

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



**Закономерности эволюции.
Доказательства эволюции.
Элементарные эволюционные факторы.
Эволюционные учения.
Синтетическая теория эволюции (СТЭ)**

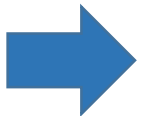
Кафедра медицинской биологии и генетики
Пахалина И.А.



Понятие о биологической эволюции. Общая характеристика эволюционного процесса. Понятие о биологическом виде. Критерии вида. Критерии популяции.

Элементарный эволюционный материал. Общая характеристика мутационного процесса и его место в эволюции. Мутационный процесс и генетическая комбинаторика.

Эволюционные учения. Синтетическая теория эволюции (СТЭ).



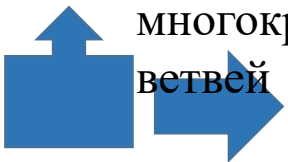
Биологическая эволюция – необратимое, историческое развитие живой природы, сопровождающееся изменением генетического состава популяций, формированием адаптации, образованием и вымиранием видов, преобразованиями биogeоценозов и биосферы в целом.

Основные закономерности эволюции:

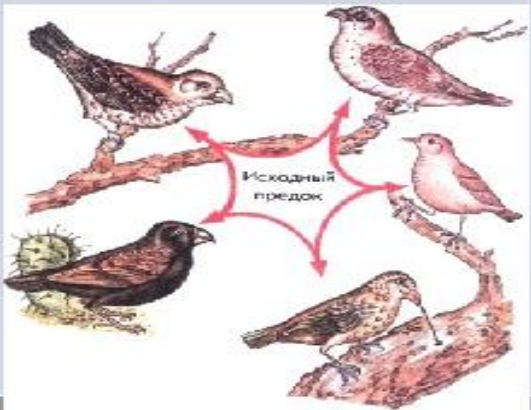
1. *Непредсказуемый характер эволюции.* Эволюция непредсказуема, т.к. не направлена к некой конечной цели
2. *Необратимый характер эволюции.* Организмы, популяции, виды, возникшие в ходе эволюции, не могут вернуться к прежнему состоянию своих предков.
3. Эволюция отражает фактическую неповторяемость процесса развития жизни.
4. *Прогрессивное усложнение форм жизни* проявляется как в общем усложнении живых форм, так и в пределах конкретных групп организмов.
5. *Общая направленность* как тенденция в движении эволюционного процесса, которая определяется многократной дивергенцией и вымиранием многих ветвей потомков.



IGDA/C. Bevilacqua
ОТЛИВКА ИСКОПАЕМОГО ПОЗВОНОЧНОГО *Seymouria baylorensis* пермского возраста демонстрирует сочетание в этом животном признаков земноводных и пресмыкающихся. Возможно, от похожих форм произошли первые настоящие рептилии. Students.by



Типы эволюционных изменений

Термин	Определение	Примеры
Параллелизм 	процесс эволюционного развития в сходном направлении двух или нескольких первоначально дивергированных видов	китообразные и ластоногие независимо друг от друга перешли к обитанию в водной среде и приобрели соответствующие приспособления — ласты
Конвергенция 	тип эволюционного изменения, в результате которого сходные признаки приобретают неродственные организмы	возникновение сходных форм тела у акулы, ихтиозавра, дельфина
Дивергенция 	общий тип эволюционного процесса, основа образования новых систематических групп. Дивергенция — расходящаяся эволюция. Процесс дивергенции представляют обычно в виде эволюционного филогенетического древа с расходящимися ветвям	Расхождение внутривидовых форм и видов по разным местообитаниям определяется конкуренцией в борьбе за одинаковые условия, выход из которых и заключается в расселении по разным экологическим нишам.



Основной результат биологической эволюции –

- Видообразование (т.е. микроэволюция) – в человеческом обществе не реализуется,
- действие эволюционных факторов на человека приводит в основном к возникновению генетического полиморфизма и морфофизиологической дифференциации человечества.

Микроэволюция – это совокупность эволюционных изменений, происходящих в генофондах популяций за *сравнительно небольшой период времени и приводящих к образованию новых видов.*

Макроэволюция связана с эволюционными преобразованиями за длительный исторический период, которые приводят к возникновению **надвидовых** форм организации живого.

Микроэволюционные изменения, доступны непосредственному наблюдению, тогда как макроэволюция происходит на протяжении длительного периода

Процессы	Микроэволюция	Макроэволюция
Понятие	Все эволюционные процессы внутри популяции, приводящих к образованию новых видов.	Эволюционные процессы происходящие в надвидовых систематических группах
Временные рамки	Сотни, тысячи лет	Геологические эпохи (млн. лет)
Факторы	Изменчивость, борьба за существование, естественный отбор	Изменчивость, борьба за существование, естественный отбор
Результат	Новые подвиды и виды	Новые роды, семейства, отряды, классы, типы (отделы), подцарства, царства, ...



Элементарные эволюционные факторы

— это процессы, которые изменяют генофонд популяции (совокупность генотипов всех её особей).

К ним относят:

- мутации,
- популяционные волны,
- изоляцию и
- естественный отбор.

Все факторы, кроме естественного отбора, действуют ненаправленно: они нужны, чтобы обеспечить генетическую неоднородность популяций и создать материал для естественного отбора.



Мутации

Мутации — случайные изменения генетического материала, проявляющиеся в возникновении новых признаков или свойств организма.

Некоторые роли **мутаций как элементарного эволюционного фактора:**

- **Создание материала для естественного отбора.** Мутации не определяют направление эволюции, так как возникают случайно и не имеют приспособительного значения, но создают резерв наследственной изменчивости.
- **Влияние на частоты аллелей.** Мутации поставляют новый материал для дрейфа генов — случайного ненаправленного изменения частот аллелей в популяции.



Популяционные волны

Популяционные волны (волны жизни) — периодические или аperiodические колебания численности особей в популяции. Некоторые причины популяционных волн:

- сезонные изменения абиотических факторов (освещённости, температуры, влажности);
- случайные изменения мест обитания (природные катаклизмы);
- расширение территории, что приводит к возрастанию численности популяций.

Влияние популяционных волн особенно заметно в малочисленных популяциях, где они могут подставлять под действие естественного отбора редкие мутации или устранять обычные варианты.

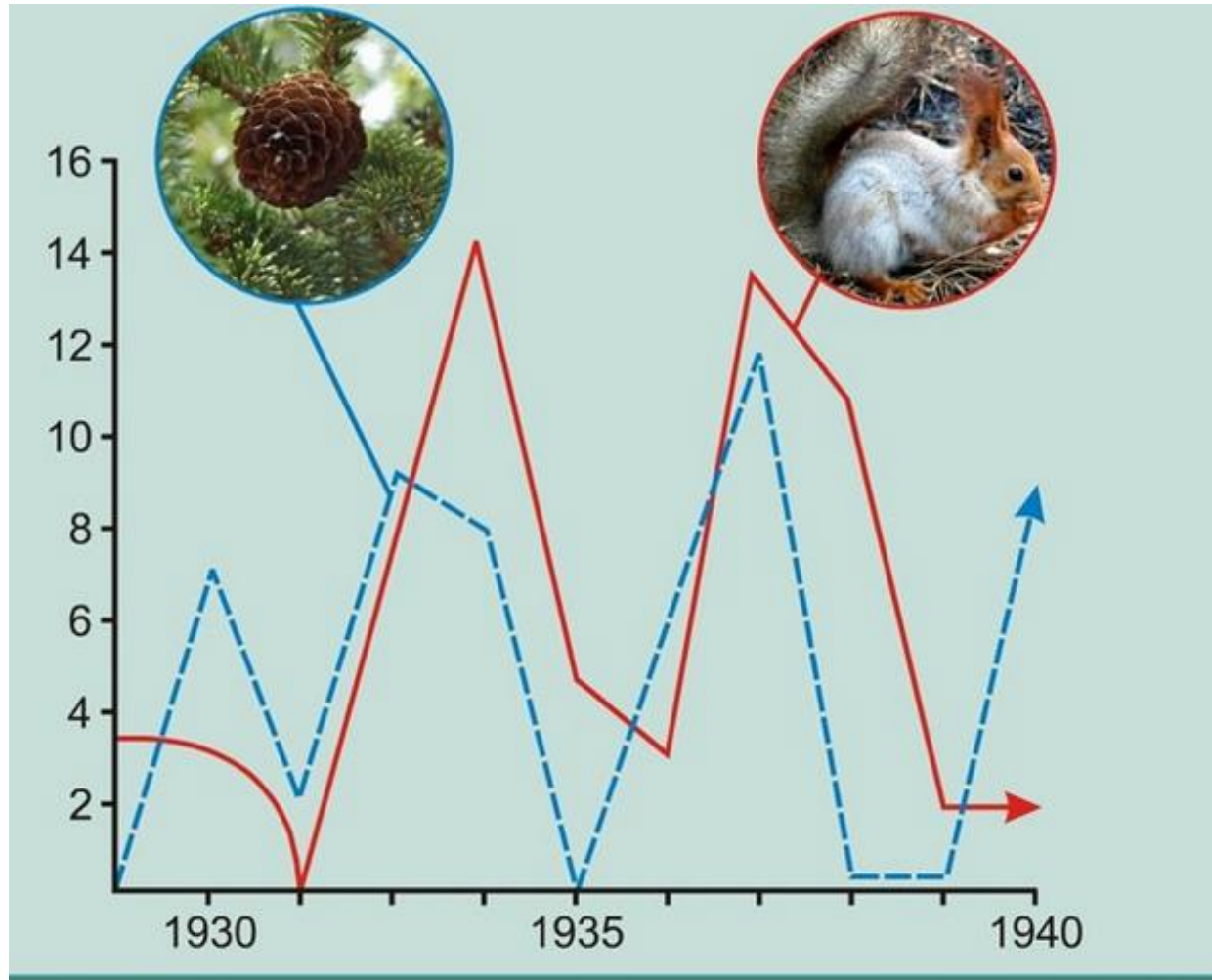


График зависимости численности белки от урожая семян ели.

Они могут быть:

периодические (сезонные – изменение численности насекомых) и

непериодические – зависят от действия каких-либо факторов (стихийные бедствия, вспышки численности видов в новых районах и т.д.).





Изоляция

Изоляция — возникновение барьеров, исключающих свободное скрещивание особей разных популяций.

Некоторые формы изоляции:

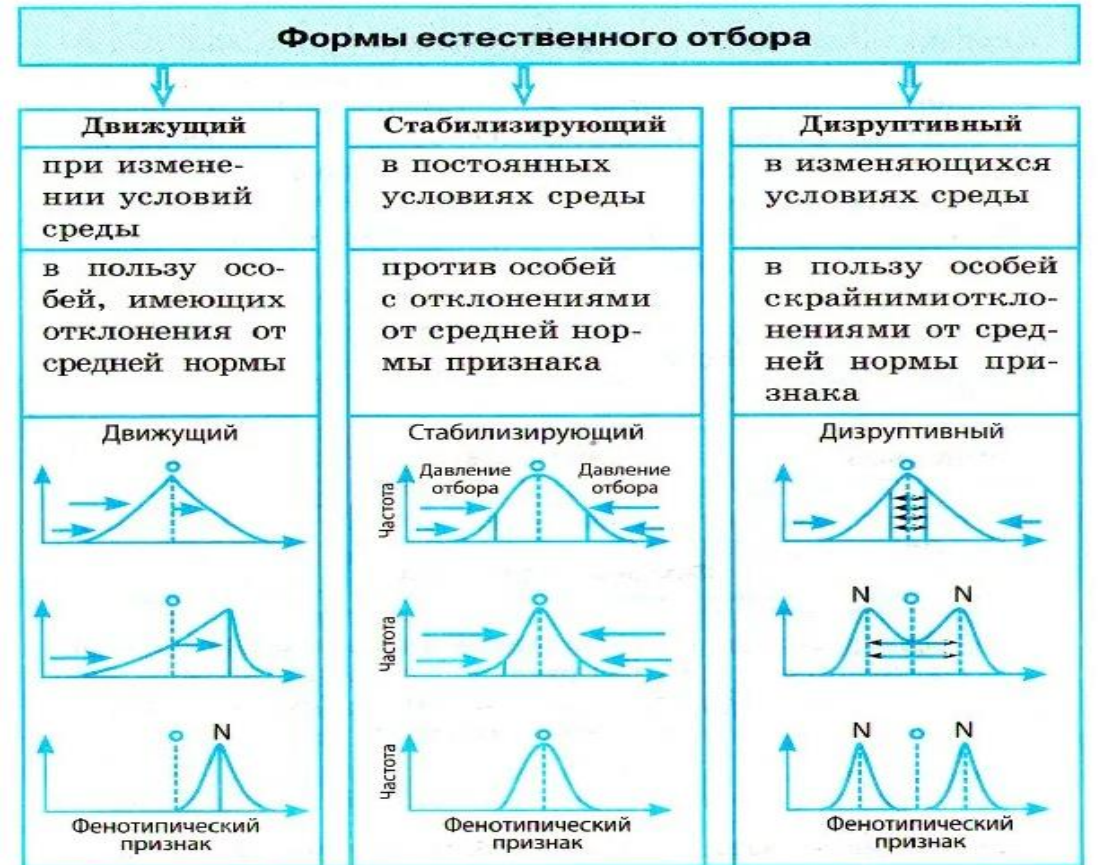
- **Географическая** — разные популяции одного вида разделяют труднопреодолимые барьеры (водоёмы, ущелья, участки леса, горы) или большие расстояния.
- **Биологическая** — биологические отличия, возникающие между организмами одной популяции: экологическая (изменение мест размножения), этологическая (различное брачное поведение), морфофизиологическая (отличия размеров или строения органов размножения), генетическая (изменения числа и строения хромосом).

Изоляция усиливает различия в генофондах популяций, что со временем может привести к появлению новых видов.

Естественный отбор

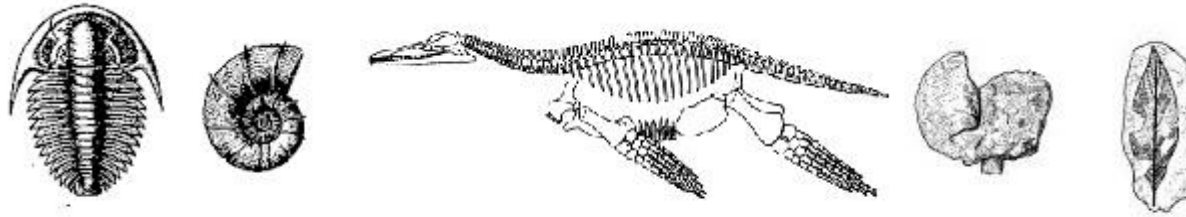
Естественный отбор — направляющий фактор эволюции, согласно теории Чарлза Дарвина.

В результате естественного отбора в популяции увеличивается число особей, обладающих более высокой приспособленностью к условиям среды, а количество особей с неблагоприятными признаками уменьшается.



Доказательства эволюции

1. Палеонтологические

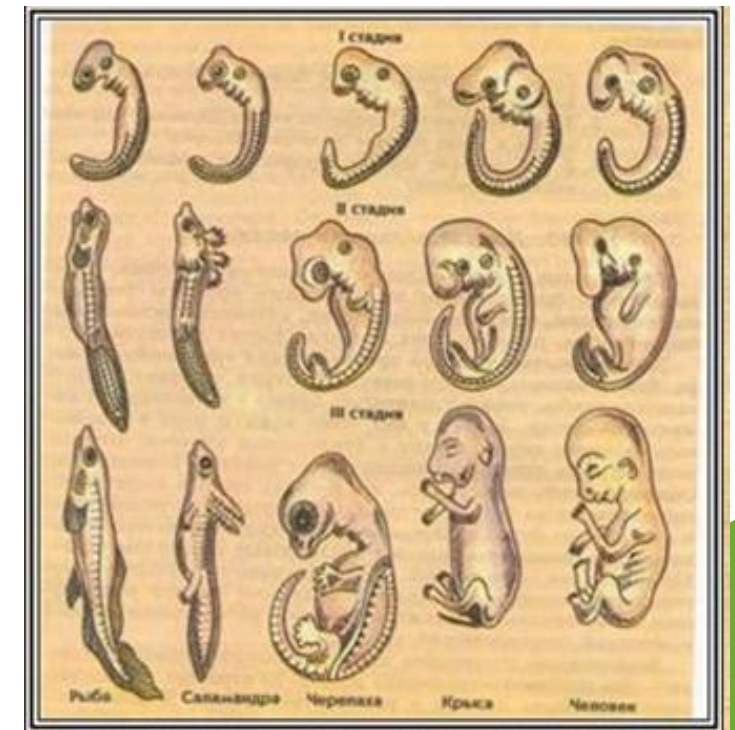


2. Эмбриологические

К.М. Бэр сформулировал закон зародышевого сходства «В пределах типа эмбрионы, начиная с самых ранних стадий, обнаруживают общее сходство»

(1828 г. сочинение «История развития животных» «на ранних этапах развития обнаруживается поразительное сходство в строении зародышей животных, относящихся к разным классам (при этом эмбрион высшей формы похож не на взрослую животную форму, а на её эмбрион...»)

*Позже этот вывод был переформулирован Эрнстом Геккелем:
Онтогенез (индивидуальное развитие) живого организма повторяет его
филогенетическое (историческое) развитие.*



3. Морфологические доказательства - существование форм, в которых сочетаются признаки нескольких характерных систематических единиц указывает на то, что в прежние геологические эпохи жили организмы, которые являются родоначальниками нескольких систематических групп.

Морфологическое доказательство заключается в наличии аналогичных и гомологичных органов, рудиментов и атавизмов.



Гомологичные органы - имеют общее происхождение.



Аналогичные - различное, но внешне похожи

Характеристики	Атавизмы	Рудименты
Функции	являются лишними, не считаются нормой для большинства ныне живущих	некоторые могут выполнять какие-то функции, другие не используются, есть у всех представителей вида.
Эволюционно	были развиты и функционировали у очень дальних предков, сохранились в ДНК и изредка проявляются в настоящее время	были развиты и функционировали как у предков, так и у ближайших сородичей
Примеры	у человека: хвост, у животных: дополнительные пальцы на ноге лошади	у человека: ушные мышцы, зубы мудрости у животных: тазовые кости кита



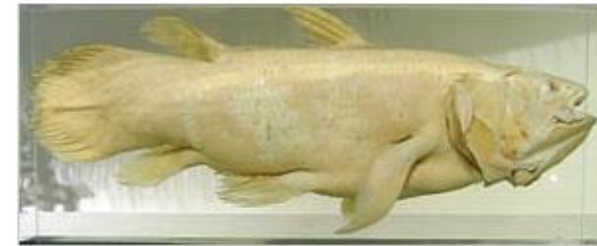
4. Биogeографические доказательства эволюции

Географическое распространение животных и растений соответствует их эволюционной истории.

Например, видовой состав многих островов определялся географической *изоляция*й.

В Австралии, *например*, можно встретить животных, которых нет на континенте - **эндемики**.

Есть даже палеоэндемики - “живые ископаемые” - в других местах они вымерли, но изолированных местах остались.



латимерия



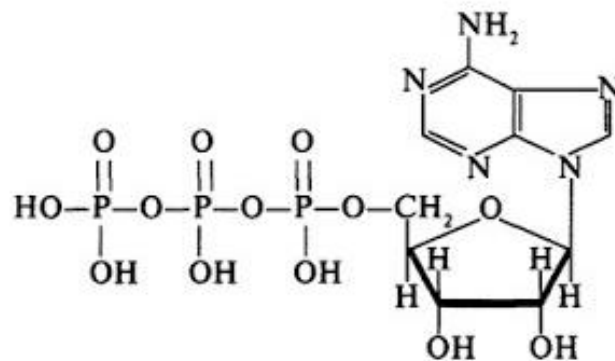
Сумчатая летяга



5. Биохимические доказательства эволюции

Генетический код

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Г)	Г (Ц)	
У (А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Гли Гли	Арг Арг Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асп Асп Лаз Лаз	Сер Сер Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Ган Ган Ган Ган	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)



- молекула ДНК хранит в себе информацию о филогенезе организма; в ней зафиксирована как наследственность, так и изменчивость.
- общий химический (органический и неорганический) состав;
- генетический код является общим для всего живого;
- процесс гликолиза - одинаковый для всех эукариотических систем и молекула АТФ - общий “поставщик энергии” для всего живого

История эволюционных идей

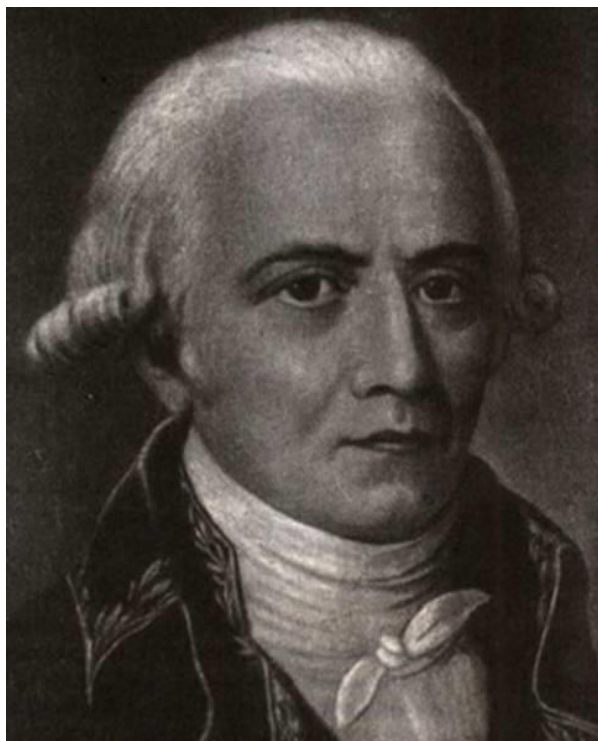


- Ввел основные единицы систематики: вид, род, семейство, отряд, класс;
- Двойное латинское название (род, вид);
- Впервые обосновал вид как универсальную единицу и основную форму существования живого;
- Впервые отнес человека и человекообразных обезьян к одному отряду;
- Предложил первую классификацию растений и животных.

ОШИБОЧНОСТЬ УЧЕНИЯ :

- Созданная квалификация носила искусственный характер, т.к. основывалась на внешних признаках;
- Придерживалось метафизических представлений (неизменность сотворенного творцом вида и его изначальная целесообразность - Креационизм).

Эволюционная теория Ж.-Б. Ламарка (трансформизм)



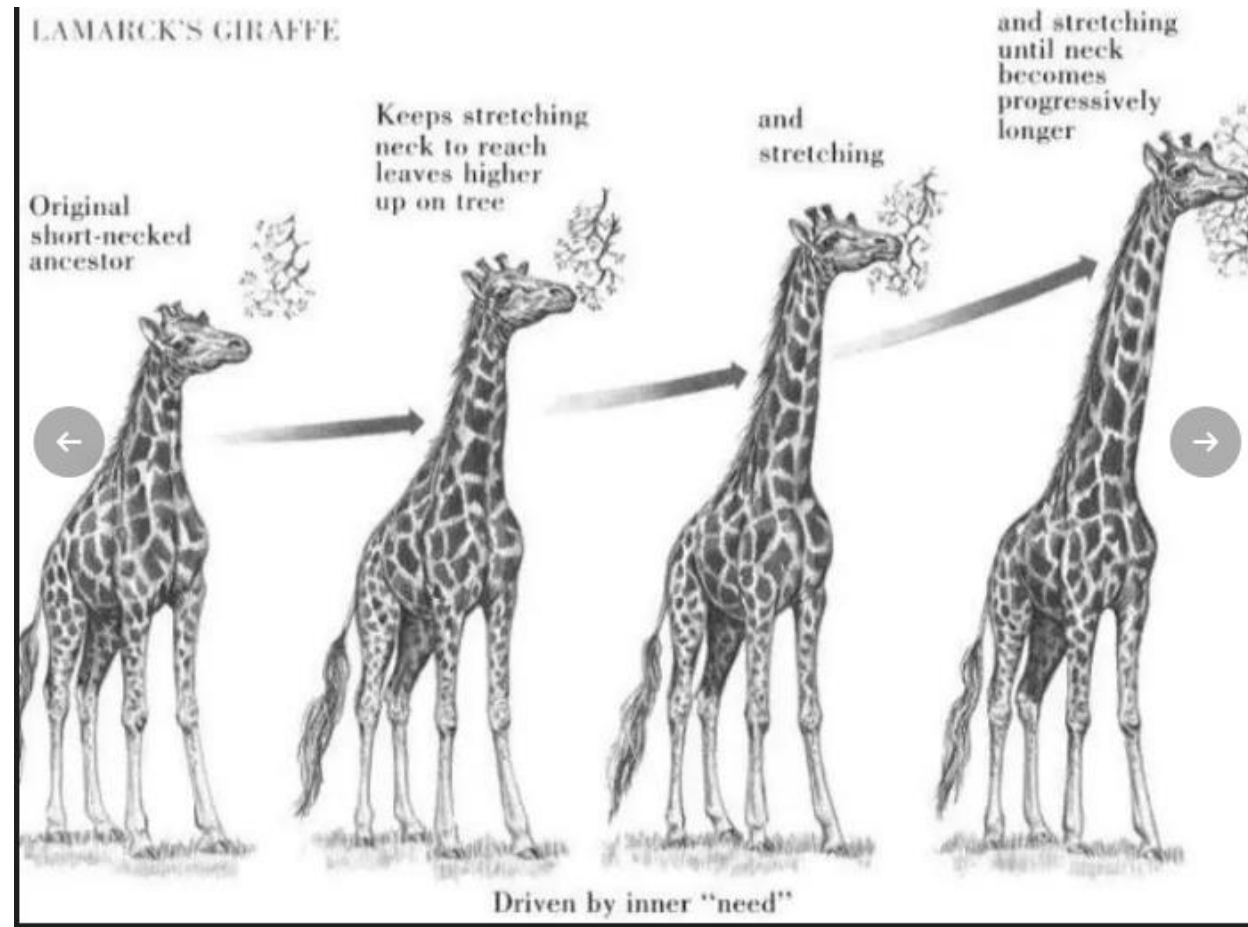
Ж.-Б. Ламарк
(1744-1829г)

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ ЛАМАРКА:

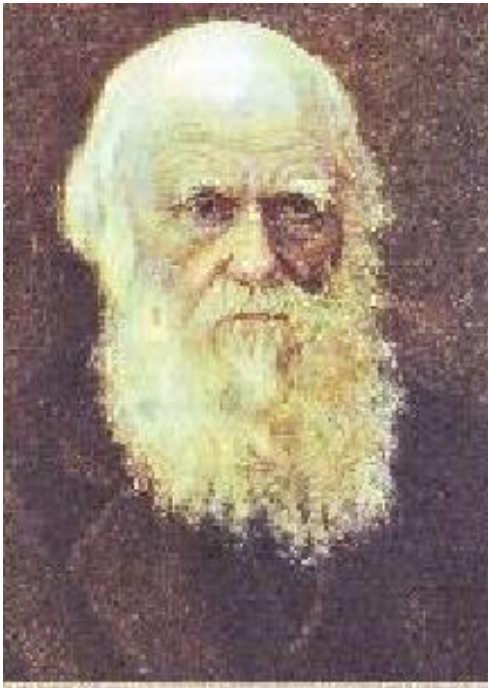
1. *Творец Вселенной создал лишь материю и законы*, постоянно действующие в природе и приводящие ее в движение.
2. *Ввел принцип градации* - рассматривал ступени как результат прогрессивной эволюции, усложнения форм жизни.
3. Пришел к заключению, что **в природе видов нет, существует только непрерывная цепь изменяющихся особей**, которую лишь искусственно в целях удобства классификации подразделяют на виды.
4. Обратил внимание *на фактор времени, необходимый для эволюции*. Рассматривал эволюцию как длительный исторический процесс.
Эволюция животных и растений протекает настолько медленно, что человек не замечает происходящих изменений.
1. Признавал два фактора эволюции: активное *влияние внешней среды*, которая изменяет и модифицирует организмы в пределах каждой из ступеней развития природы и *тенденция к совершенствованию*, которая обуславливает прогрессивное развитие организмов.
2. Живые существа построены целесообразно и в такой же мере целесообразны проявления их жизнедеятельности, их ответы на внешнее воздействие. **Целесообразность в органическом мире есть свойство, изначально присущее живым существам.** Ее возникновение нельзя объяснить иначе, чем вмешательством Божественного Разума.

Ошибка учения Ж.-Б. Ламарка :

- причиной прогресса считал внутреннее стремление организмов изменяться, совершенствовать свою организацию, на основе врожденной способности к изменению в соответствии с изменениями условий среды (принцип градации).
- полагал, что изменения окружающей среды вызывают только полезные изменения у организмов (принцип прямого приспособления к условиям среды),
- утверждение принципа наследования благоприобретенных признаков индивидом.



Эволюционная теория Ч. Дарвина



Ч. Дарвин
(1809-1882 г)

Ч. Дарвин опубликовал труд «Происхождение видов путём естественного отбора», » (1859г), согласно которого **популяция** эволюционирует на протяжении поколений в процессе естественного отбора.

Популяция - это относительно изолированная группа особей одного вида.

Ч. Дарвин считал вид определенным звеном в эволюции живой природы, хорошо обособленным от других видов благодаря механизмам, выработанным у него в процессе эволюции.



ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ:

- Каждый вид способен к неограниченному размножению
- Ограниченность жизненных ресурсов препятствует неограниченному размножению. Большая часть особей умирает в борьбе за существование и не оставляет потомства.
- В природе преимущественно выживают и оставляют потомство наиболее приспособленные особи.

Избирательное выживание и размножение наиболее приспособленных организмов Ч. Дарвин назвал естественным отбором.

- Под действием естественного отбора в разных условиях среды особи одного вида из поколения в поколение накапливают различные приспособительные признаки. *Это приводит к появлению новых видов.*



Современное состояние эволюционного учения

Наиболее общепризнанной является **синтетическая теория эволюции (СТЭ)**, которая объединяет положения дарвинизма и генетики.

Некоторые постулаты СТЭ:

1. Популяция является единицей эволюции.
2. Элементарное эволюционное событие – это стойкое изменение генных структур в популяции.
3. Возникновение у живых организмов новых приспособлений к условиям обитания происходит в результате комбинирования малых мутаций.
4. Мутации и другие факторы эволюции (например, волны численности, дрейф генов) имеют ненаправленный, случайный характер. Только естественный отбор является направленным.
5. Эволюция дивергентна, постепенная и продолжительна.
6. Макроэволюция (эволюция родов, семейств, отрядов, классов, типов живых организмов) происходит по законам микроэволюции (эволюции видов).
7. Эволюция может идти по пути биологического прогресса или биологического регресса.
8. Основные закономерности эволюции – это необратимость, прогрессивное усложнение форм и приспособляемость к окружающей среде.
9. Эволюция не имеет цели. Это лишь процесс.

Современные представления о направлениях эволюции основываются на работах отечественных биологов А.Н. Северцова (1866-1936гг) и И.И. Шмальгаузена (1884-1963гг), и американского палеонтолога Дж.Г. Симпсона (1902-1984гг).



А.Н.Северцов



И.И.Шмальгаузен

Установили направления эволюции.
Ими определено, что главными путями эволюции являются: ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация



Свёл воедино представления о микроэволюции с данными палеонтологии, заложив т.о. основы современного учения о макроэволюции

Трудами А.Н. Северцева и И.И. Шмальгаузена установлены
главные направления эволюции



ГЛАВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

(по А.Н. Северцову и И.И. Шмальгаузену)

Ароморфоз – эволюционные изменения, ведущие к общему подъему организации (живорождение, постоянная температура тела, появление цветков и др.).

Идиоадаптация – эволюционные изменения, повышающие приспособленность организмов к условиям обитания (защитная окраска, приспособления к разбрасыванию семян и др.).

Дегенерация – эволюционные изменения, ведущие к упрощению организации, утрате ряда органов (отсутствие кишечника у ленточных червей-паразитов, отсутствие корней и листьев у растения-паразита повилики и др.).

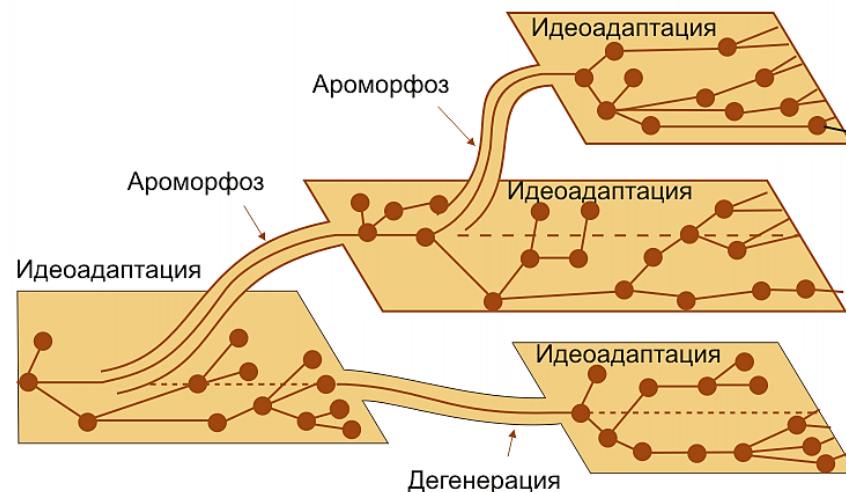
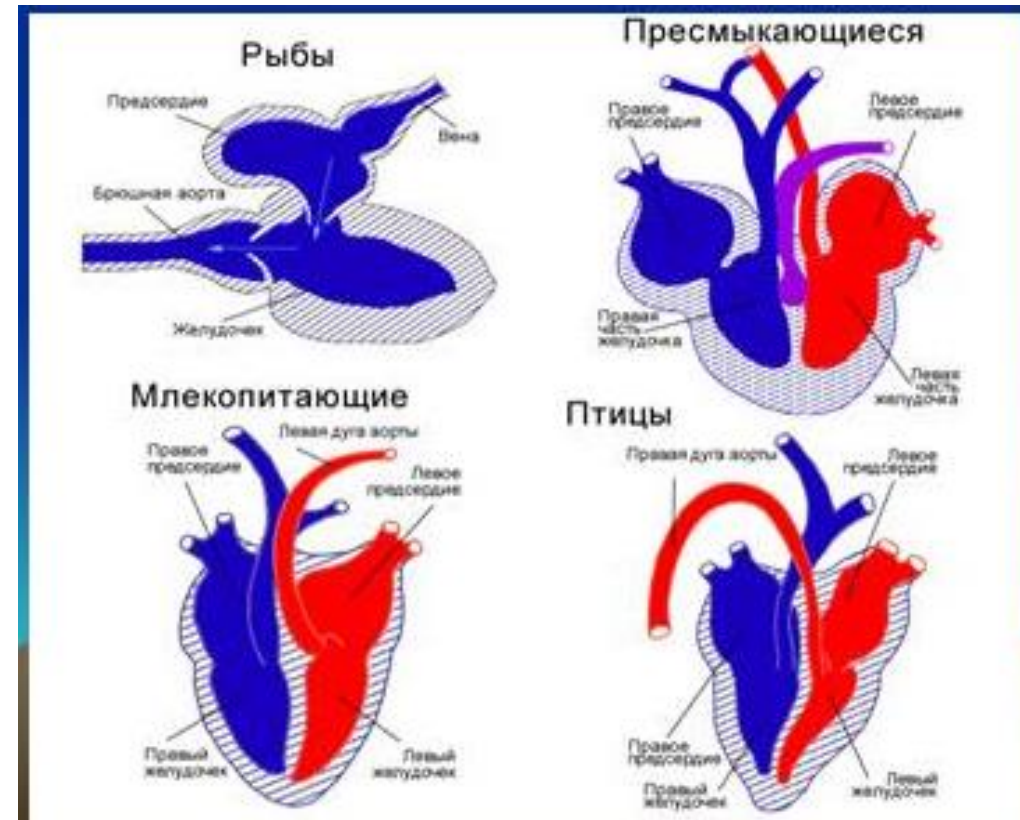


Схема соотношений между ароморфозом, идиоадаптацией и дегенерацией

Ароморфоз (морфофизиологический прогресс) - возникают крупные эволюционные изменения общего характера в строение и функции организма, в результате чего повышается уровень организации.

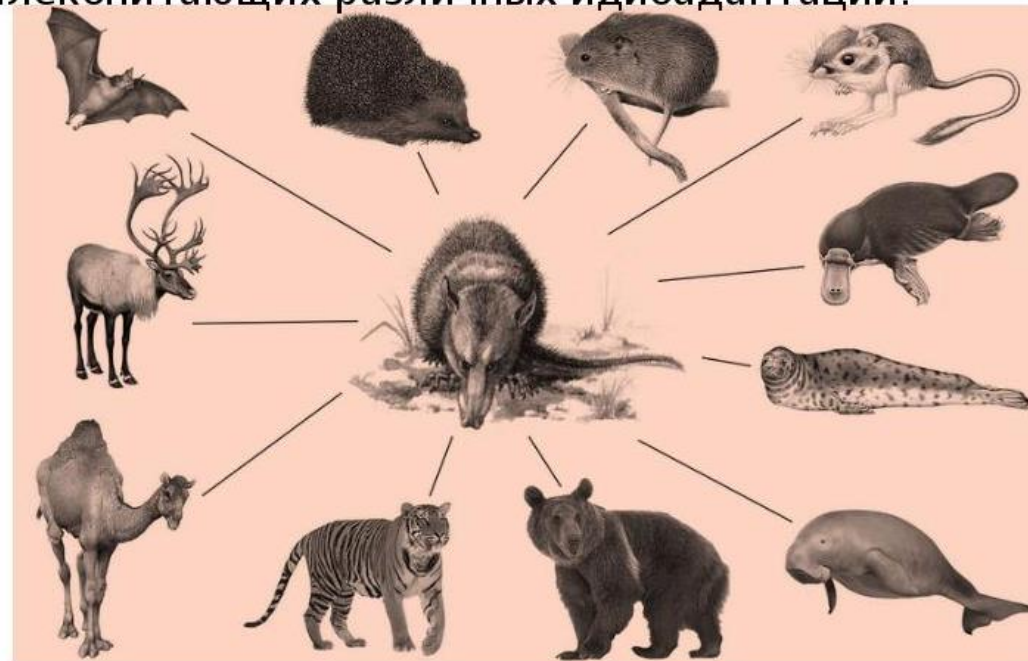
Пример: образование клетки, появление многоклеточности, выход организмов из воды на сушу, появление фотосинтеза, легочного дыхания, хорды, живорождение, поддержание постоянства температуры тела у млекопитающих и др.



Идиоадаптация – возникновение большого количества мелких приспособлений к определенным условиям среды, открывающие перед организмами возможность прогрессивного развития без принципиальной перестройки их биологической организации. Общий уровень организации не повышается.

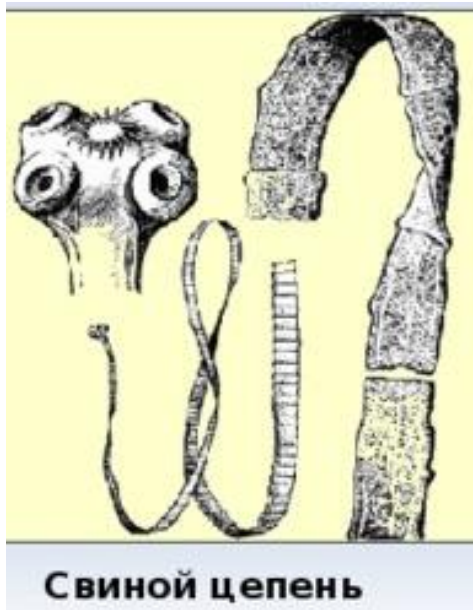
Пример: покровительственная окраска у животных, клювы у птиц, видоизменение побегов и др.

Жизнь в разных средах привела к появлению у представителей различных отрядов млекопитающих различных идиоадаптаций.



Дегенерация - когда окружающая среда довольно стабильна, происходит резкое упрощение организации, связанное с исчезновением целых систем органов и функций.

Пример: подземные животные (крот), пещерные (протей), глубоководные организмы, утрата пищеварительными червями пищеварительной системы и др.



Повилика

Эволюционные изменения, происходящие в некоторых видах и более крупных таксонах (семействах, отрядах), не всегда могут быть признаны прогрессивными. В таких случаях говорят о биологическом регрессе.

Биологический регресс — это снижение уровня приспособленности к условиям обитания, уменьшение численности вида и площади видового ареала. Биологический регресс может привести вид к вымиранию.

Пример: древние папоротники, многие виды растений, мамонты, многочисленные древнейшие земноводные.



ПРАВИЛА ЭВОЛЮЦИИ

Правило направленности эволюции	Правило необратимости эволюции (Л. Долло)	Правило происхождения от неспециализированных предков (Э. Коп)
Материалом для эволюции служат случайные ненаправленные мутации и комбинации генов	Эволюционный процесс необратим, организм не может вернуться к состоянию, имевшему место в ряду его предков	Новые крупные систематические группы организмов происходят не от высших представителей предковых групп, а от низших - неспециализированных
Правило неравномерности эволюции	Правило адаптивной радиации	Правило прогрессирующей специализации (Ш. Делере)
Эволюция в разных группах идет неравномерно, т.е. разными темпами	Историческое развитие любой систематической группы организмов сопровождается ее разделением на несколько дочерних групп, осваивающих среду обитания	Если группа вступила на путь специализации, то в последующем своем филогенетическом развитии она будет углублять специализацию и совершенствовать приспособления к определенным условиям жизни
Правило ускорения темпов эволюции	Правило чередования главных направлений эволюции (закон А.Н. Северцева)	Правило интеграции биологических систем (принцип Шмальгаузена)
Эволюция на Земле характеризуется общей тенденцией к постепенному ускорению	После ароморфоза и выхода группы в адаптивную зону начинается ее преобразования по пути идиоадаптации, которые приводят к освоению организмами новой среды и разделению исходной материнской группы на множество дочерних	Новые, эволюционно молодые группы организмов вбирают в себя все эволюционные достижения предковых групп
Правило неограниченности эволюции	Естественный отбор постепенно подхватывает адаптивные новшества и совершенствует относительную приспособленность организмов к меняющейся среде	



Спасибо
за внимание!