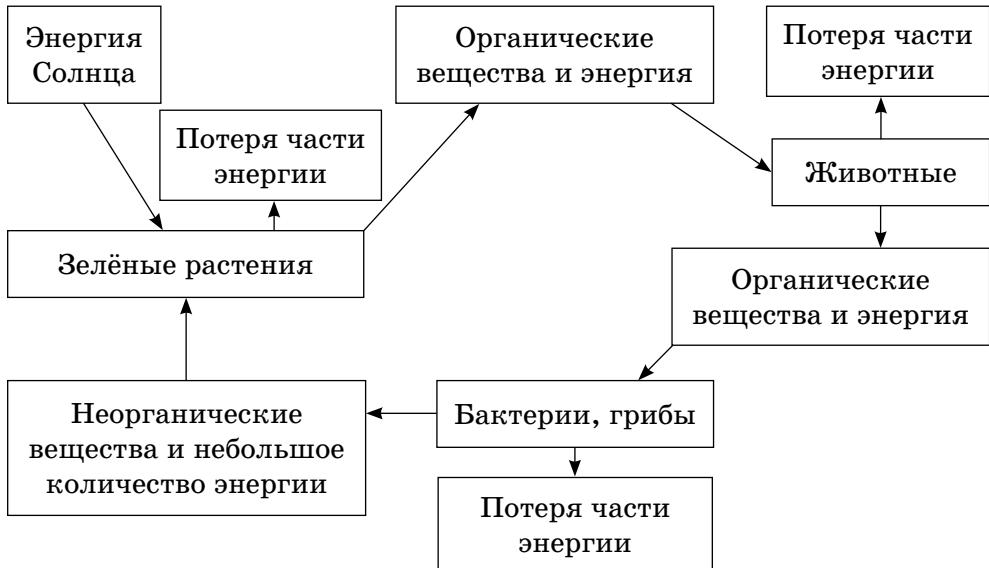
Биосфера — часть оболочки Земли, населённая живыми организмами. Учение о биосфере разработал русский академик В. И. Вернадский (1863—1945).



Биомасса Земли — вся совокупность живых организмов планеты. Она равна $2423 \cdot 10^9$ т сухой массы, из которой 97 % приходится на растения, а 3 % — на животных и микроорганизмы. Вся биомасса представляет собой живое вещество, обладающее способностью расти, размножаться, расселяться по планете. Размножение определяет плотность жизни. Она неодинакова в различных средах и на поверхности Земли. Основная биомасса сосредоточена на континентах — 99,8 %.



Все живые организмы находятся во взаимосвязи с неживой природой и включаются в непрерывный круговорот веществ и энергии. Необходимые для жизни химические элементы переходят из внешней среды в организмы. При разложении органических веществ эти элементы вновь возвращаются в окружающую среду.



Биосфера представляет собой большую систему, состоящую из разнородных компонентов, связанных между собой процессами преобразования энергии и вещества. Миграция веществ замкнута в циклы, компонентами которых являются тела живой и неживой природы. Цикличность процессов обеспечивает непрерывное существование биосферы.

Человек — элемент биосферы. Все природные ресурсы планеты обусловливают возможность жизни человека и служат основой его материального производства. Рост населения, развитие науки и техники привели к тому, что деятельность человека стала фактором развития биосферы.

Ноосфера — биосфера, преобразованная трудом человека и изменённая научной мыслью.

Охрана природы — совокупность мероприятий, направленных на поддержание природы планеты в состоянии, соответствующем эволюционному уровню биосферы, её живого вещества, а также человека.