

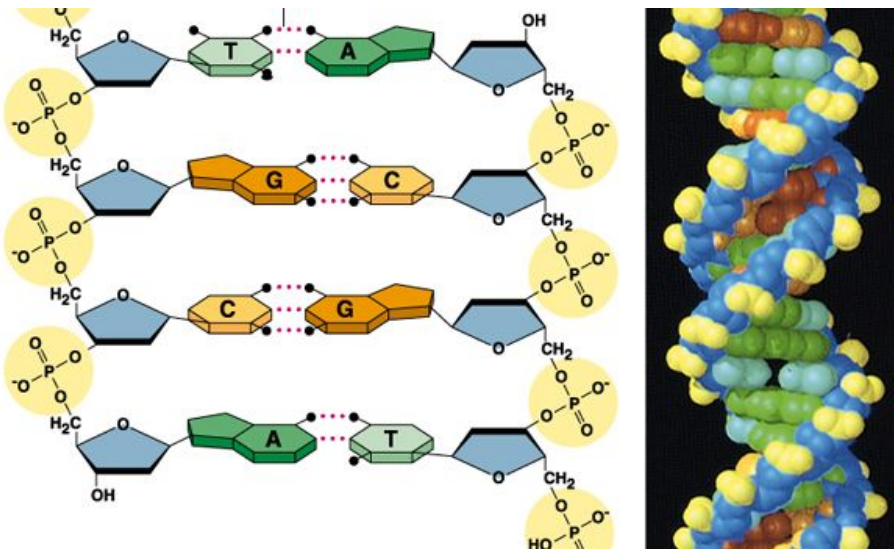
*Глава X.*  
Развитие эволюционных идей

*Тема:*  
*Доказательства эволюции.*  
*Синтетическая теория эволюции*

Задачи:

1. Сформировать знания о фактах, свидетельствующих в пользу эволюции.
2. Дать краткую характеристику биохимических, эмбриологических, сравнительно-анатомических, палеонтологических и биогеографических доказательств эволюции

# Данные молекулярной биологии



Универсальность генетического кода свидетельствует о едином происхождении всех живых организмов Земли.

Второй нуклеотид

		У	Ц	А	Г	
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин	УЦУ } Серин	УАУ } Тирозин	УГУ } Цистеин	Третий нуклеотид
		УУЦ } Лейцин	УЦЦ } Серин	УАЦ } Тирозин	УГЦ } Цистеин	
		УУА } Лейцин	УЦА } Серин	УАА } Стоп-кодон	УГА } Стоп-кодон	
		УУГ } Лейцин	УЦГ } Серин	УАГ } Стоп-кодон	УГГ } Триптофан	
Ц	Ц	ЦУУ } Лейцин	ЦЦУ } Пролин	ЦАУ } Гистидин	ЦГУ } Аргинин	
		ЦУЦ } Лейцин	ЦЦЦ } Пролин	ЦАЦ } Гистидин	ЦГЦ } Аргинин	
		ЦУА } Лейцин	ЦЦА } Пролин	ЦАА } Глутамин	ЦГА } Аргинин	
		ЦУГ } Лейцин	ЦЦГ } Пролин	ЦАГ } Глутамин	ЦГГ } Аргинин	
А	А	АУУ } Изолейцин	АЦУ } Треонин	ААУ } Аспарагин	АГУ } Серин	
		АУЦ } Изолейцин	АЦЦ } Треонин	ААЦ } Аспарагин	АГЦ } Серин	
		АУА } Метионин старт-кодон	АЦА } Треонин	ААА } Лизин	АГА } Аргинин	
		АУГ } Метионин старт-кодон	АЦГ } Треонин	ААГ } Лизин	АГГ } Аргинин	
Г	Г	ГУУ } Валин	ГЦУ } Аланин	ГАУ } Аспарагиновая кислота	ГГУ } Глицин	
		ГУЦ } Валин	ГЦЦ } Аланин	ГАЦ } Аспарагиновая кислота	ГГЦ } Глицин	
		ГУА } Валин	ГЦА } Аланин	ГАА } Глутаминовая кислота	ГГА } Глицин	
		ГУГ } Валин	ГЦГ } Аланин	ГАГ } Глутаминовая кислота	ГГГ } Глицин	

# Данные молекулярной биологии

1. Чем ближе родство, тем меньше отличий в строении ДНК.

Чем больше времени прошло с момента разделения видов, тем больше накопилось различий в их ДНК.

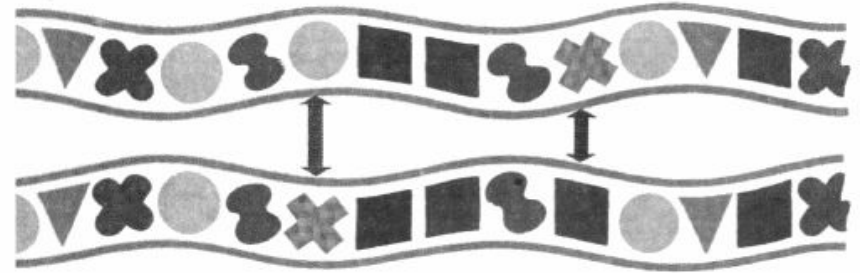
*ДНК человека и шимпанзе отличается в среднем 1 нуклеотидом из 100, ДНК двух людей - 1 нуклеотидом из 1000.*

В настоящее время проведена гибридизация цепей нуклеотидов ДНК человека и шимпанзе. Для этого были разделены двойные цепи ДНК человека и шимпанзе, и затем одиночные цепи ДНК человека соединили с цепями нуклеотидов шимпанзе. Между комплементарными нуклеотидами восстановились химические связи, и оказалось, что ДНК человека и шимпанзе сходны на 98%.



# Данные молекулярной биологии

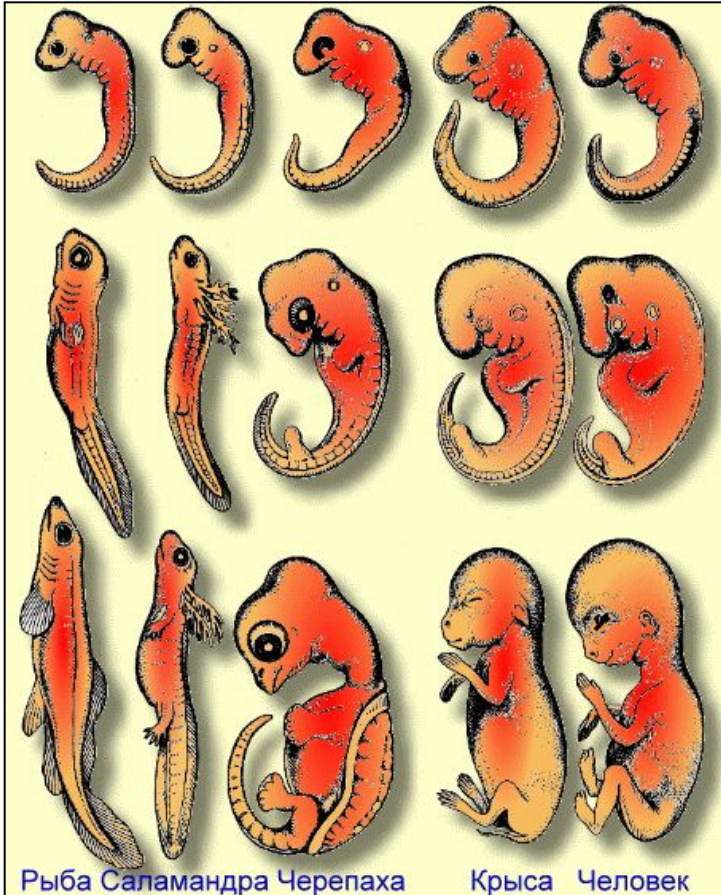
2. *Единство аминокислотного состава белков* свидетельствует о едином происхождении всех живых организмов Земли.
3. *Чем ближе родство, тем меньше отличий в строении белков.* Например, гемоглобин человека и шимпанзе идентичен по аминокислотному составу, а между гемоглобином человека и гориллы отличия в двух аминокислотах.



Последовательность аминокислот в гемоглобине человека и гориллы



# Данные эмбриологии



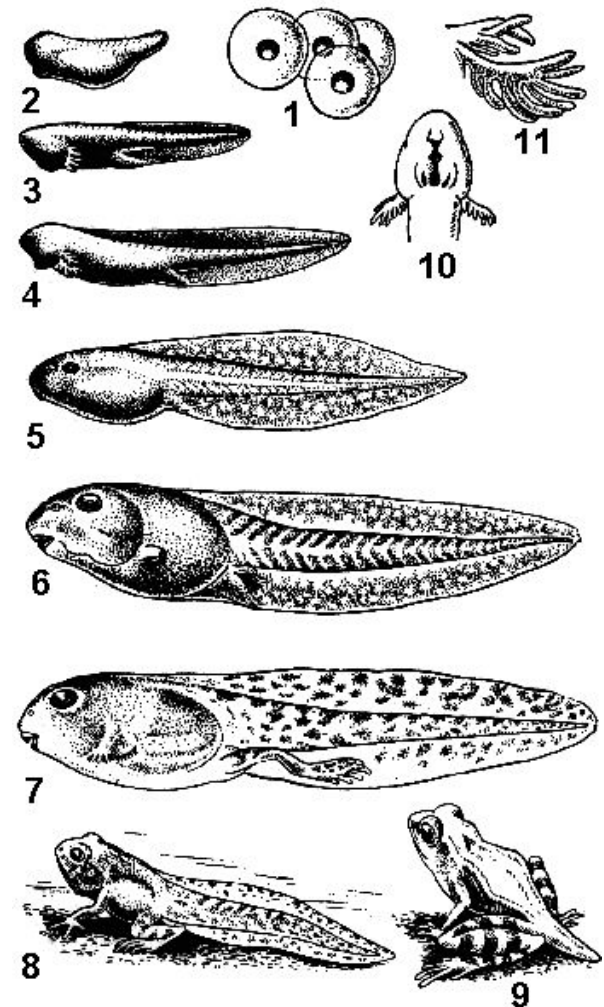
**Сравнительная эмбриология** приводит убедительные доказательства в пользу эволюции. Еще Ч.Дарвин обратил внимание на связь между индивидуальным развитием — *онтогенезом* и историческим развитием вида — *филогенезом*.

- 1.Выполняется закон К.Бэра «**На ранних стадиях развития зародыши разных классов позвоночных животных сходны, а затем отклоняются в своем развитии друг от друга**»
- 2.Выполняется биогенетический закон Ф. Мюллера и Э.Геккеля «**Онтогенез — есть краткое и быстрое повторение филогенеза**».

## Данные эмбриологии

**Головастик лягушки** имеет рыбообразную форму тела, боковую линию, двукамерное сердце и один круг кровообращения. Он как бы повторяет признаки рыб, далеких предков земноводных.

Взрослая **асцидия** неподвижна, похожа на беспозвоночное животное, а личинка асцидии имеет хорду и нервную трубку и сходна с ланцетником. На этом основании асцидию относят к типу хордовых, подтипу личиночно-хордовых.



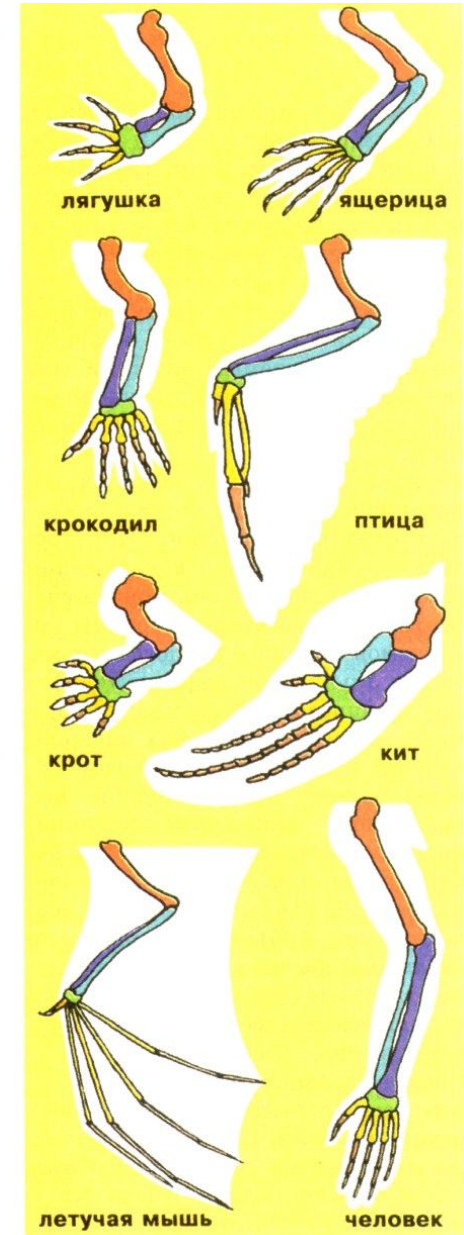
# Данные сравнительной анатомии

**План строения** позвоночных животных одинаков у различных классов. Например, в скелете земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих различают четыре отдела: скелет головы, туловища, конечностей и поясов конечностей.

**Конечности** состоят из одинаковых костей, различия в строении появляются в результате приспособлений к различным условиям среды.

Сходный план строения имеют и остальные системы органов, и отдельные органы.

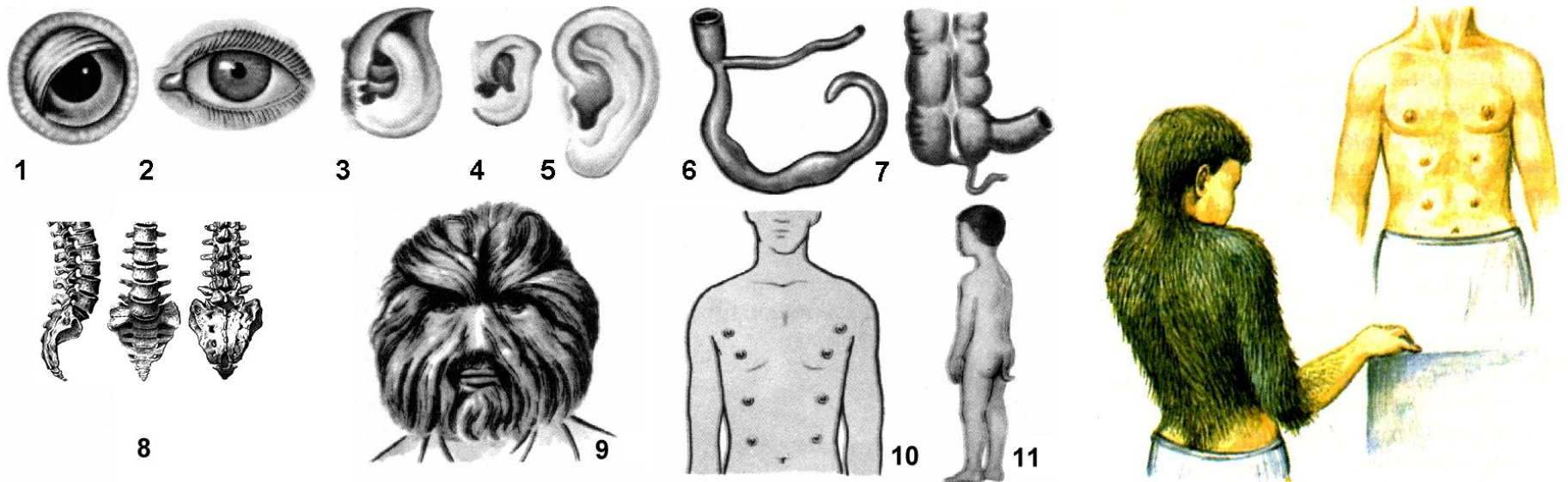
Органы, имеющие одинаковое происхождение и сходный план строения называются **гомологичными**.



## Данные сравнительной анатомии

В пользу эволюции свидетельствуют *рудименты* — органы, утратившие свои функции и находящиеся на грани исчезновения (волосы на конечностях и туловище у человека, копчик — рудимент хвоста, состоящий из 3 — 4 позвонков, остатки тазового пояса у кита).

К сравнительно анатомическим доказательствам относятся и *атавизмы* — случаи возврата к признакам предков (у человека — случаи рождения с детьми хвостом, с дополнительными парами сосков).

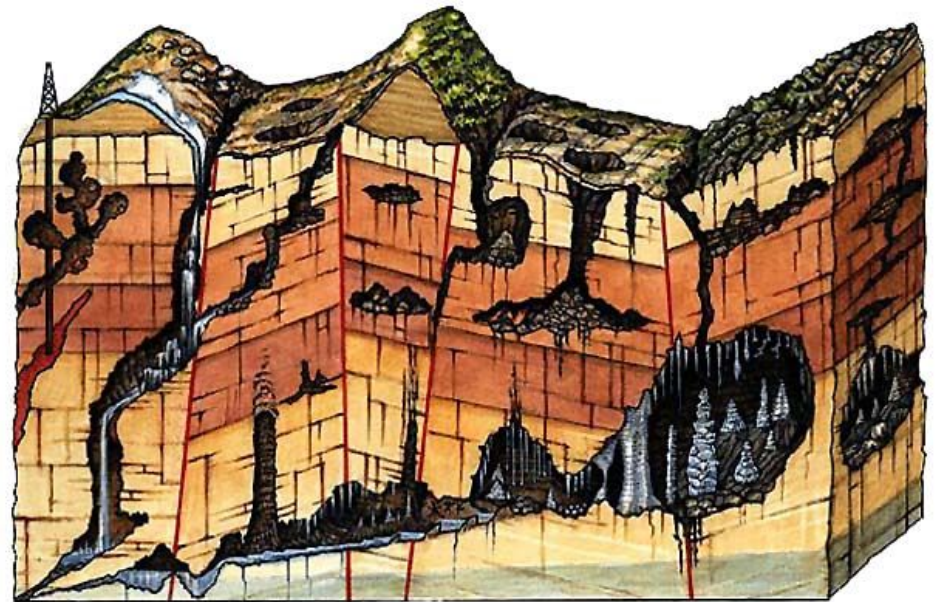




## Данные сравнительной палеонтологии

Классические доказательства предоставляет *сравнительная палеонтология*, изучающая ископаемые организмы, жившие в прошлые эпохи. История развития живых организмов на Земле сохранилась в виде ископаемых остатков.

Прямым доказательством эволюции является *ярусность расположения остатков живых организмов*: чем более древний слой изучается, тем более примитивные формы жизни в нем находятся, в верхних слоях находят остатки более поздних форм жизни.

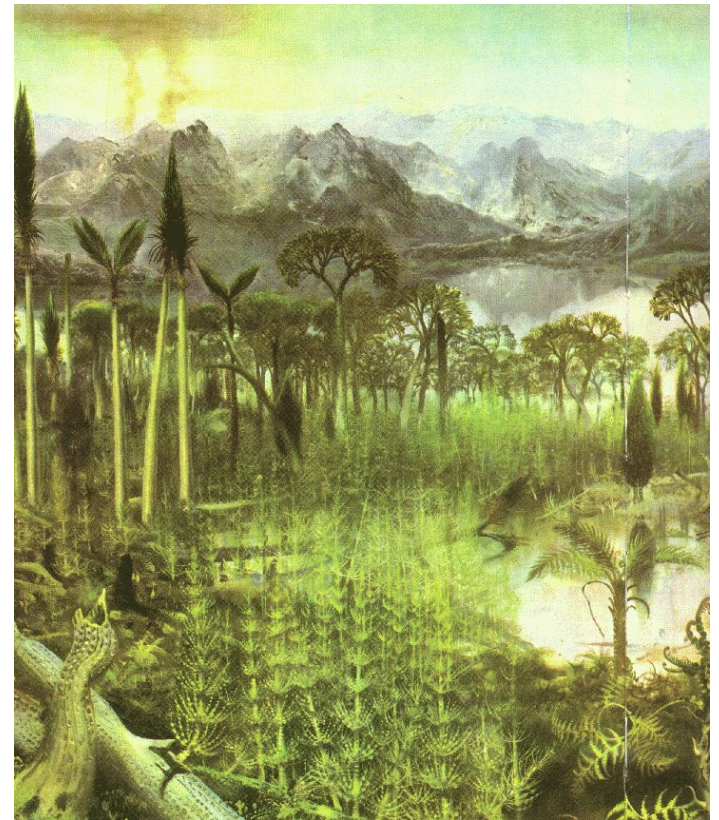
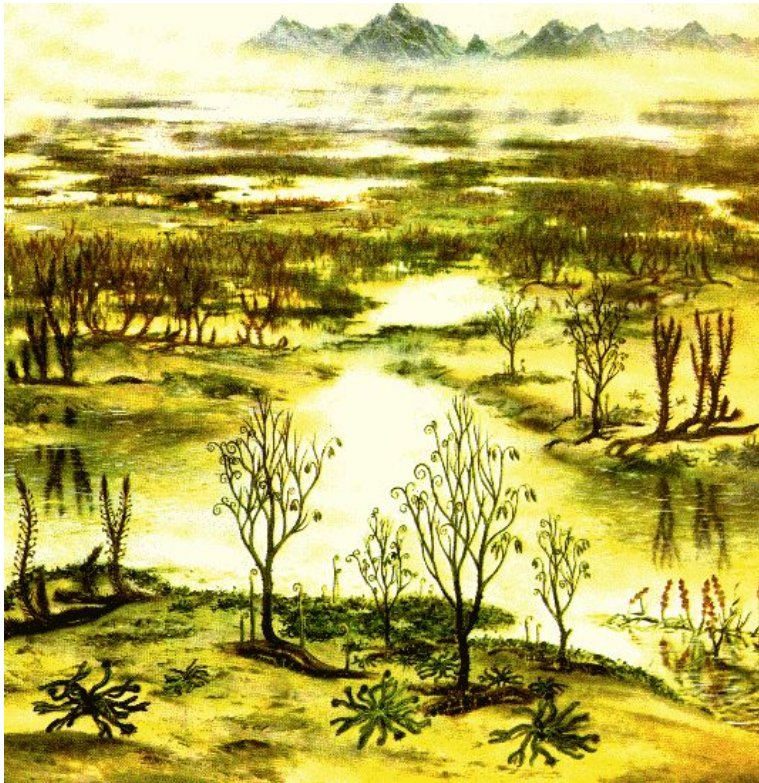


## Данные сравнительной палеонтологии

Обнаружены *ископаемые переходные формы*, позволяющие с уверенностью говорить о происхождении той или иной группы организмов.

Например, *псилофиты* — переходная форма от водорослей к высшим наземным растениям;

*семенные папоротники* доказывают образование голосеменных растений от папоротникообразных.



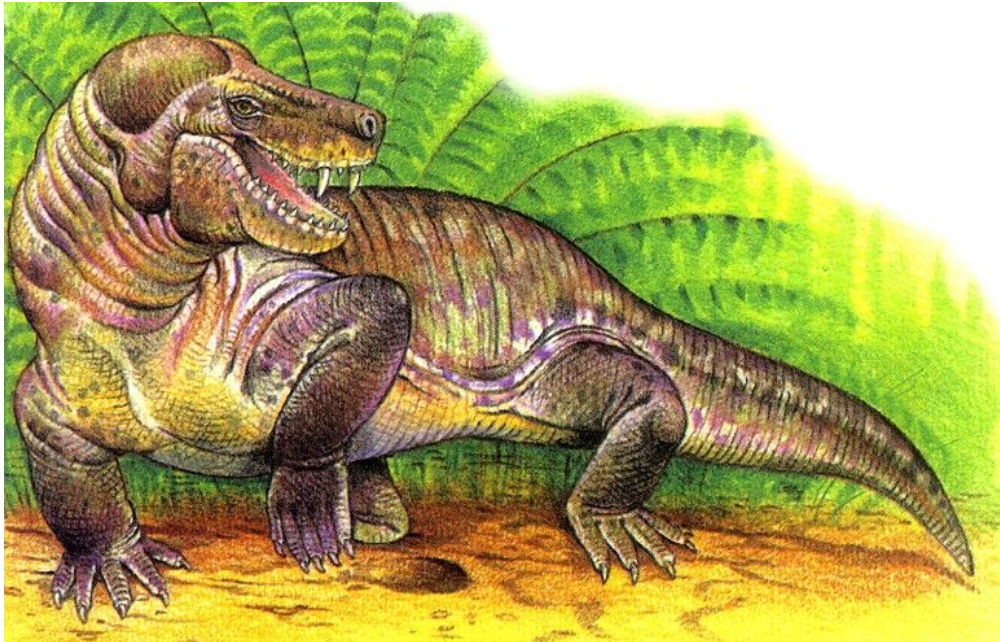
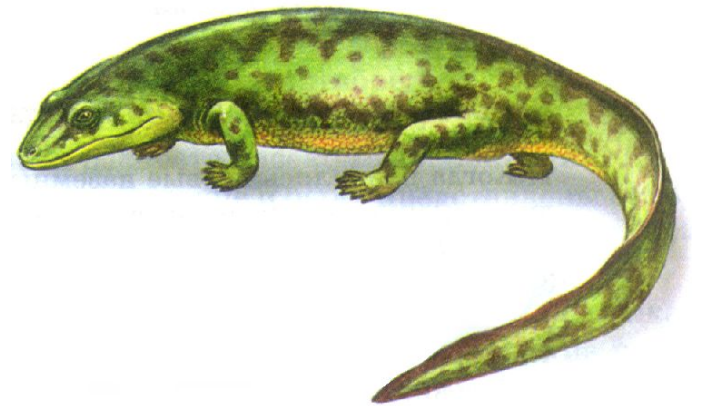
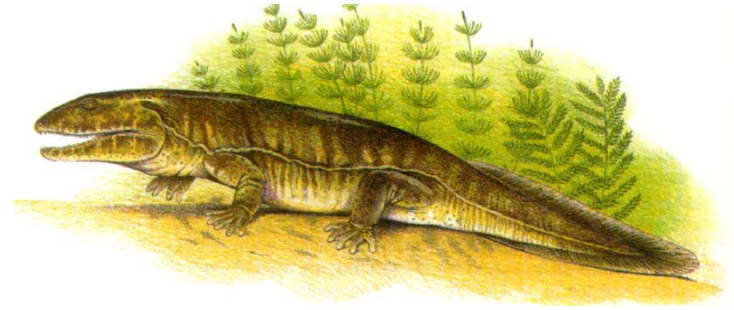
## Данные сравнительной палеонтологии

В царстве животных наиболее известны находки *археоптерикса*, первоптицы размером с голубя, но имеющей многие признаки пресмыкающихся: зубы на челюстях; по три пальца с когтями, выступающие из крыльев; хвост, состоящий из большого количества позвонков с расположенными на нем перьями; наличие брюшных ребер.



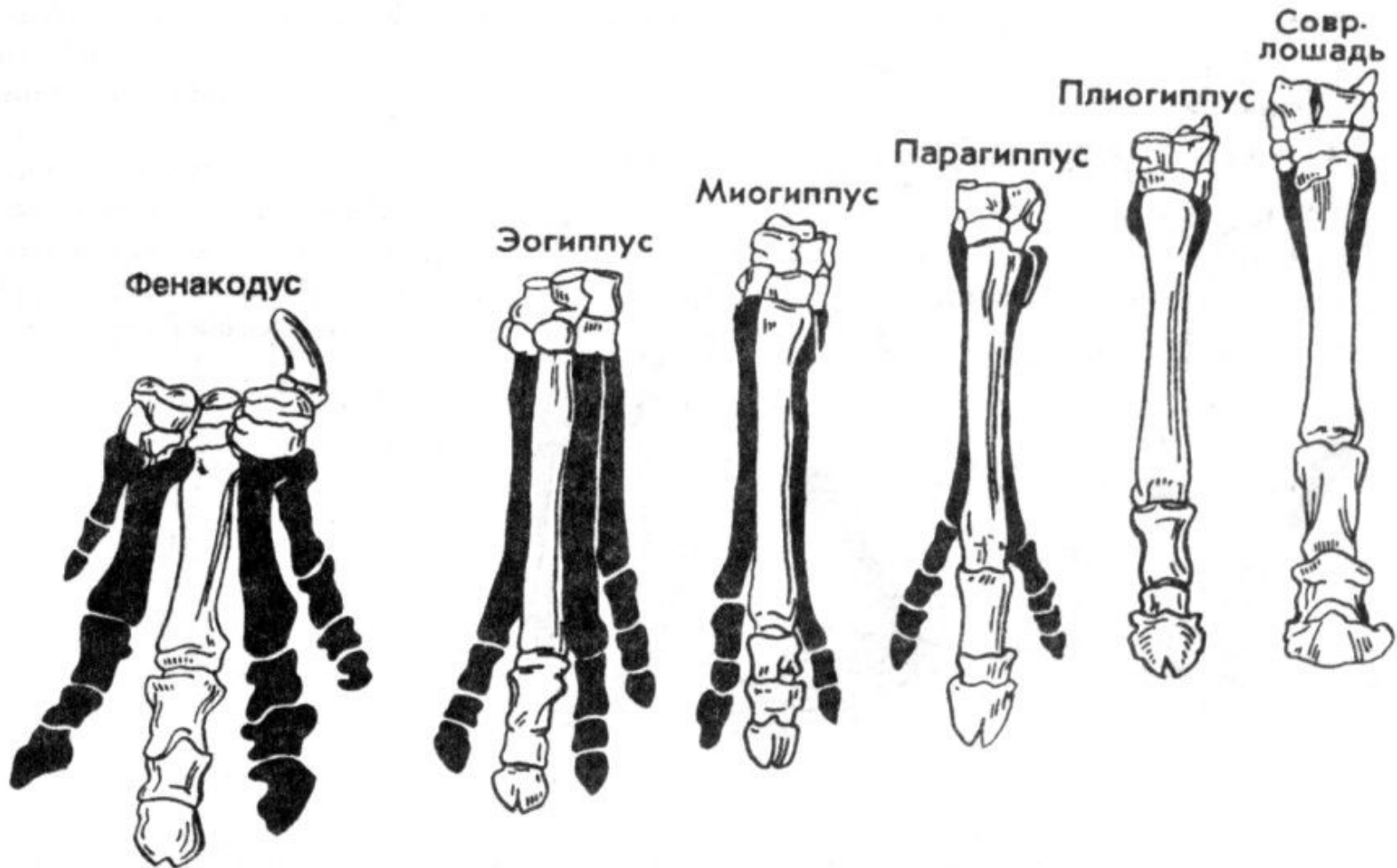
## Данные сравнительной палеонтологии

Ископаемые *ихтиостеги* и *стегоцефалы* имеют признаки рыб и земноводных, *котилозавры* — признаки земноводных и пресмыкающихся; *зверозубый ящер* — признаки пресмыкающихся и млекопитающих.

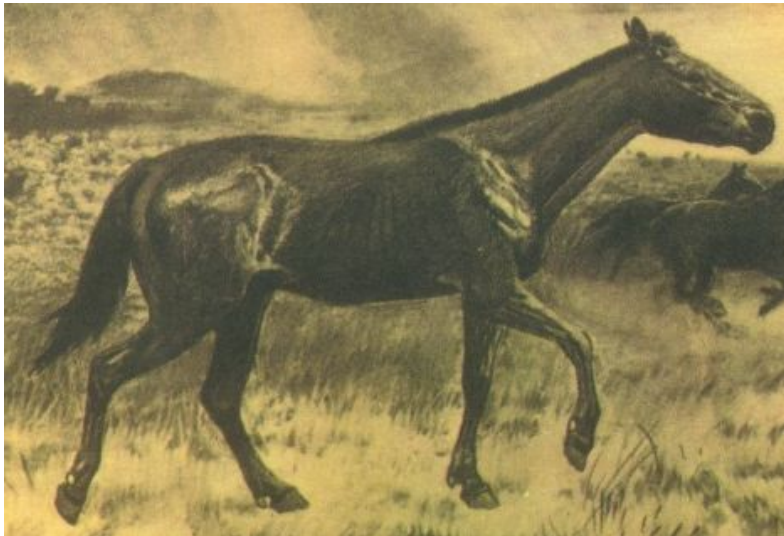


## Данные сравнительной палеонтологии

Палеонтологи по ископаемым остаткам сумели восстановить эволюцию многих групп животных — составлены *филогенетические ряды* лошади, хоботных, верблюдов.



## Данные сравнительной палеонтологии



Предок современной лошади появился 50 млн. лет назад в Северной Америке, держался в лесах, размером с лисицу.

Передние ноги имели 4 пальца, задние – 3. В связи с остепнением появились лошади.

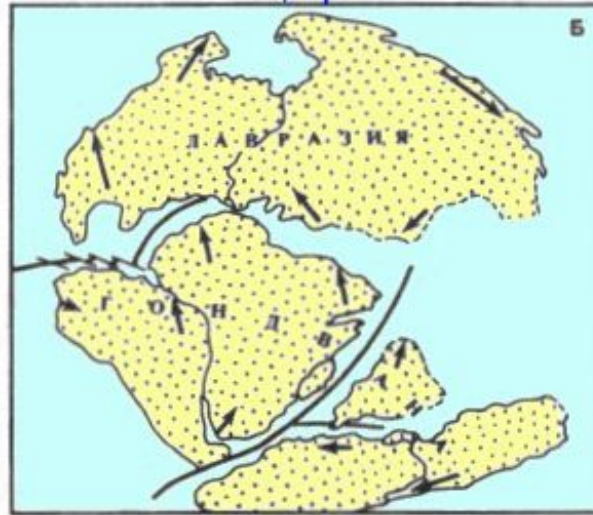
Гиракотерий – орогиппус – мезогиппус – меригиппус – современная лошадь.

# Данные биогеографии

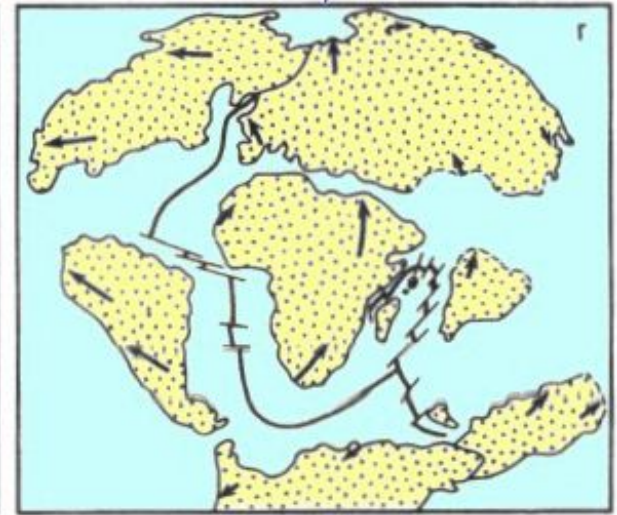
Палеозойская эра



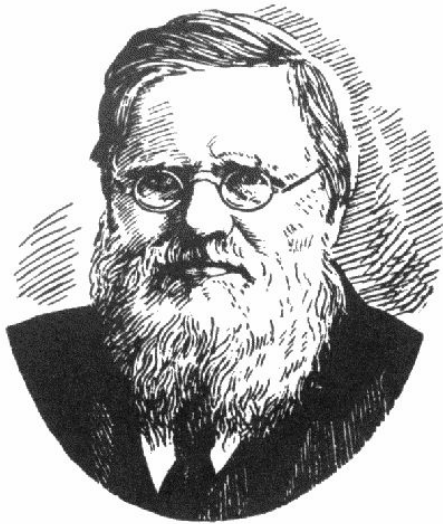
Мезозой, триас



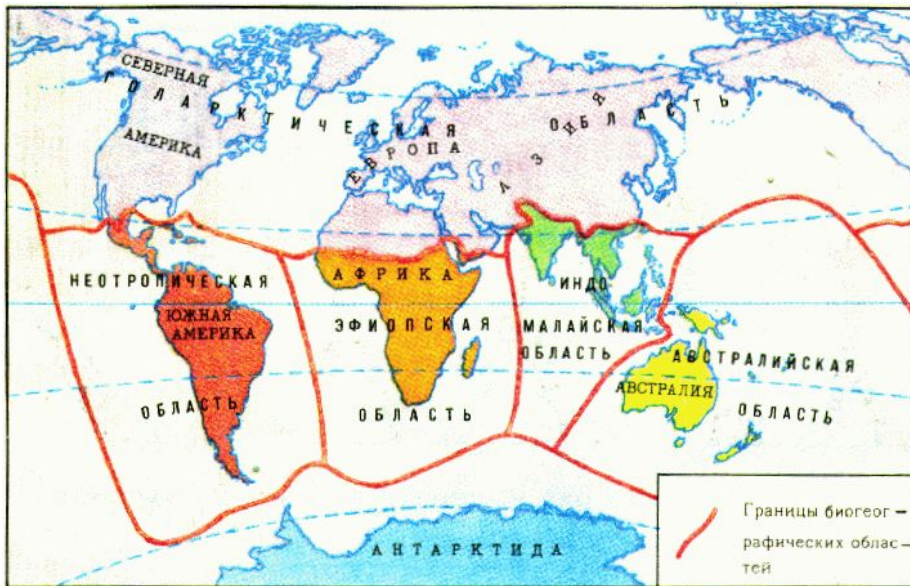
Мезозой, мел



## Данные биогеографии



Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)



Поверхность Земли А.Уоллес разделил на шесть биогеографических областей:

1) **Палеоарктическую** (Европа, Северная Африка, Северная и Средняя Азия, Япония);

2) **Неоарктическую** (Северная Америка);

3) **Эфиопскую** (Африка к югу от Сахары);

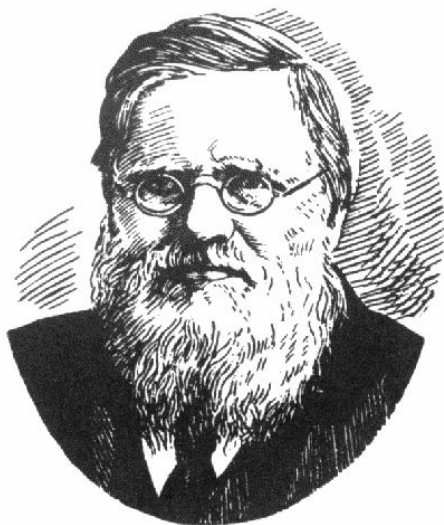
4) **Индо-Малайскую** (Южная Азия и Малайский архипелаг);

5) **Неотропическую** (Центральная и Южная Америка);

6) **Австралийскую**.

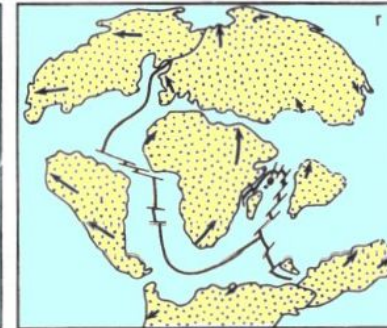
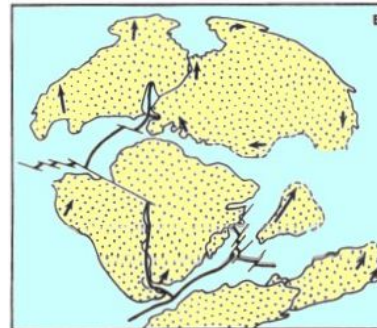
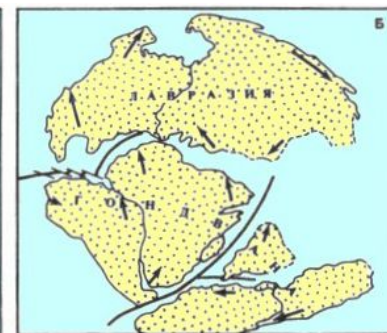
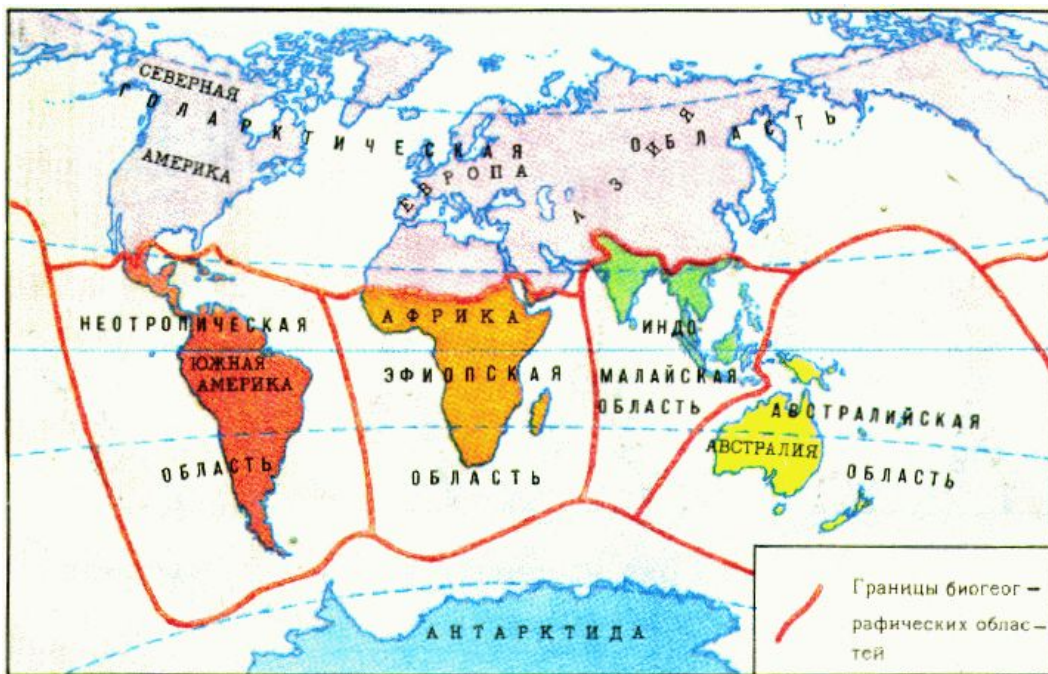


## Данные биогеографии

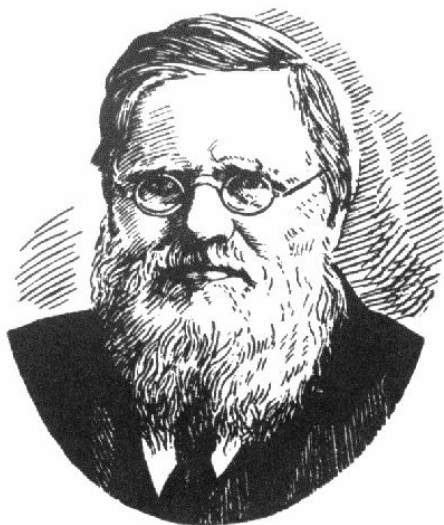


Фауна и флора **Палеоарктической** и **Неоарктической** областей сходны, хотя и между ними находится Берингов пролив. Сходство объясняется тем, что в недалеком прошлом существовал сухопутный мост — **Берингов перешеек**. Эти две области объединены **Голарктическую** область.

Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)

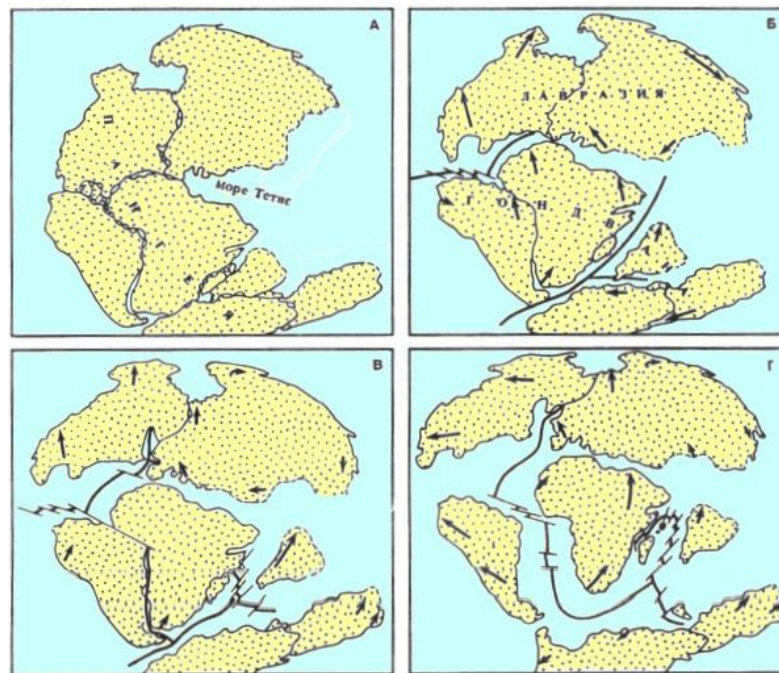
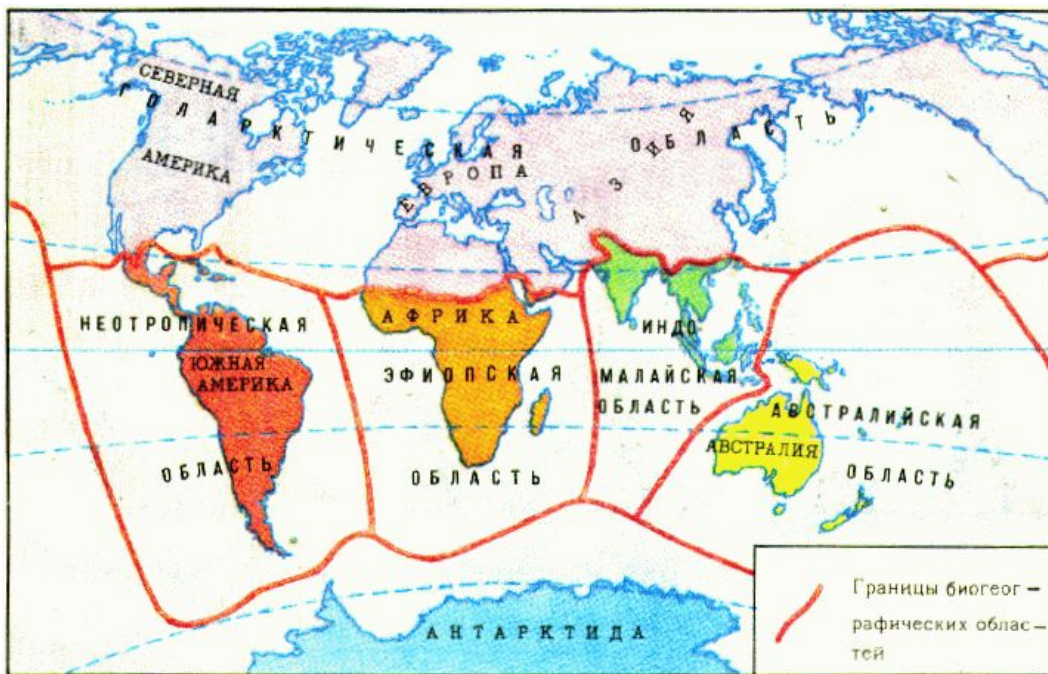


## Данные биогеографии



Различия в растительном и животном мире между Неоарктической и Неотропической областями объясняются тем, что Панамский перешеек появился недавно. Только немногие виды сумели проникнуть в Северную Америку (броненосец, опоссум) и из Северной Америки в Южную.

Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)

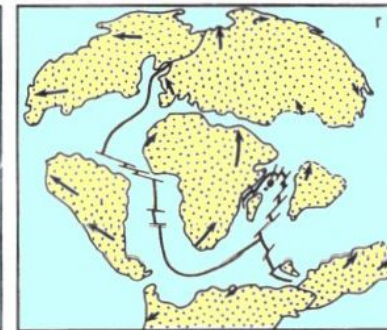
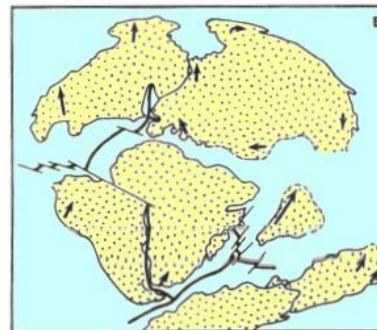
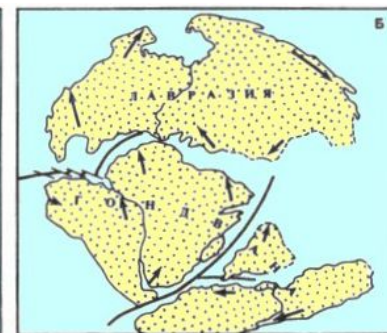
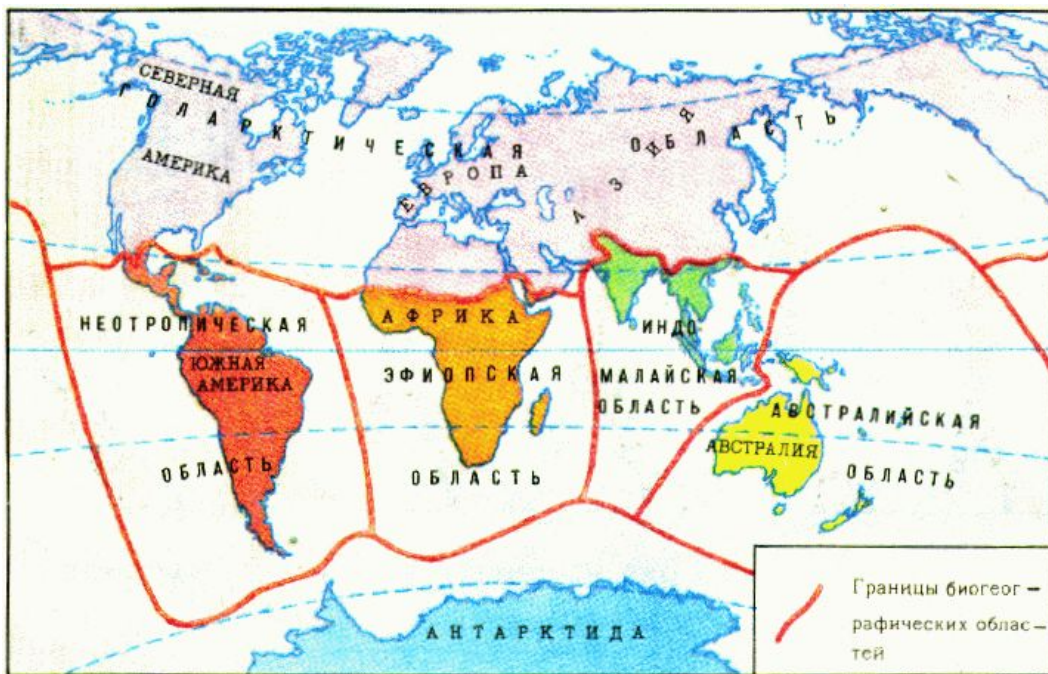


## Данные биогеографии

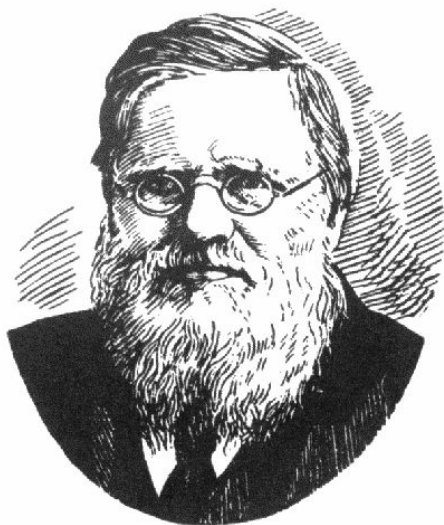


Австралия отделилась от остальных материков более 100 млн. лет назад, тогда еще не было плацентарных животных, и изоляция сохранила примитивных яйцекладущих и сумчатых млекопитающих.

Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)

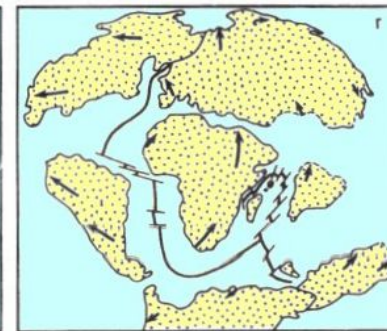
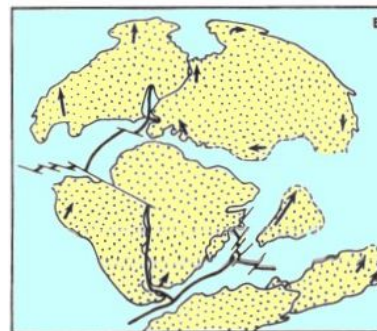
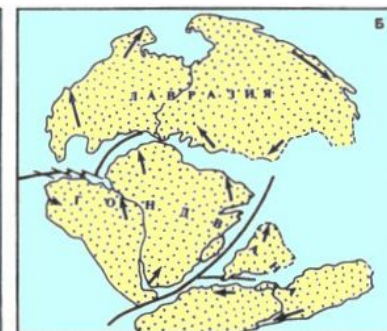
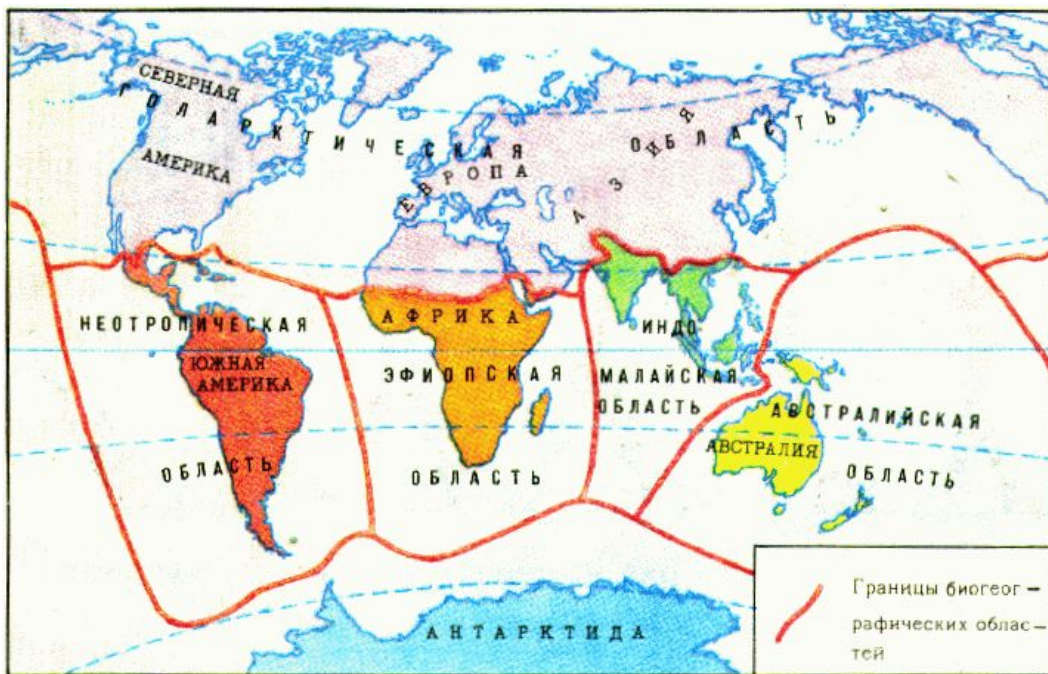


## Данные биогеографии

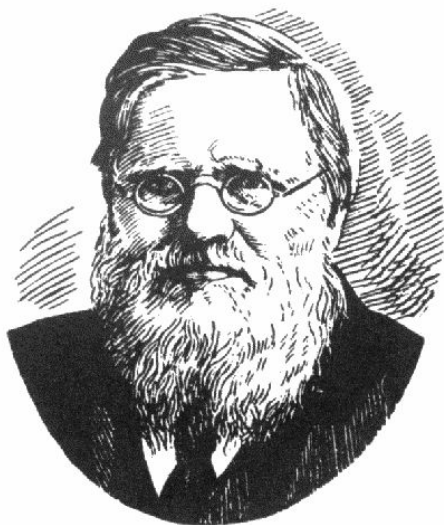


Фауны и флоры различных островов также отличаются от материковых, причем, чем раньше была потеряна связь с материком и чем дальше они расположены друг от друга, тем больше разница между обитателями островов и материка.

Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)

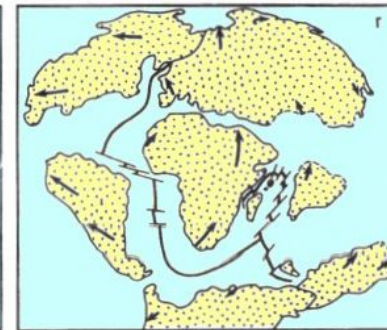
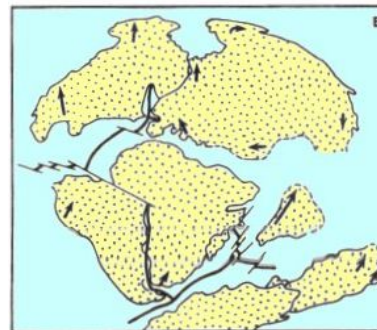
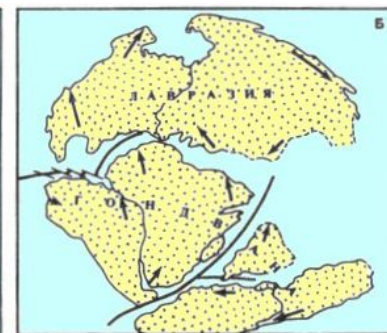
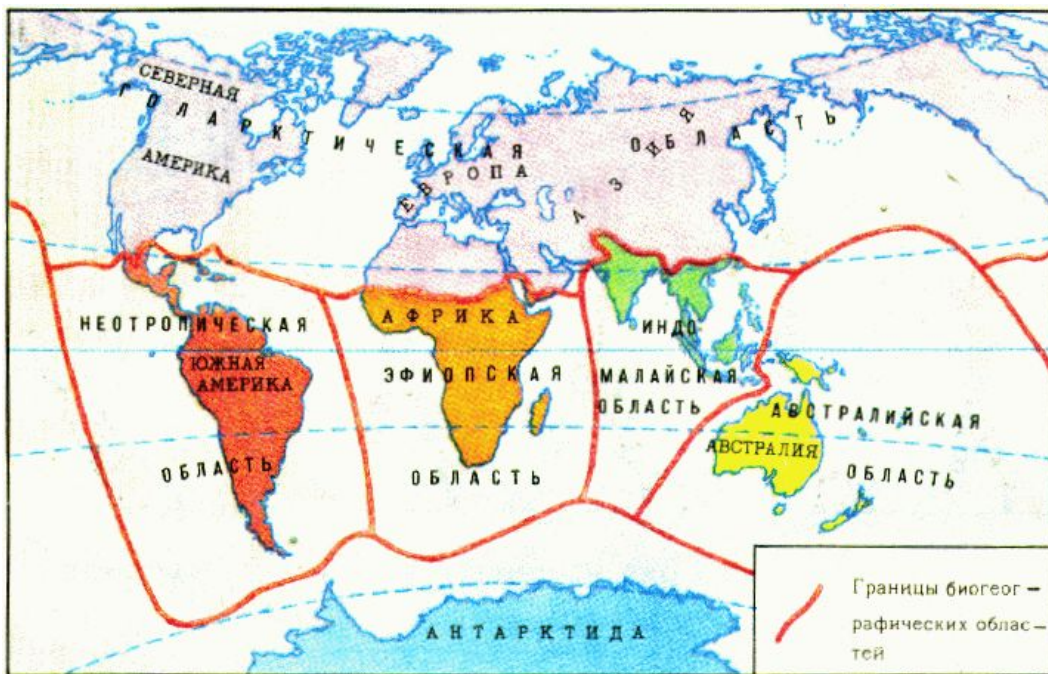


## Данные биогеографии



Например, на Мадагаскаре нет высших обезьян, типичных для Африканского континента, но сохранились лемуры. Это объясняется появлением водной преграды между континентом и островом в то время, когда еще не было высших обезьян.

Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)



## Повторение:

Молекулярные доказательства эволюции:

*Чем ближе родство, тем меньше отличий в строении ДНК и белков.*

*Чем больше времени прошло с момента разделения видов, тем больше накопилось различий в их ДНК. ДНК человека и шимпанзе отличается в среднем 1 нуклеотидом из 100, ДНК двух людей - 1 нуклеотидом из 1000.*

Закон К.Бэра:

*«На ранних стадиях развития зародыши разных классов позвоночных животных сходны, а затем отклоняются в своем развитии друг от друга».*

Закон Мюллера – Геккеля:

*«Онтогенез — есть краткое и быстрое повторение филогенеза».*

Гомологичные органы:

*Органы, имеющие одинаковое происхождение и сходный план строения называются гомологичными.*

Рудиментарные органы:

*Органы, утратившие свои функции и находящиеся на стадии исчезновения.*

Атавизмы:

*Случаи возврата к признакам предков.*

*Ярусность расположения ископаемых остатков:*

*Чем древнее пласт земли, тем более примитивные формы жизни там находятся.*

## *Повторение:*

Ископаемые переходные формы:

*Организмы, совмещающие признаки разных классов, показывающие возможность происхождения одного класса от другого.*

Филогенетические ряды:

*Палеонтологические находки, позволяющие восстановить эволюцию определенной группы организмов.*

Голарктическая область:

*Палеоарктическая (Евразия) и Неоарктическая (Северная Америка).*

Почему на Мадагаскаре нет высших приматов, крупных копытных, и крупных хищников?

*Мадагаскар отделился от Африки до появления высших приматов и крупных копытных животных.*

*Тема:*  
*Синтетическая теория*  
*эволюции*

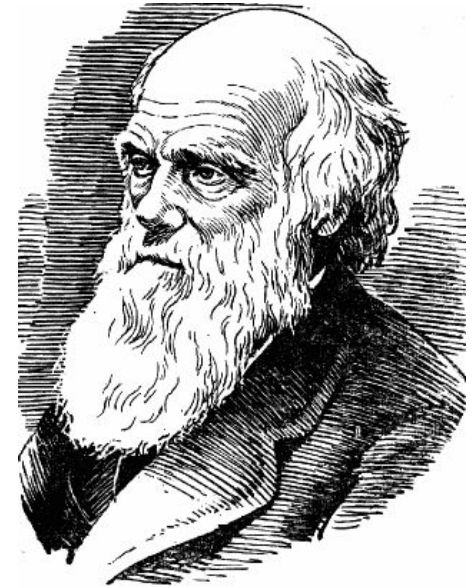
Задачи:

1. Еще раз сформулировать основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина.
2. Сформулировать основные положения синтетической теории эволюции.



# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

1. Все виды живых существ, населяющих Землю, никогда и никем не были созданы.



Ч.Дарвин  
(1809 -1882)

Слон хоботом  
отрывает  
листья вместе  
с ветками.

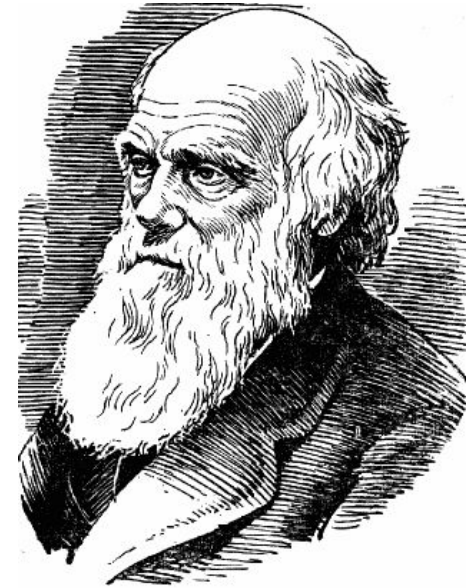
Зебра, носорог  
и антилопа  
поедают  
растения внизу,  
но каждый вид  
своим способом.

Жирафа объедает  
листья, растущие  
на высоте до 7 м  
над землей,  
благодаря длинной  
шее.



# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

2. Возникнув естественным путем, виды медленно и постепенно преобразовывались и совершенствовались в соответствии с окружающими условиями.



Ч.Дарвин  
(1809 -1882)

Слон хоботом  
отрывает  
листья вместе  
с ветками.

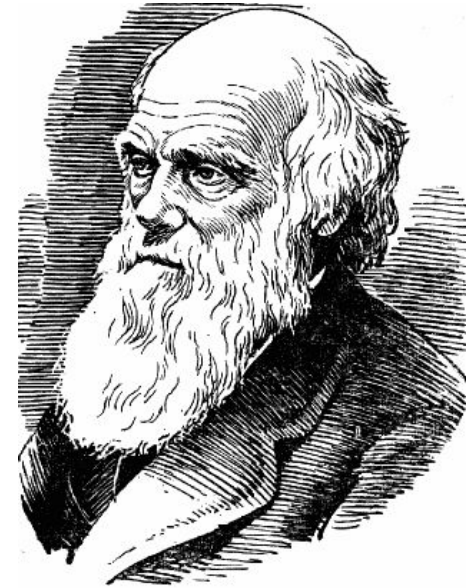
Жирафа объедает  
листья, растущие  
на высоте до 7 м  
над землей,  
благодаря длинной  
шее.

Зебра, носорог  
и антилопа  
поедают  
растения внизу,  
но каждый вид  
своим способом.

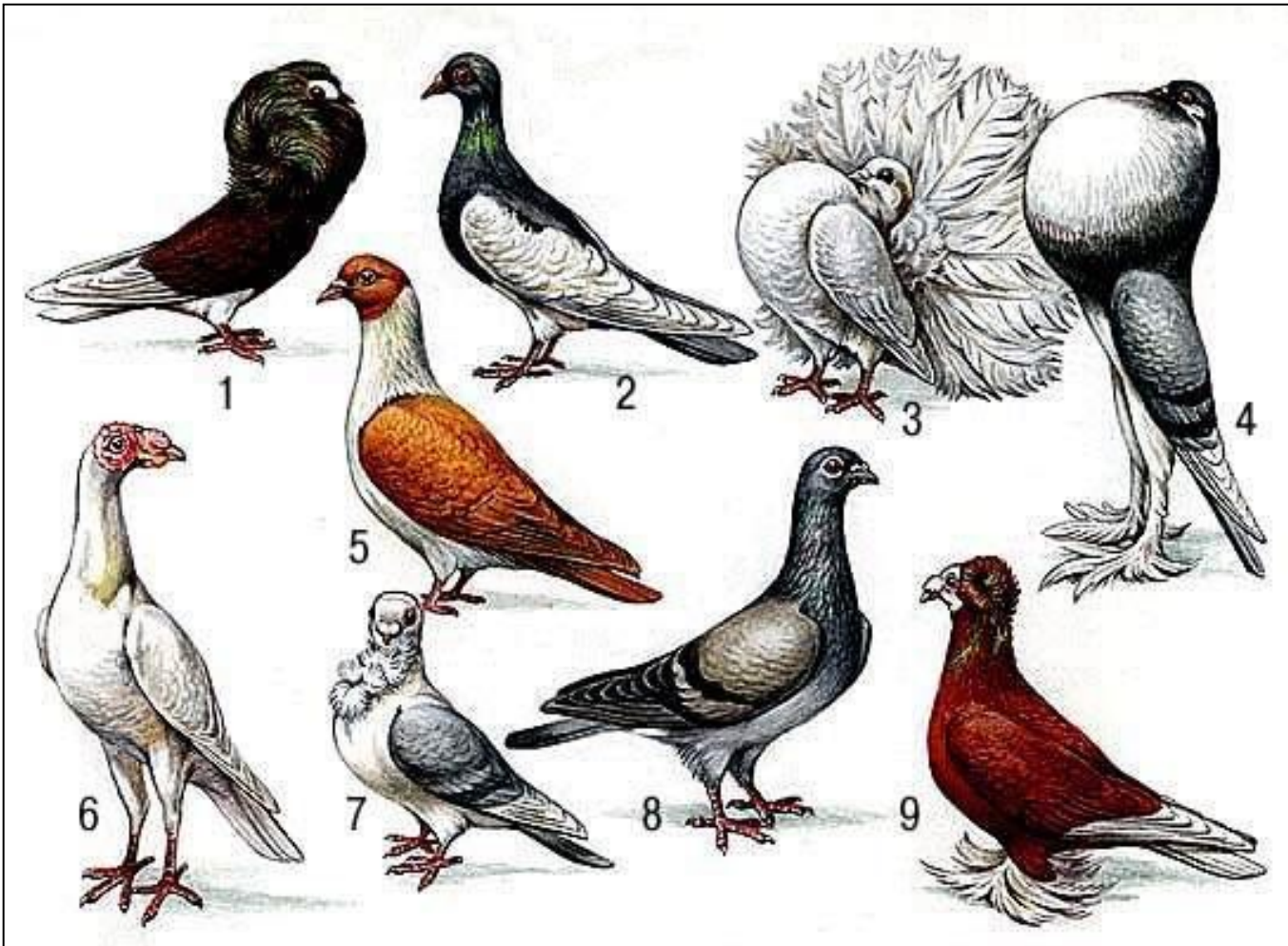


# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

3. Факторами создания сортов и пород являются наследственная изменчивость и искусственный отбор.

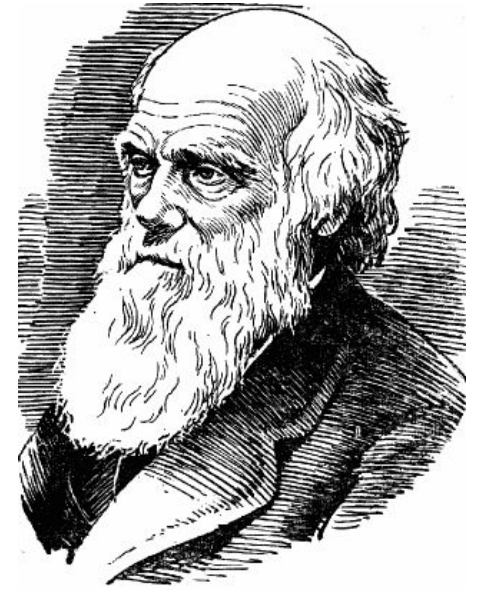


Ч.Дарвин  
(1809 -1882)



# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

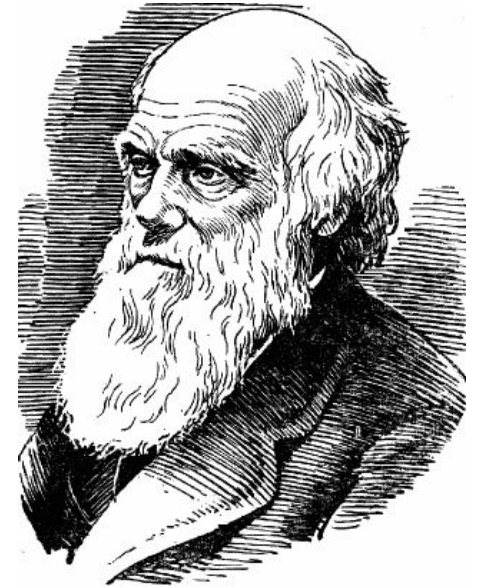
4. Факторами, приводящими к образованию новых видов в природе являются **наследственная изменчивость** и **естественный отбор**.



Ч.Дарвин  
(1809 -1882)

# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

5. **Борьба за существование** – сложные и многообразные отношения организмов между собой и с условиями внешней среды. Неизбежность борьбы за существование вытекает из противоречия **между способностью организмов к неограниченному размножению и ограниченностью жизненных ресурсов.**

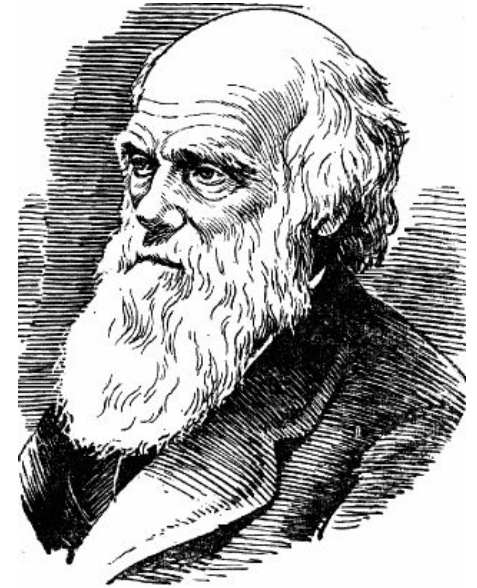


Ч.Дарвин  
(1809 -1882)

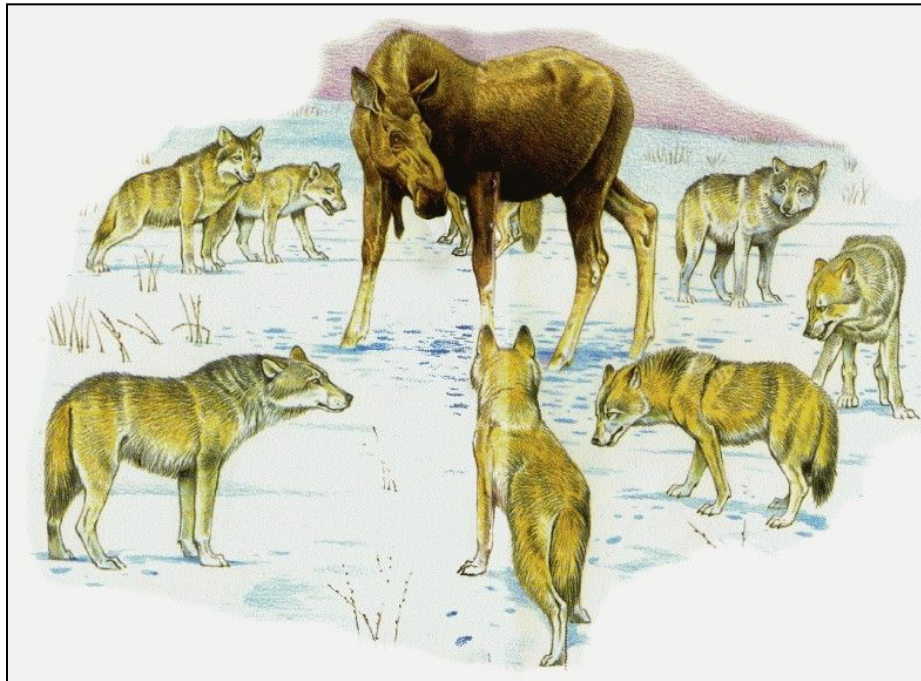


# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

6. Следствием борьбы за существование является **естественный отбор – выживание наиболее приспособленных особей**. Естественный отбор сохраняет особей с полезными в данных условиях среды наследственными изменениями и устраняет особей, не имеющих этих изменений.

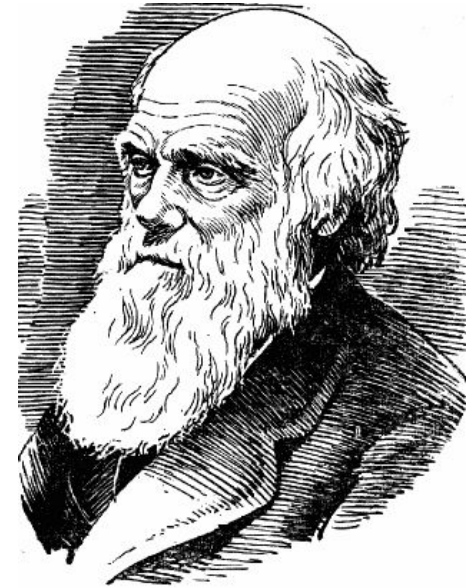


Ч.Дарвин  
(1809 -1882)



# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

7. Таким образом, из поколения в поколение в результате наследственной изменчивости, борьбы за существование и естественного отбора **виды** **изменяются в направлении все большей приспособленности к условиям среды обитания.** Приспособленность не абсолютна, она носит **относительный** характер.

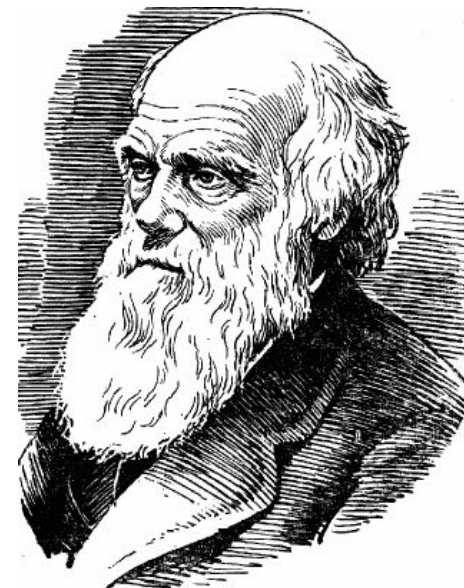
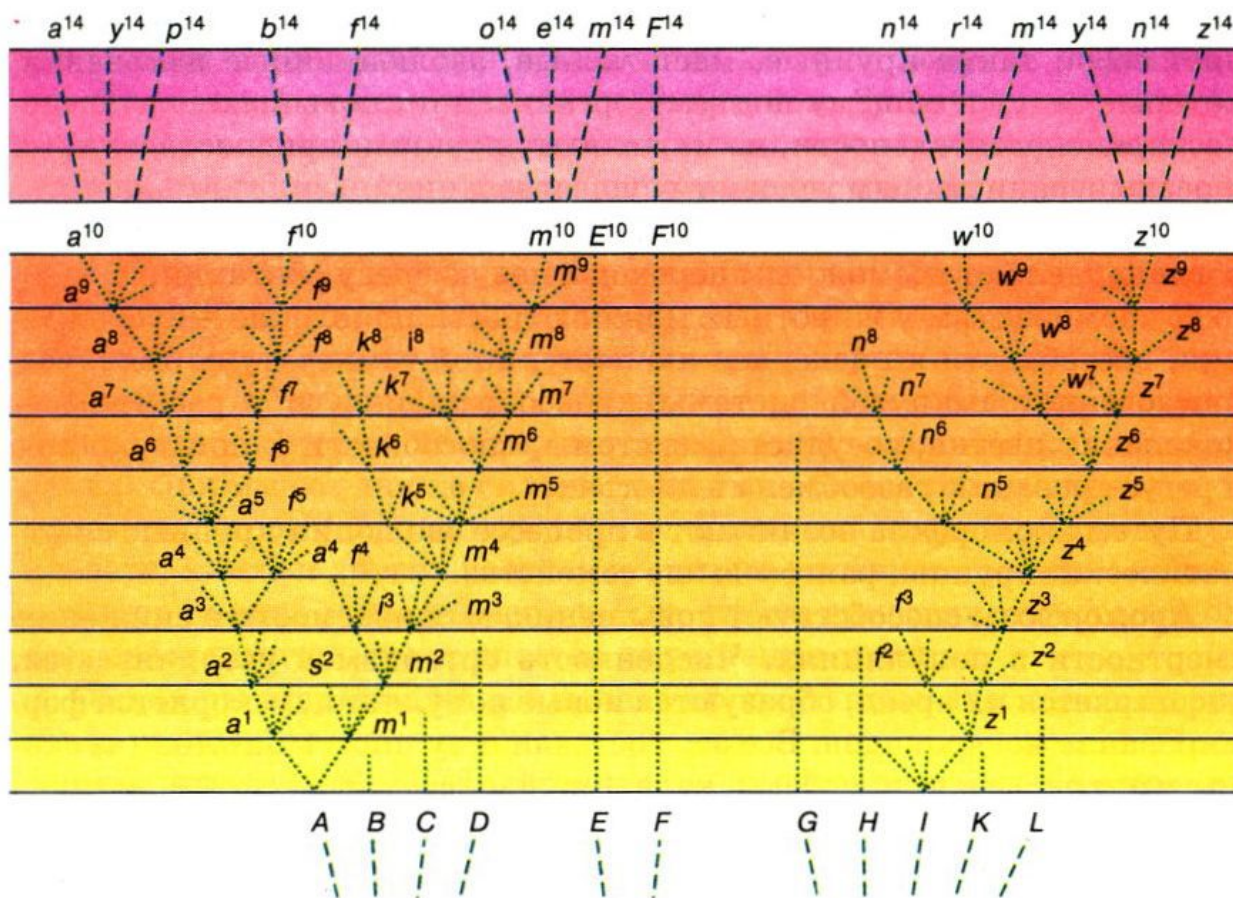


Ч.Дарвин  
(1809 -1882)



# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

8. Естественный отбор вызывает расхождение (дивергенцию) признаков внутри вида и может привести к видообразованию.

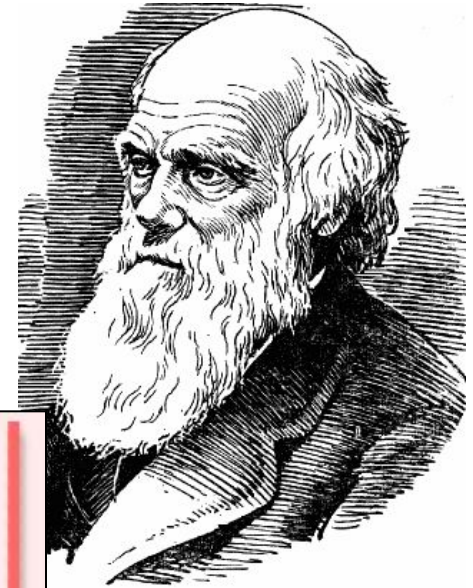


Ч.Дарвин  
(1809 -1882)

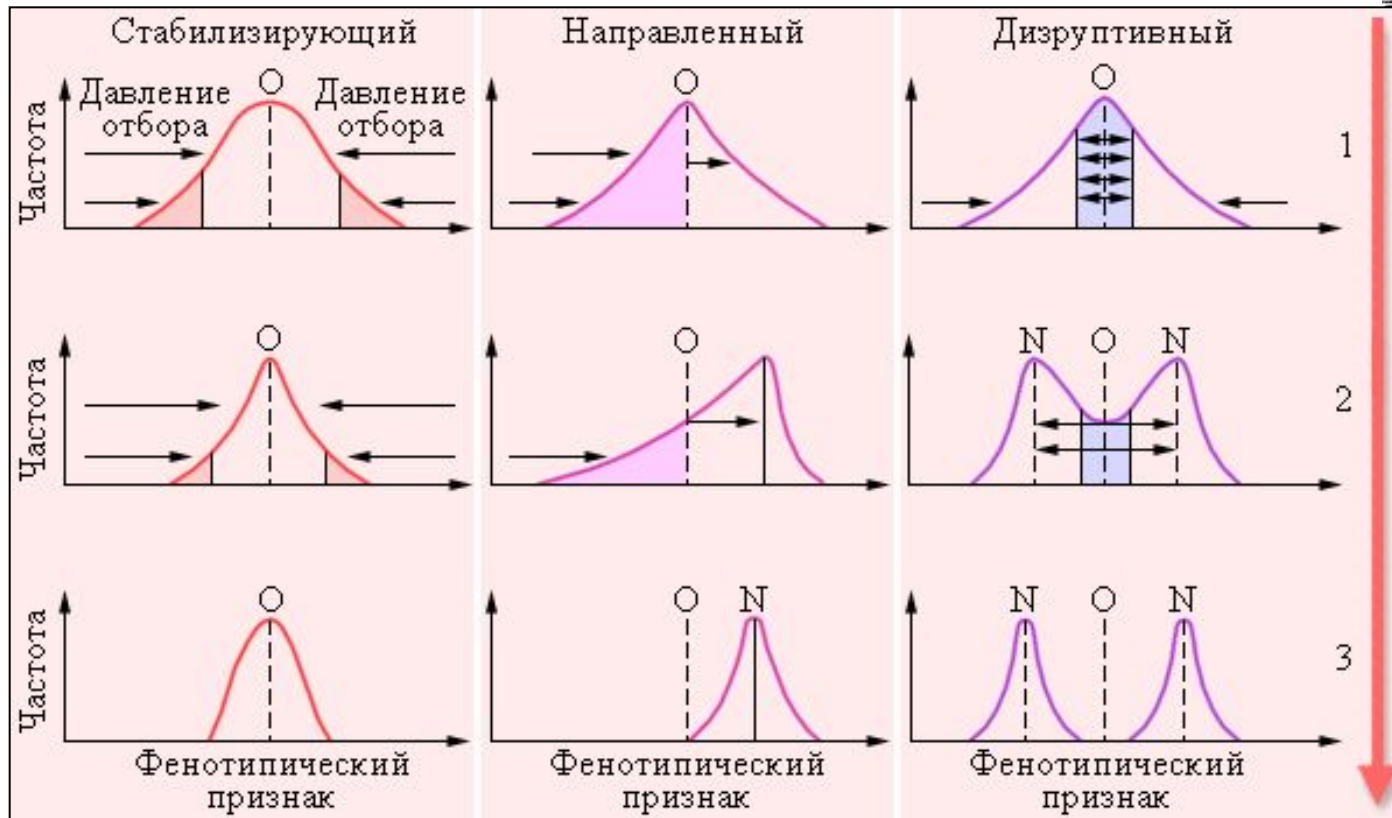


# Основные положения эволюционного учения Ч.Дарвина

9. Способность организмов выживать в борьбе за существование не обязательно связана с более высокой организацией, поэтому наряду с высокоорганизованными формами жизни существуют и низкоорганизованные.



Ч.Дарвин  
(1809 -1882)



## *Основные положения синтетической теории эволюции:*

1. Материалом для эволюции служат, как правило, мелкие дискретные изменения наследственности - мутации.
2. Мутационный процесс, волны численности - факторы-поставщики материала для отбора - носят случайный и ненаправленный характер.
3. Единственный направляющий фактор эволюции - естественный отбор, основанный на сохранении и накоплении случайных и мелких мутаций.
4. Наименьшая эволюционная единица - популяция, а не особь, отсюда особое внимание к изучению популяции как элементарной структурной единицы вида.
5. Эволюция носит дивергентный характер, т.е. один таксон может стать предком нескольких дочерних таксонов, но каждый вид имеет единственный предковый вид, единственную предковую популяцию.
6. Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюционного процесса представляет собой последовательную смену одной временной популяции чередой последующих временных популяций.

## *Основные положения синтетической теории эволюции:*

7. Вид состоит из множества соподчиненных морфологически, биохимически, экологически, генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц - подвидов и популяций. Однако известно немало видов с ограниченными ареалами, в пределах которых не удается расчленить вид на самостоятельные подвиды, а реликтовые виды могут состоять из единственной популяции. Судьба таких видов, как правило, недолговечна.
8. Обмен аллелями, "поток генов" возможны лишь внутри вида. Если мутация имеет положительную селективную ценность на территории ареала вида, то она может распространиться по всем его популяциям и подвидам. Отсюда определение вида как генетически целостной и замкнутой системы.
9. Поскольку основной критерий вида - его репродуктивная изоляция, то этот критерий не применим к формам без полового процесса (огромному множеству прокариот, низшим эукариотам).
10. Макроэволюция, или эволюция на уровне выше вида, идет лишь путем микроэволюции. Не существует закономерностей макроэволюции, отличных от микроэволюционных.
11. Исходя из всех упомянутых положений ясно, что эволюция непредсказуема, имеет ненаправленный к некоей конечной цели характер. Иначе говоря, эволюция не носит финалистический характер.