

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
ОБ ЭВОЛЮЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ.**

УЧЕНИЕ О МИКРОЭВОЛЮЦИИ.

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ
ФАКТОРОВ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ
ПОПУЛЯЦИЯХ.

Врачи должны иметь представление об основных закономерностях эволюционного процесса.

Во-первых, потому, что человек, как вид, принадлежит к царству животных и поэтому его структуры и функции органов и систем являются результатом длительного исторического развития предшествующих форм. Врачи должны уметь объяснять возникновение у человека многих пороков развития.

Во-вторых, эволюция человека как вида продолжается и сегодня. *Человек никогда не освободится от власти законов эволюции.* Поэтому очень важно предвидеть направления эволюционных изменений человека и учитывать их в практической деятельности.

Термин **«эволюция»** в переводе на русский означает «развертывание». В биологии впервые был предложен швейцарским натуралистом Шарлем Бонне в 1762 году.

Биологическая эволюция - необратимый и закономерный процесс исторического развития живой природы. Эволюция в природе ведет к:

- **возникновению видов;**
 - **исчезновению видов;**
 - **адаптации видов;**
 - **преобразованию биогеоценозов;**
 - **изменению биосферы в целом.**
-

Эволюция – постоянный процесс достижения соответствия между биологическими системами и изменяющимися условиями внешней среды.

Наука, изучающая закономерности эволюции, называется **эволюционным учением** или **эволюционной биологией**.

Эволюционное учение имеет свою историю развития, которую можно разделить на 2 этапа: додарвиновский (до 1859 г.) и последарвиновский (после 1859 г.)

В 1859 году вышла в свет книга Ч. Дарвина «Происхождение видов», в которой он впервые излагает научно обоснованную теорию эволюции.

Последарвиновский этап развития эволюции можно разделить на 3 периода:

I – 1859-1900 гг. – период утверждения идей дарвинизма;

II – 1900 г.–начало 20-х годов – кризис дарвинизма;

III – конец 20-х годов – настоящее время – слияние дарвинизма и генетики и формирование синтетической теории эволюции.

Синтетическая теория эволюции – это объяснение и дальнейшее развитие положений дарвинизма на основе данных, полученных генетикой, популяционной экологией, биогеографией, систематикой, эволюционной морфологией с помощью методов математического моделирования и постановки экспериментов.

Начало слиянию генетики и дарвинизма положил русский генетик С.С. Четвериков в 1924 году в своей работе «**О некоторых моментах эволюционного учения с точки зрения современной генетики**».

В создании синтетической теории эволюции приняли участие около 50 ученых с мировыми именами: Н.И. Вавилов, И.И. Шмальгаузен, А.Н. Северцов, Н.П. Дубинин, Д.К. Беляев, К.М. Завадский, А.С. Серебровский, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Р. Фишер, Э. Майр, С. Райт, Т. Добжанский и др.

Дж. Хаксли в 1942 г. издает книгу – «Эволюция: современный синтез», что послужило названием современного учения об эволюции – *синтетическая*. В основном синтетическая теория эволюции сформировалась в 40-х годах, однако продолжает развиваться и по сей день.

В эволюционном учении выделяют 2 части:

- **учение о микроэволюции;**
- **учение о макроэволюции.**

***Макроэволюция* – изучает закономерности эволюции надвидовых таксонов, протекающие на больших территориях и на протяжении больших отрезков времени.**

Микроэволюция – изучает эволюционные события, протекающие внутри вида.

Основные законы макроэволюции были изучены еще во времена Ч. Дарвина.

Микроэволюция – наиболее развивающаяся в настоящее время часть эволюционного учения.

МИКРОЭВОЛЮЦИЯ -

включает описание

- **элементарной эволюционной единицы (ЭЭЕ),**
- **элементарного эволюционного явления (ЭЭЯ),**
- **элементарного эволюционного материала (ЭЭМ),**
- **элементарных эволюционных факторов (ЭЭФ).**

Элементарная эволюционная единица – это популяция.

Популяция – совокупность особей одного вида, длительное время населяющих определенную территорию, свободно скрещивающихся и относительно изолированных от других особей данного вида.

Популяция - форма существования вида, выступает как целостная единица с точки зрения морфологии, экологии и генетики.

Морфологическая характеристика:

популяции одного вида отличаются друг от друга по морфологическим признакам.

Экологическая характеристика:

популяции разных видов отличаются ареалом, численностью, половым и возрастным составом.

Генетическая характеристика:

все природные популяции представляют собой гетерогенную смесь генотипов: AA, Aa, aa.

Соотношение этих генотипов соответствует закону Харди-Вайнберга:

$$\underline{p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1.}$$

Элементарное эволюционное явление

Действие факторов внешней среды на популяцию будет изменять соотношение генотипов.

Длительное изменение популяционного генофонда - элементарное эволюционное явление.

Элементарное эволюционное явление еще не является эволюционным процессом, но без него эволюция не протекает.

Элементарный эволюционный материал

Сегодня в качестве элементарного эволюционного материала признаются мутации. Это "кирпичики", из которых строится эволюционный процесс. Чтобы выступать в качестве элементарного эволюционного материала, мутации должны отвечать следующим требованиям:

- ***с достаточной частотой постоянно возникать в популяциях;***
- ***затрагивать все свойства и признаки;***
- ***в разных концентрациях встречаться в природных популяциях.***

Для возникновения элементарного эволюционного явления, необходимо, чтобы на элементарный эволюционный материал подействовали элементарные эволюционные факторы.

Элементарные эволюционные факторы:

- *мутационный процесс,*
 - *популяционные волны,*
 - *изоляция,*
 - *естественный отбор,*
 - *дрейф генов.*
-

Мутационный процесс -

ведет к изменению частоты встречаемости генов одной аллельной пары. Мутационный процесс как элементарный эволюционный фактор характеризуется:

- ***неопределенностью действия,***
 - ***ненаправленностью действия,***
 - ***выступает в роли поставщика элементарного эволюционного материала.***
-

Популяционные волны -

колебания численности особей в популяциях.

Выделяют периодические популяционные волны (сезонные - изменение численности насекомых в зимнее время) и непериодические - зависят от действия каких-либо факторов (стихийные бедствия, вспышки численности в новых районах).

Механизм действия популяционных волн характеризуется: **неопределенностью, ненаправленностью, являются поставщиками элементарного эволюционного материала.**

Изоляция -

возникновение любых барьеров, нарушающих панмиксию.

Изоляция бывает **пространственной** и **биологической**.

При **пространственной изоляции** барьеры находятся вне популяции: горы, водные преграды и т.п.

Биологическая изоляция обеспечивается двумя группами механизмов:

- устраняющие скрещивание (разное поведение, разные сроки брачного периода, разная экология и т.п., особенности строения половых органов);
- скрещивание происходит, но потомство отсутствует или оно бесплодно (гибель зигот).

Изоляция как элементарный эволюционный фактор характеризуется

- ***неопределенностью,***
 - ***ненаправленностью,***
 - ***но изоляция не является поставщиком эволюционного материала, а лишь усиливает и закрепляет первоначально возникшие стадии генотипической дифференцировки.***
-

Естественный отбор -

единственный элементарный эволюционный фактор, обладающий направленностью действия.

Ч. Дарвин определял **естественный отбор** как **переживание наиболее приспособленных особей.**

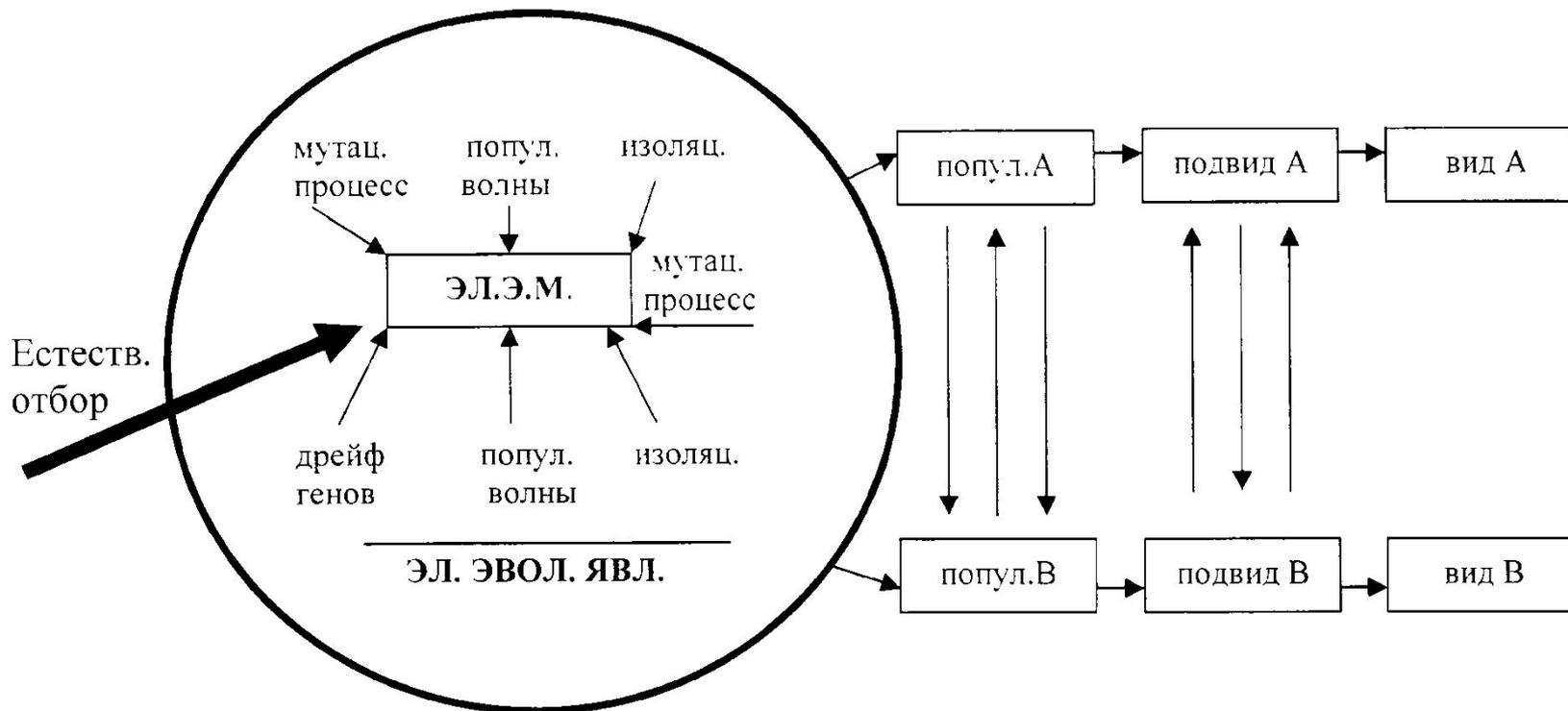
С точки зрения синтетической теории эволюции **естественный отбор** - **избирательное воспроизведение разных генотипов.**

Естественный отбор подразделяется на

- *движущий,*
 - *стабилизирующий,*
 - *дизруптивный.*
-

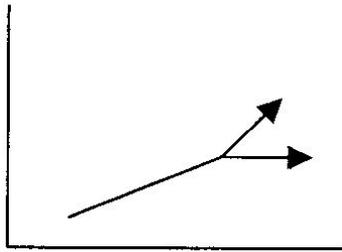
Дрейф генов (генетико-автоматические процессы) – случайное, не обусловленное действием естественного отбора изменение частот встречаемости генов в генофонде популяции.

Схема микроэволюционного процесса

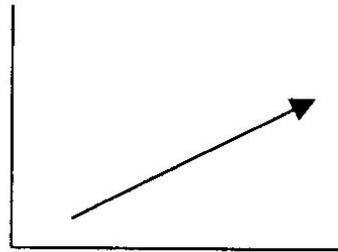


Образование двух новых видов - превращение популяций из генетически открытых систем в закрытые.

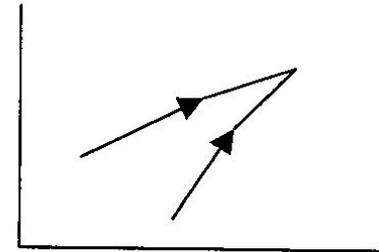
Различают три способа видообразования



дивергентное



филетическое



конвергентное

Кроме того, видообразование бывает **аллопатрическим** (новый вид возникает на периферии ареала старого вида) и **симпатрическим** - новый вид возникает в пределах ареала исходного вида.

**Особенности действия элементарных
эволюционных факторов
в человеческих популяциях**

Популяция людей - группа людей, занимающих общую территорию и свободно вступающих в брак.

Популяция численностью

1500 - 4000 человек - *дем*,

менее 1500 человек - *изолят*.

Особенности мутационного процесса

В последнее время давление мутационного процесса на генофонд человеческих популяций усиливается, что связано с загрязнением окружающей среды мутагенными факторами (химические, ионизирующая радиация, аварии на АЭС). Увеличение частоты мутаций ведет к увеличению частоты наследственных заболеваний.

Особенности действия изоляции

На ранних этапах становления человека в человеческих популяциях в качестве изолирующих барьеров выступали географические барьеры (горы, моря и океаны).

В настоящее время в качестве изолирующих барьеров выступают **социальные факторы**: культура, религия, экономический уклад, национальные обычаи и т.п. Очень стойкие.

Действие изоляции привело к морфологическим различиям популяций.

Примеры:

Бушмены - африканские племена, отличаются своеобразным строением ушной раковины.

Коряки - народность на Камчатке, отличаются широким углом нижней челюсти.

Айны - народность на острове Хоккайдо (Япония) характеризуются сильным развитием бороды.



Особенности популяционных волн

Основная тенденция - это увеличение численности населения Земли:

Неолит - 6,5-8,5 тысяч лет назад - 5 млн человек,
Начало новой эры - 200 млн человек,
1989 год - 5,1 млрд. человек,
2000 год - 6 млрд. человек.

Вместе с тем, в истории развития любой популяции имели место как резкие подъемы, так и спады численности - популяционные волны. Чаще всего причинами резкого сокращения численности являлись войны и эпидемии особо опасных инфекций (чума).

Особенности действия естественного отбора

В человеческих популяциях действует стабилизирующая форма естественного отбора, направленная на сохранение генофонда популяций.

Стабилизирующий отбор может быть как ***положительным, так и отрицательным.***

Положительный - направленный на сохранение особей, отрицательный - направленный на устранение из популяции особей с нежелательным генотипом.

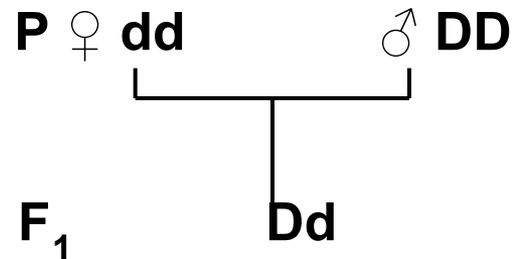
Отрицательный отбор в свою очередь может быть направлен против гетерозигот и против гомозигот.

Примером отрицательного отбора, направленного против гетерозигот, может служить наследование Rh-фактора. Rh-фактор контролируется тремя тесно сцепленными генами, поэтому их можно условно принять за одного.

D - ген, определяющий Rh-фактор

d - ген, не определяющий Rh-фактор

Среди европейцев Rh-фактор имеют 85%. Они называются резус-положительными.



В семье, где мать Rhотрицательна, а отец Rh-положительный, ребенок будет Rh-положительным.

При нарушении целостности плаценты эритроциты плода попадают в кровь матери и начинают вырабатываться антитела против чужеродного белка. Однако первая беременность, как правило, заканчивается рождением здорового ребенка.

При повторной беременности антитела проникают через плаценту в организм плода и развивается гемолитическая болезнь новорожденного, которая без оказания помощи ведет к гибели ребенка. Таким образом, из популяции устраняется гетерозиготный организм.

Примером отрицательного отбора, направленного против гомозигот, служит наследование серповидноклеточной анемии. Индивидуумы с генотипом $\acute{S}\acute{S}$ умирают в раннем детском возрасте. Следовательно, из популяции удаляются сразу 2 патологических гена.

Однако в популяции, наряду с отрицательным отбором, направленным против гомозигот, действует положительный отбор, направленный на сохранение гетерозигот $\acute{S}s$. Гетерозиготы $\acute{S}s$ в 14 раз реже болеют малярией, поэтому естественный отбор сохранит такие особи.

Положительный отбор, направленный против отрицательного отбора, называется *контротбор*.

$+ \acute{S}s \rightarrow - \acute{S}\acute{S}$

Генофонд любой популяции - результат длительных и сложных взаимодействий элементарных эволюционных факторов (мутационного процесса, дрейфа генов, популяционных волн, изоляции, естественного отбора). В связи с этим все природные популяции генетически полиморфны.

Генетический полиморфизм - наличие в популяции нескольких генетических форм в состоянии длительного равновесия.

**Генетический полиморфизм бывает *адаптационным* и *балансированным*.
Адаптационный (приспособительный)
полиморфизм.**

Пример: у виноградной улитки часть особей популяции имеет белый вход в раковину на песчаных почвах, а другая часть - красный цвет, они обитают на глинистой почве.

У двухточечной божьей коровки есть красные и черные особи. Красные хорошо переносят зиму, а черные - хорошо размножаются летом.

Балансированный – гетерозиготный полиморфизм - отбор благоприятствует сохранению гетерозиготных особей.

Имеет большой биологический смысл - обеспечивает выживаемость особей в изменяющихся условиях окружающей среды, создает резерв наследственной изменчивости.

В медицине наблюдаются следующие проявления генетического полиморфизма:

- **неравномерное распределение заболеваний на планете;**
 - **различная тяжесть течения заболеваний;**
 - **неодинаковая предрасположенность к наследственным заболеваниям.**
-

Эволюционная гибкость популяций

Приспособленность любой реальной популяции всегда хуже приспособленности идеальной популяции, которая состояла бы только из нужных в данный момент генотипов.

Разность между приспособленностью идеальной и реальной популяций называется **генетическим грузом**.

Генетический груз различают **мутационный** (обусловлен мутациями в данном поколении) и **сегрегационный** (обусловлен мутациями, которые передались от предков).

**Для человеческих популяций также характерен
генетический груз.**

**Он эквивалентен числу рецессивных генов,
которые в гомозиготном состоянии ведут к
гибели индивидуума до наступления
репродуктивного периода. У отдельных людей
число таких генов колеблется от 3 до 8.**

Для человеческих популяций также характерен генетический груз. Он эквивалентен числу рецессивных генов, которые в гомозиготном состоянии ведут к гибели индивидуума до наступления репродуктивного периода. У отдельных людей число таких генов колеблется от 3 до 8.

Генетический груз у человека

Наличие генетического груза ведет к тому, что в каждом поколении 50% зигот не дают потомства:

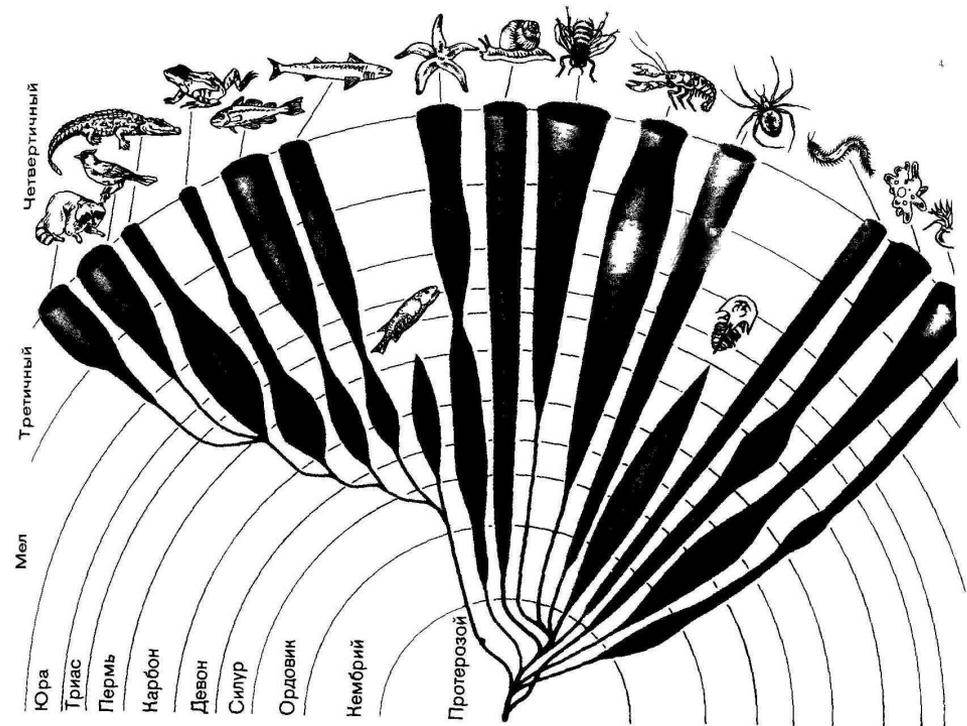
- **гибнут до рождения - 15%**
- **гибнут при рождении - 3%**
- **гибнут сразу после рождения - 2%**
- **не достигают половой зрелости - 3%**
- **не вступают в брак - 20%**
- **бездетны - 10%**

Генетический груз в человеческих популяциях не имеет того биологического смысла, как в природных популяциях животных, однако перешел к человеку по наследству.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАКРОЭВОЛЮЦИИ

Понятием **макроэволюция** обозначают происхождение надвидовых таксонов (рода, семейства, отряда, класса, типа).

В самом широком смысле макроэволюцией можно назвать развитие жизни на Земле в целом.



Единого стройного макроэволюционного учения, аналогичного учению о микроэволюции, пока нет.

Сформулированные закономерности являются эмпирическими обобщениями, отражающими отдельные грани этого грандиозного процесса.

Эти закономерности касаются:

- **эволюции групп организмов;**
 - **эволюции онтогенеза;**
 - **эволюции органов и функций;**
 - **эволюционного прогресса.**
-

I. Эволюция групп организмов.

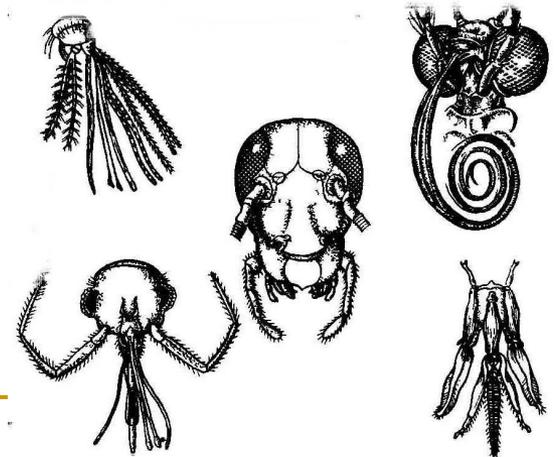
Направления эволюции:

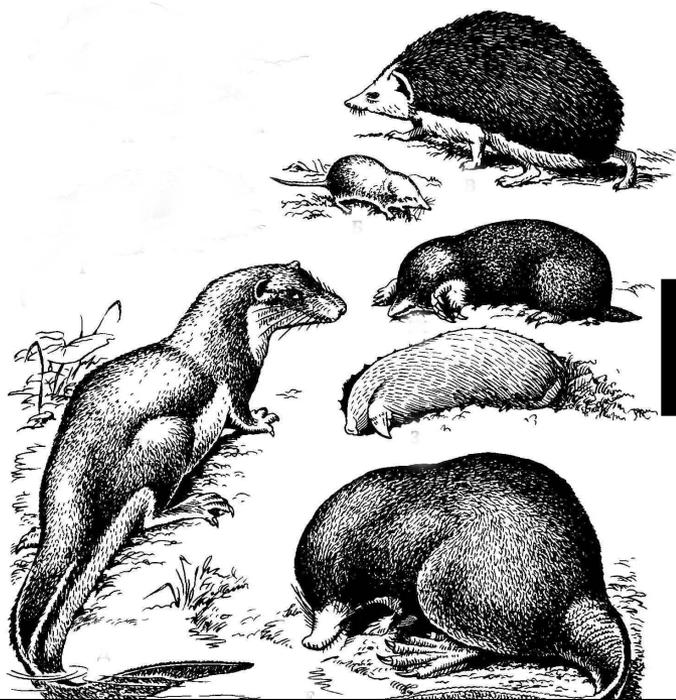
- *аллогенез;*
- *арогенез.*

Аллогенез – развитие группы в пределах одной адаптивной зоны и приобретение частных приспособлений – идиоадаптаций.

Адаптивная зона – совокупность экологических ниш, сходных по общему направлению действия основных средовых факторов на данную группу организмов и различающихся лишь в деталях.

Идиоадаптации роторных органов у насекомых к питанию





Крот
Златокрот
Т

Выдровая землеройка
Выхухоль

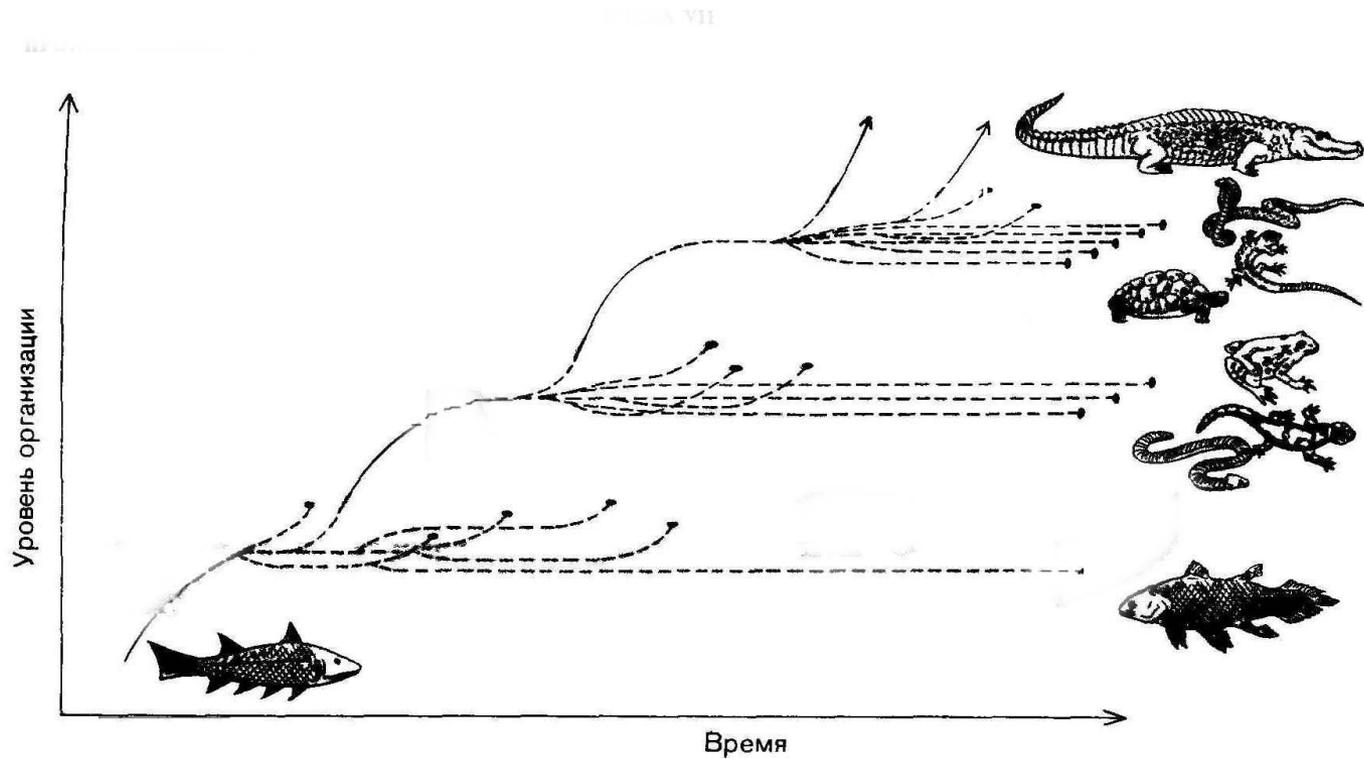
**АЛЛОГЕНЕЗ В ОТРЯДЕ
НАСЕКОМОЯДНЫХ**

Пример. Приобретение морфофизиологических приспособлений к разнообразным условиям обитания в отряде насекомоядных млекопитающих: наземные формы – землеройка и еж; земноводные формы – выдровая землеройка и выхухоль; роющие формы – крот и златокрот. Однако, общий план строения у всех сохранен.

Арогенез – развитие группы с выходом в другие адаптивные зоны и приобретение новых морфофизиологических особенностей, приводящих к повышению уровня их организации.

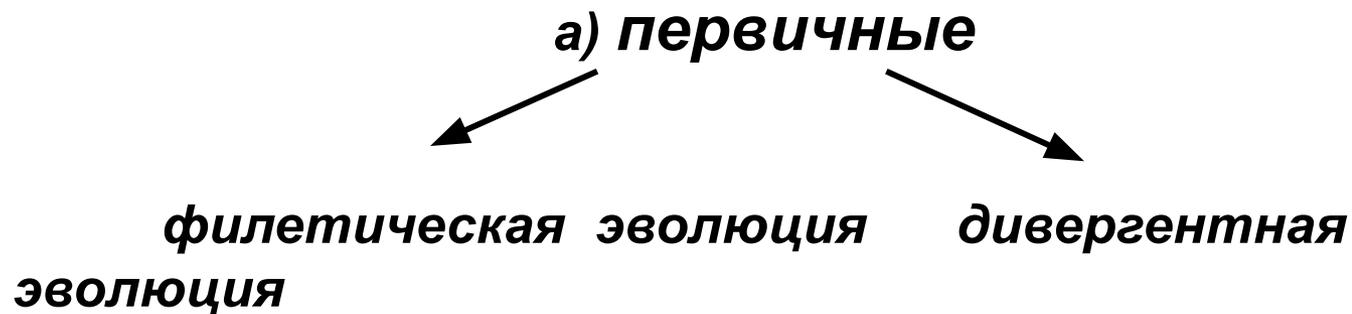
Эти новые прогрессивные черты организации называются **ароморфозами**.

Примеры ароморфозов: возникновение пятипалой конечности наземного типа, легких, двух кругов кровообращения и трехкамерного сердца у земноводных; появление крыла, четырехкамерного сердца, теплокровности у птиц.



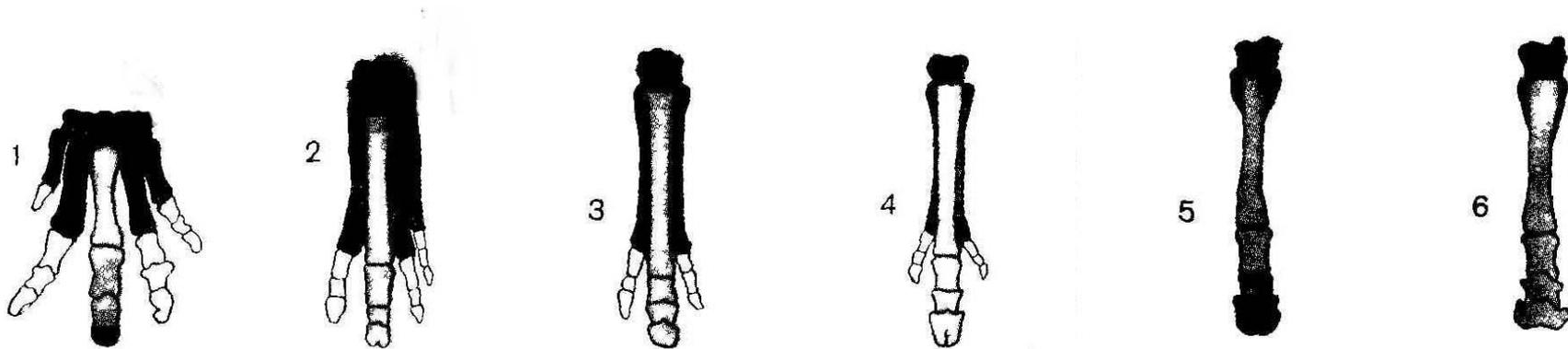
В природе оба направления эволюции тесно связаны, переходят один в другой, постоянно чередуясь.

Формы эволюции групп:



Филетическая эволюция – это изменения, происходящие в одном филогенетическом стволе, эволюционирующем во времени. Без таких изменений не может протекать никакой эволюционный процесс.

Пример такой формы эволюции – развитие предков современной лошади:

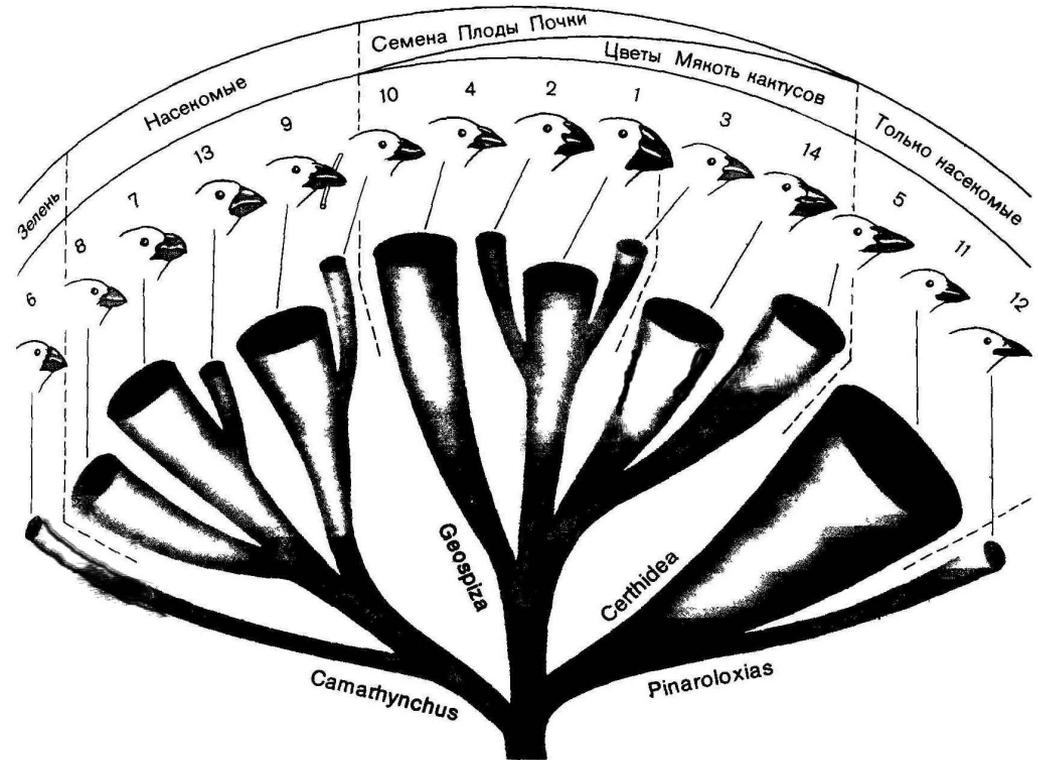


фенакодус → зогиппус → миогиппус → парагиппус → плиогиппус → современная лошадь

Эволюция предков современной лошади

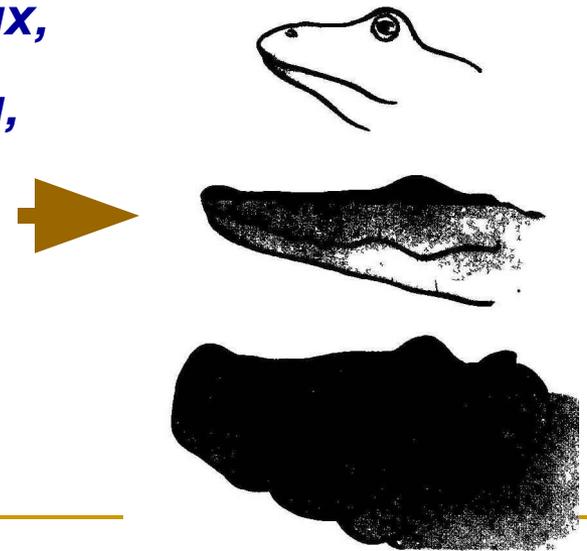
Дивергентная эволюция – это образование из одной предковой группы двух и более других групп.

Примером дивергенции может служить многообразие видов вьюрков на Галапагосских островах, различающихся строением клюва.

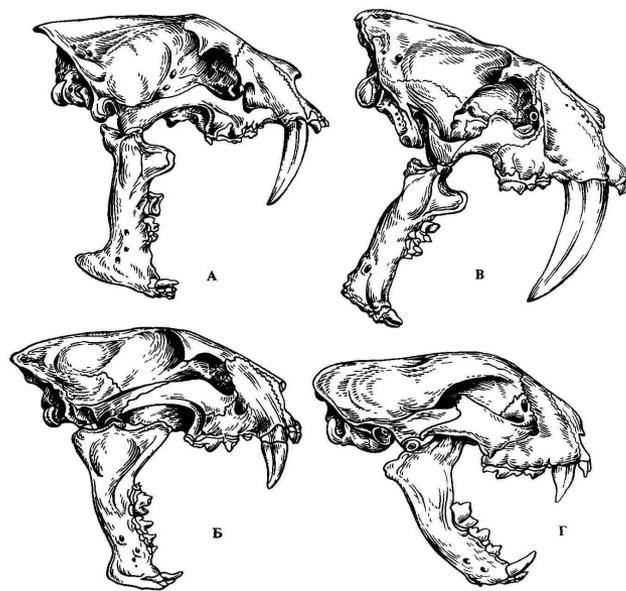


Конвергенция – процесс формирования сходного фенотипического облика у неродственных групп организмов. Она возникает тогда, когда какие-то группы организмов длительное время находятся в сходных экологических условиях и поэтому у них вырабатываются сходные приспособления.

Примеры: сходство зайцеобразных и грызунов, форма тела у акул и китообразных, расположение глаз и ноздрей у лягушки, крокодила и бегемота.



Параллелизм - процесс формирования сходного фенотипического облика у генетически близких, ранее дивергировавших, групп организмов.



**ПАРАЛЛЕЛИЗМ
В СЕМЕЙСТВЕ КОШАЧЬИХ
(саблезубость)**

Примеры: сходные приспособления у одногорбого и двугорбого верблюдов, развитие саблезубости (гипертрофия клыков верхней челюсти) в семействе кошачьих.

Параллелизм обеспечивается реализацией закона гомологических рядов.

Правила эволюции групп:

- ***правило необратимости эволюции;***
 - ***правило прогрессирующей специализации;***
 - ***правило происхождения от малоспециализированных предков.***
-

Правило необратимости эволюции гласит, что эволюция – процесс необратимый и организм не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков.

Так, если рептилии произошли от примитивных амфибий, то как бы ни шла в дальнейшем эволюция, рептилии никогда не могут дать начало амфибиям.

Вернувшись в просторы Мирового океана, млекопитающие (киты) никогда не станут рыбами.

Существование обратных мутаций по отдельным генам не является доказательством необратимости эволюционного процесса в целом.

Правило прогрессирующей специализации гласит, что группа, вступившая на путь специализации, в дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации.

Примеры:

- преобразование конечностей в эволюционной ветви лошадей (уменьшение числа пальцев),
 - птеродактили в свое время все более приспособлялись к жизни в воздушной среде.
-

Правило происхождения от малоспециализированных предков гласит, что новые крупные группы берут начало от сравнительно неспециализированных представителей предковых групп.

- Например, млекопитающие произошли не от высокоспециализированных форм рептилий, а от пресмыкающихся с некоторыми чертами земноводных.
- Трудно ожидать появление среди гельминтов каких-то принципиально новых форм. В то же время у хищных, живущих в разнообразных условиях, имеются потенциальные возможности для развития в самых разных направлениях.

IV. Эволюционный прогресс.

Прогресс – это не просто новое, а лучшее. Проблема эволюционного прогресса – одна из наиболее сложных в эволюционной теории.

Ч.Дарвин, установив общие причины эволюции, не сумел с достаточной четкостью решить проблему прогрессивного развития. Он писал, что и простые, и сложноорганизованные формы одинаково хорошо приспособлены к своей среде, поэтому нет возможности сравнивать их по уровню прогрессивного совершенства, хотя различия в сложности строения не вызывают сомнения.

Только в 20-х годах XX века четко оформилось представление об эволюционном прогрессе благодаря работам **А.Н. Северцова** и его учеников.

**А.Н. Северцов выделил два вида эволюционного прогресса:
*морфофизиологический и биологический.***

Морфофизиологический прогресс – заключается в усложнении и совершенствовании организации.

В настоящее время предложено более 40 критериев морфофизиологического прогресса. Они подразделяются на три группы:

- **системные** (степень сложности и интеграции структур),
 - **энергетические** (степень экономичности и эффективности функционирования организма),
 - **информационности** (уровень накопления информации).
-

Наряду с морфофизиологическим
прогрессом выделяют

морфофизиологический регресс (общая дегенерация) – упрощение организации ведущее к сужению одних функций и активации, расширения и интенсификации других.

Биологический прогресс характеризуется процветанием вида и группы в целом.

Выделяют три критерия биологического прогресса:

- **нарастающее увеличение численности особей в популяциях;**
- **увеличение числа популяций;**
- **расширение ареала.**

Явление, противоположное биологическому прогрессу, называется биологическим регрессом.

Биологический прогресс в природе может быть достигнут как на основе морфофизиологического прогресса, так и благодаря упрощению морфофизиологической организации (регресса).

Пример: паразитические ленточные черви не имеют пищеварительной системы.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
