

# Происхождение видов: механизмы эволюции



# Происхождение видов

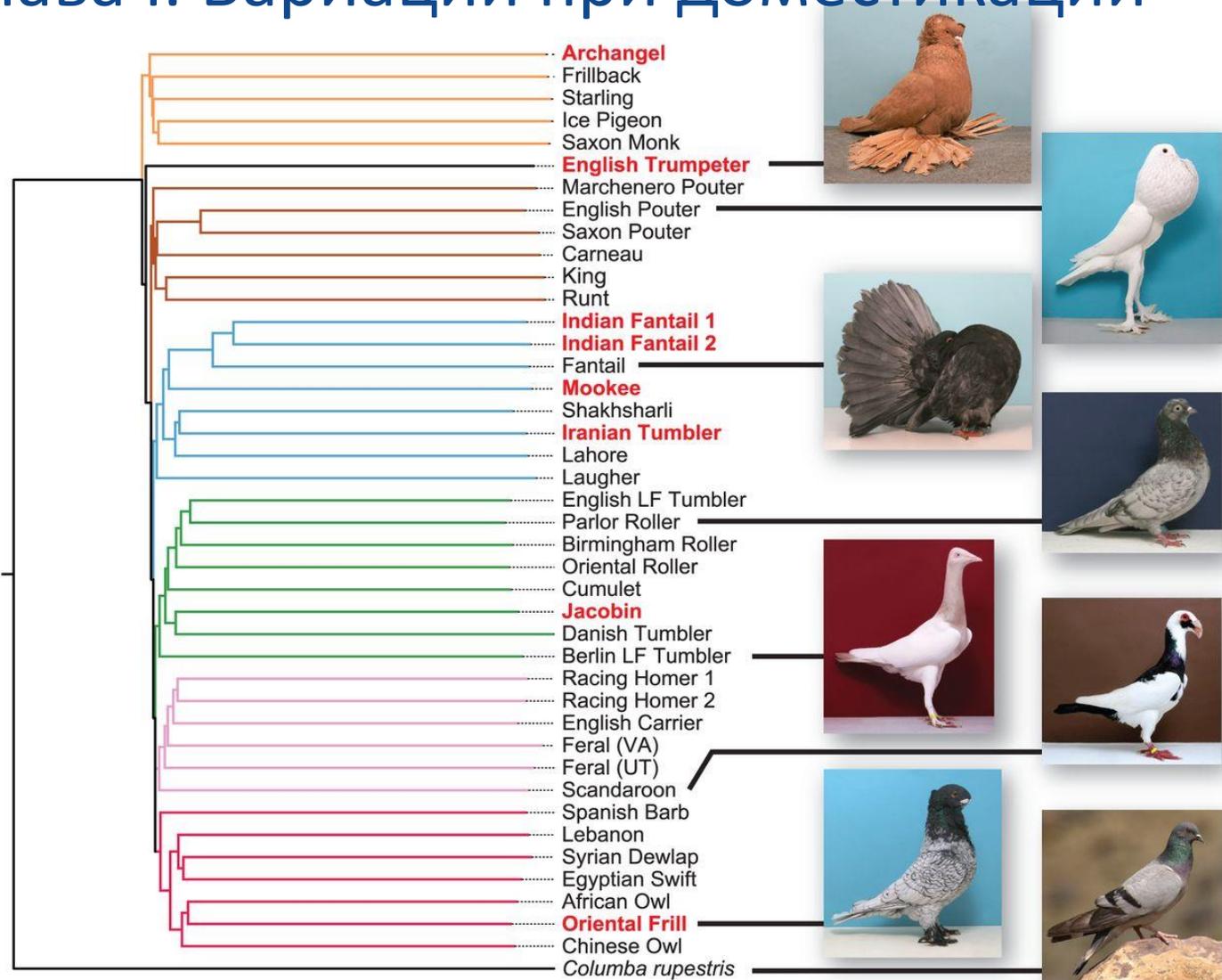
- Внутри видов есть наследственная изменчивость
- На основе изменчивости искусственная отбором созданы породы, отличающиеся больше, чем виды в природе
- В природе рождается больше потомков, чем может выжить
- Выживают и размножаются те, кто более приспособлены к локальным условиям
- Они передают потомкам признаки, которые им позволили выжить – естественный отбор
- Условия меняются в пространстве и времени, это влечет за собой отбор в разных направлениях и дивергенцию

## Ч.Дарвин

# Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь

- Введение
- Исторический набросок
- Глава I. Вариации при одомашнивании
- Глава II. Вариации в природе
- Глава III. Борьба за существование
- Глава IV. Естественный отбор, или выживание наиболее приспособленного
- Глава V. Законы вариации
- Глава VI. Трудности теории
- Глава VII. Разнообразные возражения против теории естественного отбора
- Глава VIII. Инстинкт
- Глава IX. Гибридизация
- Глава X. О неполноте геологической летописи
- Глава XI. О геологической последовательности органических существ
- Глава XII. Географическое распространение
- Глава XIII. Географическое распространение (продолжение)
- Глава XIV. Взаимное родство организмов; морфология; эмбриология; рудиментарные органы
- Глава XV. Краткое повторение и заключение

# Глава I. Вариации при domestikации

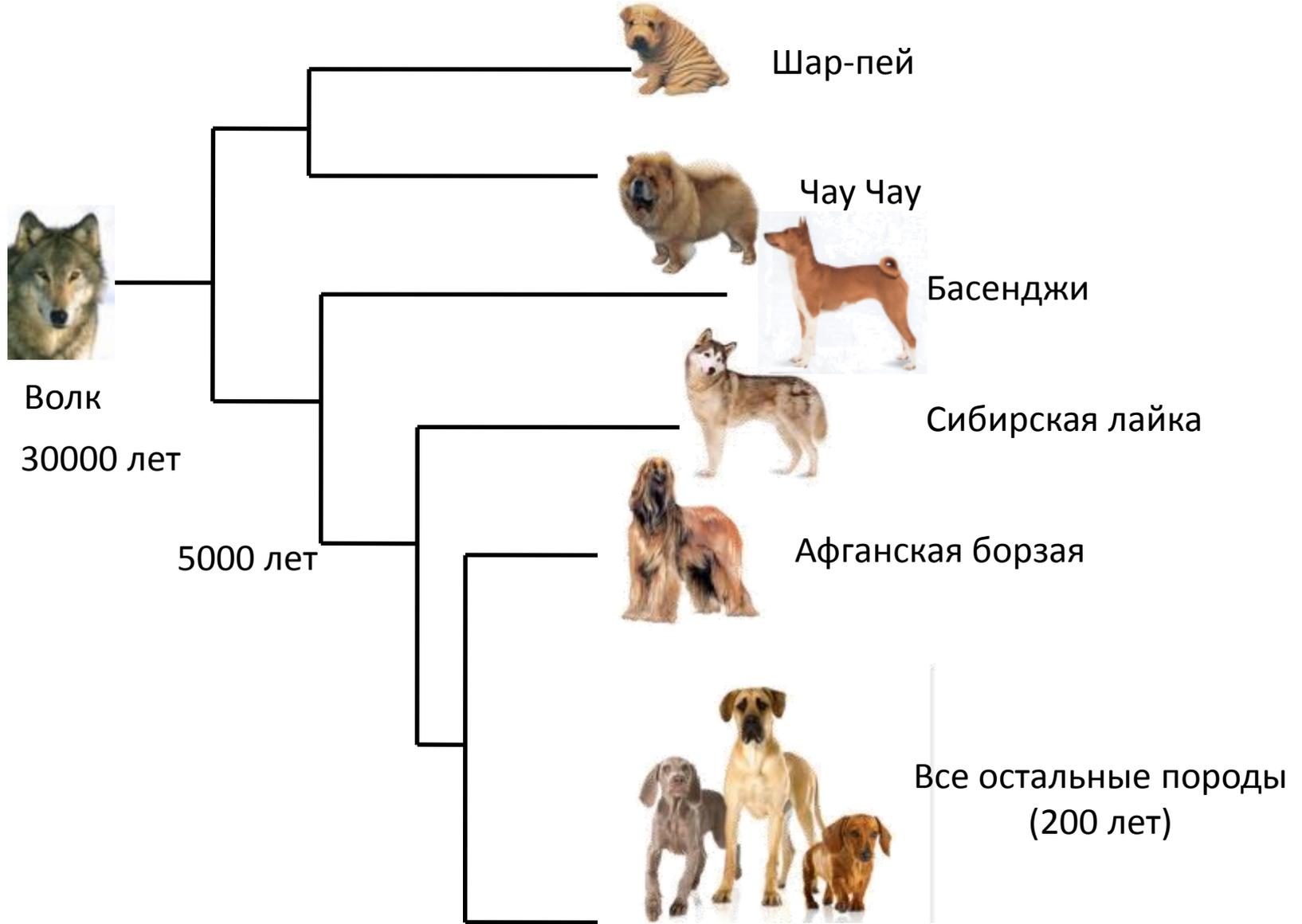


<http://www.sciencemag.org/content/early/2013/01/30/science.1230422.full?sid=faa2986b-bfba-4c8d-932a-940dfed9b894>



**Fig. 5** Comparison between Persian and non-Persian skulls. The

# Глава I. Вариации при доместикации

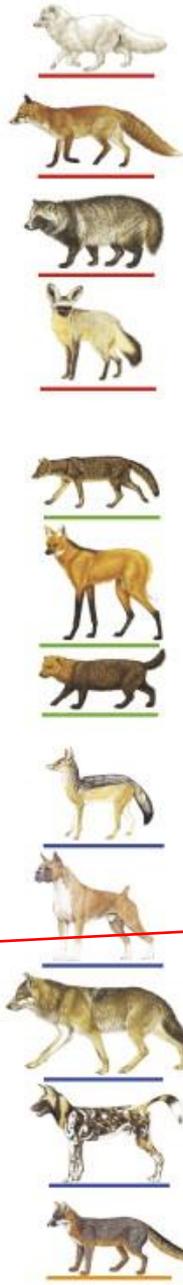
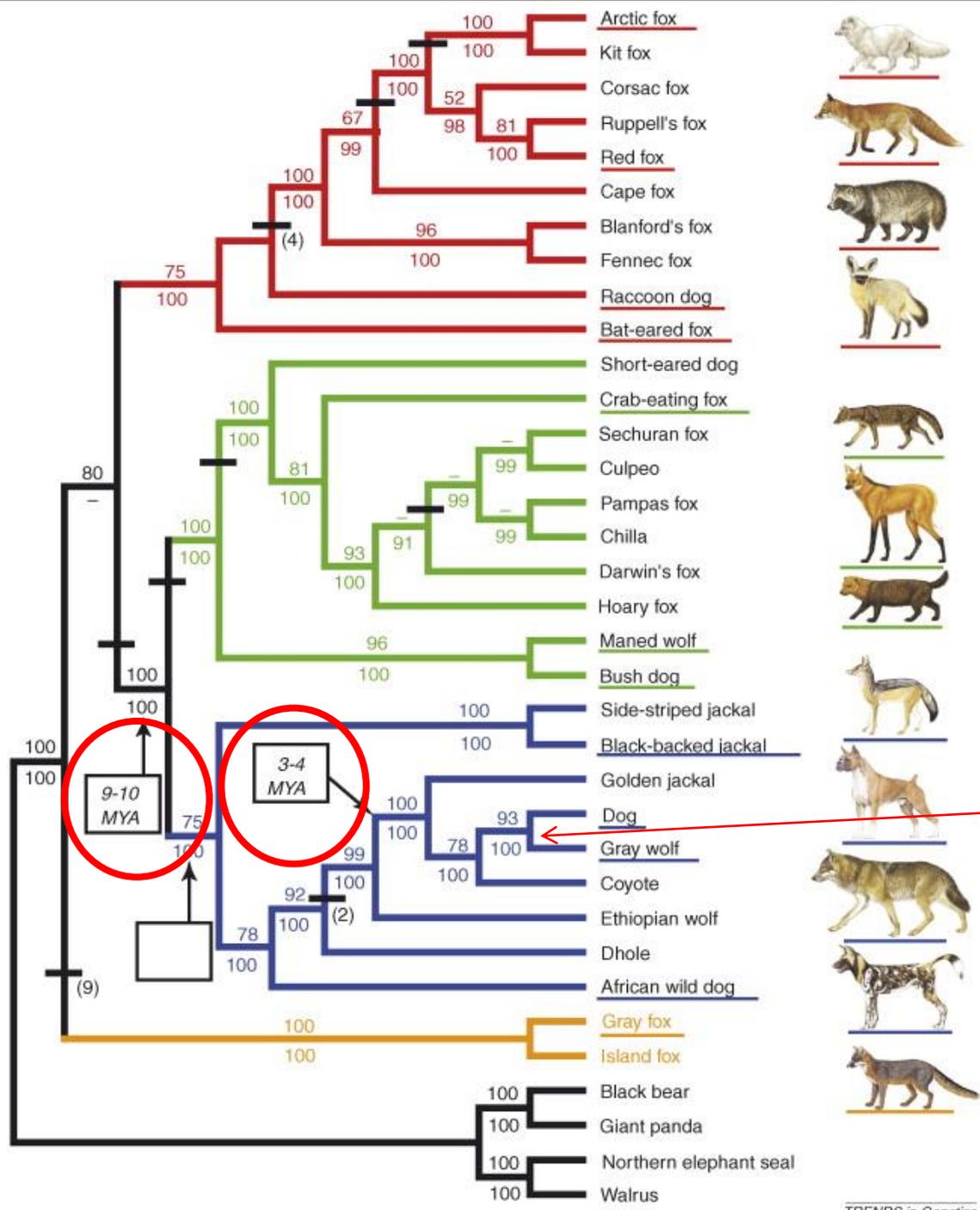




(h) Chihuahua and Great Dane: both are wolves under the skin, but who would guess it from their appearance, after a few centuries of artificial selection?



h

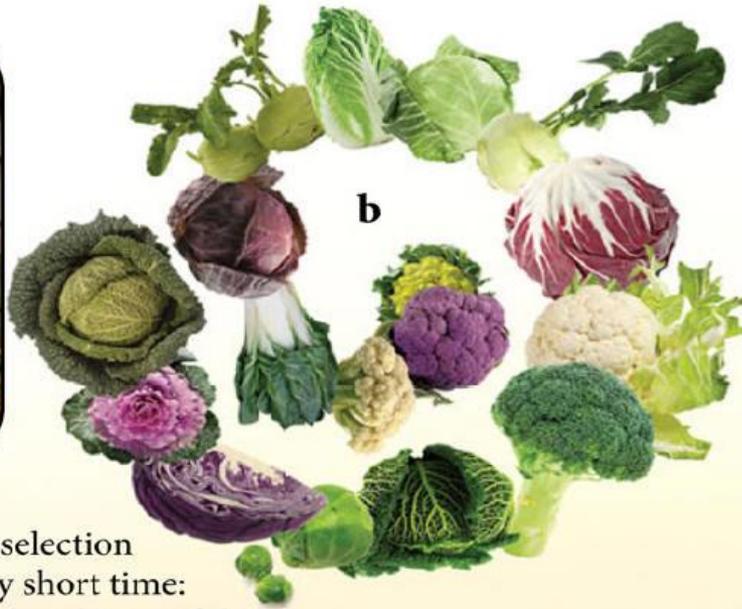


0,03 MYA



0,0002 MYA

# Сознательный и бессознательный отбор



What artificial selection can do in a very short time: wild cabbage (a) and its useful (b) and monstrous (c) descendants.

Интерлюдия  
Наследственная и ненаследственная  
изменчивость

Изменчивость ненаследственная для нас не  
существенна

*Ч.Дарвин*



@ [Алёна Шишкина](#) Ученик (158)

Закрит: 3 недели назад

Подарить стикер! **NEW**

**Дарвин сказал "Изменчивость ненаследственная для нас не существенна". Объясните пожалуйста высказывание, очень надо!**



### Лучший ответ



@ [Гаврилова Алёна](#) Ученик (200) 3 недели назад ([ссылка](#))

Изменчивость не наследственная (модификационная), затрагивает только фенотип, не изменяя генотип. Следовательно, она не может передаваться потомкам и не играет роли в процессе эволюции. Возникает такая изменчивость как правило под воздействием окружающей среды или других внешних факторов.



### Другие ответы



@ [Lena](#) Гуру (3044) 3 недели назад ([ссылка](#))

Потому, что потомкам не передается и эволюционной роли не играет

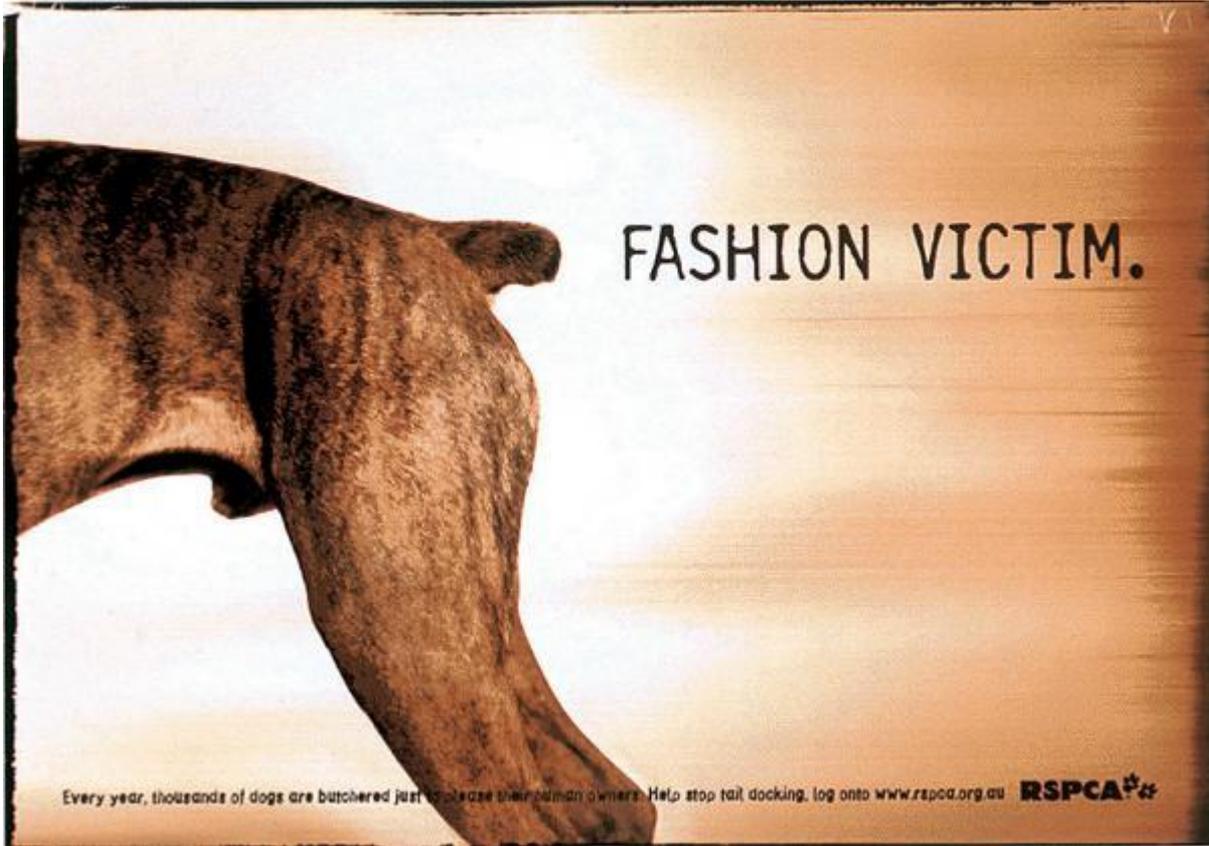
Оценка: 0    Рейтинг: 0



@ [Владимир Тихомиров](#) Искусственный Интеллект (236639) 3 недели назад ([ссылка](#))

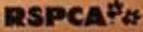
Вам сделали пластику и силиконовые сиськи. Дарвину это не интересно.

Оценка: 0    Рейтинг: 0

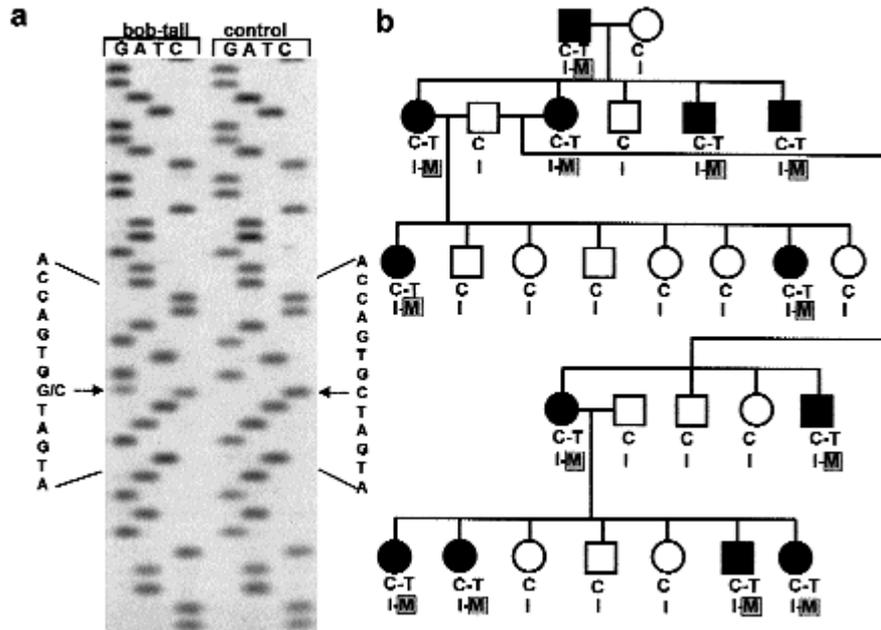


# FASHION VICTIM.

Every year, thousands of dogs are butchered just to please their human owners. Help stop tail docking. log onto [www.rspca.org.au](http://www.rspca.org.au)



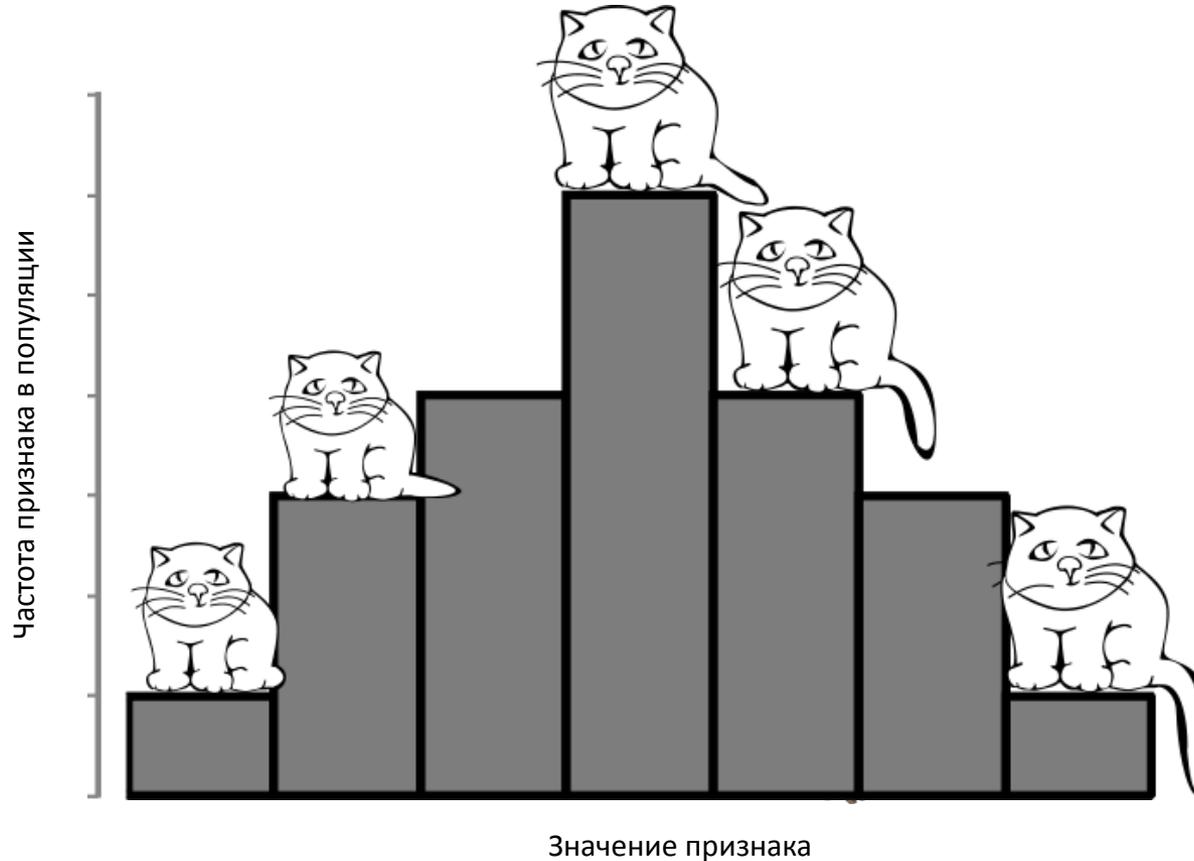
**Canine homolog of the T-box transcription factor T; failure of the protein to bind to its DNA target leads to a short-tail phenotype**



K. Haworth et al.: T mutations in dog.  
Mammalian Genome  
March 2001, Volume 12, Issue 3, pp 212-218



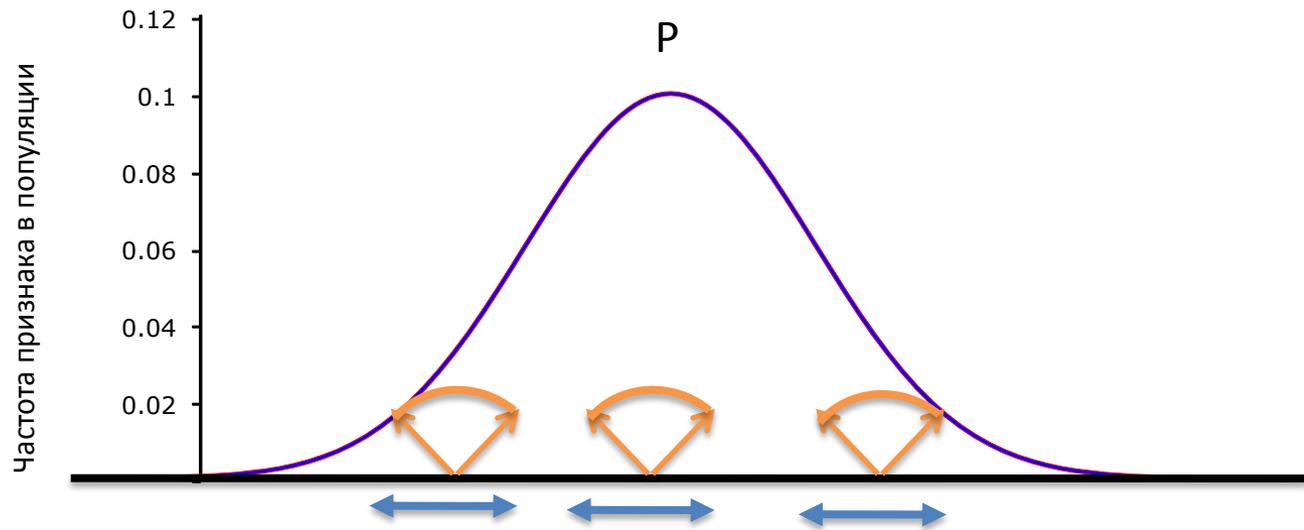
# Генетическая и средовая компоненты фенотипической изменчивости в популяциях



$$\delta_P = \delta_G + \delta_E$$

Коэффициент наследуемости:  $h^2 = \delta_G / \delta_P$

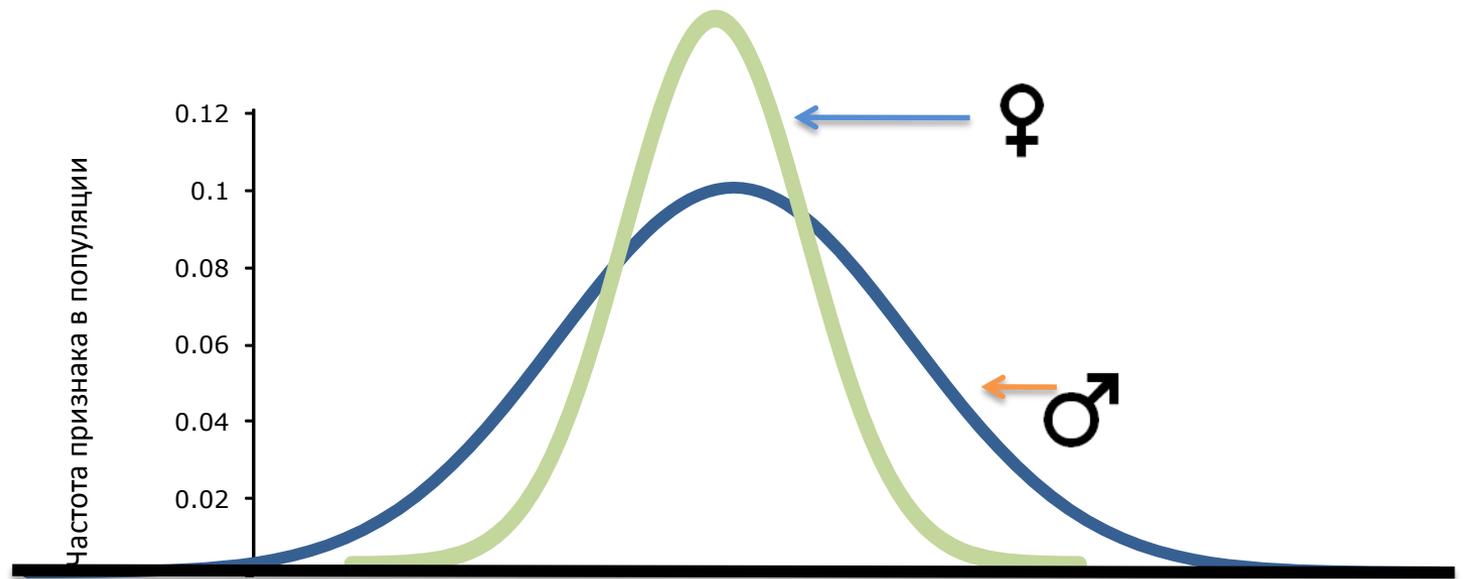
# Генетическая и средовая компоненты фенотипической изменчивости в популяциях



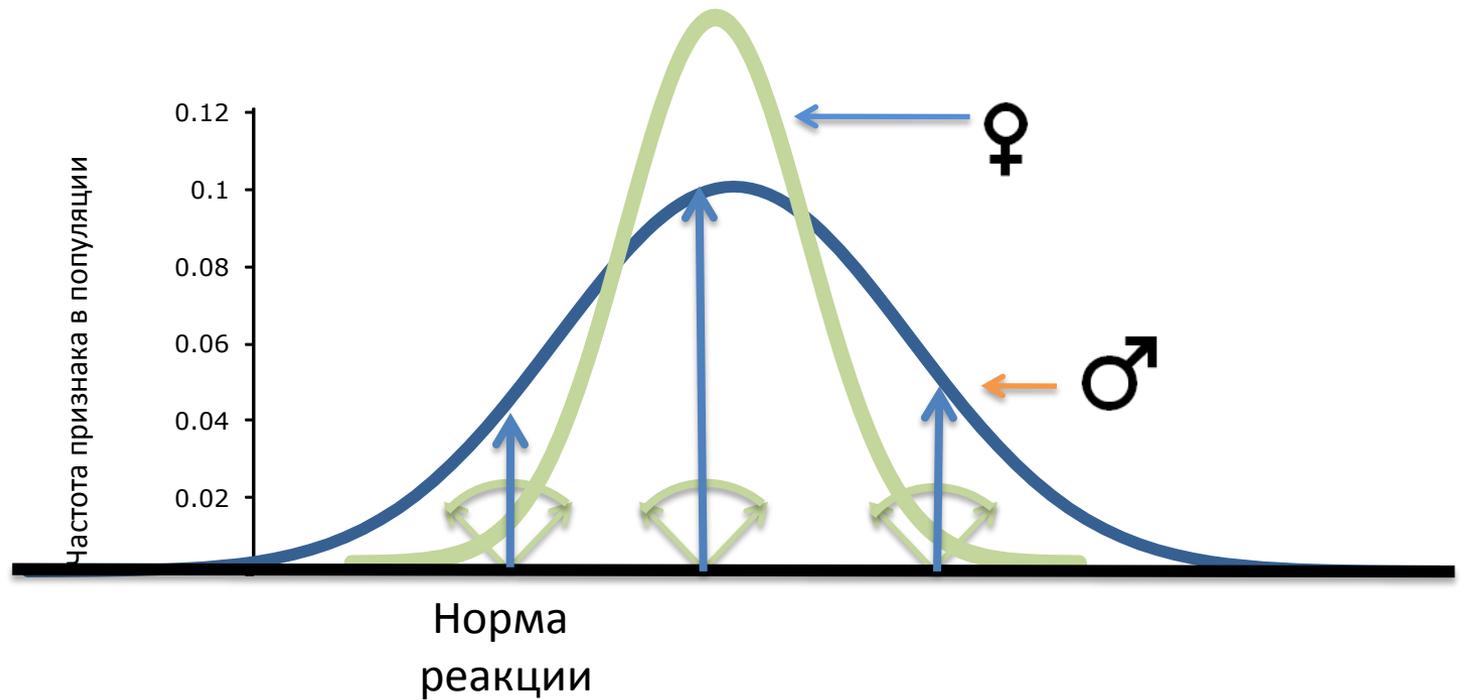
Норма  
реакции

$$\delta_P = \delta_G + \delta_E$$

# Генетическая и средовая компоненты фенотипической изменчивости в популяциях

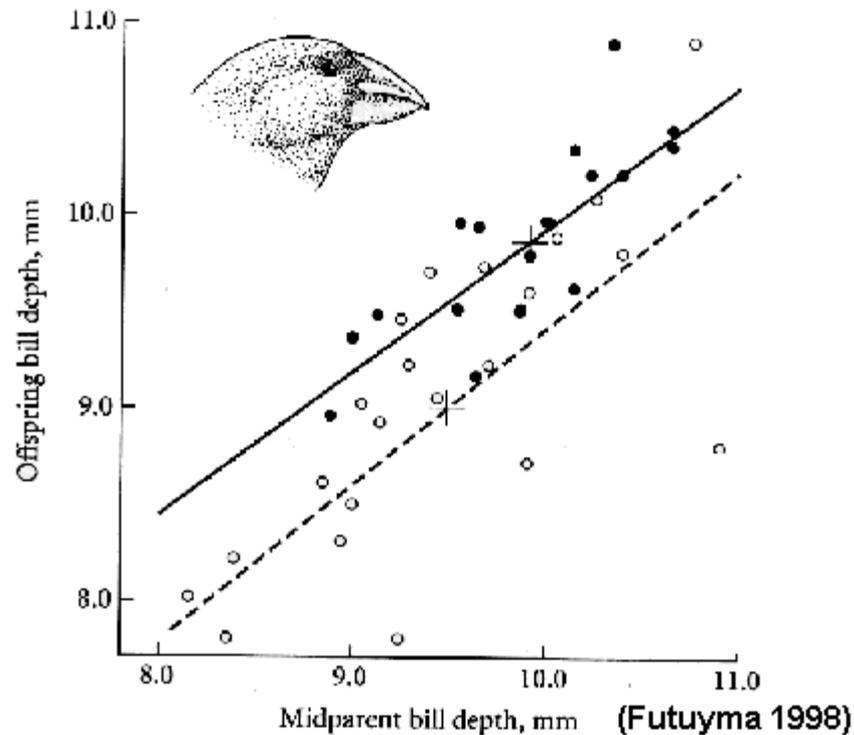


# Генетическая и средовая компоненты фенотипической изменчивости в популяциях



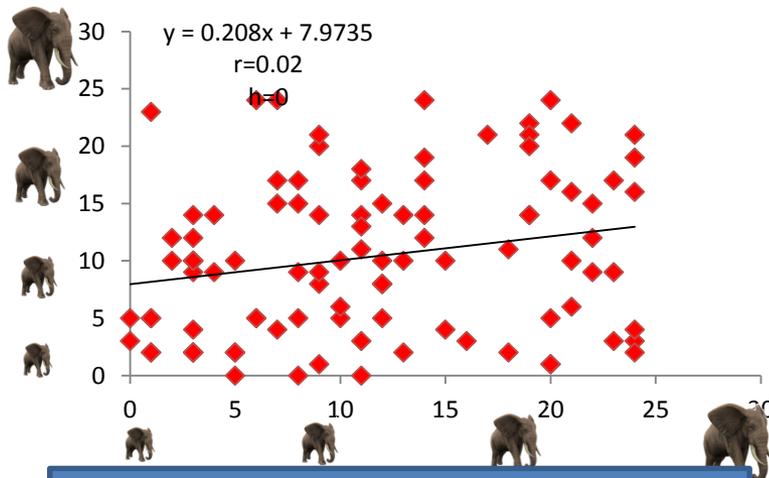
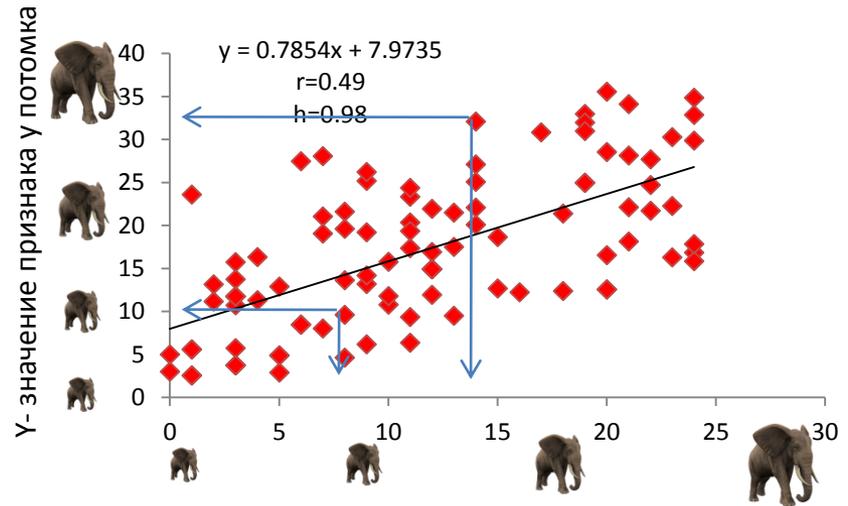
# Определение доли генетической изменчивости в фенотипической изменчивости по признаку

## 1. Корреляция между родителями и потомками



# Корреляция между родителями и потомками

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$



X- значение признака у родителя



Коэффициент наследуемости:

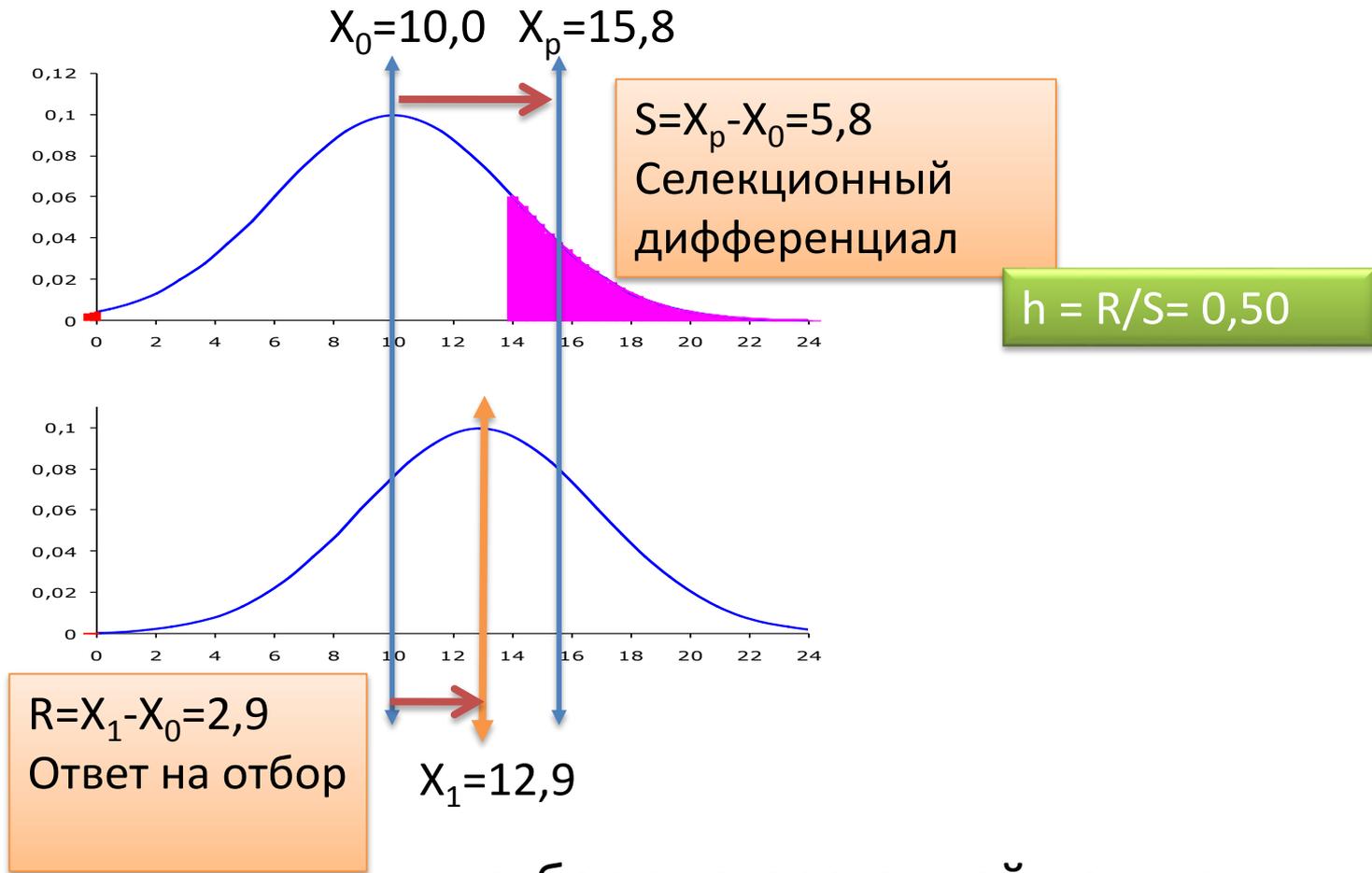
$$h^2 = \delta_G / \delta_P$$

$$h^2 = 2r$$



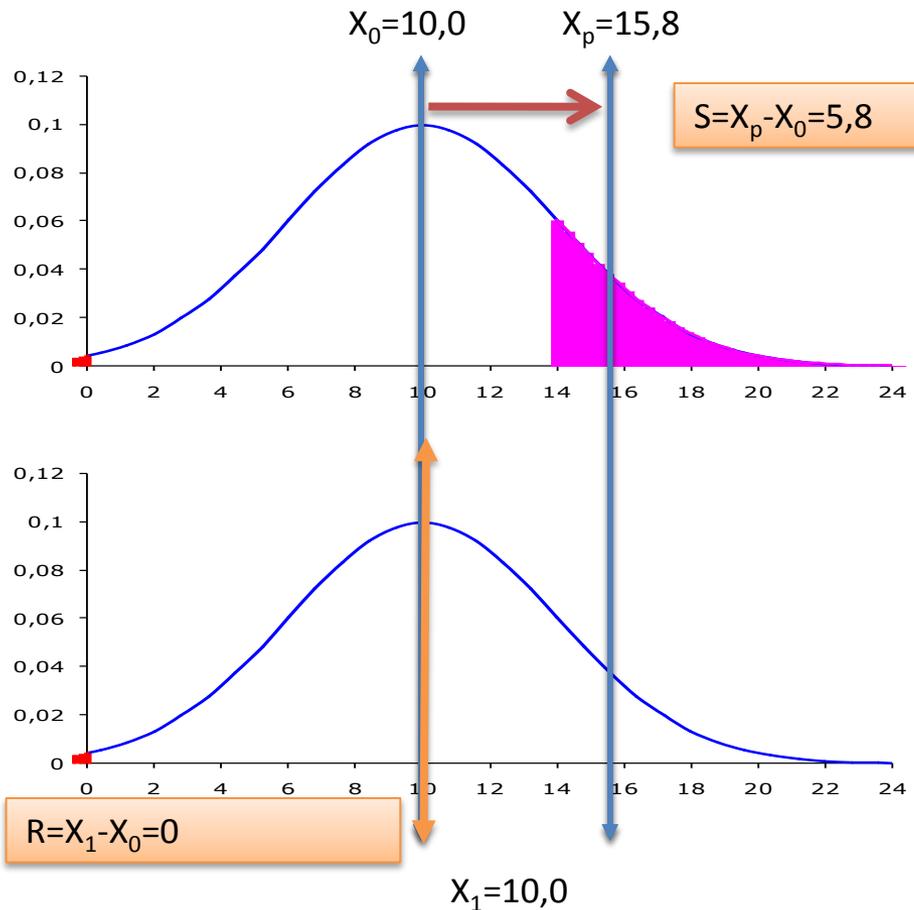
# Определение доли генетической изменчивости в фенотипической изменчивости по признаку

## 2. ответ на отбор



отбор в гетерогенной популяции

# Определение доли генетической изменчивости в фенотипической изменчивости по признаку 2. ответ на отбор

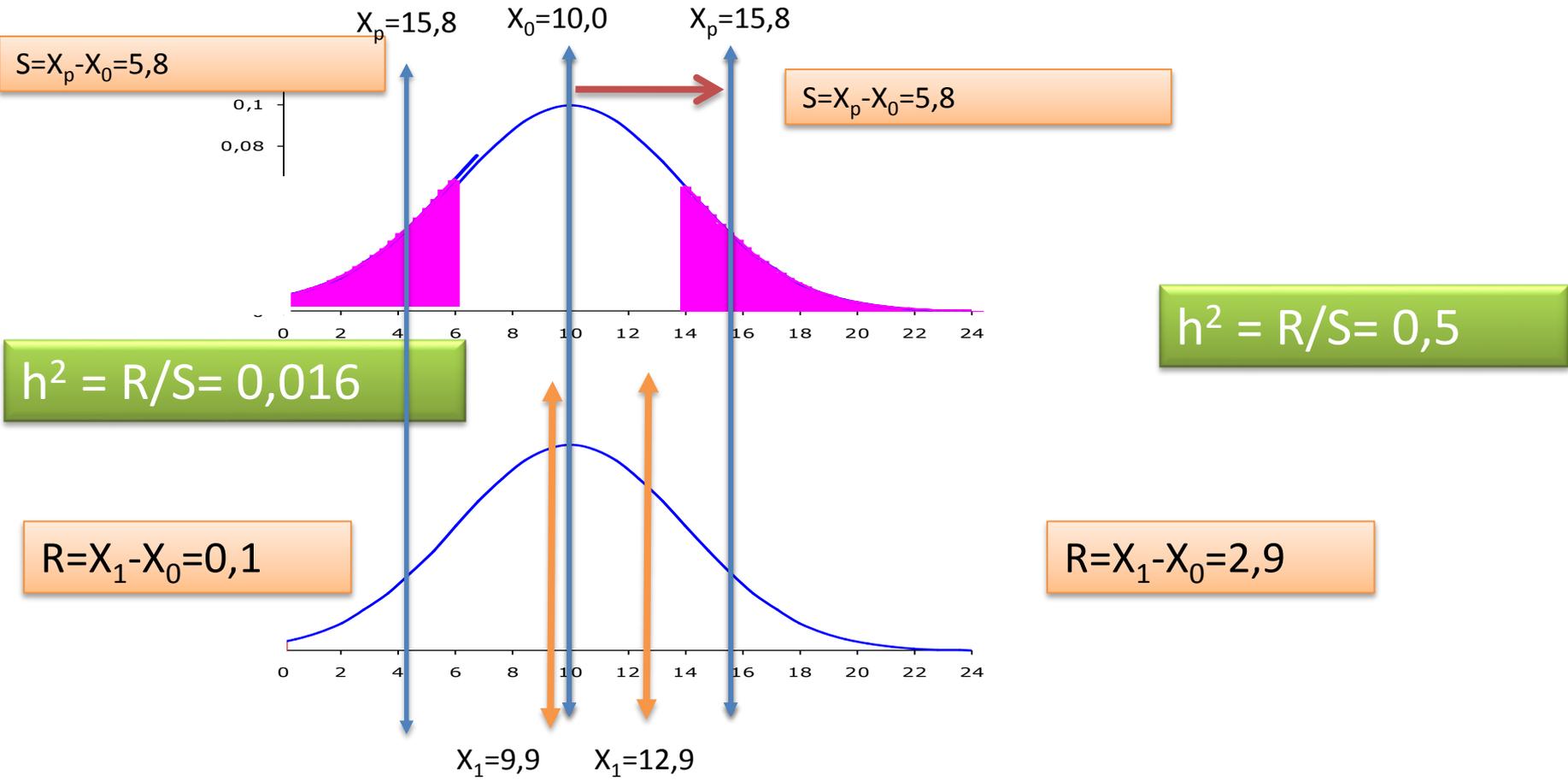


$$h^2 = R/S = 0,0$$

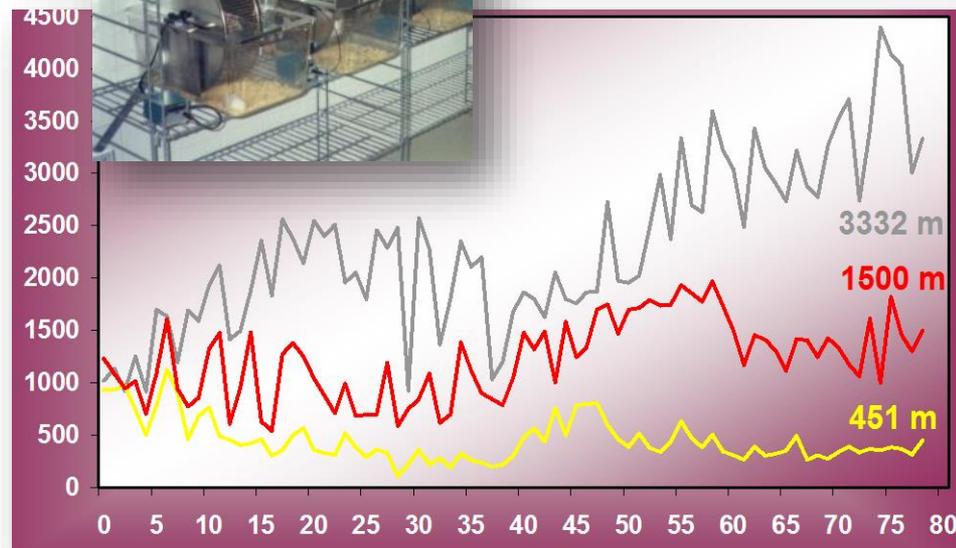
Отбор в чистой линии

# Определение доли генетической изменчивости в фенотипической изменчивости по признаку

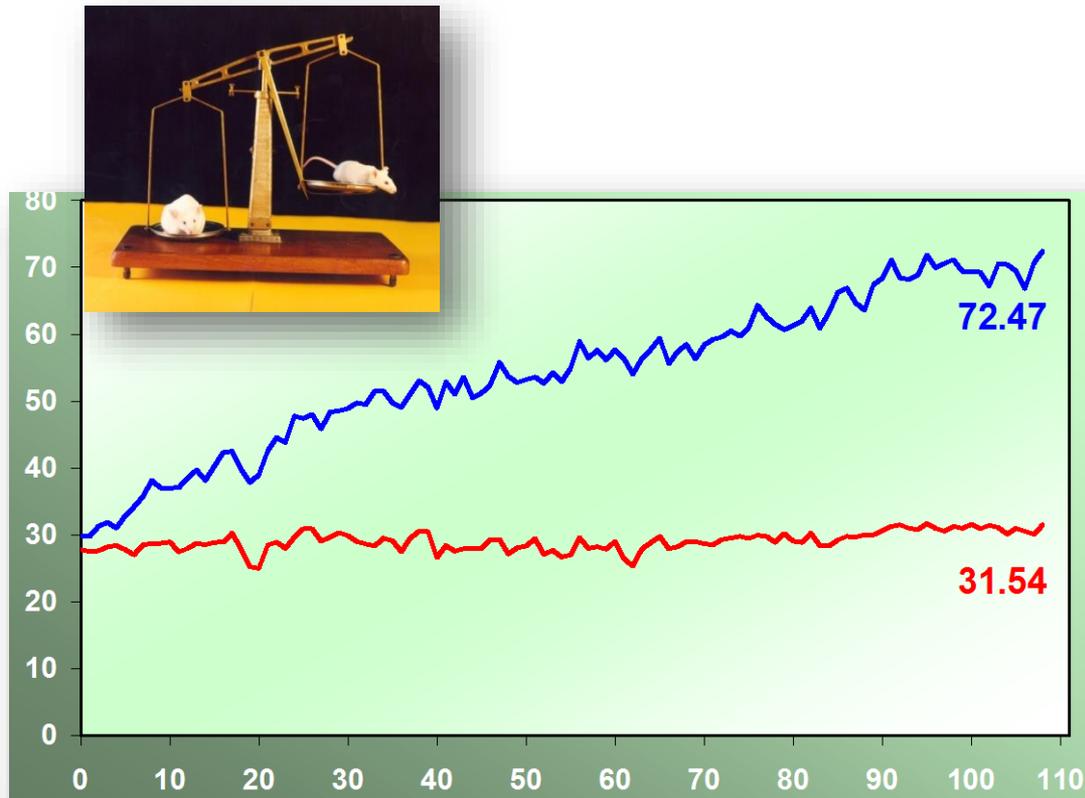
## 2. ответ на отбор



# Отбор по локомоции



# Отбор по массе тела



# Отбор по массе тела



Конец интерлюдии  
про  
наследственную и ненаследственную  
изменчивость

Изменчивость ненаследственная

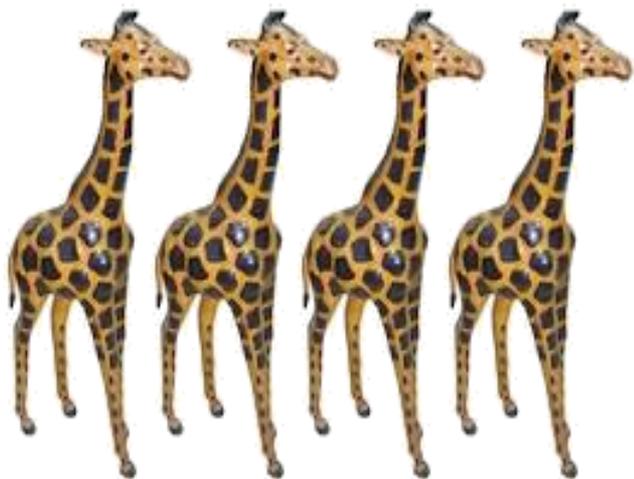
для нас ПОКА не существенна

Отбор – не изменяет отдельные генотипы

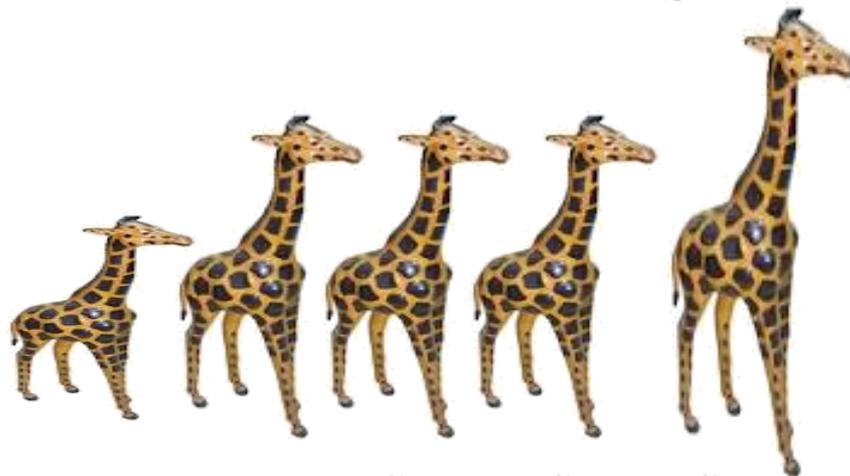
Отбор – меняет частоту генотипов в популяции

Эволюция - изменение генетического состава популяций

Ламарк



Дарвин



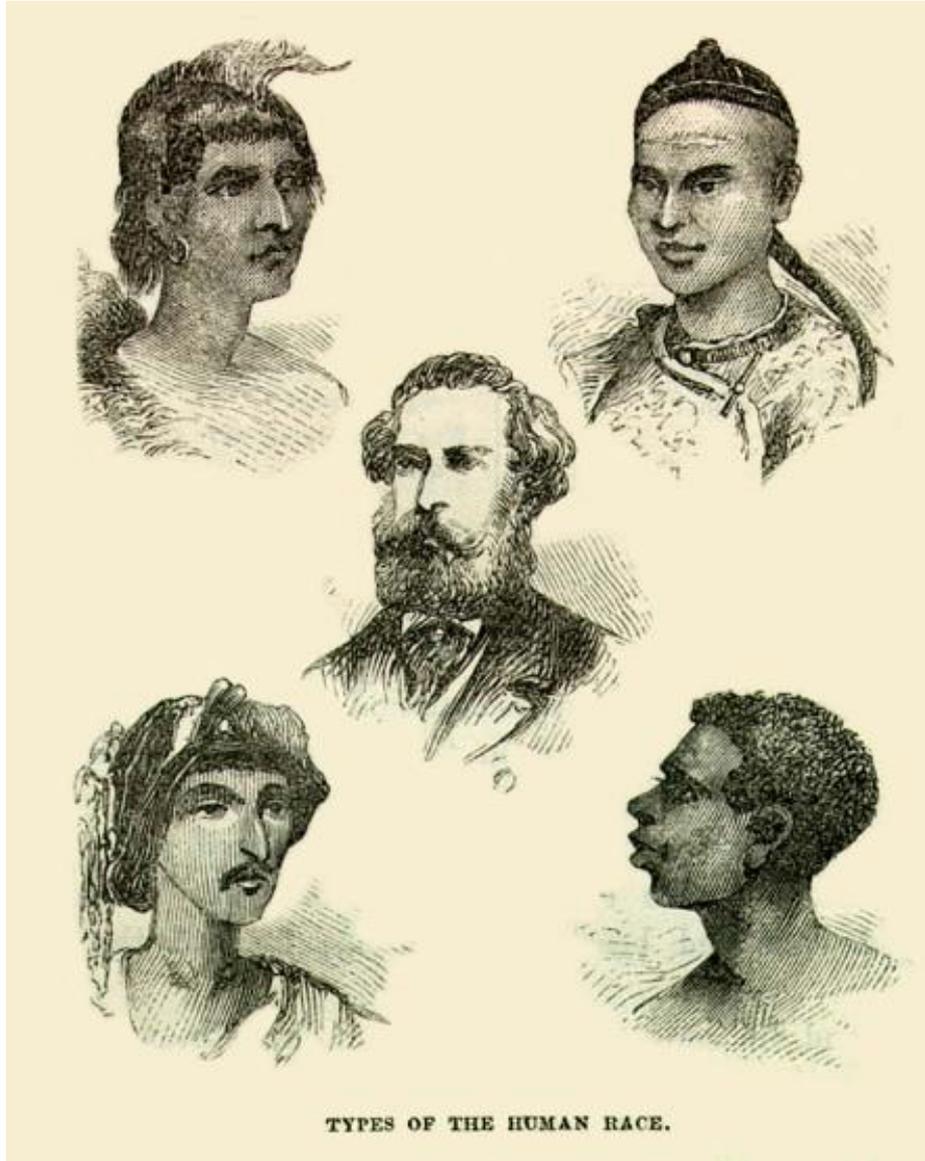
# Глава 1

- Наследственная и ненаследственная изменчивость
- Искусственный (сознательный и бессознательный) отбор наследственных вариантов (а не упражнение, не целесообразные мутации, не стремление к совершенству) создал породы, которые отличаются друг от друг больше чем природные виды
- Почему нет пород ослов, а породы кошек – географические

## Глава II. Вариации в природе

- Изменчивость.
- Индивидуальные различия.
- Сомнительные виды.
- Широко распространенные, наиболее расселенные и обычные виды наиболее варьируют.
- Многие виды более крупных родов сходны с разновидностями

# Забудьте слово «раса»



TYPES OF THE HUMAN RACE.



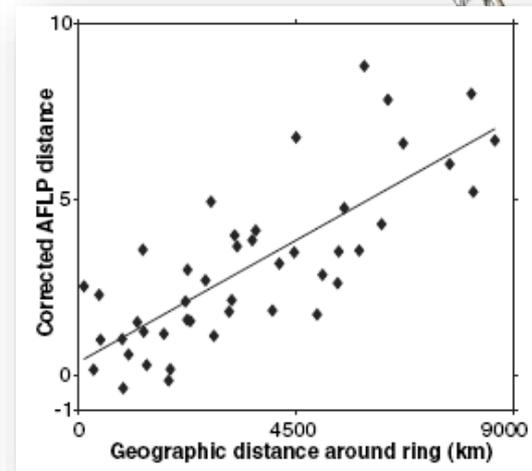
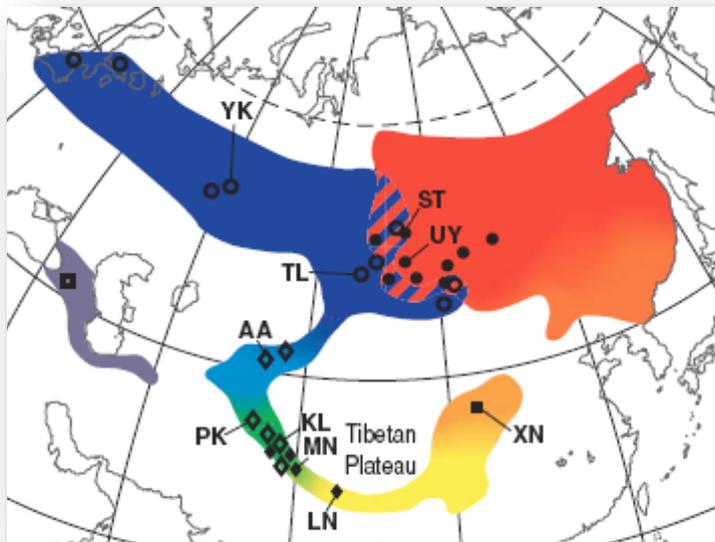
S. Mitchell



## 10 – 30 млн SNP в популяциях человека

- $F_{ST}$  (см. лекция 6)
- 6%-10% между континентами
- 5-15% между популяциями внутри
- 75-85% внутри популяций

## Глава II. Вариации в природе



## Глава II. Вариации в природе

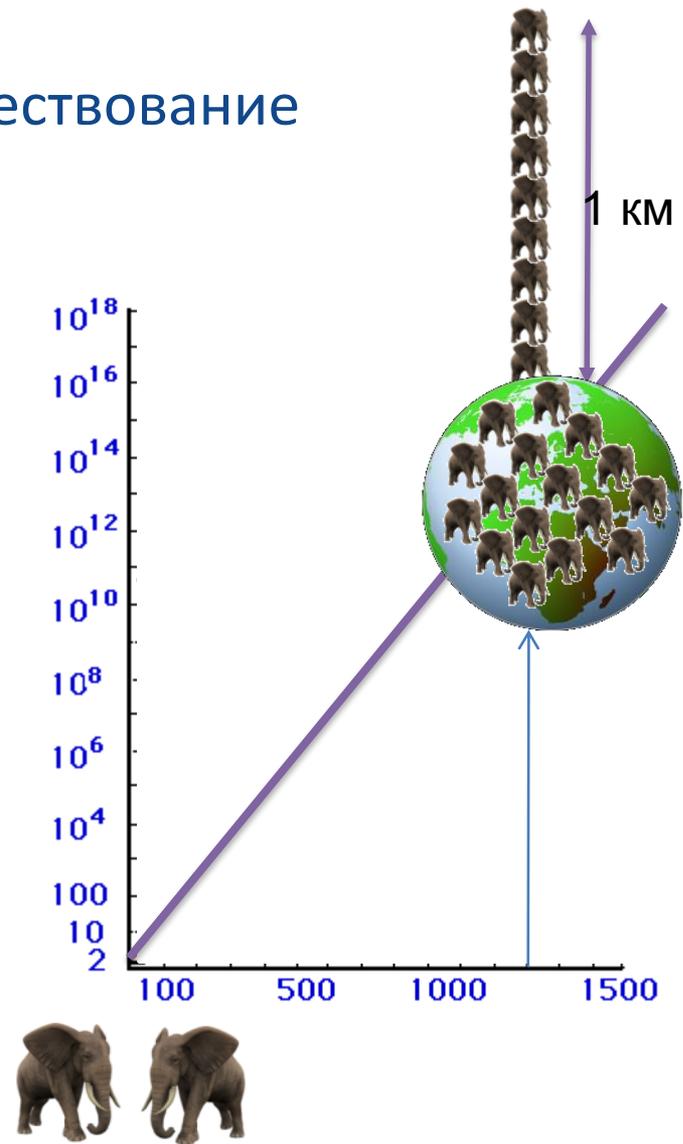
- термин «вид» я рассматриваю как произвольный, присвоенный ради удобства для обозначения близко сходных между собою особей и не отличающийся в основном от термина «разновидность», которым обозначают менее отчетливые и более флюктуирующие формы.
- термин «разновидность» по сравнению с простыми индивидуальными различиями также применяется произвольно, ради удобства

## Глава 2

- Изменчивость в природе
- Условность видов
- Почему много видов-двойников у грызунов и почти нет у птиц,?

## Глава III. Борьба за существование

- Термин «борьба за существование» применен в широком смысле.
- Геометрическая прогрессия возрастания численности.
- Универсальность конкуренции.
- Борьба за жизнь наиболее упорна между особями и разновидностями одного и того же вида.
- Взаимные отношения между организмами — самые важные из всех отношений



## Глава III. Борьба за существование

- Правило Красной королевы
- Гонка вооружений и асимметричные ответы
- Взаимопомощь в мире животных
- Родственный и реципрокный альтруизм



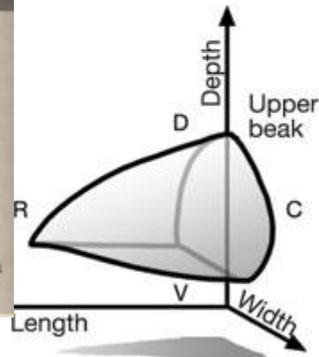
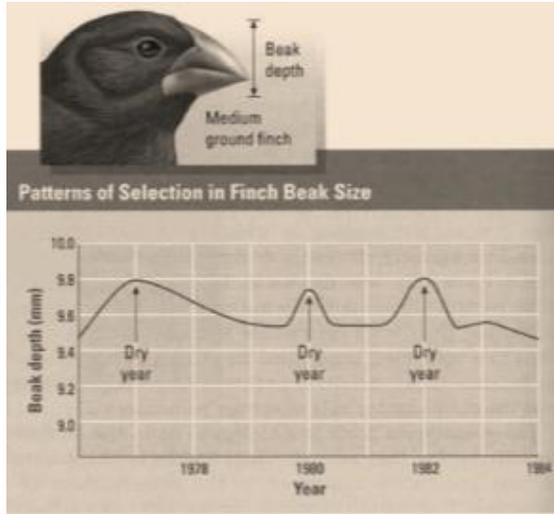
## Глава IV. Естественный отбор, или выживание наиболее приспособленного

- Естественный отбор ежедневно и ежечасно расследует по всему свету мельчайшие вариации, отбрасывая дурные, сохраняя и слагая хорошие, работая неслышно и незаметно, где бы и когда бы ни представился к тому случай, над усовершенствованием каждого органического существа по отношению к условиям его жизни, органическим и неорганическим.
- Мы ничего не замечаем в этих медленных переменах в развитии, пока рука времени не отметит истекших веков.

*Xanthopan morgani praedicta* или кто отбирает в природе

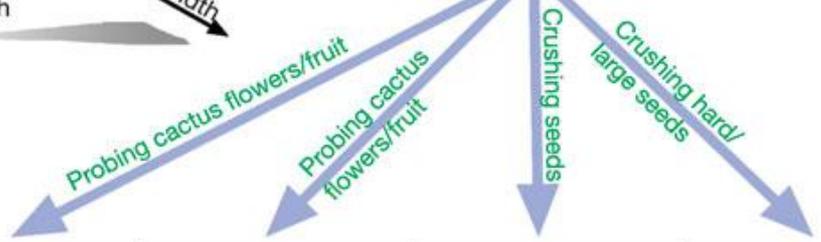


# Глава IV. Естественный отбор, или выживание наиболее приспособленного



**b**  Mixed diet of seeds and insects  
Sharp-beaked finch

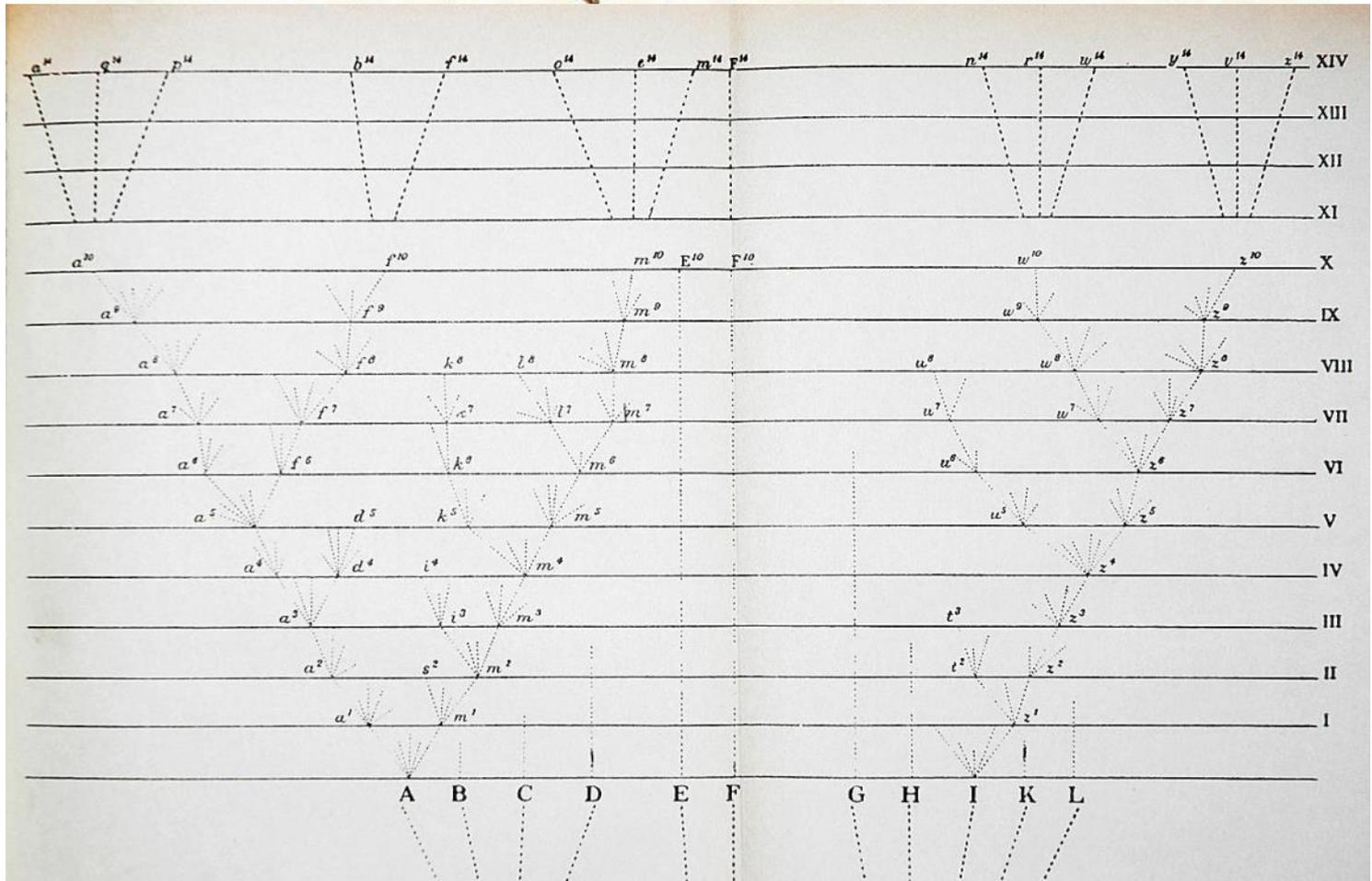
Low CaM: short beak  
Low BMP4: low beak depth/width



Low BMP4: low beak depth/width	Low-mod. BMP4: mod. beak depth/width	Mod. BMP4: mod. beak depth/width	Early/high BMP4: high beak depth/width
High CaM: elongated beak	High CaM: elongated beak	Low CaM: short beak	Low CaM: short beak



# Действие Естественного отбора на потомков, происходящих от общего родителя, посредством Дивергенции Признака и Вымирания.



# Половой отбор или кто отбирает в природе



*Lesser Bird of Paradise - Courtship Dance*

# Половой отбор



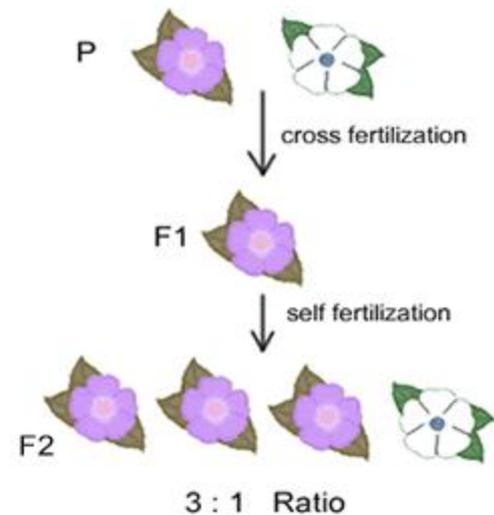
Признак	Качество генов	
	Хорошие	Плохие
Короткий хвост (дешево)	Жив 	Жив 
Длинный хвост (дорого)	Жив 	Мертв 

## Глава 3-4

- Прогрессия размножения
- Конкуренция
- Избирательная и неизбирательная элиминация
- Забота о потомстве отменяет борьбу за существование?
- Тавтология ?
  - – кто наиболее приспособленный – тот кто выжил
  - кто выжил– тот кто наиболее приспособленный

## Глава V ЗАКОНЫ ВАРИАЦИИ

- *«Потомство от первого скрещивания двух чистых пород (как я убедился на голубях) достаточно, а порою и вполне однородно в своих признаках...».*
- *«...и все кажется крайне простым; но как только скрещивают эти помеси между собой в течение нескольких поколений, едва ли два из них похожи между собой...».*



## Глава VI . Трудности теории

- Отсутствие или редкость переходных разновидностей.
- Органы крайнего совершенства.
- Формы перехода.
- *Natura non facit saltum.*

## Глава VII . Разнообразные возражения против теории естественного отбора

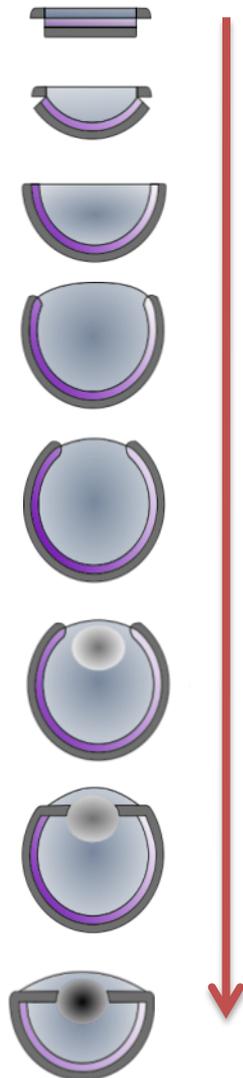
- Предполагаемая недостаточность естественного отбора для объяснения начальных стадий
- Основания для неверия в большие и резкие модификации



# Отсутствие или редкость переходных разновидностей



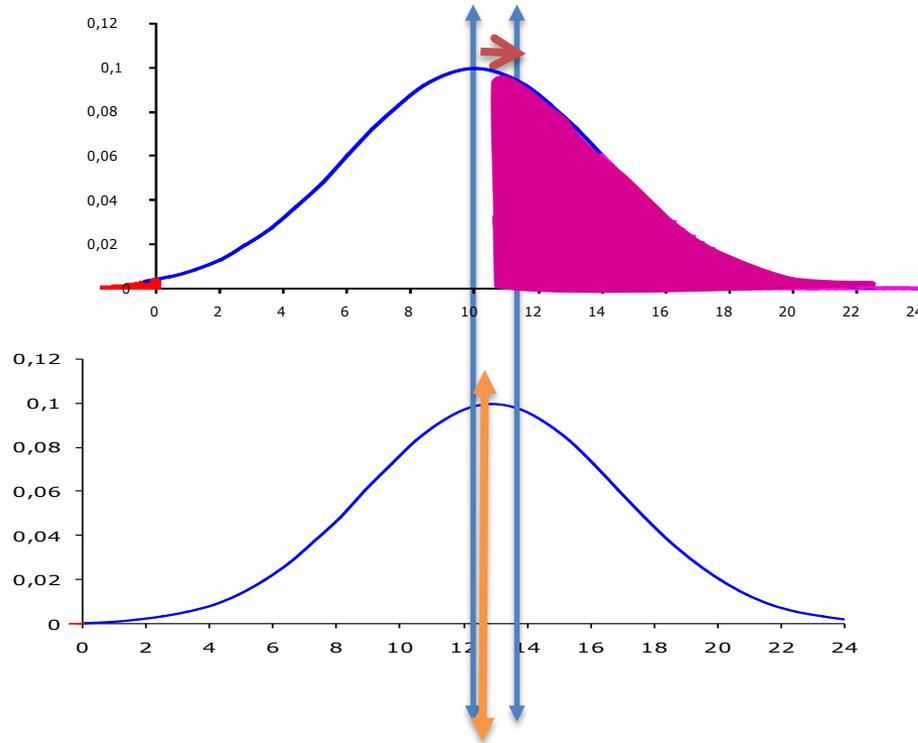
# Глава VI . Органы крайнего совершенства. Формы перехода. Предполагаемая недостаточность естественного отбора для объяснения начальных стадий



$h^2 = 0.5$   
 $S = 0.01$   
 $R = 0.00005m$

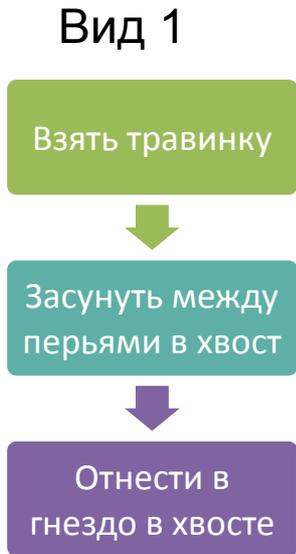
363 992  
поколений

$S = 0.01m$   
Селекционный  
дифференциал



$R = 0.00005m$   
Ответ на отбор

# Глава VIII V



# Глава VIII ИНСТИНКТ

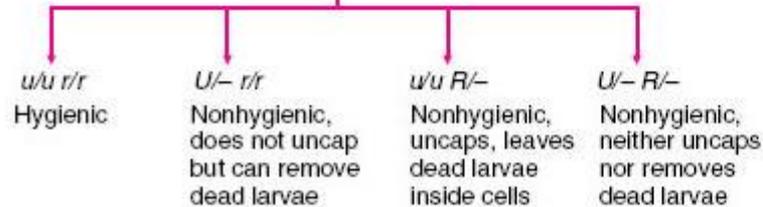
*u* uncaps cells  
*U* does not uncap cells  
*r* removes diseased larvae  
*R* does not remove diseased larvae

Homozygous  
hygienic      Homozygous  
nonhygienic

♀ *u/u r/r* × ♂ *U/U R/R*

*U/u R/r*      Nonhygienic hybrids

*u/u r/r* × *U/u R/r*      Backcross of hygienic with  
hybrid bees



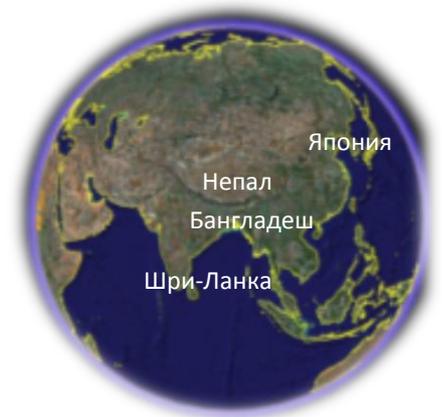
## Глава VIII. Инстинкт



## Глава IX. Гибридизация

- Законы, определяющие стерильность гибридов.
- Стерильность не есть особый дар, но побочный результат других различий.
- Причины стерильности первых скрещиваний и гибридов.

# Глава IX Гибридизация



*Пост-зиготическая изоляция:  
Гибридная стерильность*

Шри-Ланка

Непал



Япония

Бангладеш

*Пре-зиготическая изоляция  
Половой отбор и эмбриональная смертность*

## Ответы на возражения

- Показана возможность постепенного возникновения сложных органов с возрастанием приспособленности на каждом шаге
- Показана достаточность естественного отбора для объяснения начальных стадий эволюции и глубоких преобразований формы и функции
- Доказана эволюция инстинктивного поведения
- Показано, что гибридная стерильность возникает как побочный результат дивергенции
- Новые возражения?

# Свидетельства эволюции

- Палеонтология
- Биogeография
- Морфология
- Эмбриология
- Молекулярная биология

## Палеонтологические свидетельства эволюции

- Последовательное появление в летописи
- Последовательное ветвление
- Последовательное усложнение в отдельных линиях
- Ряды переходных форм в этих линиях
- Descent with modifications

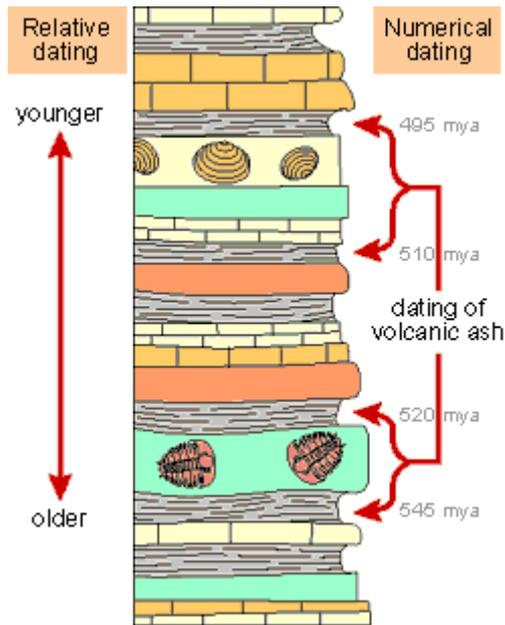
## Глава X . О неполноте геологической летописи

- Об отсутствии в настоящее время промежуточных разновидностей.
- О бедности наших палеонтологических коллекций.
- О перерывах в геологических формациях.
- Об отсутствии промежуточных разновидностей в любой формации.
- О внезапном появлении групп видов.

## Глава XI. О геологической последовательности органических существ

- О медленном и постепенном появлении новых видов.
- О различных скоростях их изменения.
- О вымирании.
- О родстве вымерших видов между собою и с ныне живущими видами.

# Палеонтологические свидетельства эволюции О медленном и постепенном появлении новых видов.



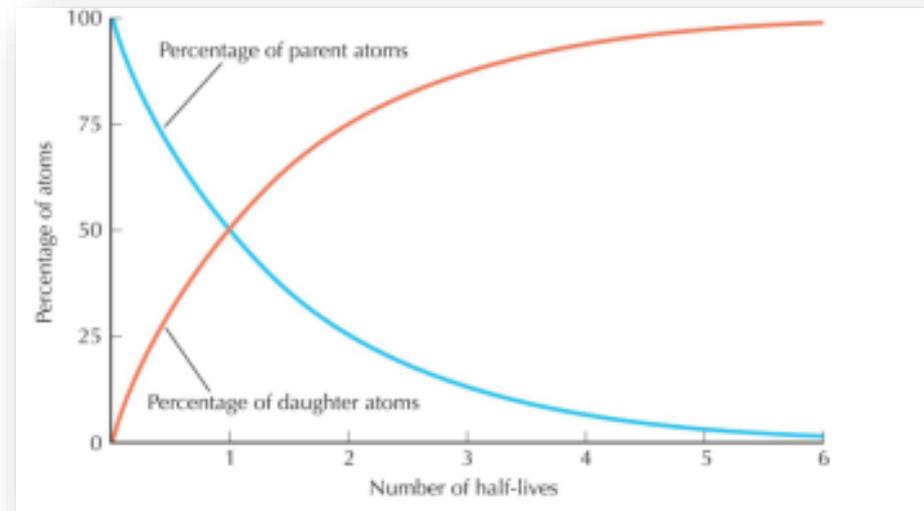
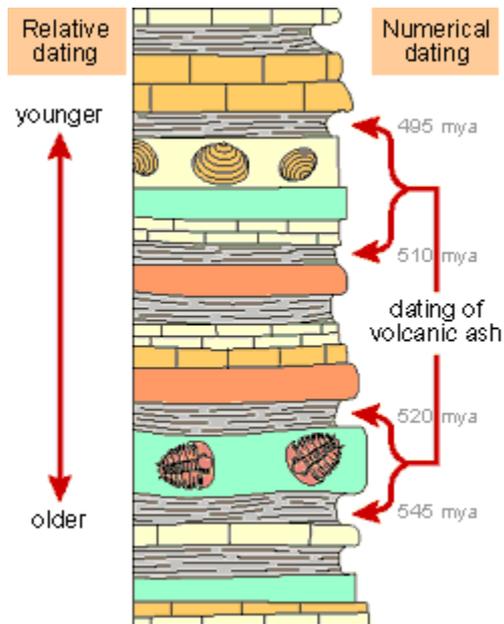
PERIOD	ANIMALS			PLANTS			
Quaternary							
Tertiary							
Cretaceous							
Jurassic							
Triassic							
Permian							
Pennsylvanian							
Mississippian							
Devonian							
Silurian							
Ordovician							
Cambrian							

Относительное датирование

- Остатки сложных и сходных с современными форм обнаруживаются в более молодых слоях
- Остатки простых в древних слоях

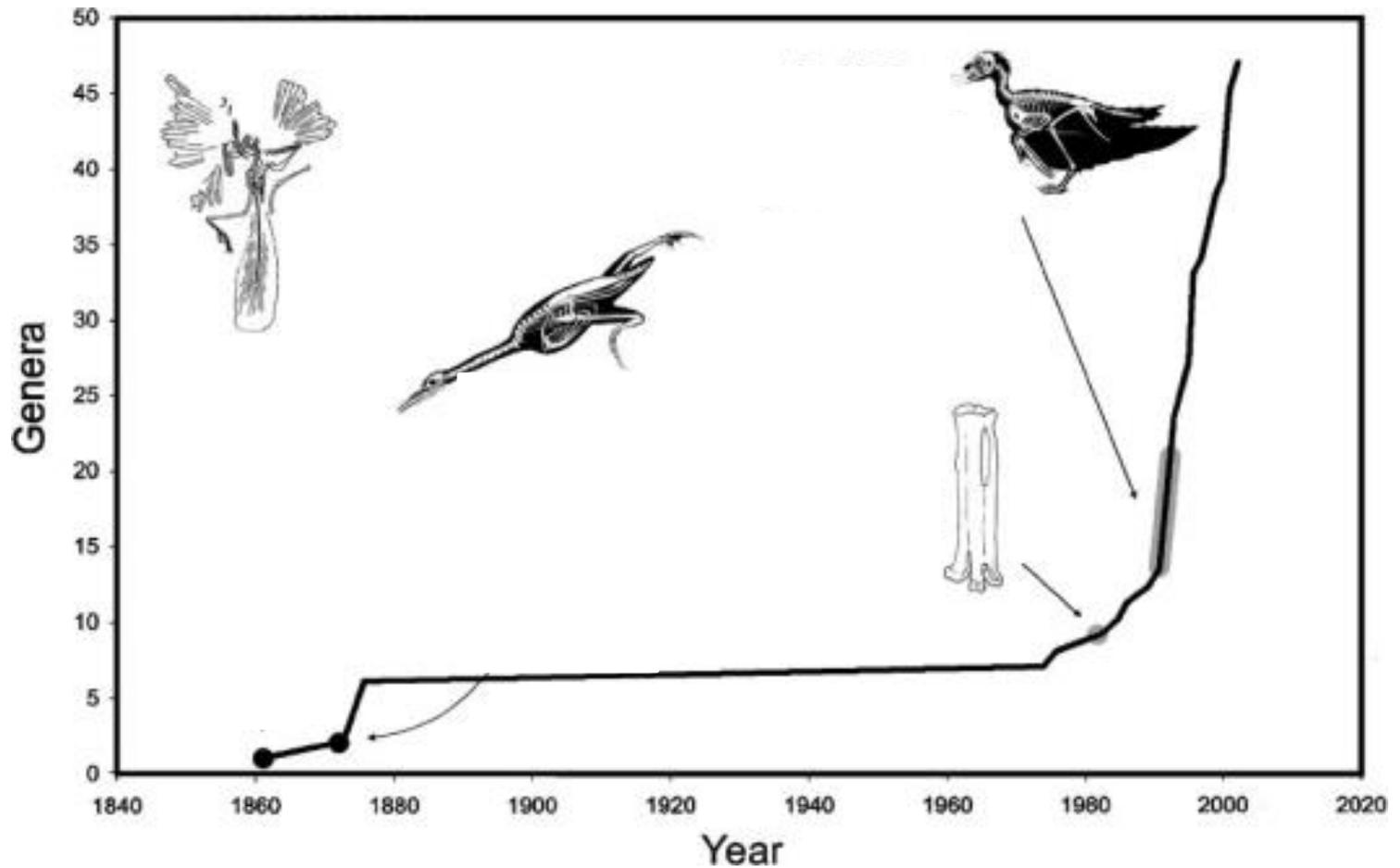
# Палеонтологические свидетельства эволюции

## Абсолютное датирование



Isotope		Half-life of parent (years)	Useful range (years)
Parent	Daughter		
Carbon 14	Nitrogen 14	5,730	100 - 30,000
Potassium 40	Argon 40	1.3 billion	100,000 - 4.5 billion
Rubidium 87	Strontium 87	47 billion	10 million - 4.5 billion
Uranium 238	Lead 206	4.5 billion	10 million - 4.6 billion
Uranium 235	Lead 207	710 million	4.6 billion

# О бедности наших палеонтологических коллекций

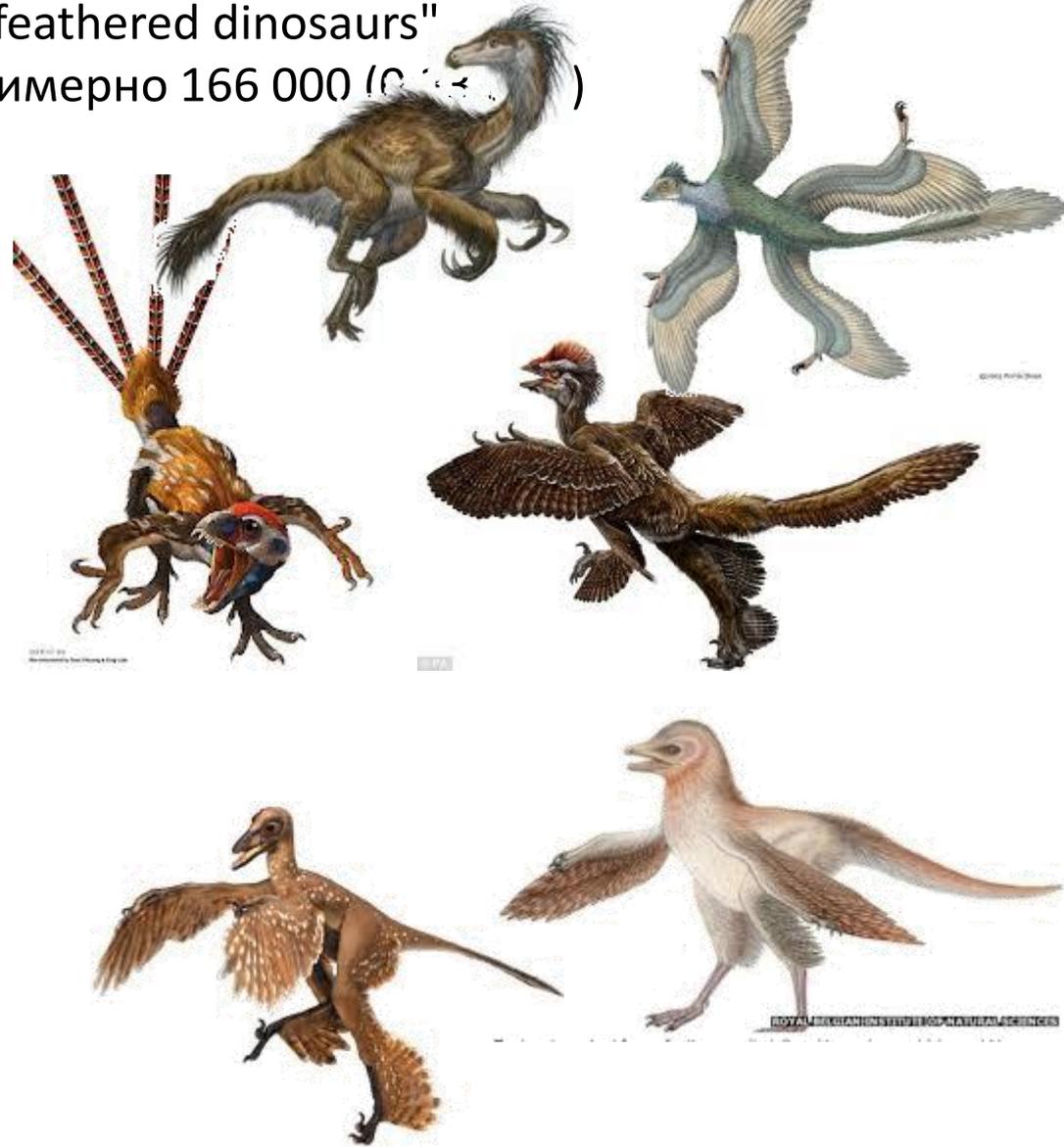
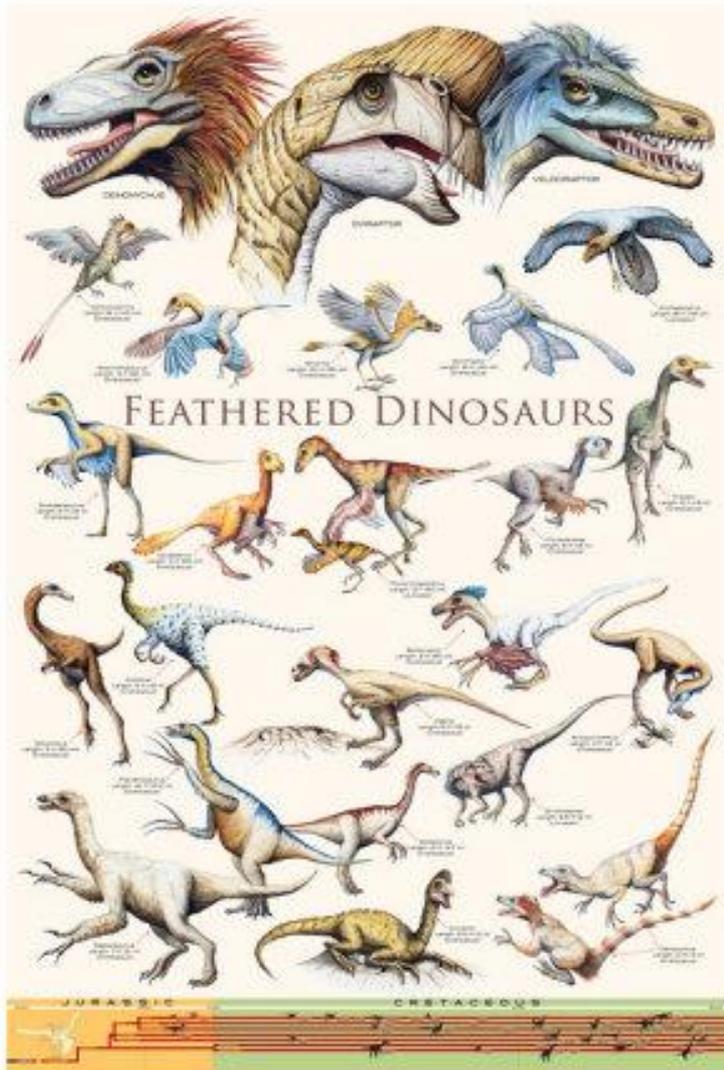


Динамика заполнения палеонтологической летописи

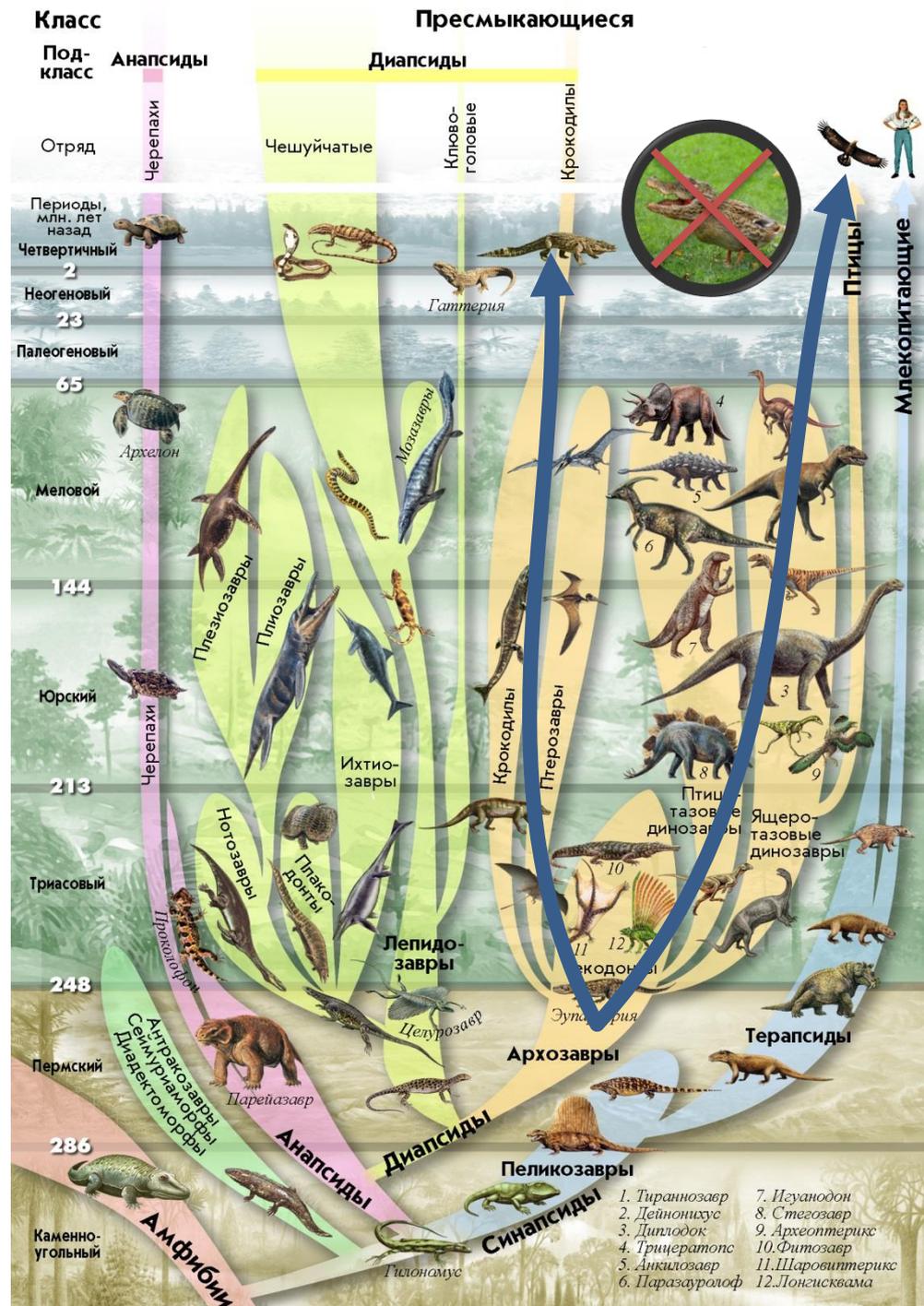
# О бедности наших палеонтологических коллекций

Google "feathered dinosaurs"

Результатов: примерно 166 000 (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 )

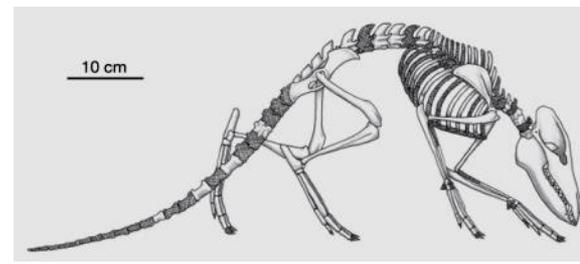
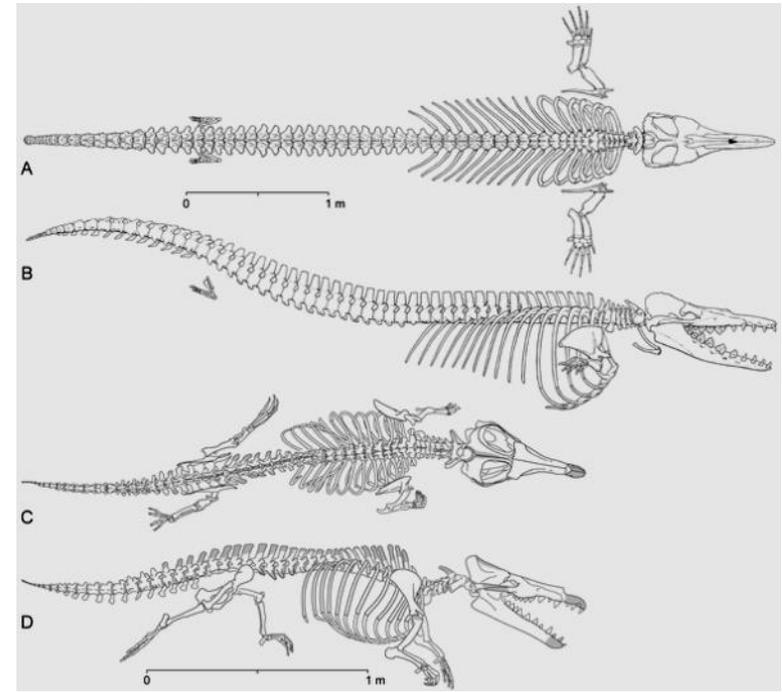
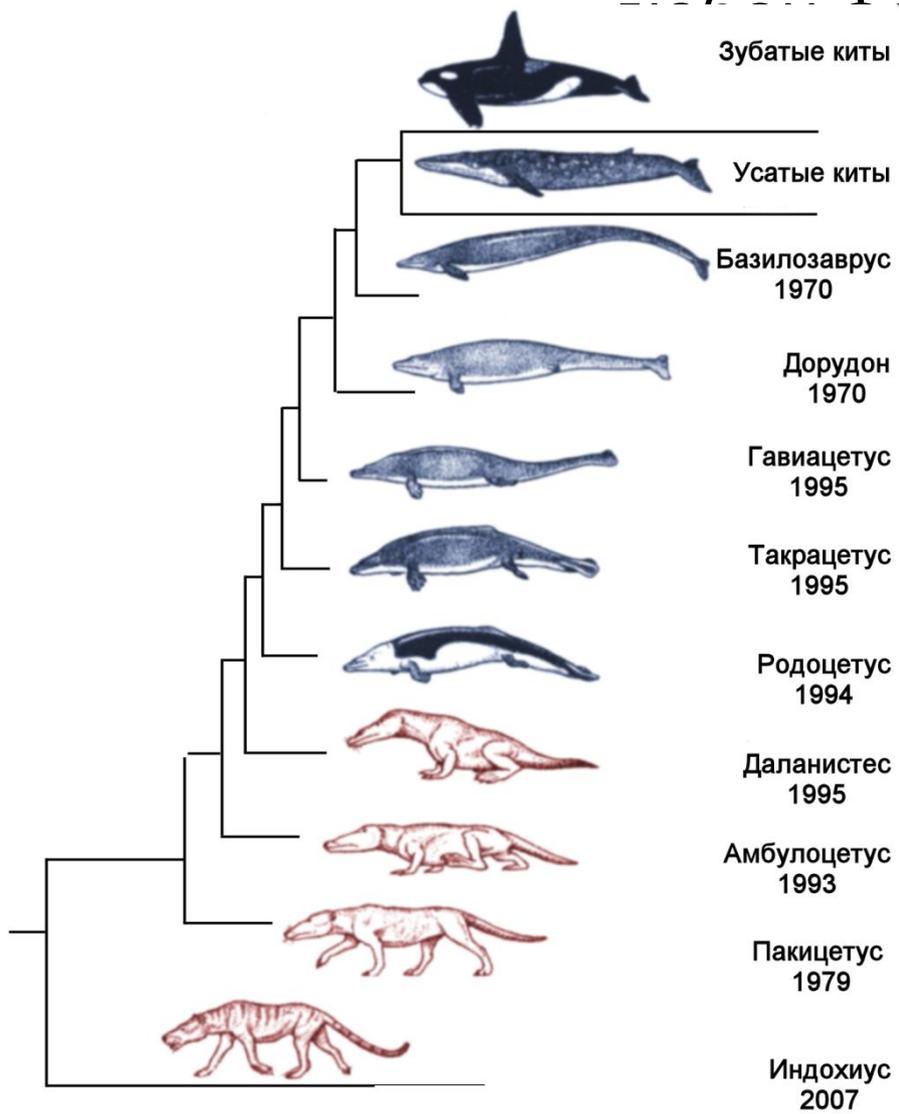


- Об отсутствии в настоящее время промежуточных разновидностей.
- Об отсутствии промежуточных разновидностей в любой формации.



# Об отсутствии промежуточных разновидностей в

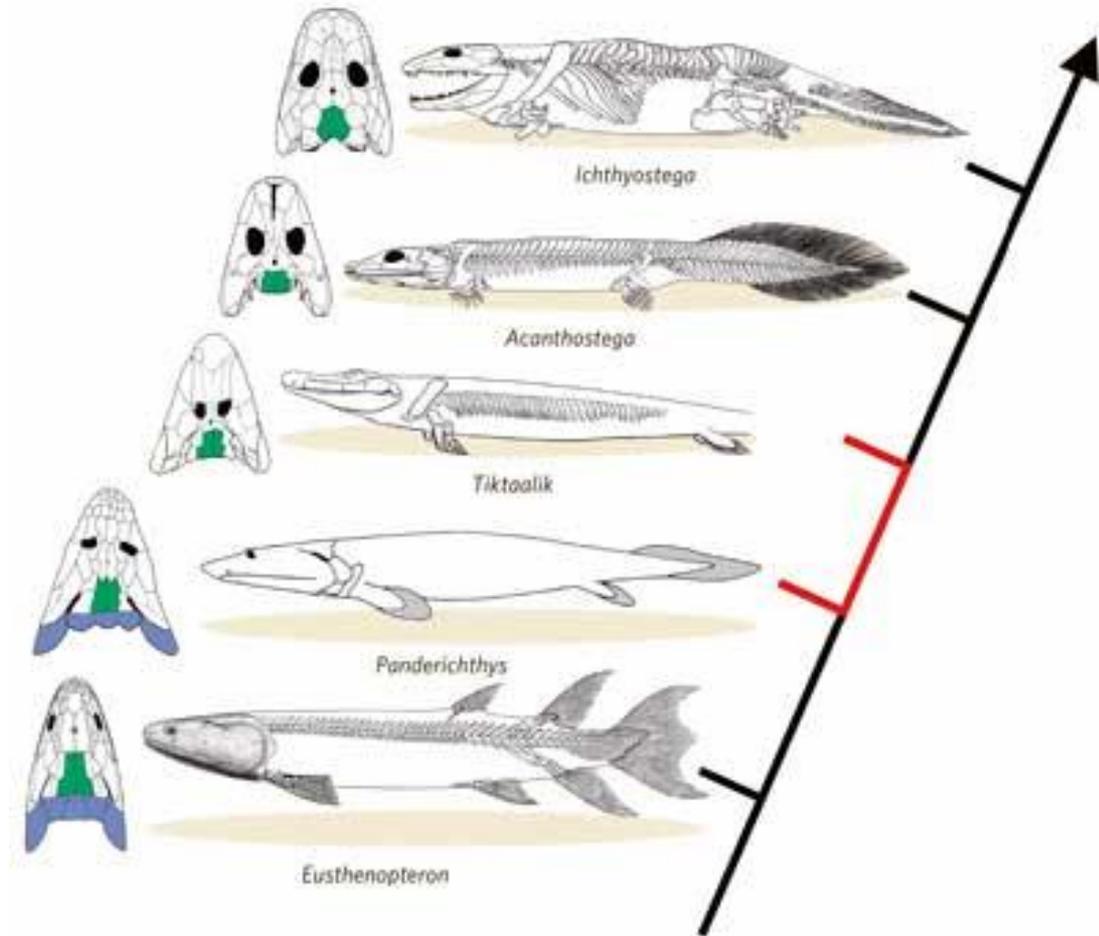
формации.



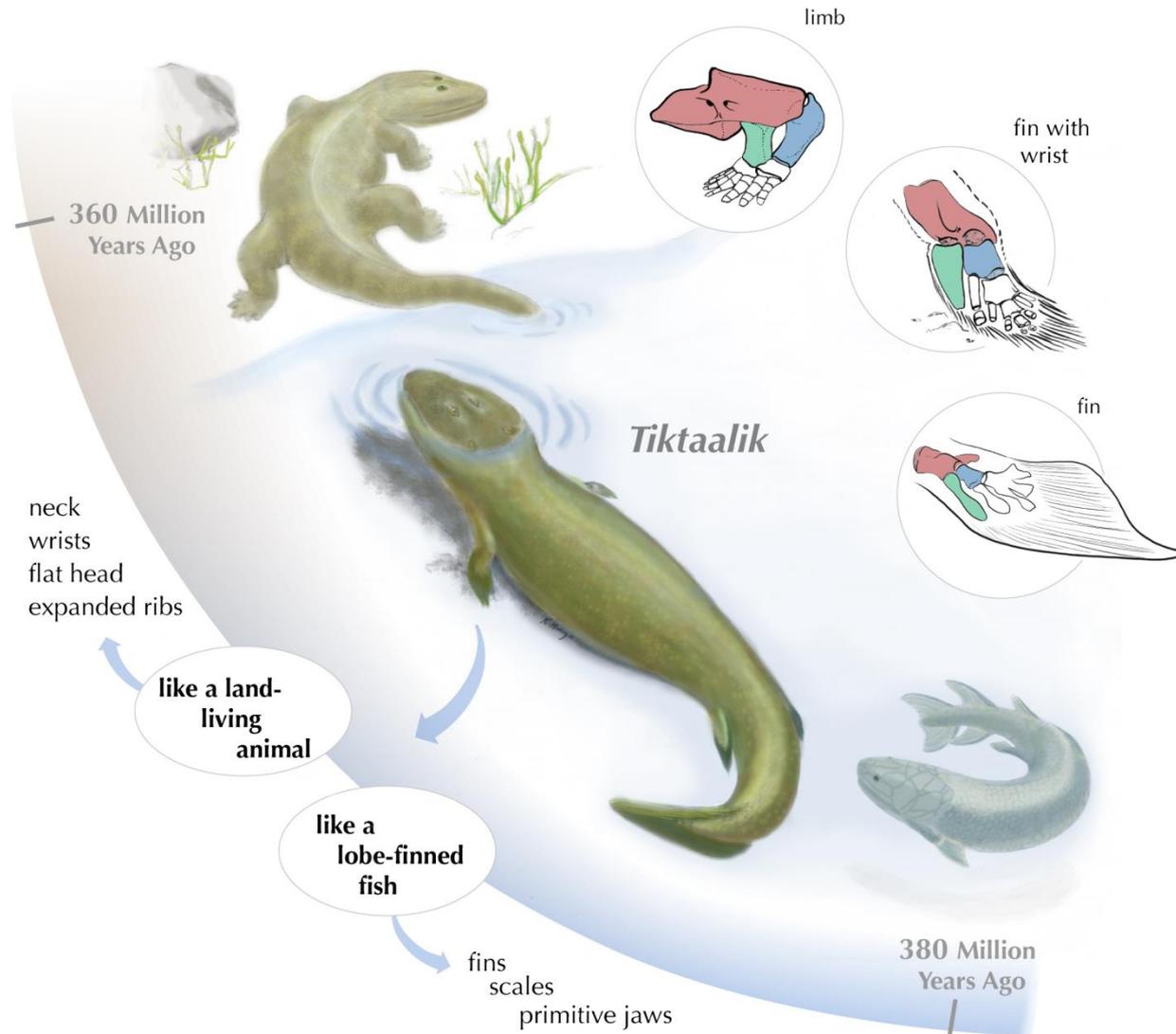
Thewissen et al. (2001). "Skeletons of terrestrial cetaceans and the relationship of whales to artiodactyls". *Nature* **413**: 277–281

65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0

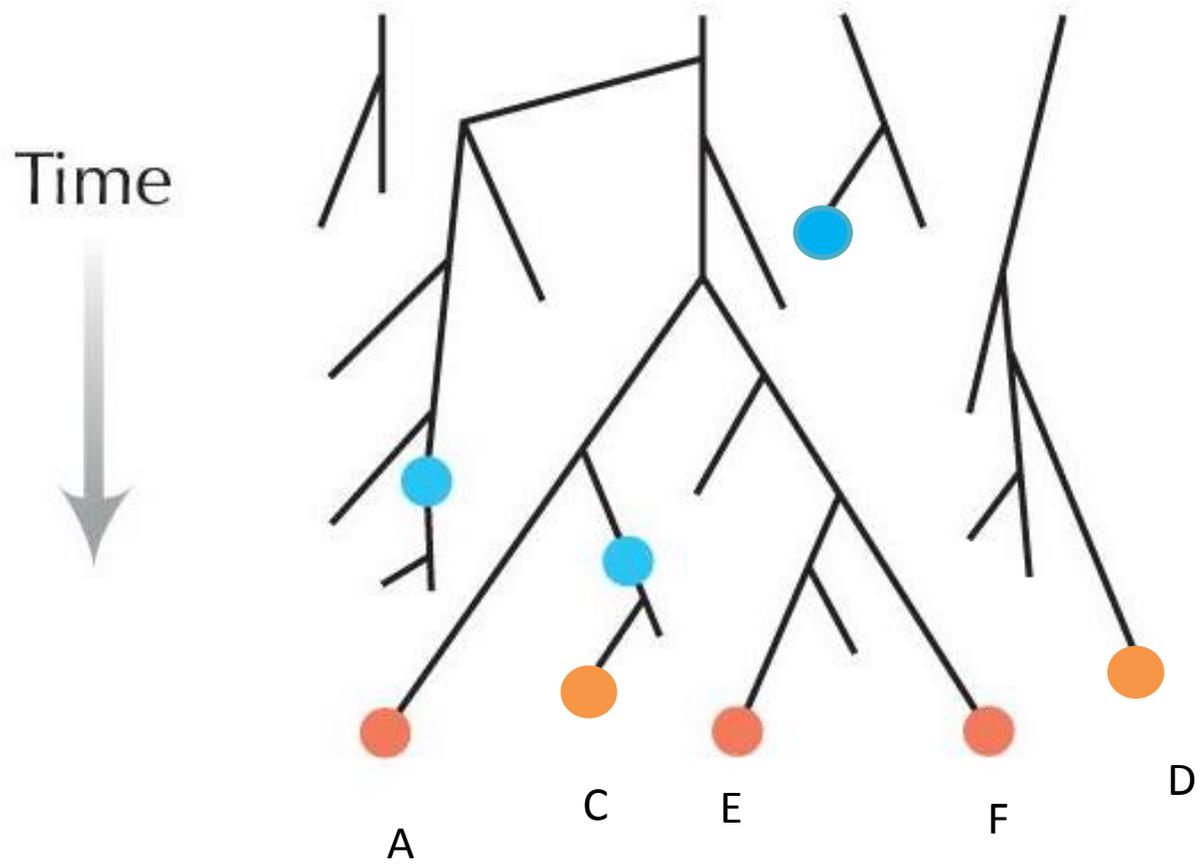
Об отсутствии промежуточных разновидностей в  
любой формации.



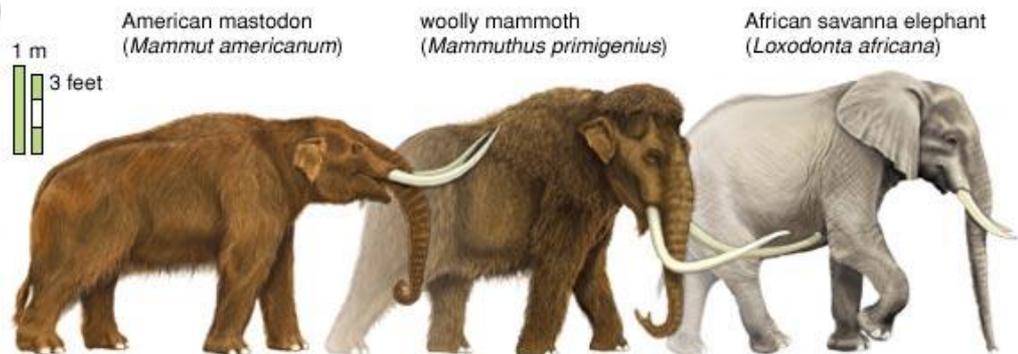
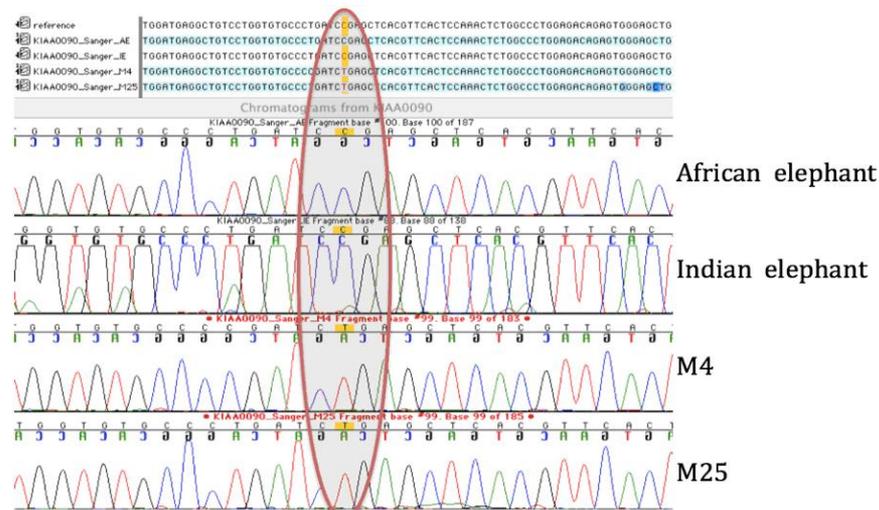
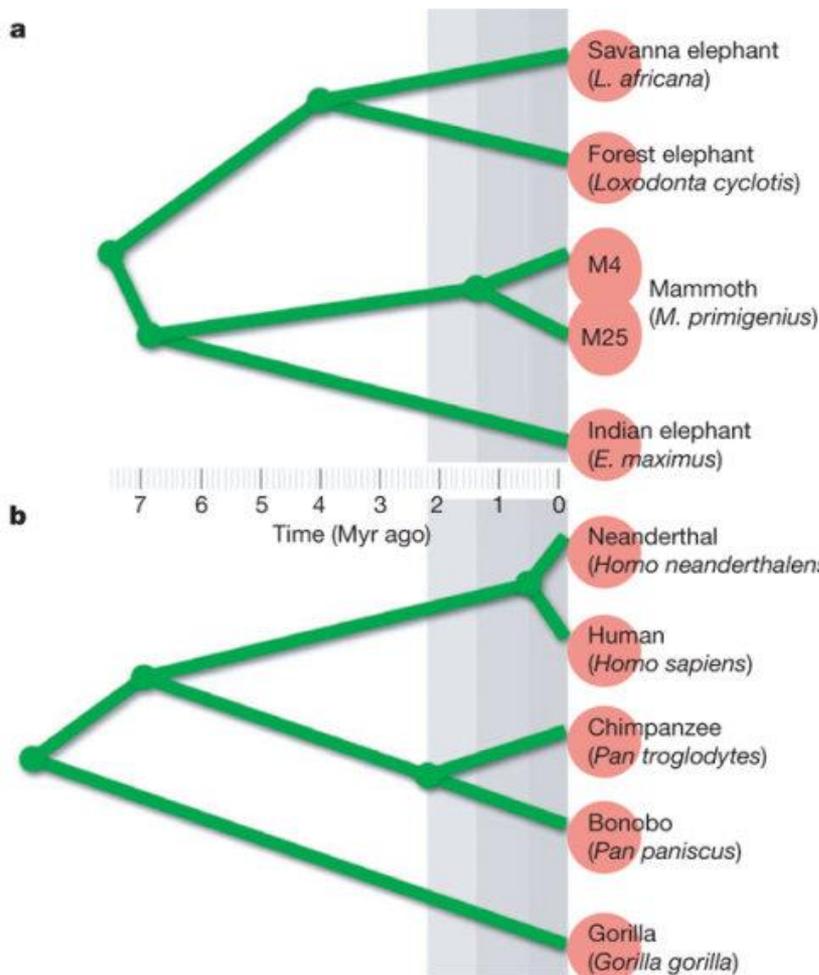
# Об отсутствии промежуточных разновидностей в любой формации.



# О родстве вымерших видов между собою и с ныне живущими видами

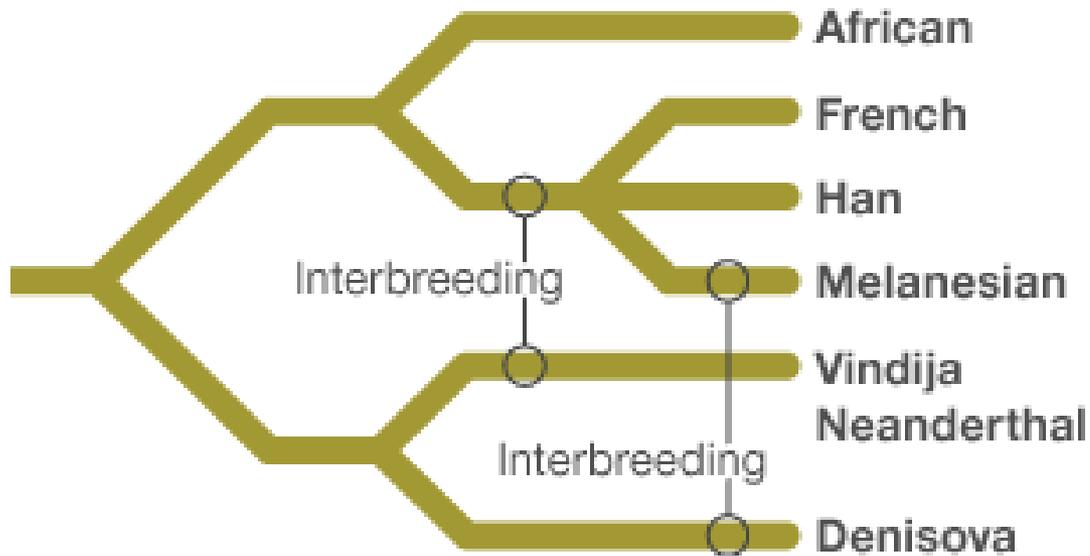


# О родстве вымерших видов между собою и с ныне живущими видами – судебно-медицинское свидетельство



# О родстве вымерших видов между собою и с ныне живущими видами

## Human family tree



Source: Nature



## Палеонтологические свидетельства эволюции

- Последовательное появление в летописи
- Последовательное ветвление
- Последовательное усложнение в отдельных линиях
- Ряды переходных форм в этих линиях
- Descent with modifications
- Свидетельства против эволюции?

## Глава XII ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

- Современное распространение не может быть объяснено разницей в физических условиях.
- Родство органических форм одного и того же материка.
- Способы расселения при переменах в климате, в уровне суши, а также при помощи случайных средств.
- Расселение в течение ледникового периода. Чередование ледниковых периодов на севере и юге.

## Глава XIII ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ (продолжение)

- Распространение пресноводных органических форм.
- Обитатели океанических островов.
- Отсутствие батрахий и наземных млекопитающих.
- Связи между обитателями островов и обитателями ближайшего материка.
- Колонизация из ближайшего источника и последующая модификация.

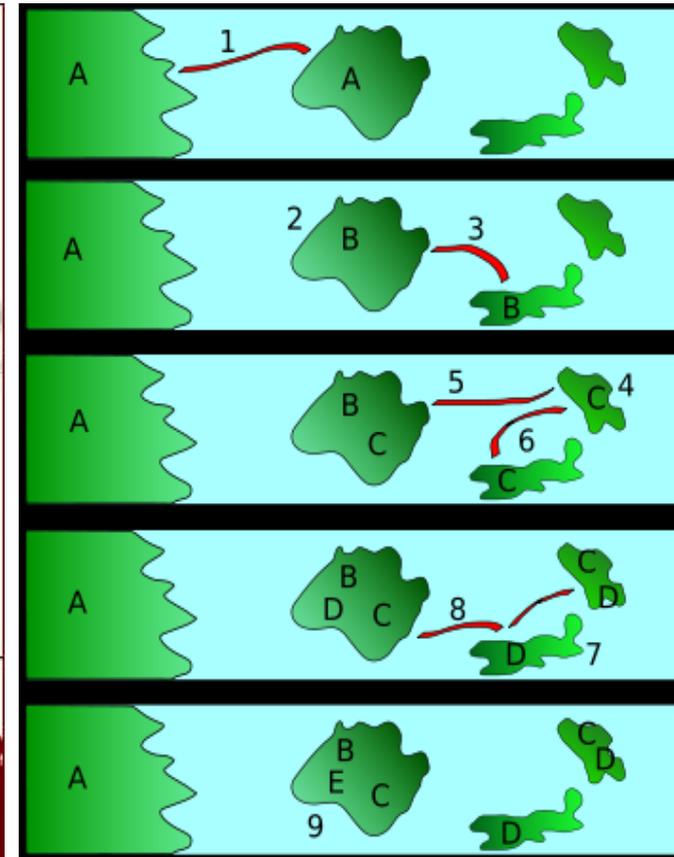
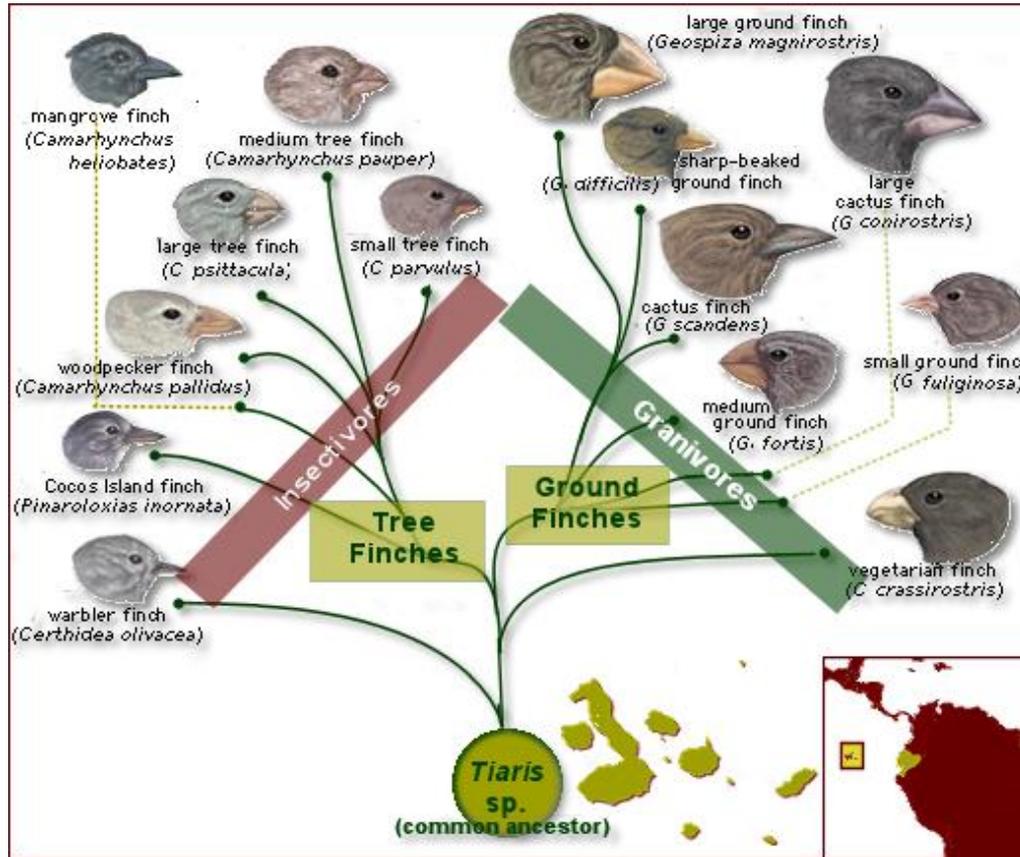
## Биогеографические свидетельства эволюции

- Не было млекопитающих и амфибий на островах
- Островные виды сходны с видами ближайшего континента
- Границы биогеографических зон совпадают с границами древних континентов
- Переживание отдельных видов в рефугиях объясняет их различия
- Descent with modifications

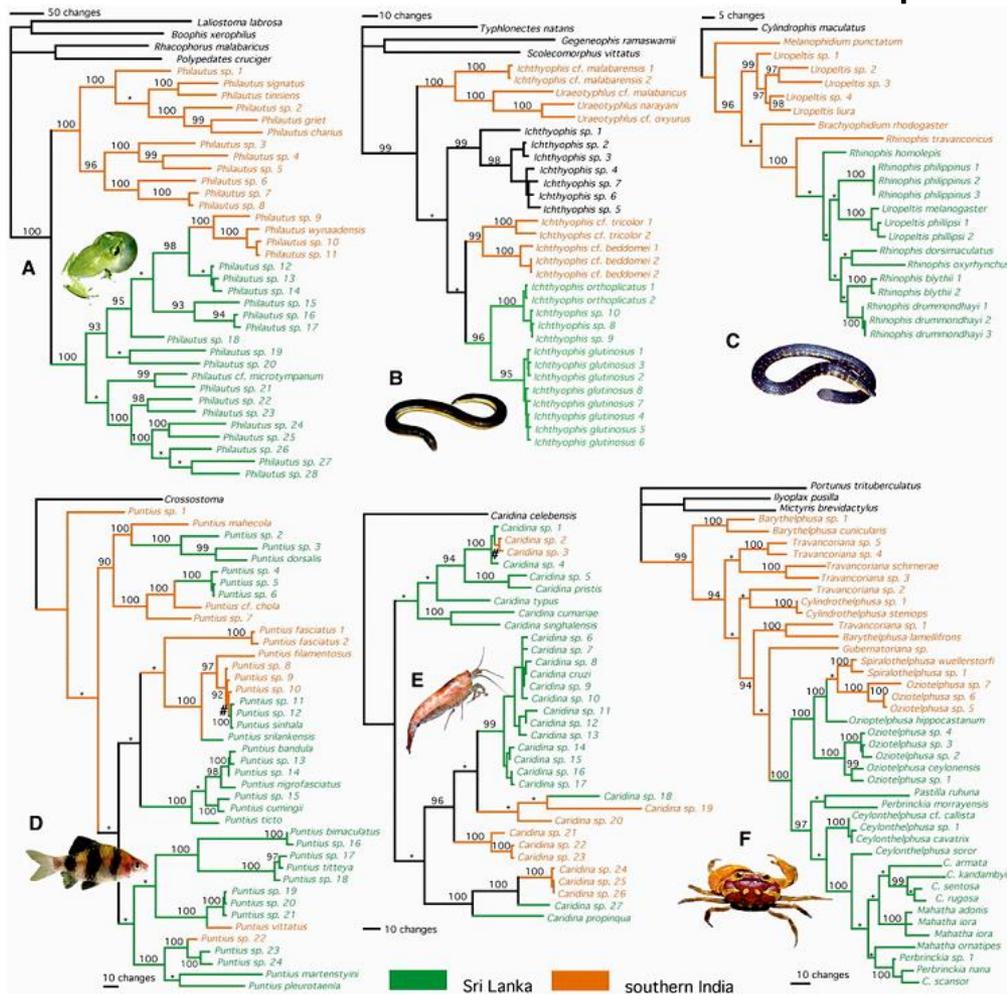
Нелетающие обитатели океанических островов.  
Отсутствие батрахий и наземных млекопитающих



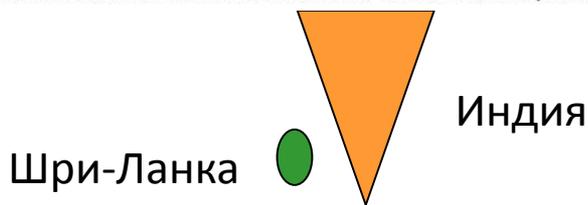
# Связи между обитателями островов и обитателями ближайшего материка



# Связи между обитателями островов и обитателями ближайшего материка

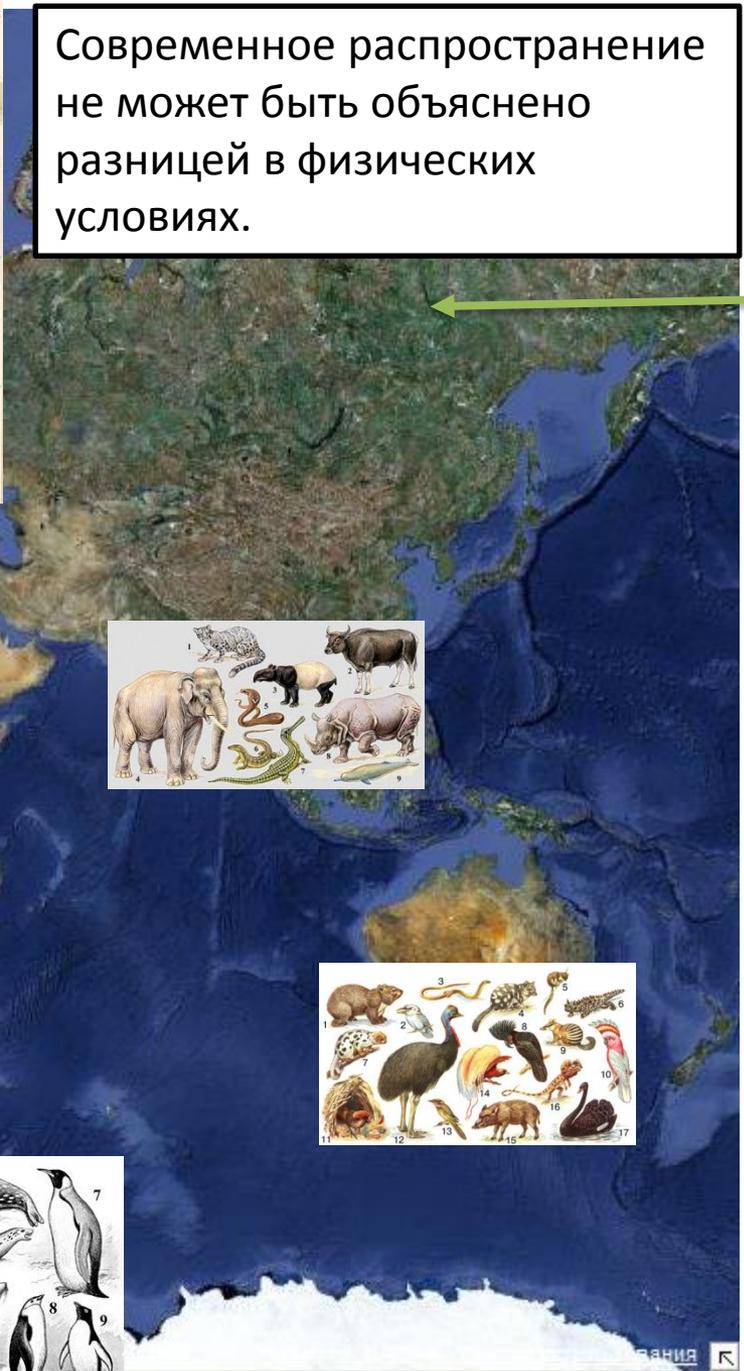
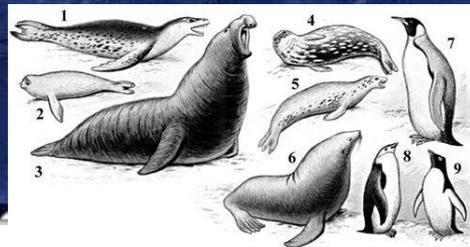
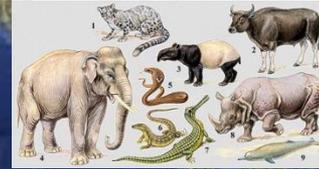
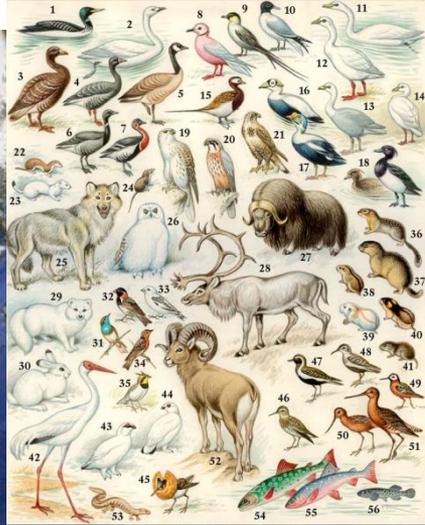


F. Bossuyt *et al.* Local endemism within the Western Ghats-Sri Lanka biodiversity hotspot. *Science* 306, 479 (2004).

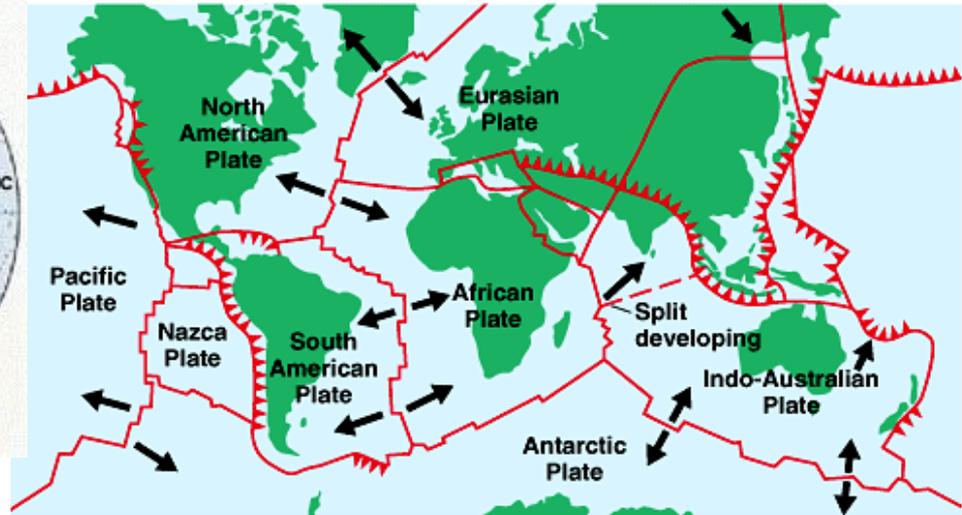
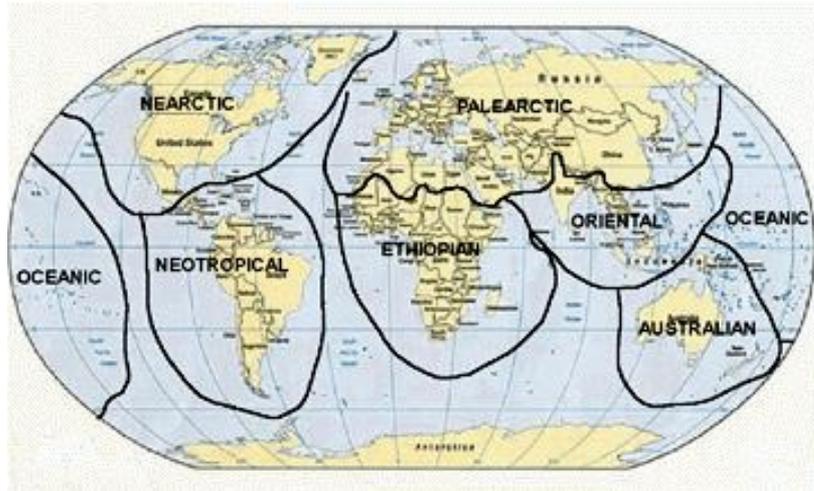


- Шри-Ланка заселялась из Индии. Изредка животные мигрировали назад в Индию.
- Оранжевым обозначены виды живущие сейчас в Индии, зеленым – на Шри-Ланка.
- В каких деревьях можно выделить однократные возвраты в Индию с Шри-Ланки.
- а) В, С
- б) С
- в) А, В
- д) А, F

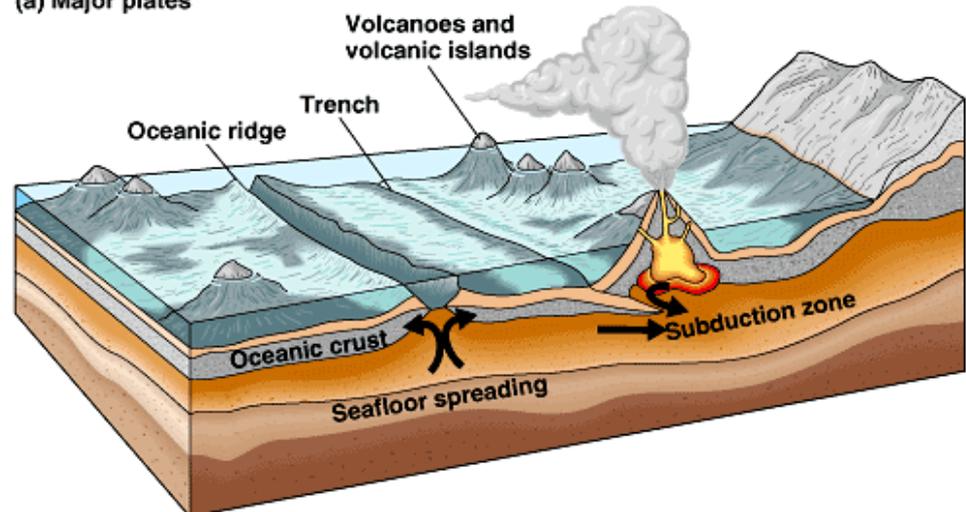
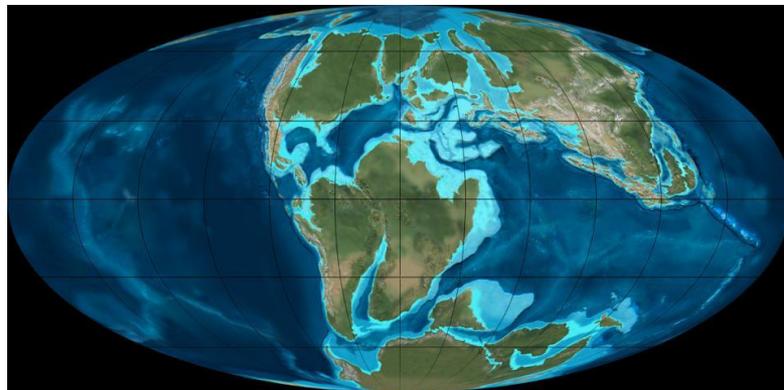
Современное распространение не может быть объяснено разницей в физических условиях.



# Родство органических форм одного и того же материка.

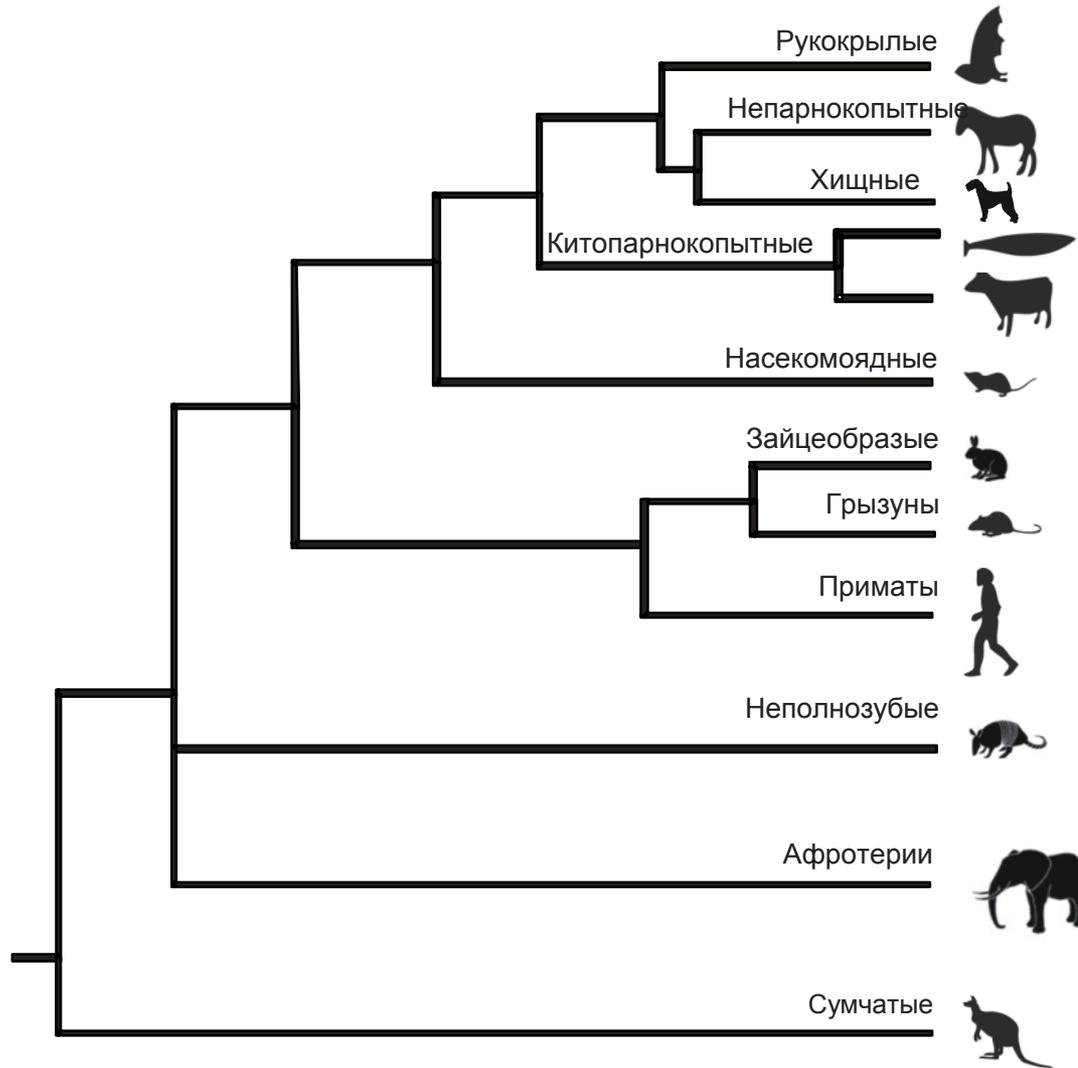


(a) Major plates



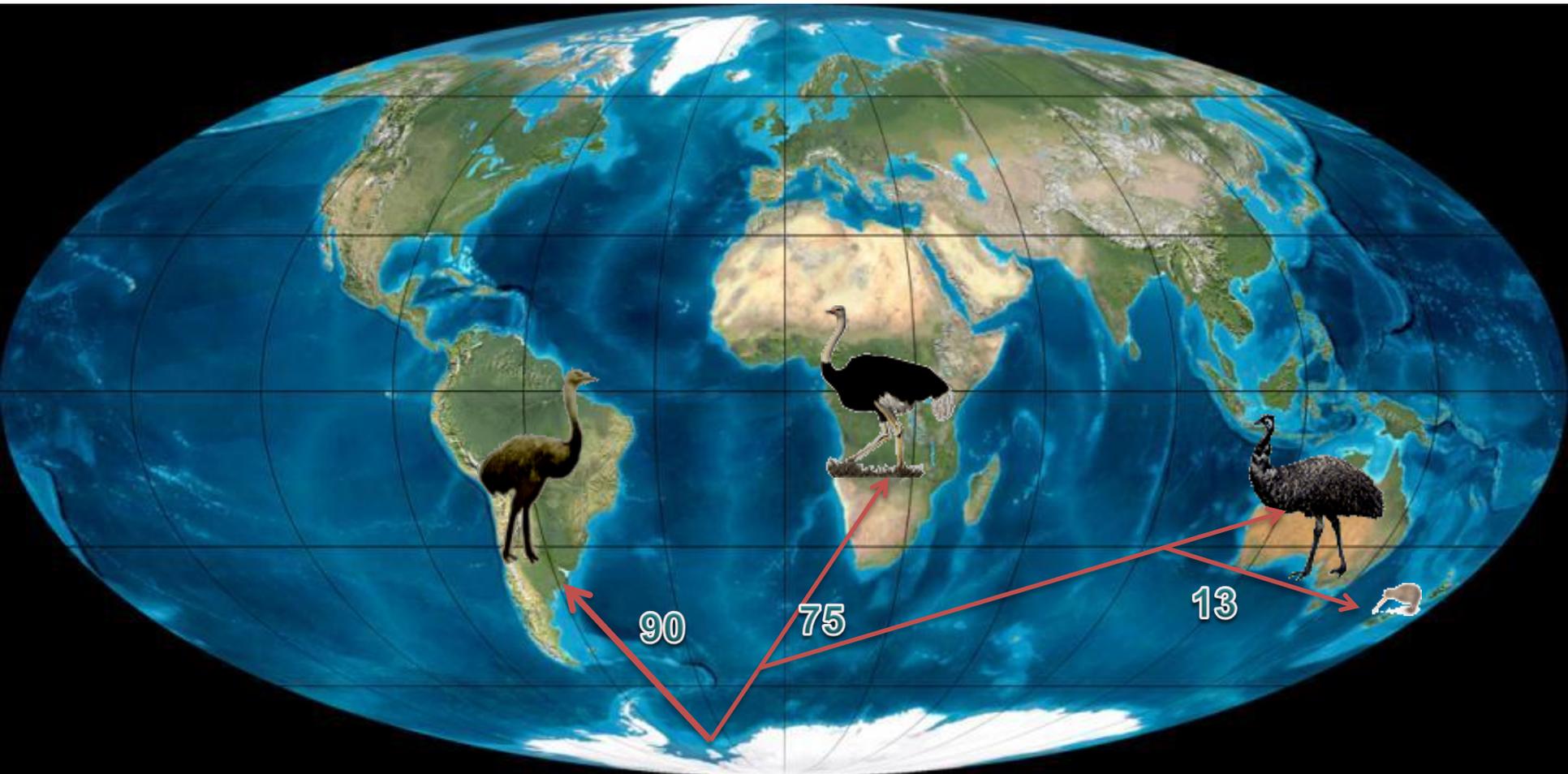
(b) Events at plate boundaries

# Родство органических форм одного и того же материка

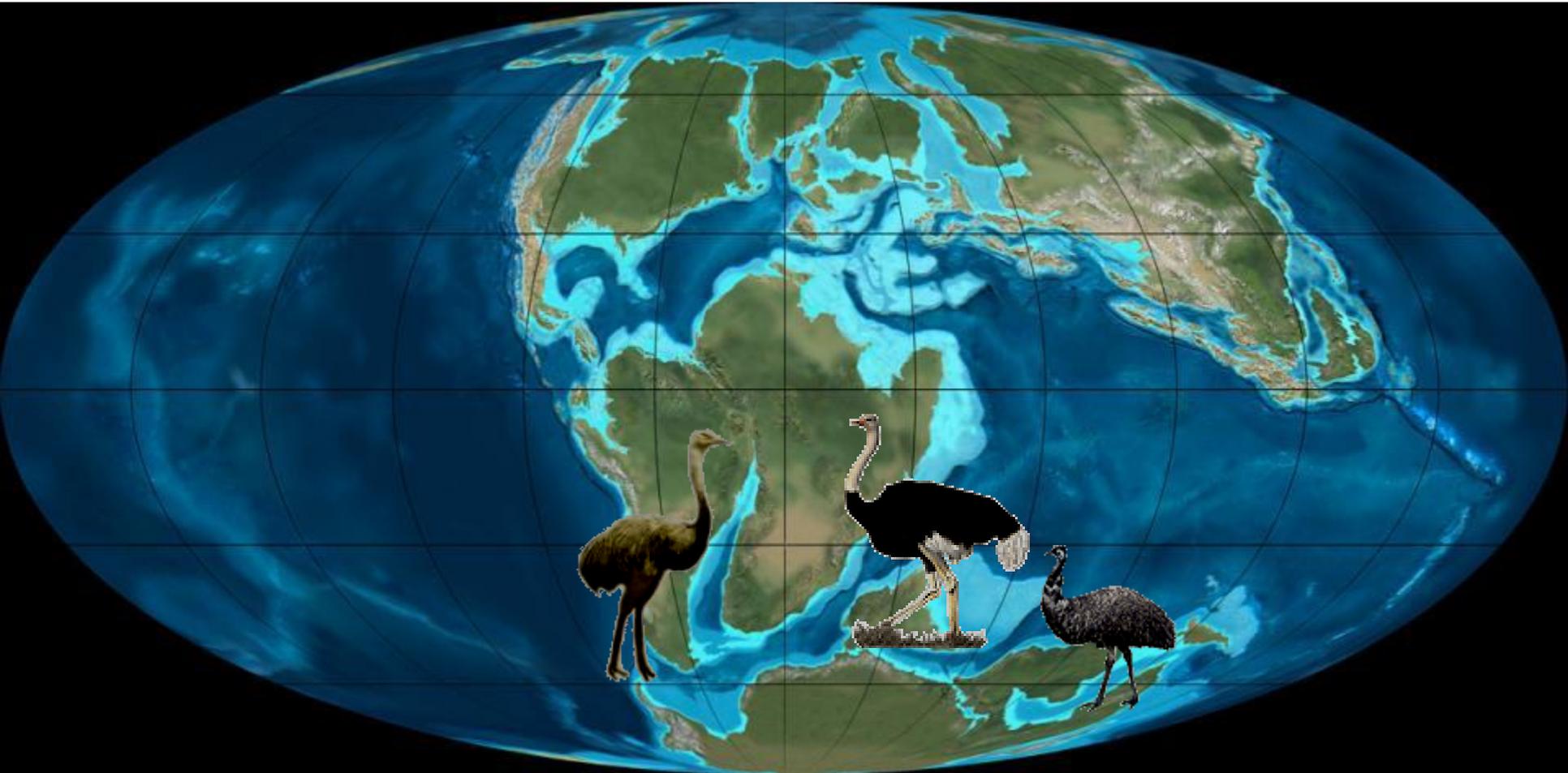


Nishihara et al.(2006). Pegasoferae, an unexpected mammalian clade revealed by tracking ancient retroposon insertions. *PNAS*, 103, 9929-9934.

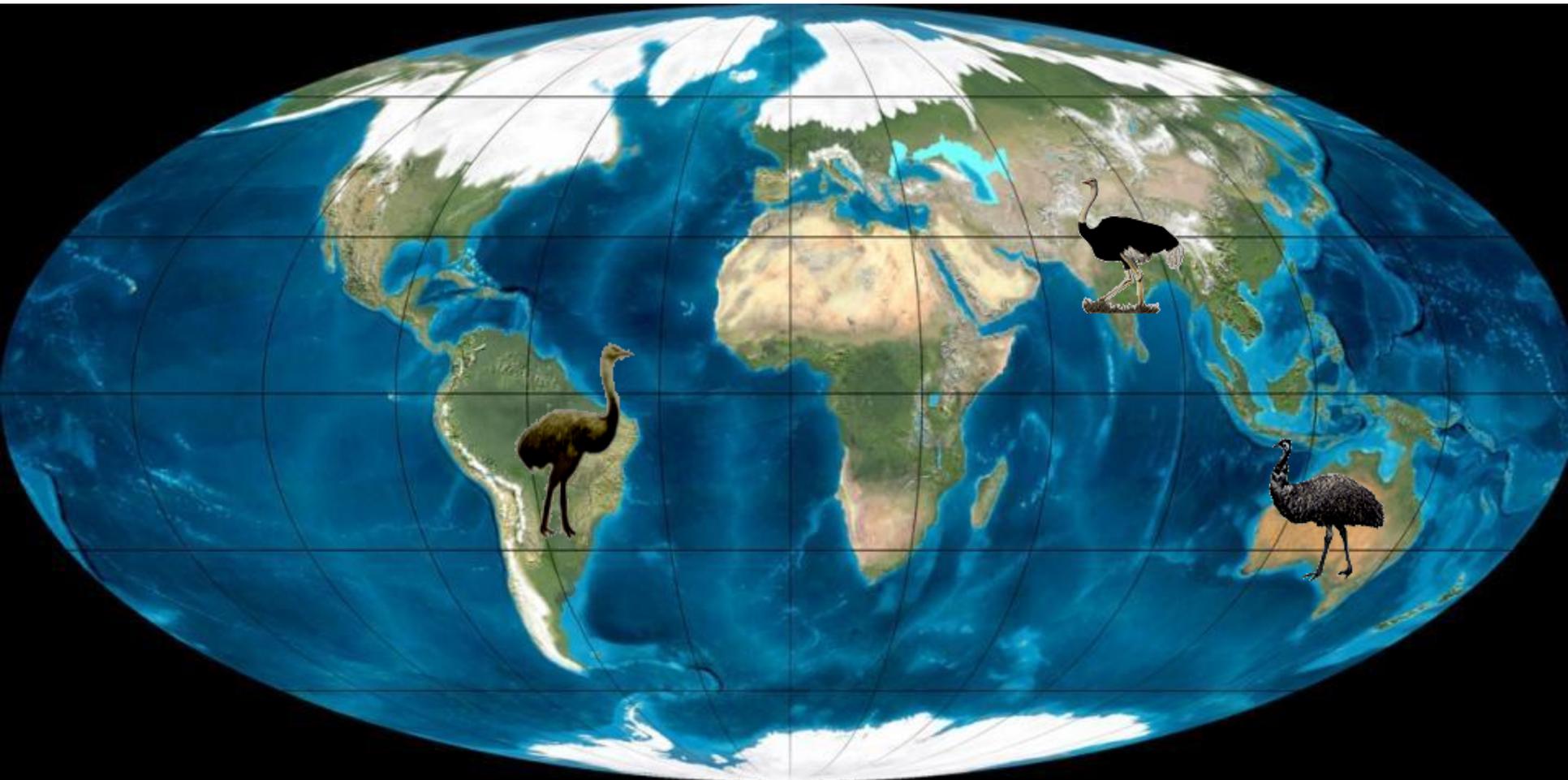
# Способы расселения ..... при помощи случайных средств



# Способы расселения ..... при помощи случайных средств



# Способы расселения ..... при помощи случайных средств



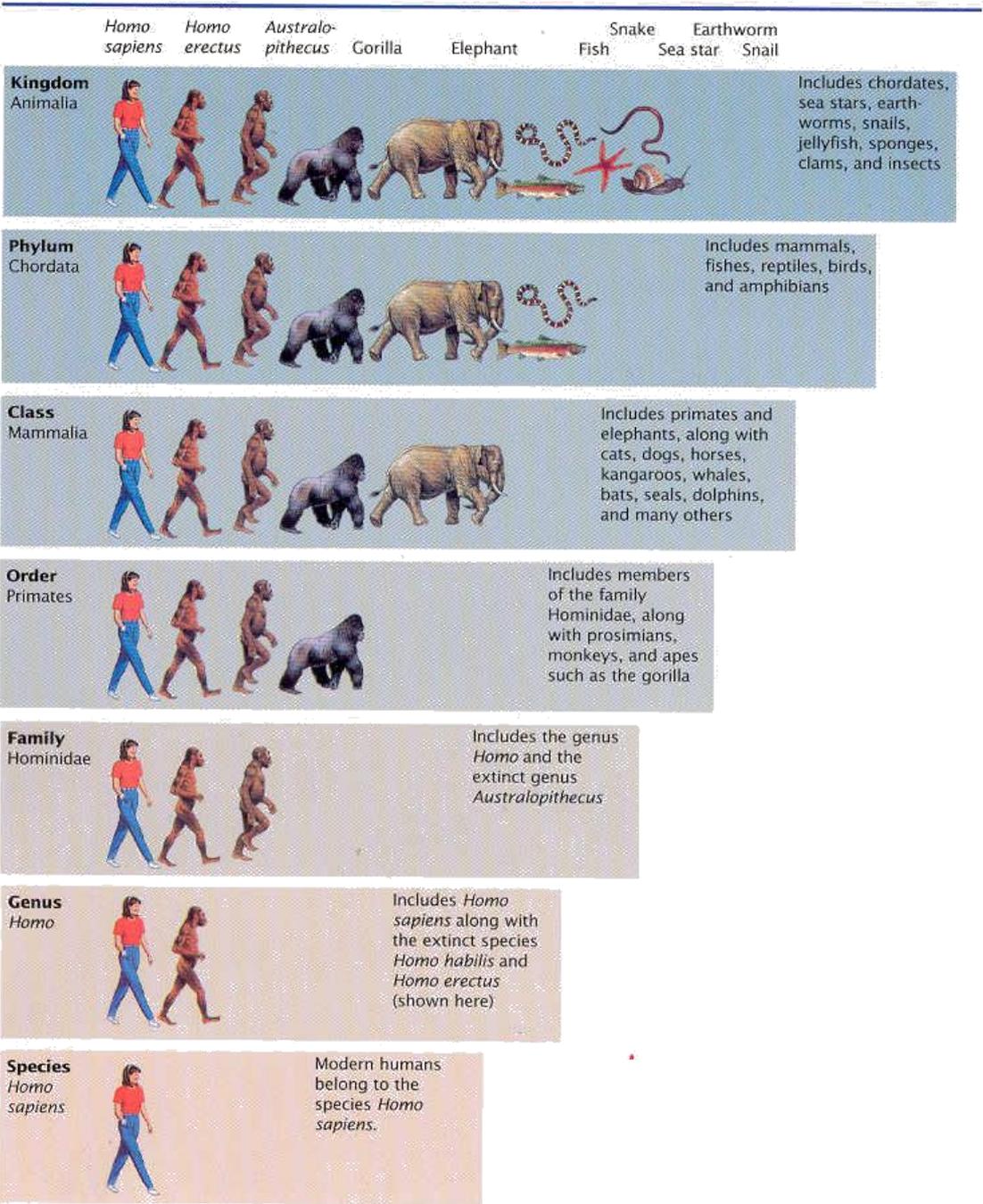
## Биогеографические свидетельства эволюции

- Не было млекопитающих и амфибий на островах
- Островные виды сходны с видами ближайшего континента
- Границы биогеографических зон совпадают с границами древних континентов
- Descent with modifications
- Свидетельства против?

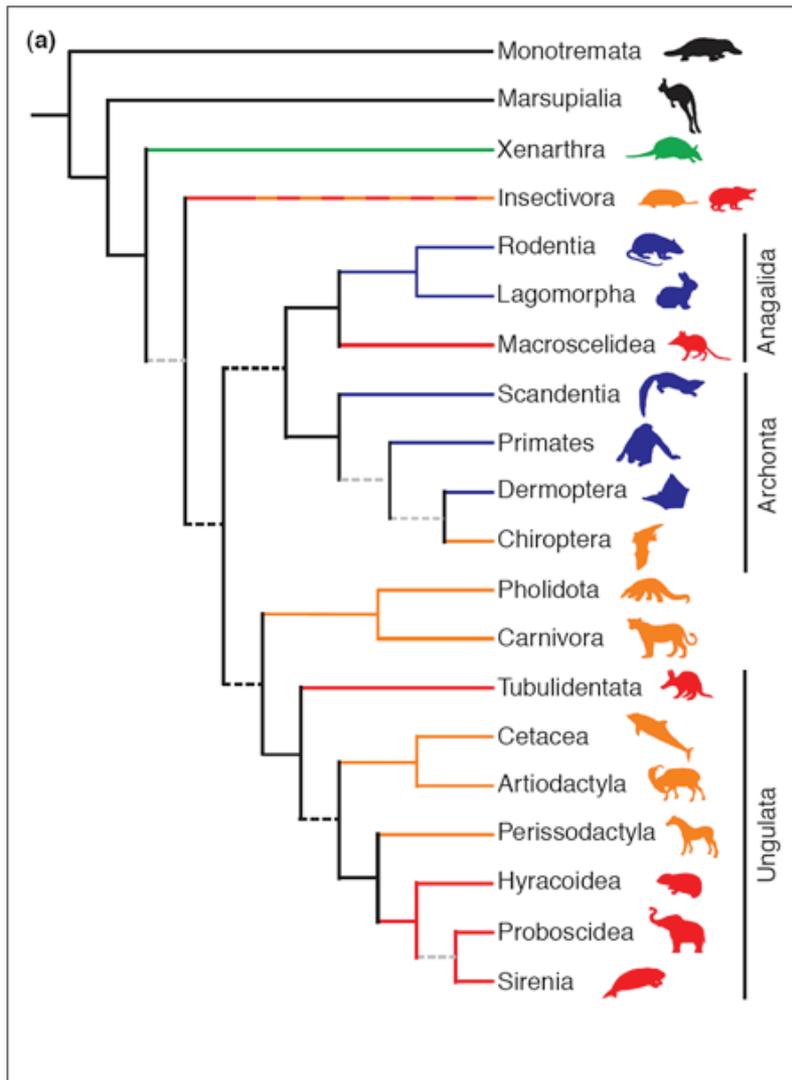
# Глава XIV ВЗАИМНОЕ РОДСТВО ОРГАНИЗМОВ; МОРФОЛОГИЯ; ЭМБРИОЛОГИЯ; РУДИМЕНТАРНЫЕ ОРГАНЫ

- Классификация, группы, подчиненные другим группам.
- Естественная система.
- Правила и трудности классификации, объясняемые на основании теории общности происхождения, сопровождаемого модификацией.
- Классификация разновидностей
- Происхождение всегда используется для классификации
- Аналогичные, или адаптивные, признаки.
- Морфология, сходство между членами одного и того же класса, между частями одного и того же организма.
- Эмбриология, ее законы, объяснение вариациями, которые возникают не в раннем возрасте и наследуются в соответствующем возрасте.
- Рудиментарные органы, объяснение их происхождения

# Естественная система



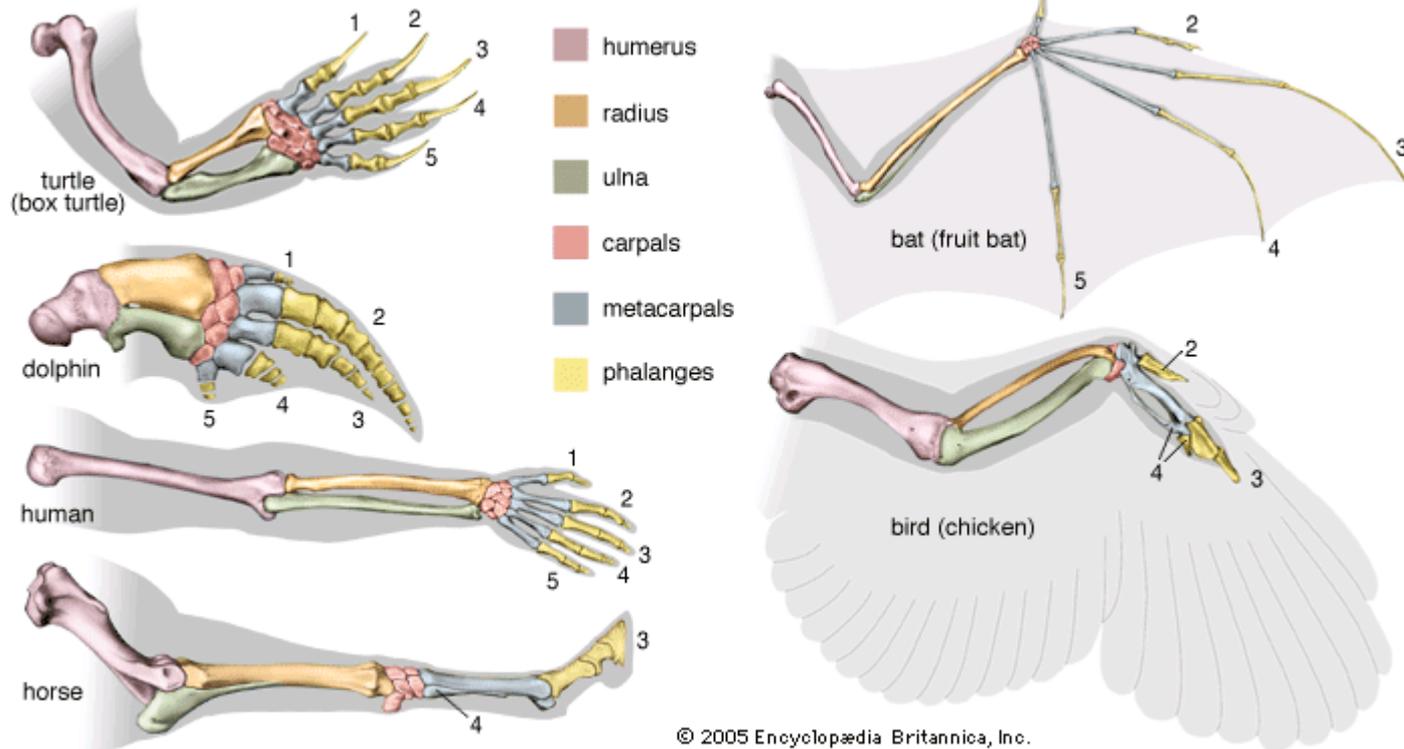
# Правила и трудности классификации, объясняемые на основании теории общности происхождения с модификацией.



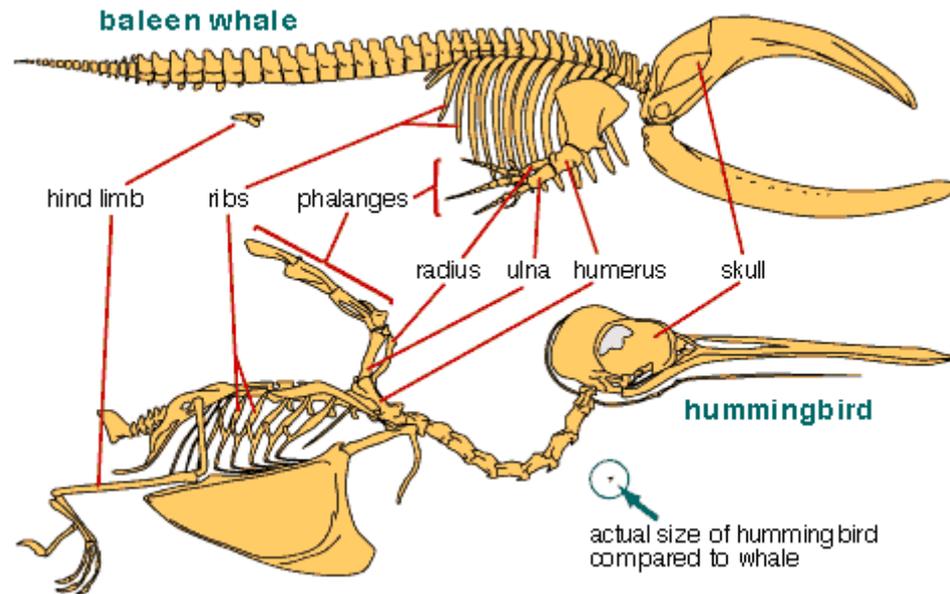
# Морфология - сходство между членами одного и того же класса.

## Гомология

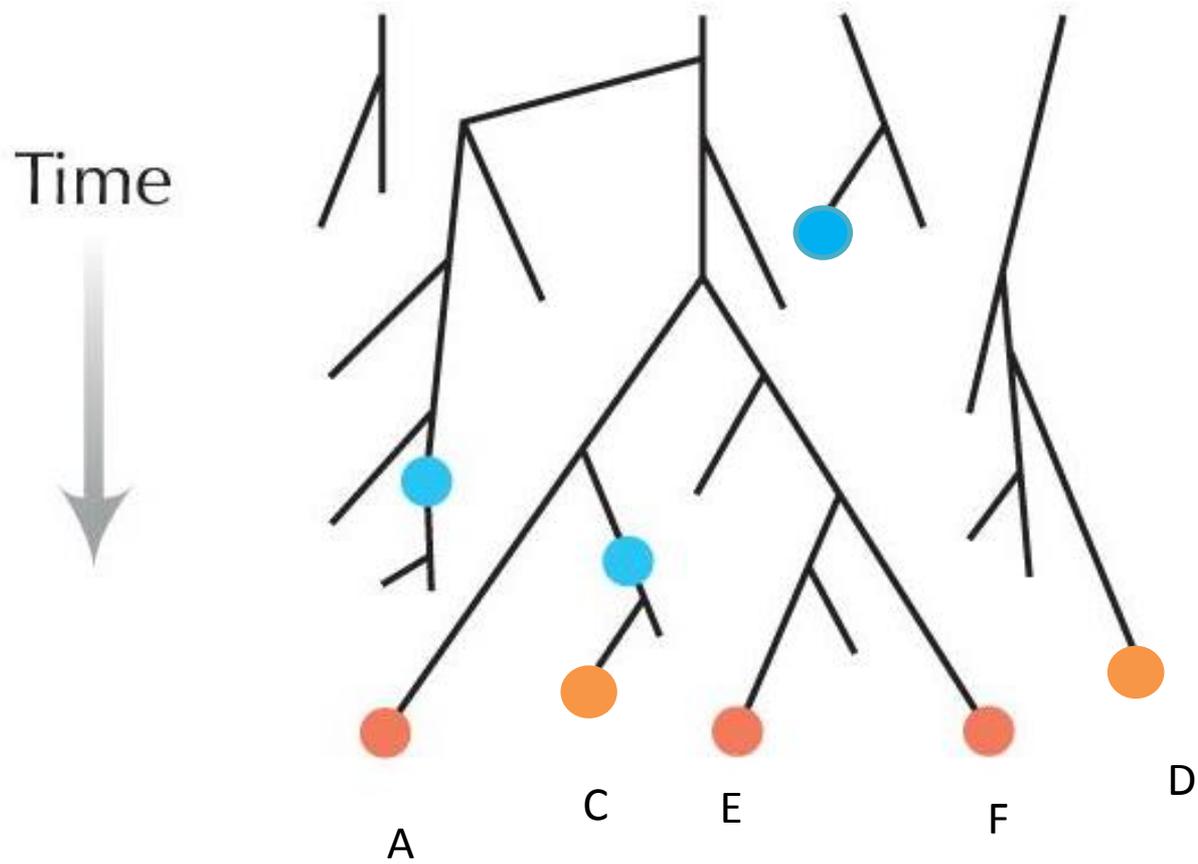
Homologies of the forelimb in six vertebrates



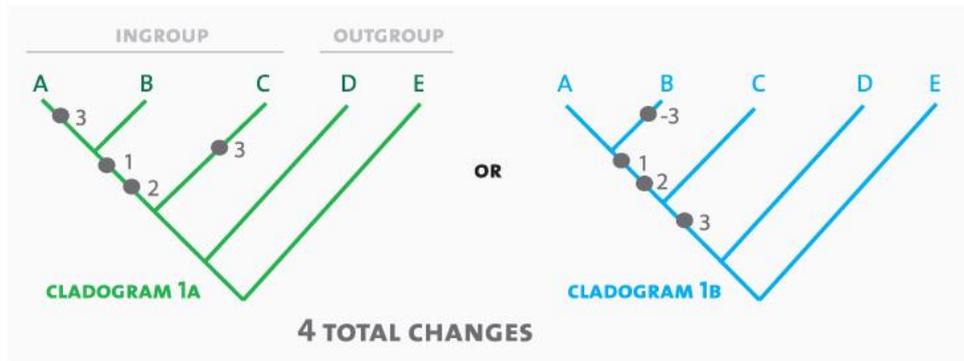
Морфология - сходство между членами одного и того же класса.  
Гомология



# О родстве вымерших видов между собою и с ныне живущими видами

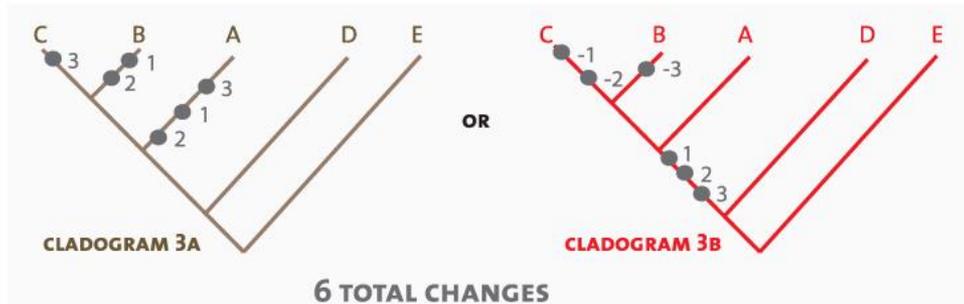
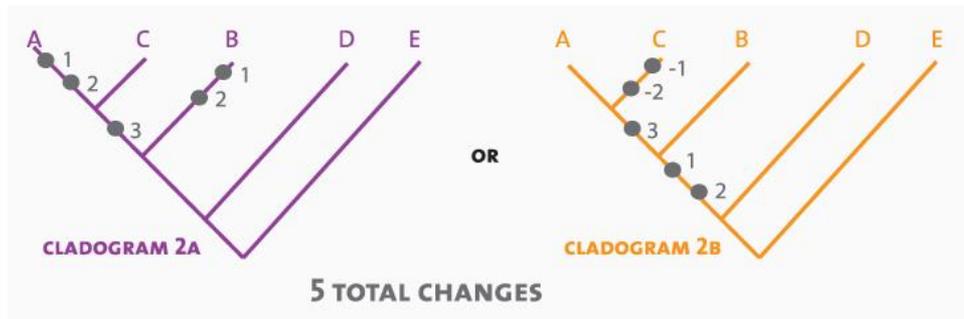


# Интерлюдия о деревьях



Data Matrix

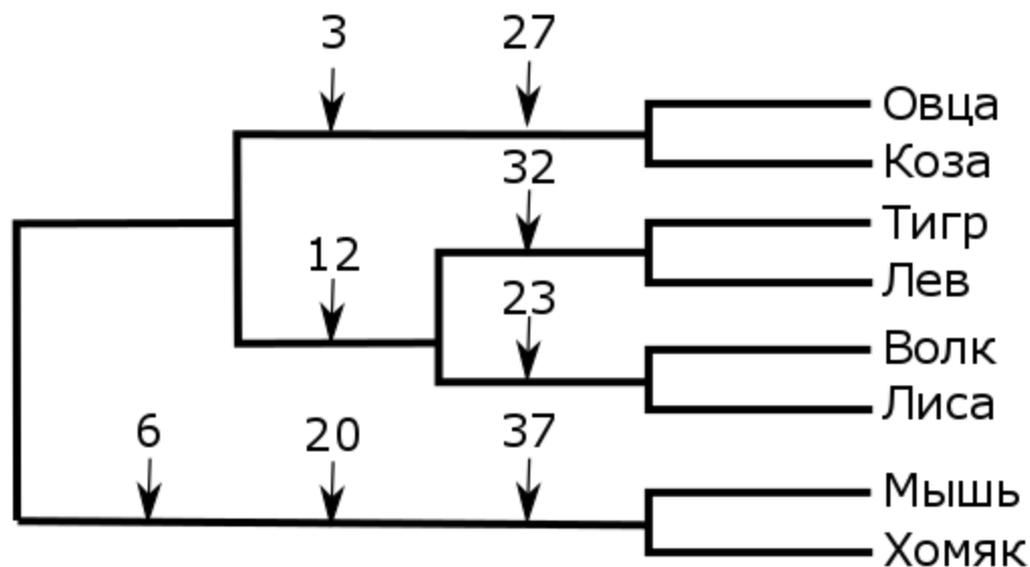
TAXA	CHARACTERS		
	1	2	3
A	1	1	1
B	1	1	0
C	0	0	1
D	0	0	0
E	0	0	0



# Таксономические признаки

- Предковые (примитивные, плезиоморфные)
- Приобретённые (продвинутые, апоморфные)
- Приобретённые у нескольких таксонов –
  - синаптоморфия (если унаследованы, гомологичны)
  - гомоплазия (если приобретены независимо, конвергентно)

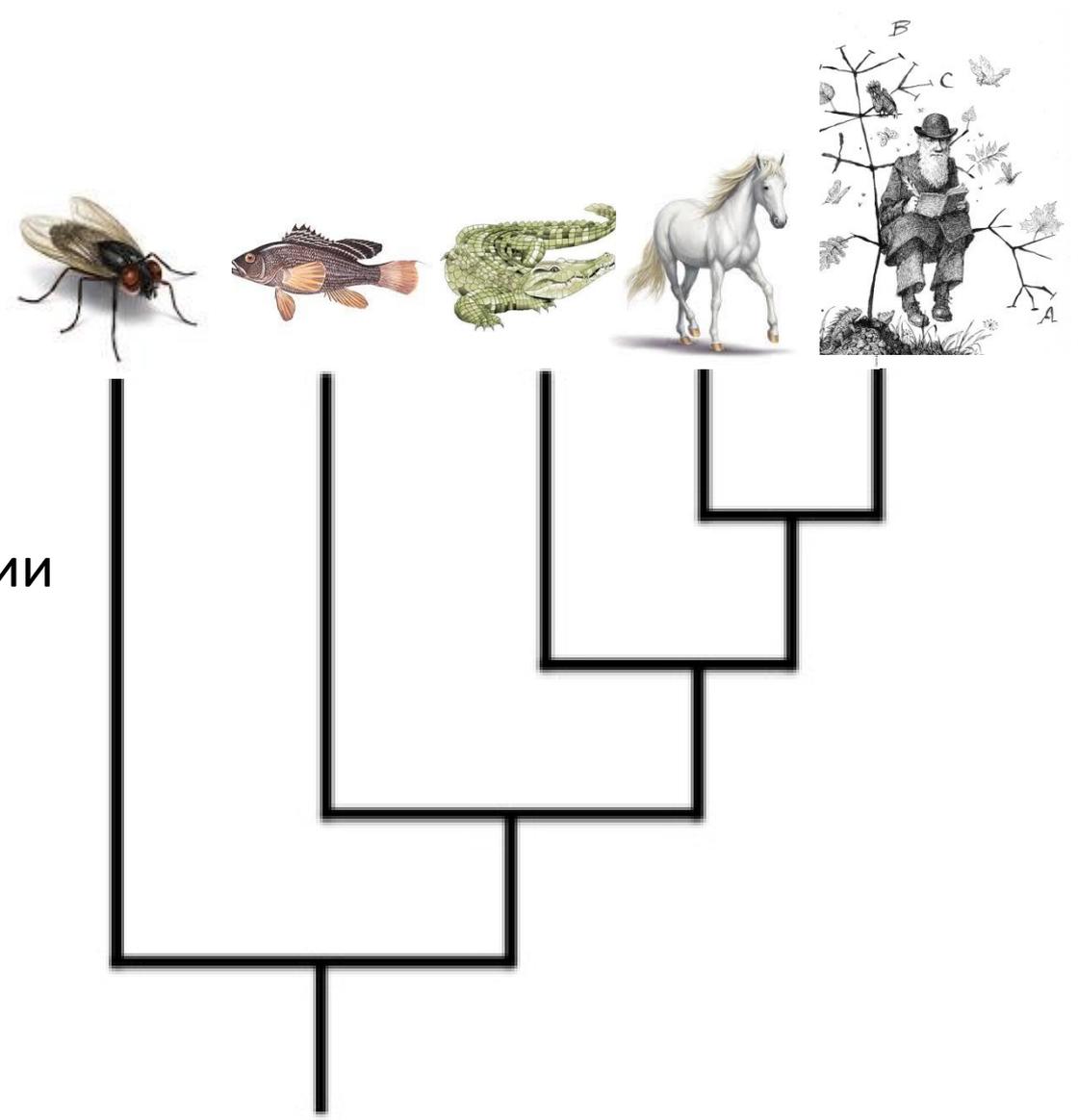
3	6	12	20	23	27	32	37	
ACC	AGC	CTG TGC	ATC GAT GAC	GAC	TAA	GTG ATA CCA	AAA	Мышь
ACC	AGC	CTG TGC	ATC GAT GAC	GAC	TAA	GTG ATA CCA	AAA	Хомяк
ACG	AGA	CTG TGC	ATC GAT GCC	GAC	TAC	GTG ATA CCA	TAA	Овца
ACG	AGA	CTG TGC	ATC GAT GCC	GAC	TAC	GTG ATA CCA	TAA	Коза
ACC	AGA	CTG TGT	ATC GAT GCC	GAC	TAA	GTG AAA CCA	TAA	Тигр
ACC	AGA	CTG TGT	ATC GAT GCC	GAC	TAA	GTG AAA CCA	TAA	Лев
ACC	AGA	CTG TGT	ATC GAT GCC	GCC	TAA	GTG ATA CCA	TAA	Волк
ACC	AGA	CTG TGT	ATC GAT GCC	GCC	TAA	GTG ATA CCA	TAA	Лиса

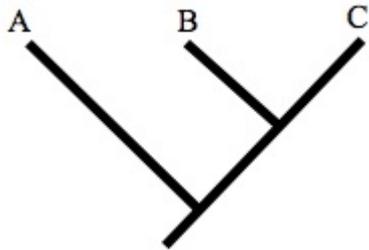


- Признаки

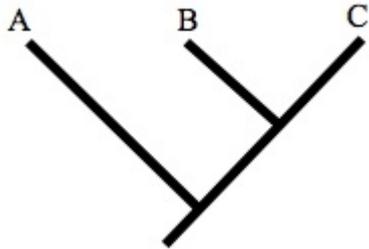
- предковые
- приобретённые

- Возможные филогении



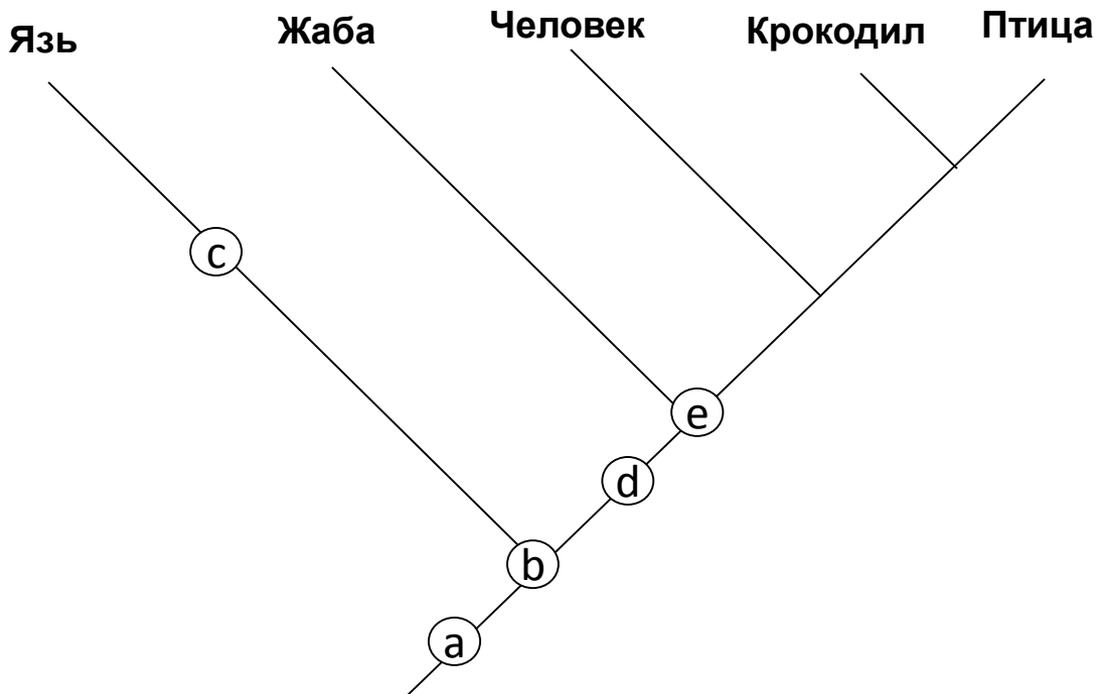


1. C происходит от B, который происходит от A
2. C самый передовой из видов
3. A самый древний вид
4. B является промежуточным между A и C
5. Все неверно

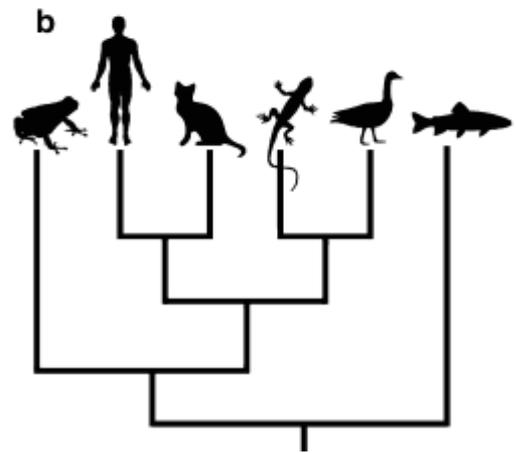
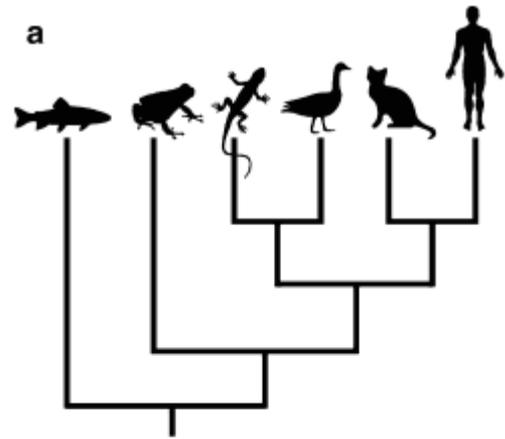


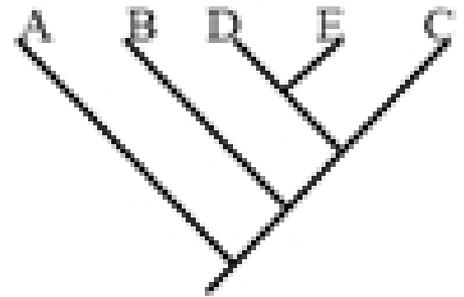
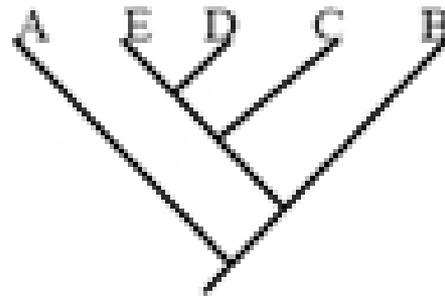
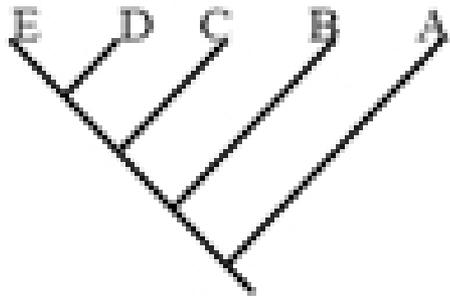
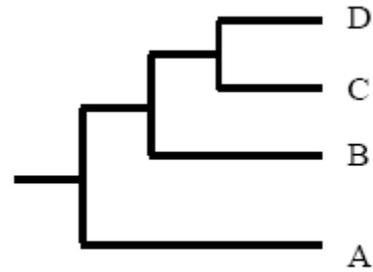
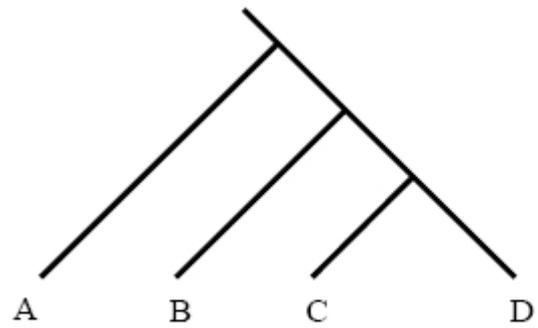
Какие из утверждений о общего предка верны? (Выберите все подходящие)

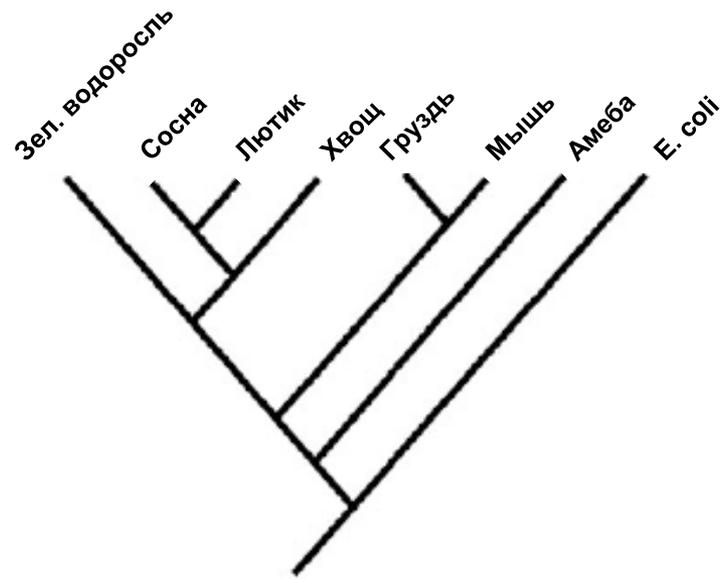
1. А является общим предком В и С
2. Общий предок А и В жил после общего предка А и С
3. В и С ближе к общему предку, чем В и А
4. Любой общий предок А и В также является предком С
5. Все неверно



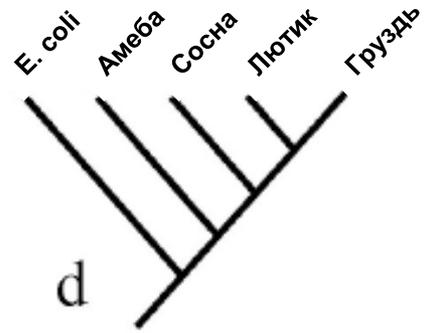
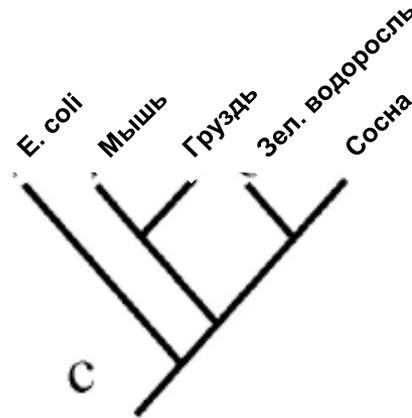
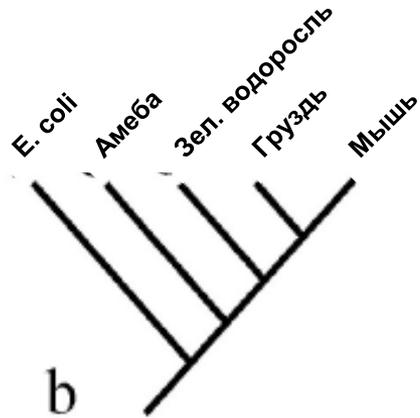
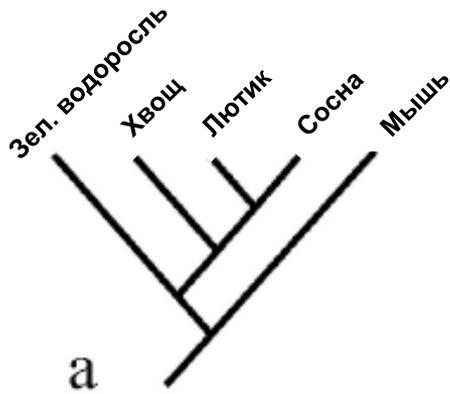
1. Верно ли это древо?
2. К какому узлу следует добавить судака?
3. К какому узлу следует добавить акулу?





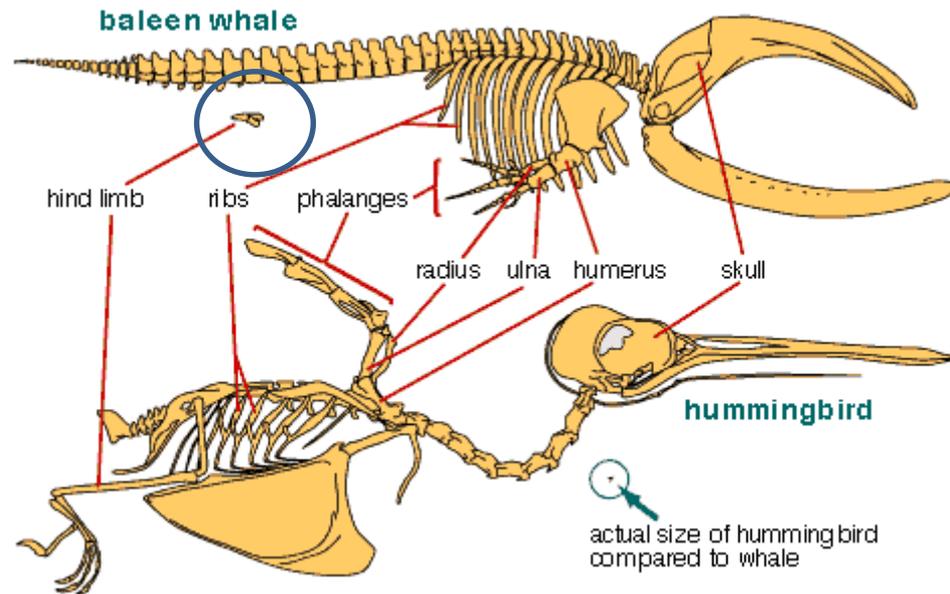


- Сверху показано верное древо
- Какое из нижних древ неверно?

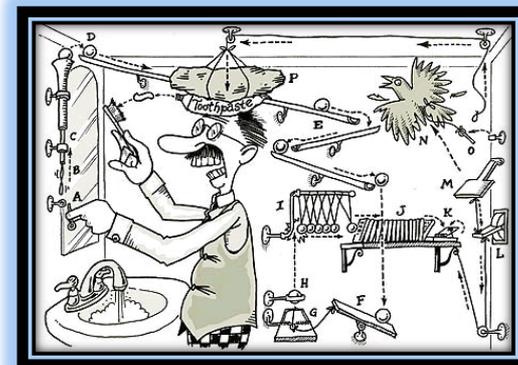
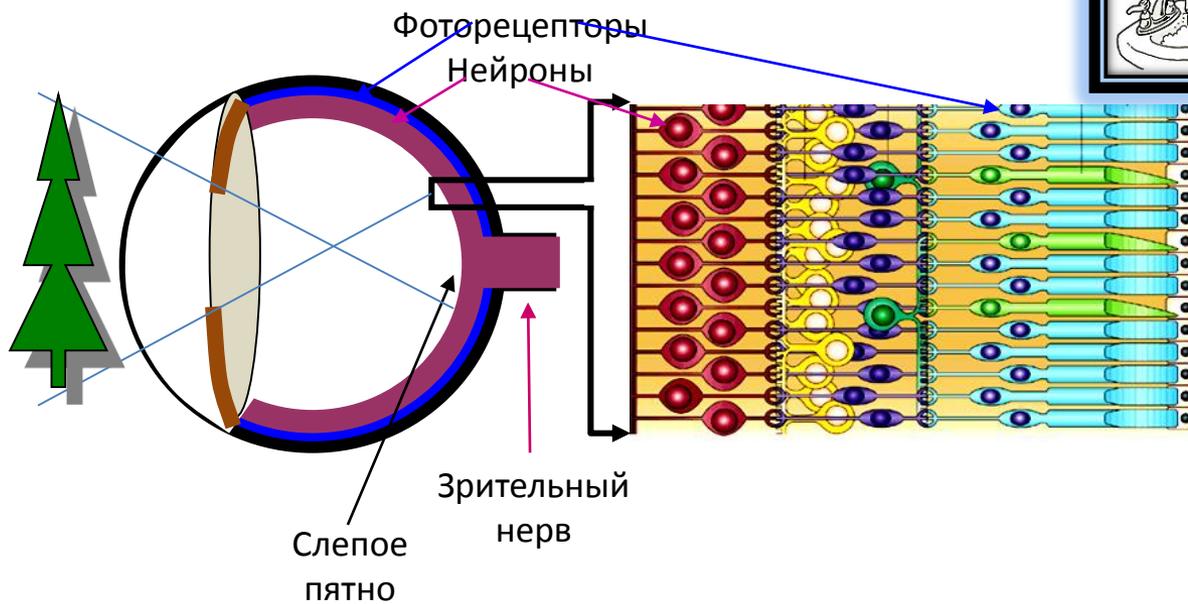


Конец  
интерлюдии о деревьях

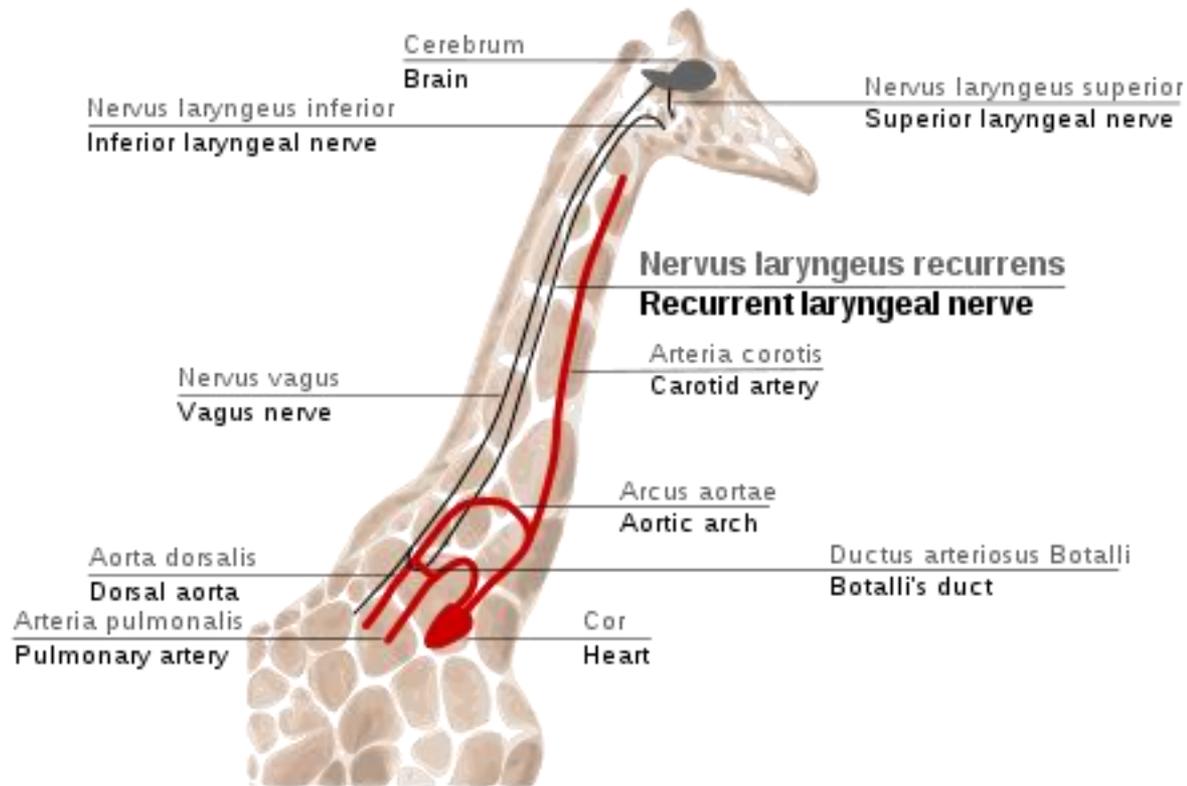
# Рудиментарные органы, объяснение их происхождения



# Несовершенство в строении органов



# Несовершенство в строении органов



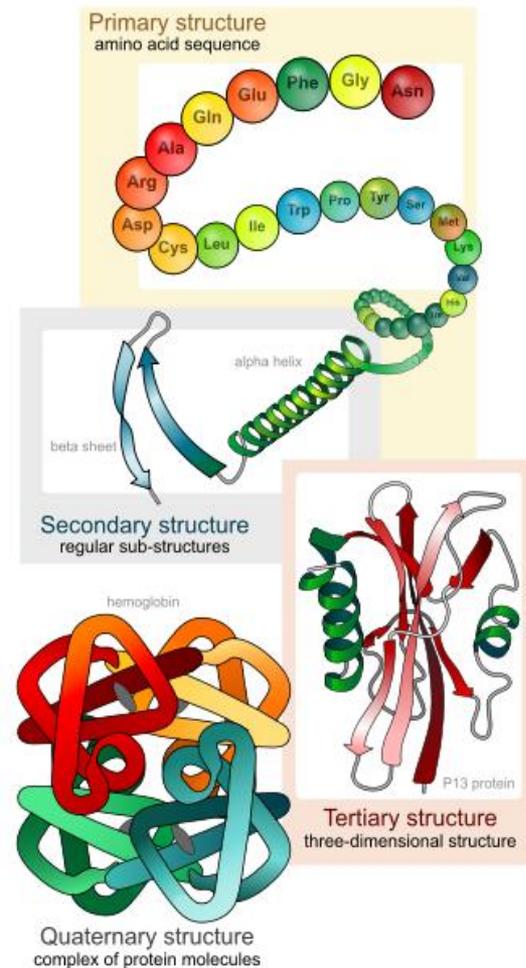
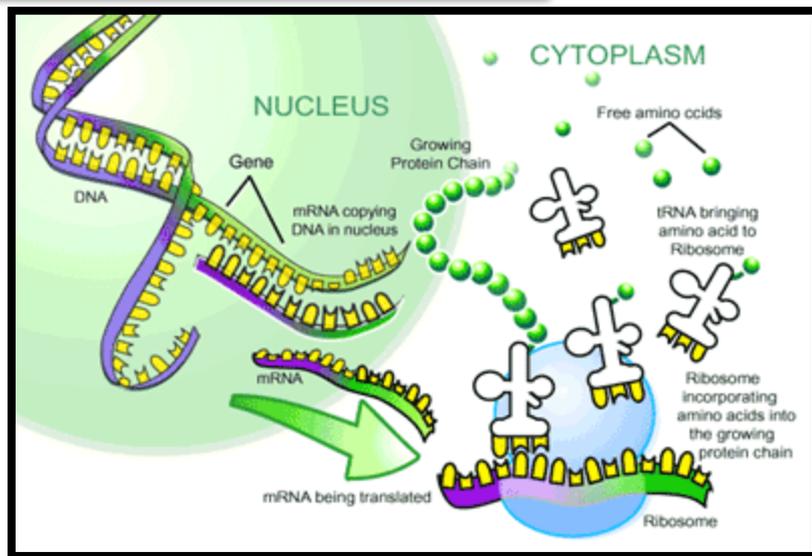
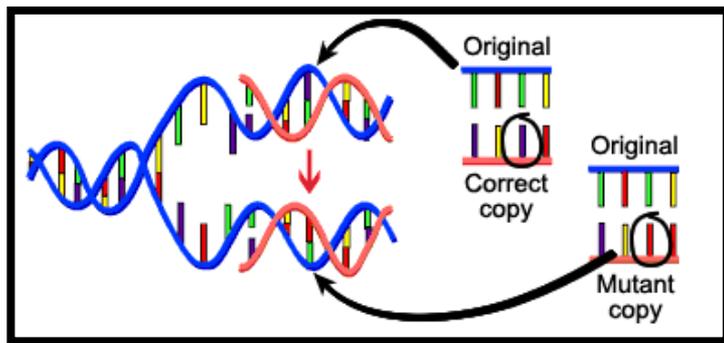
# Сравнительно-анатомические свидетельства эволюции

- Иерархия таксонов соответствует иерархии родства
- Разные по функции, но сходные по строению (гомологичные) органы унаследованы с модификациями от общего предка
- Рудиментарные органы унаследованы от с модификациями от общего предка
- Несовершенство в строении органов обусловлено эволюционной историей
- Descent with modifications
- Свидетельства против?

# Эмбриологические свидетельства эволюции

- Цифровые, а не аналоговые программы
  - адекватные мутации невозможны , рука, крыло, глаз не могут возникнуть сразу
- Нет генерального плана, есть локальные правила
- Пути органогенеза у позвоночных сходны
- Различия обусловлены небольшими изменениями программ развития
- Descent with modifications

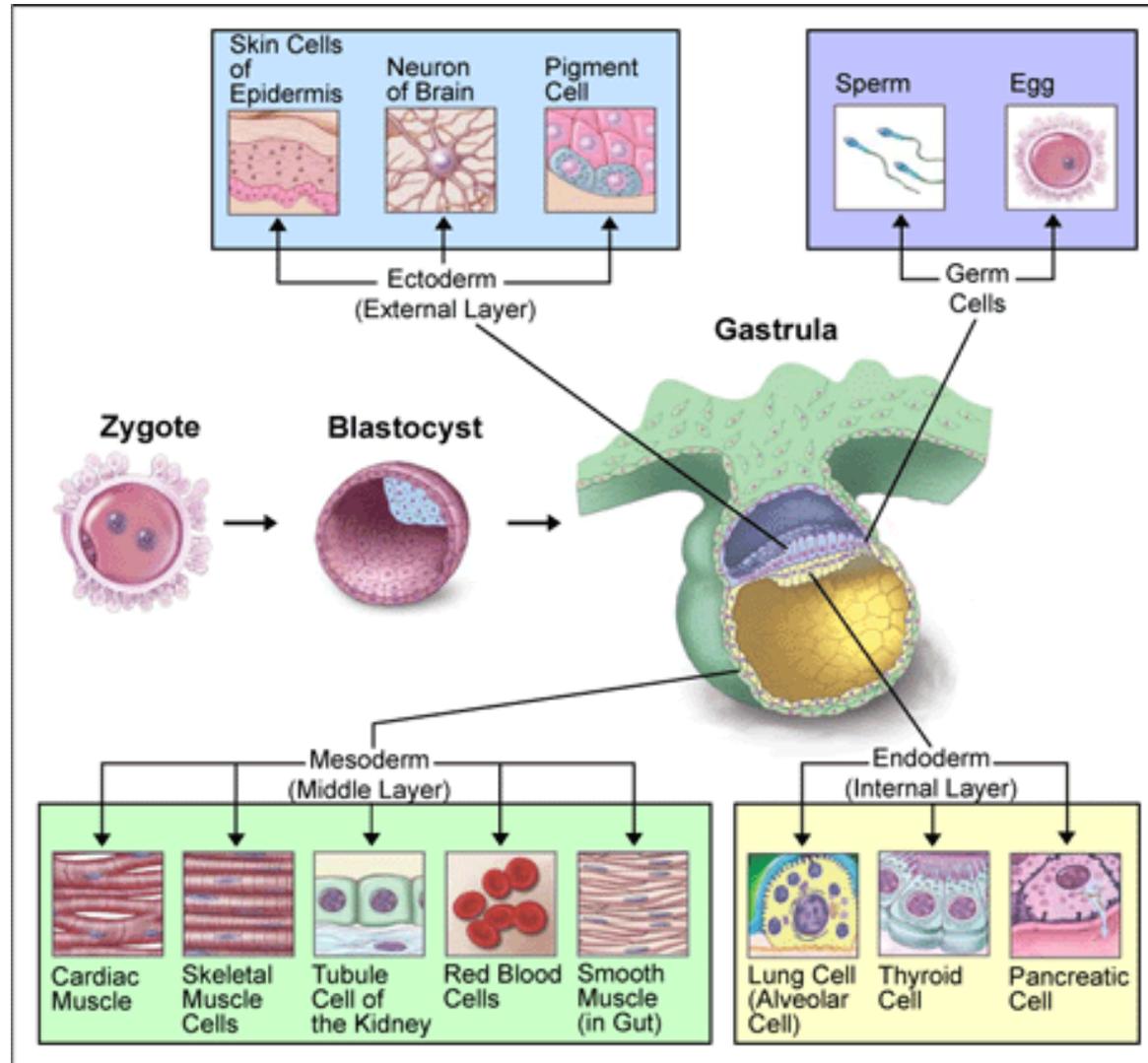
# Цифровые, а не аналоговые программы



ДНК - рецепт, а не чертеж

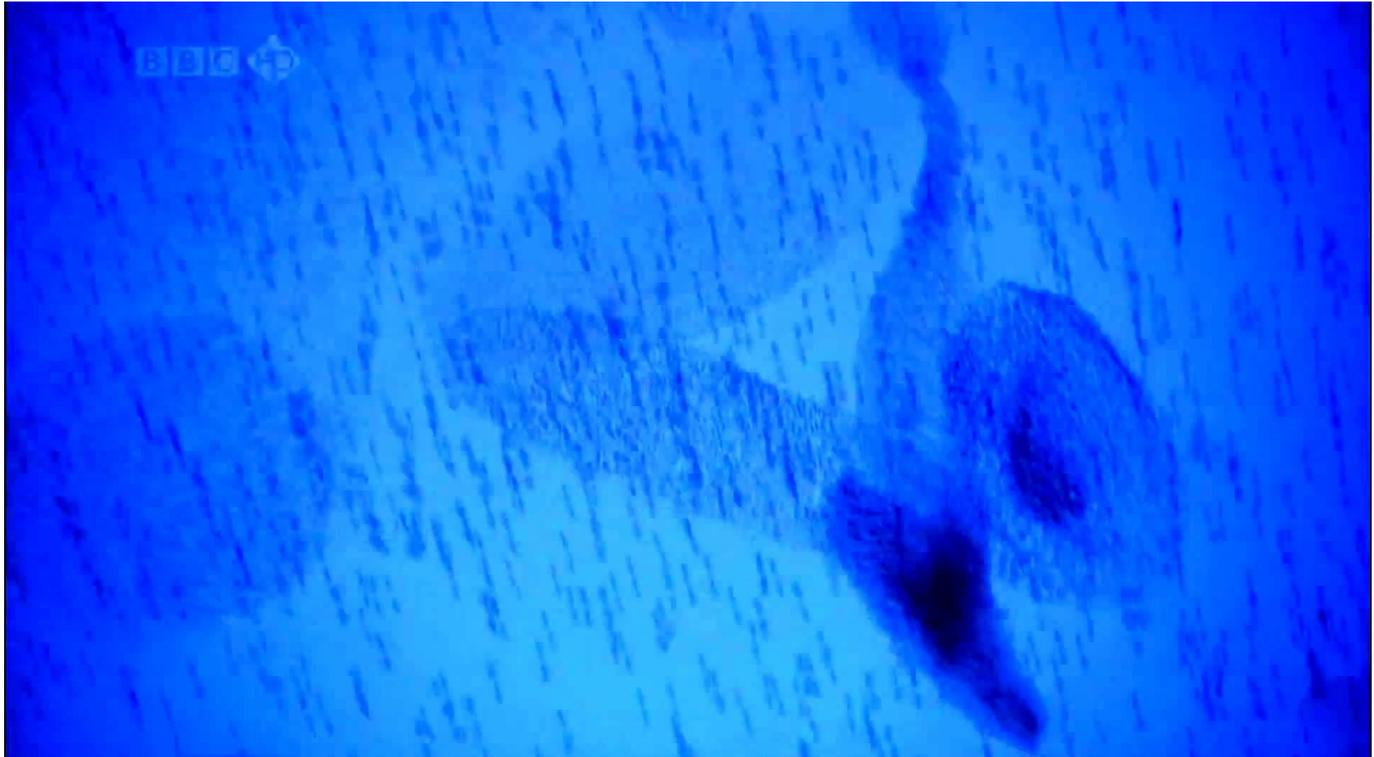


# Генеральный план организма?



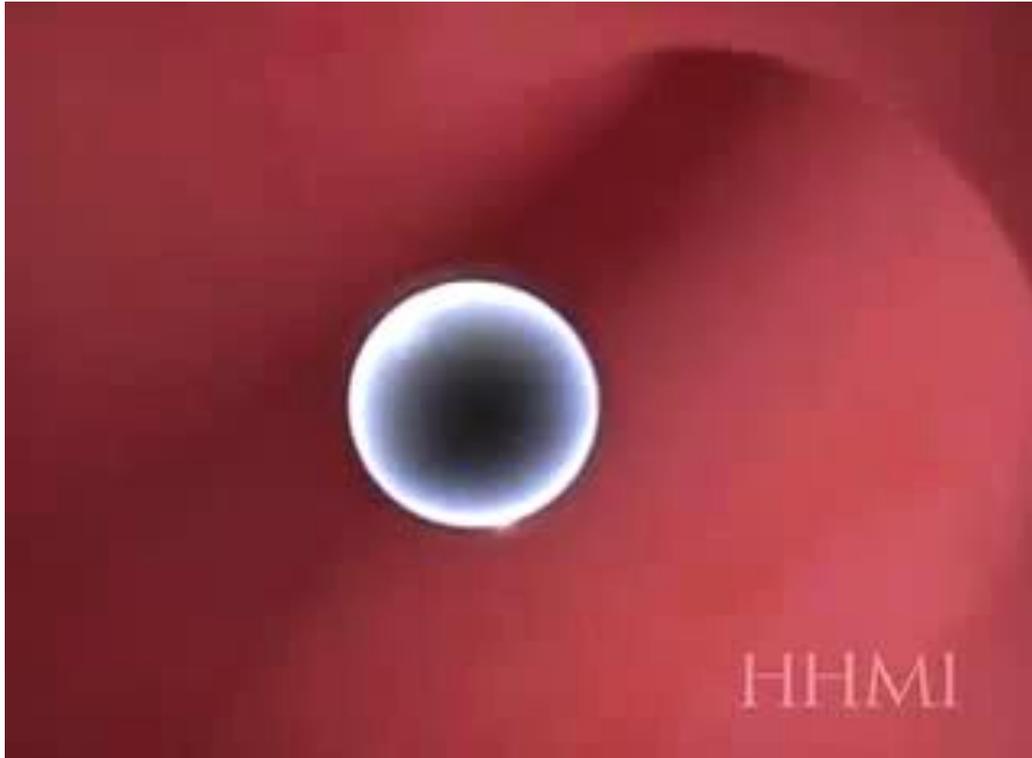
# Эмбриология

## Локальные правила

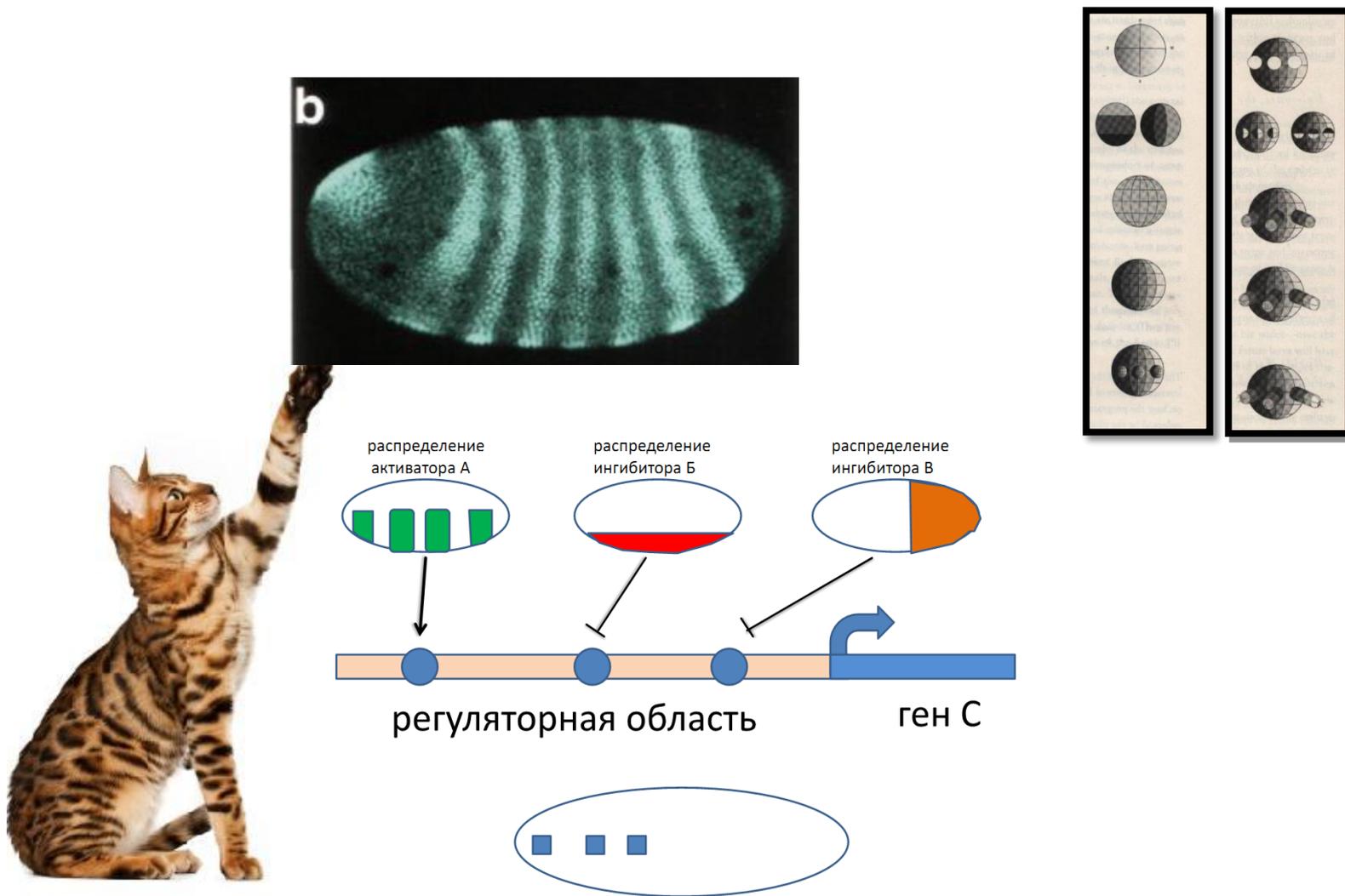


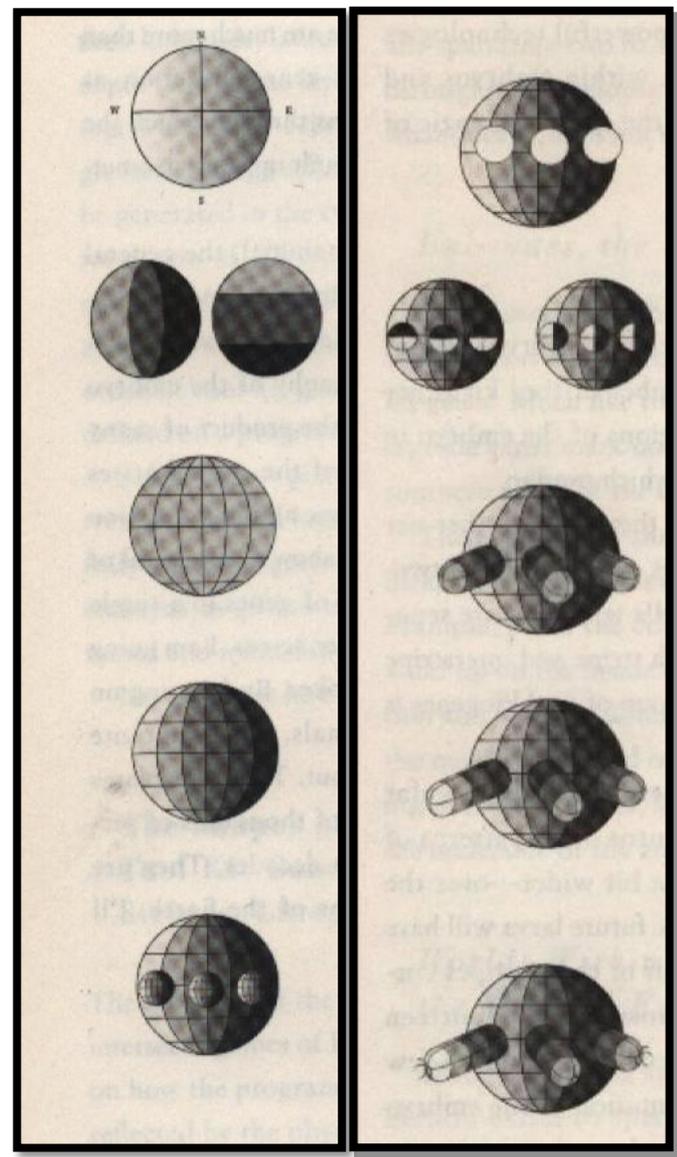
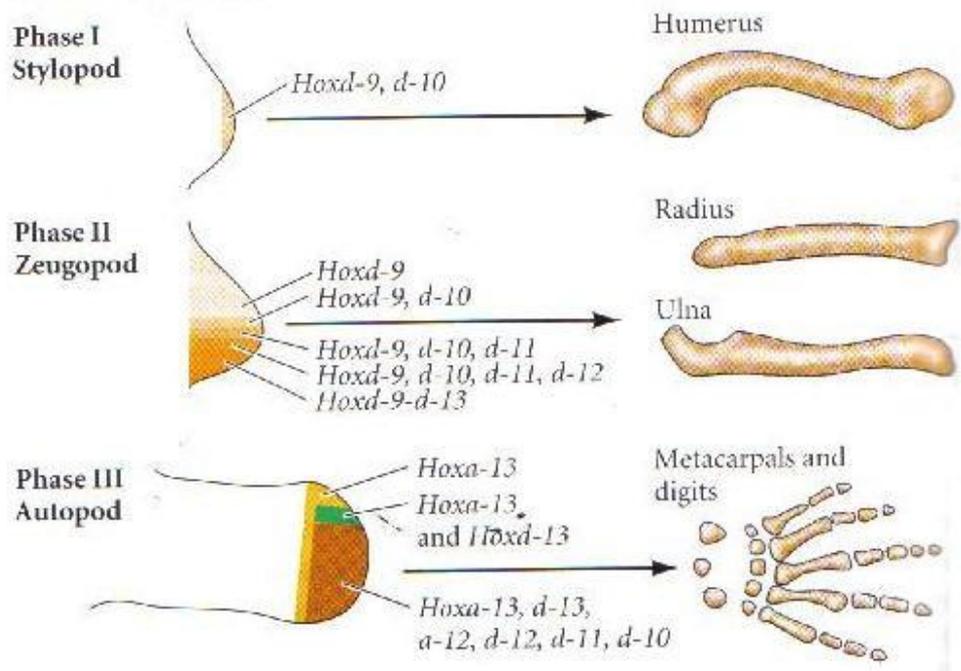
# Эмбриология

## Локальные правила



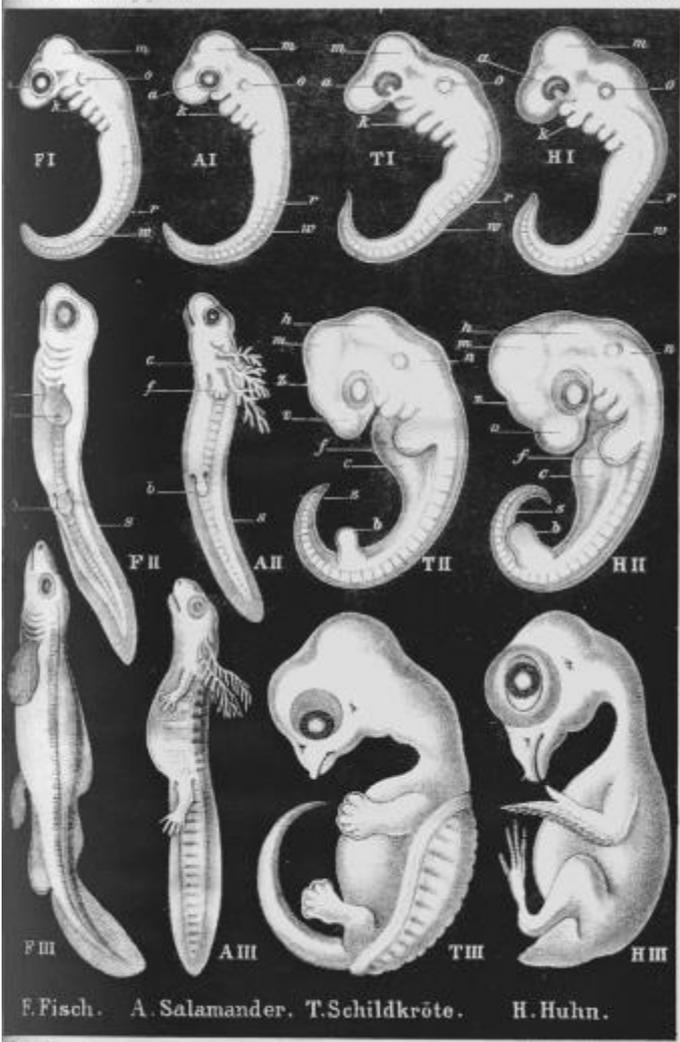
# Эмбриология – градиенты, координаты, и переключатели



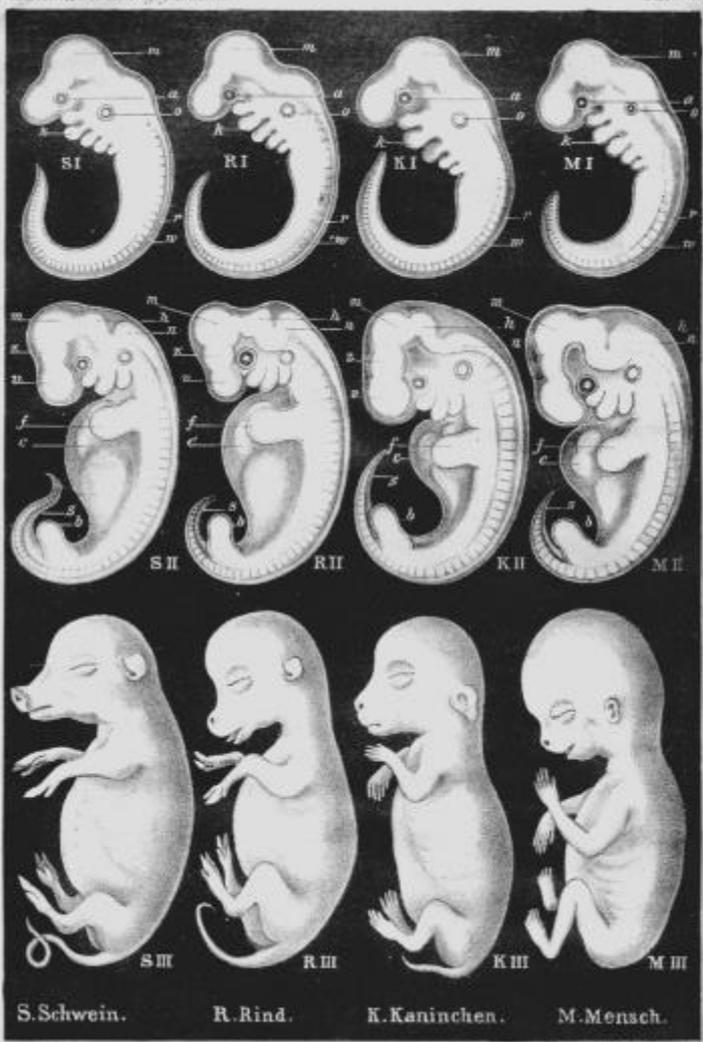


No hope for hopeful monsters



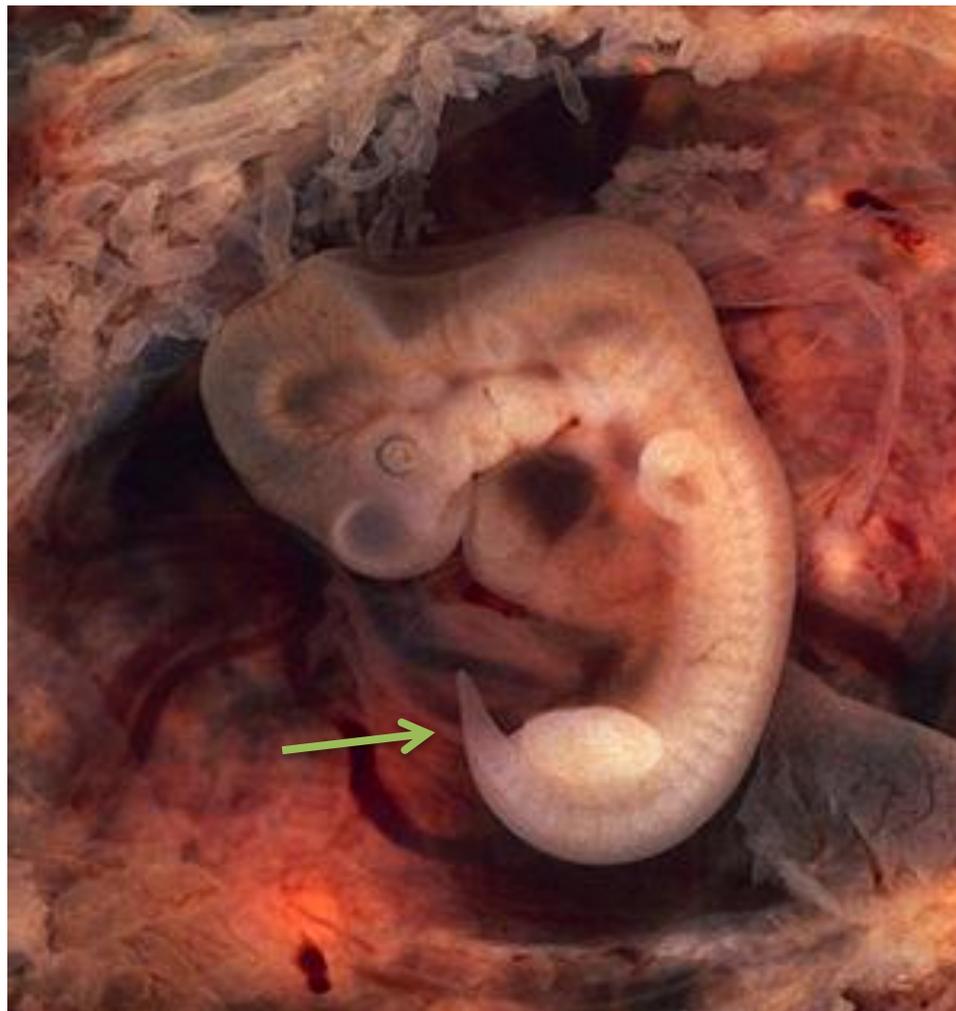


F. Fisch. A. Salamander. T. Schildkröte. H. Huhn.



S. Schwein. R. Rind. K. Kaninchen. M. Mensch.

## Зачаток хвоста у человека



# Зачатки задних лап у дельфіна



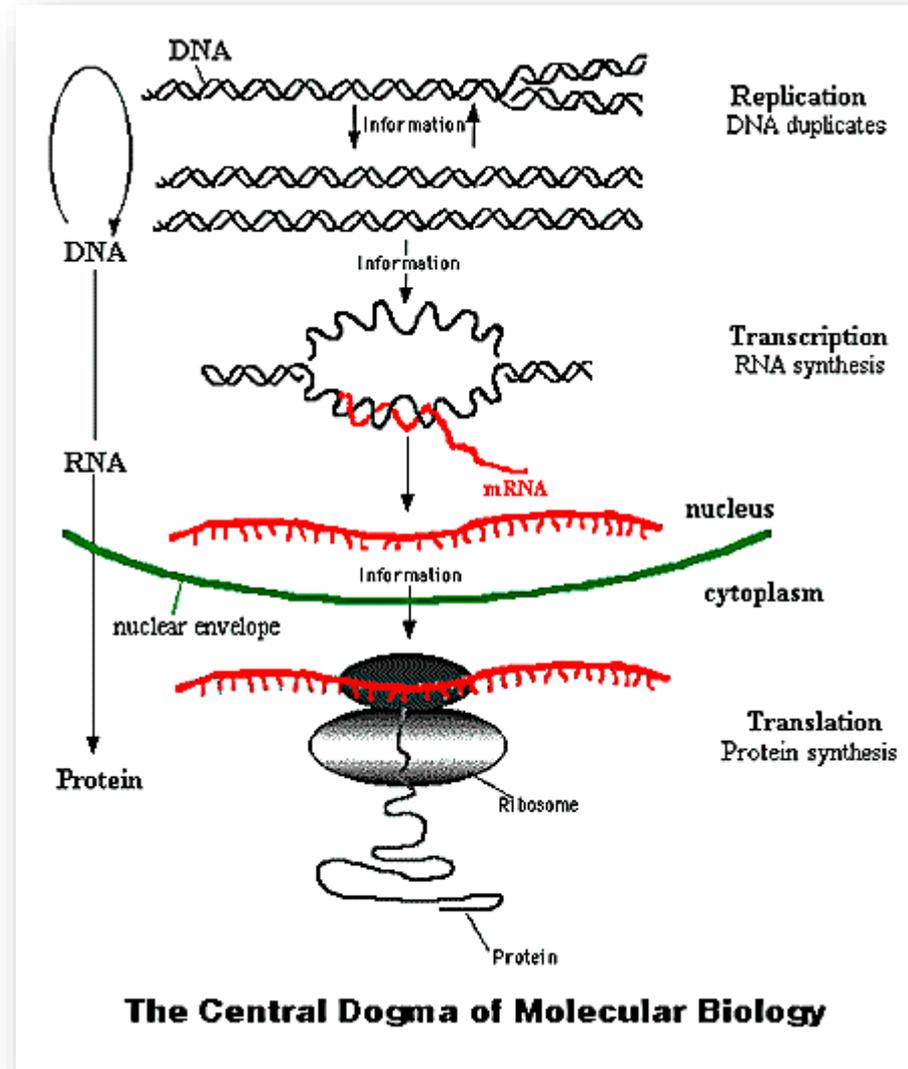
# Эмбриологические свидетельства эволюции

- Цифровые, а не аналоговые программы
  - адекватные мутации невозможны , рука, крыло, глаз не могут возникнуть сразу
- Нет генерального плана, есть локальные правила
- Пути органогенеза у позвоночных сходны
- Различия обусловлены небольшими изменениями программ развития
- Descent with modifications
- Свидетельства против?

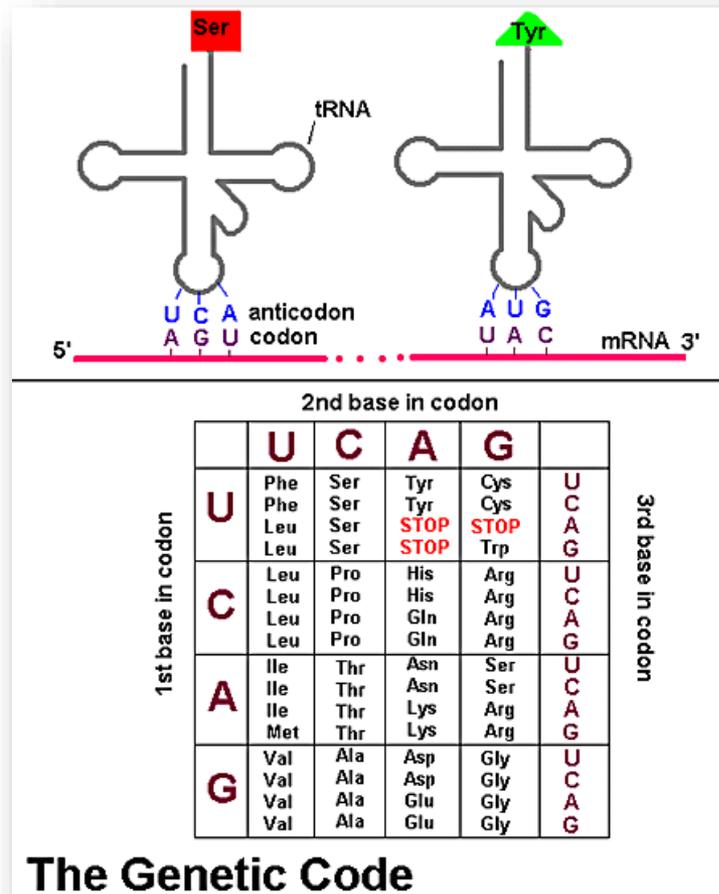
# Молекулярные свидетельства эволюции

- Единство способов хранения и передачи ген. информации
  - - ДНК, РНК
- Универсальность и вырожденность кода
- Сходство нейтральных участков геномов параллельно внешнему сходству
- Замусоренность геномов:
  - ретровирусы, повторы, псевдогены
- Descent with modifications

# Молекулярные свидетельства эволюции

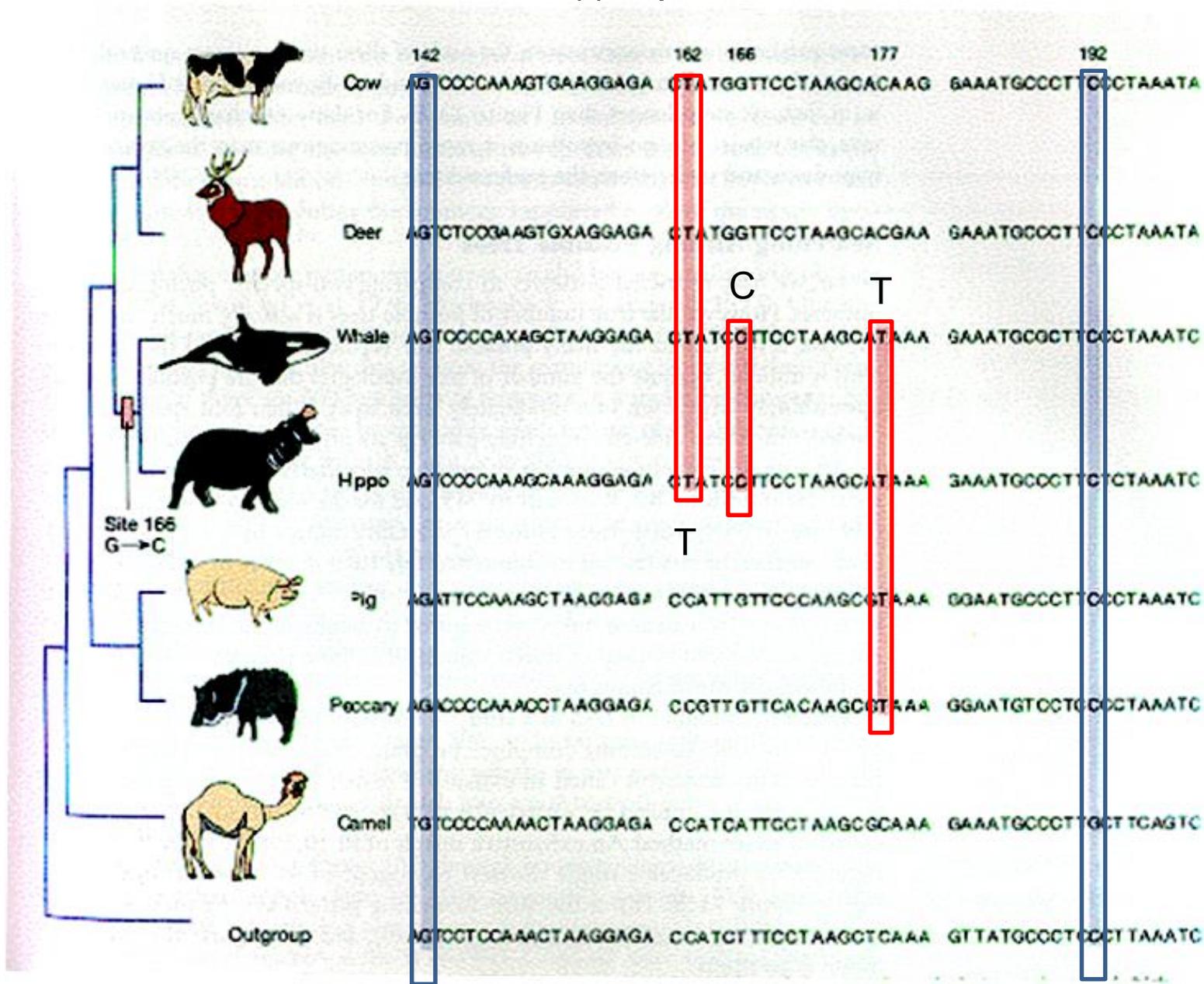


# Молекулярные свидетельства эволюции

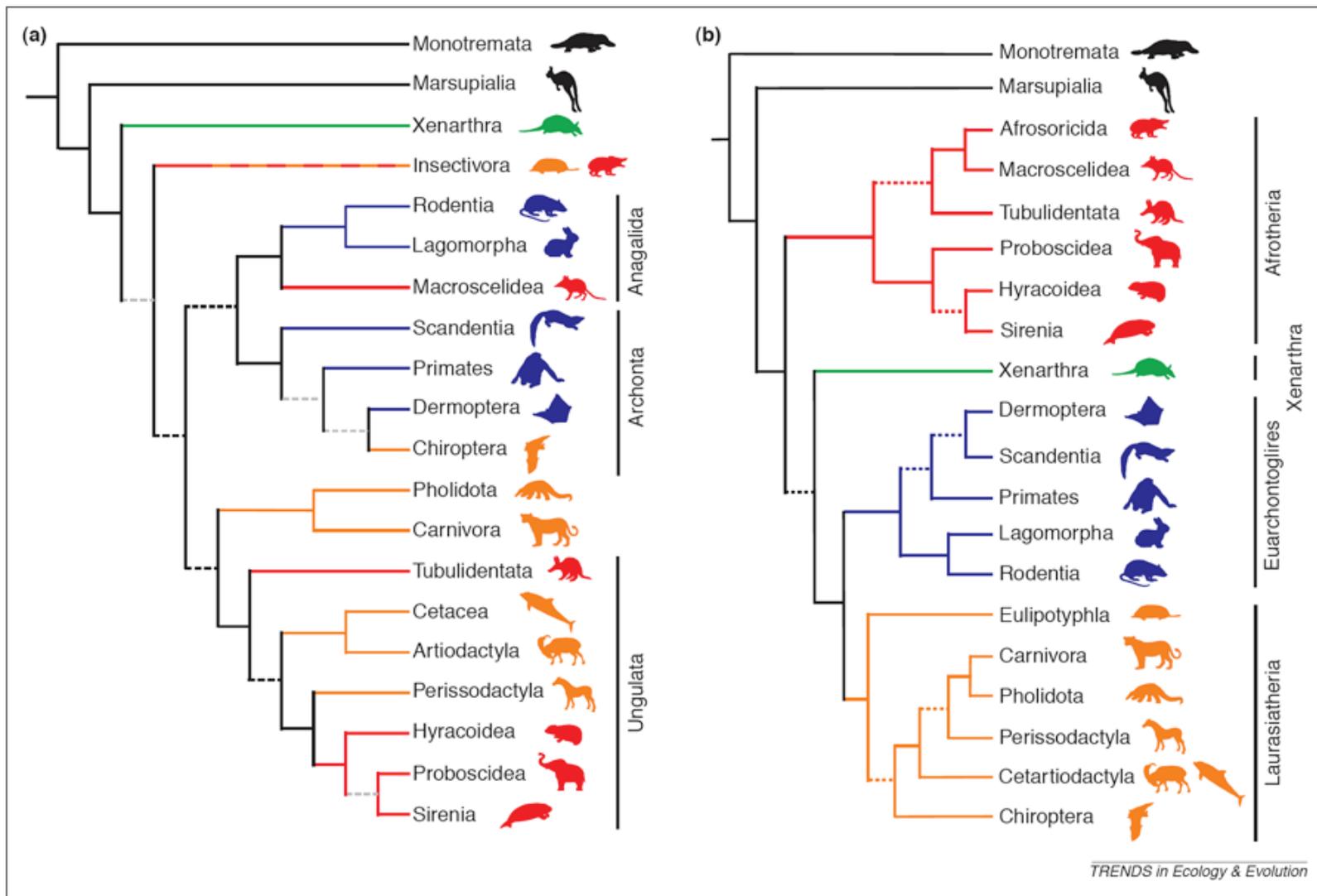




# Сходство нейтральных участков геномов параллельно внешнему сходству



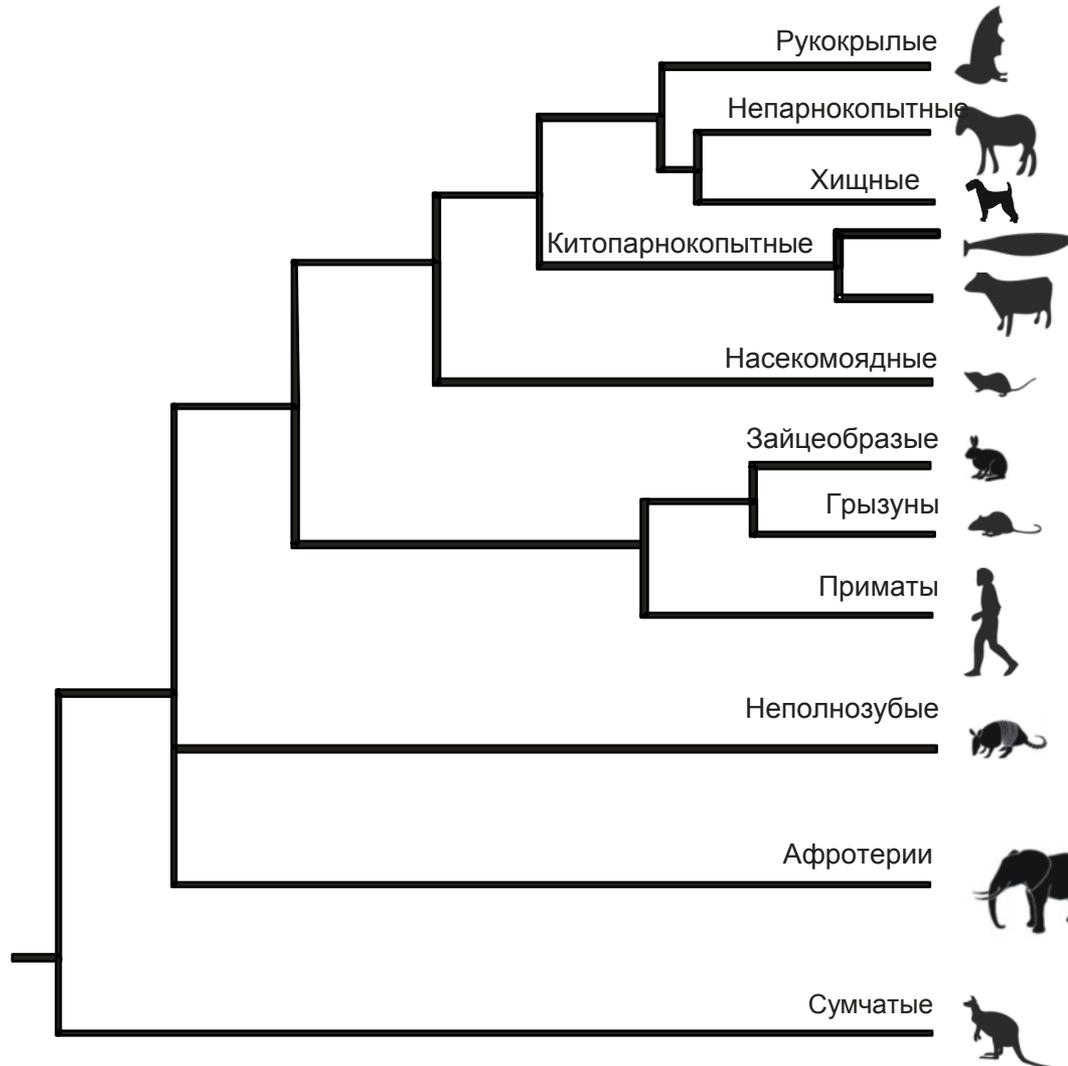
# Правила и трудности классификации, объясняемые на основании теории общности происхождения с модификацией.



Старая

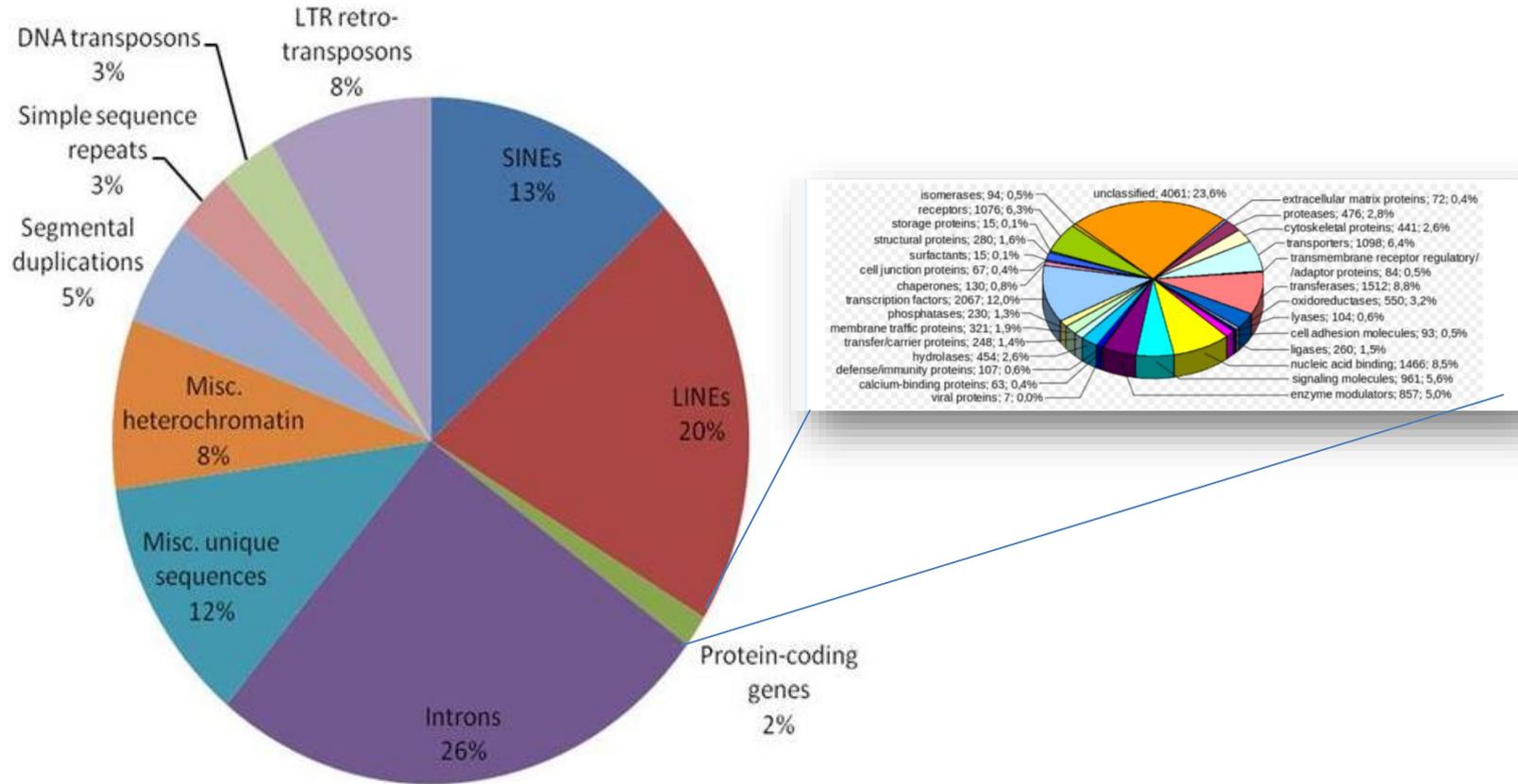
Новая

# Сходство нейтральных участков геномов параллельно внешнему сходству



Nishihara et al.(2006). Pegasoferae, an unexpected mammalian clade revealed by tracking ancient retroposon insertions. *PNAS*, 103, 9929-9934.

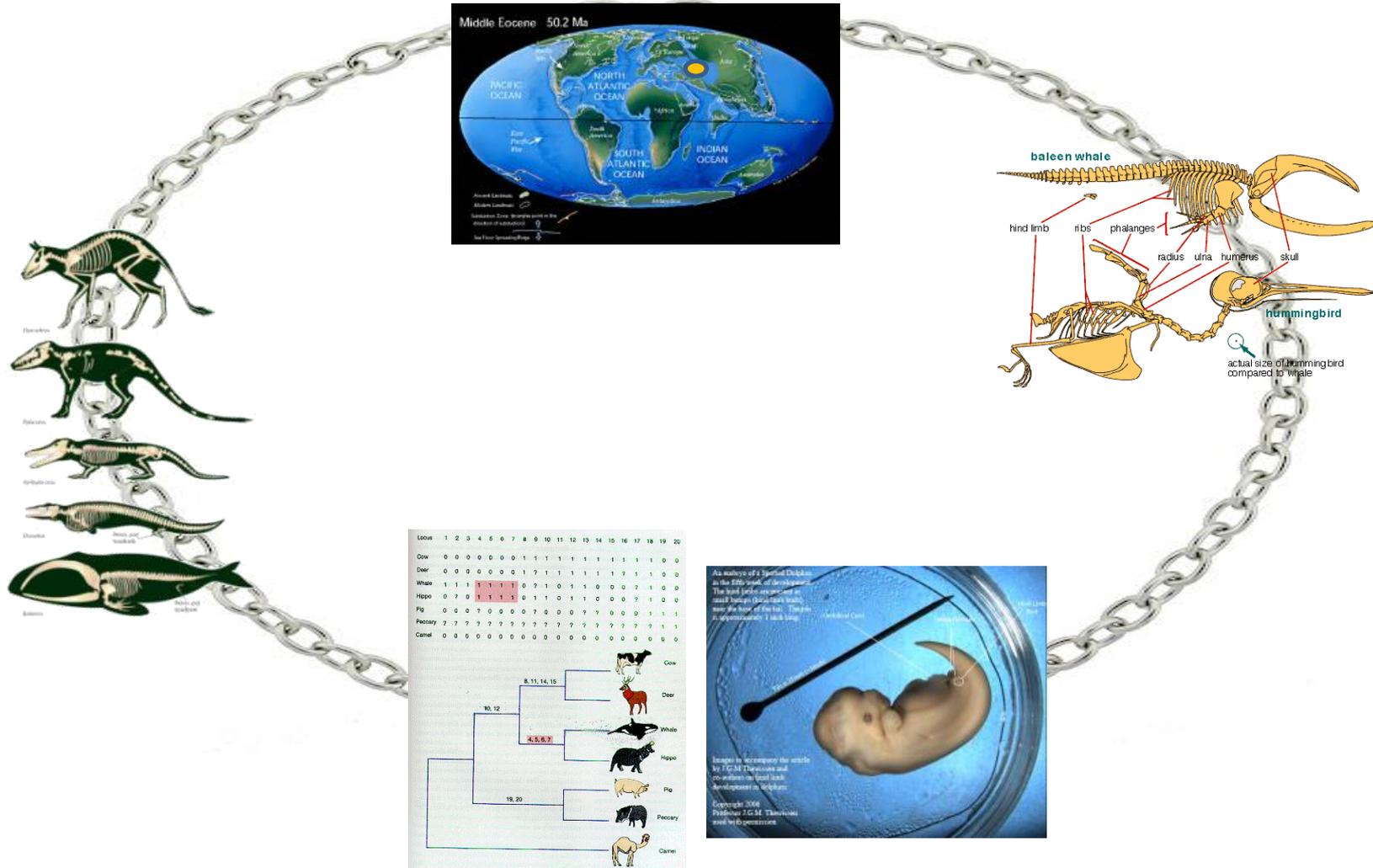
# Состав генома человека



# Молекулярные свидетельства эволюции

- Единство способов хранения и передачи ген. Информации
  - - ДНК, РНК
- Универсальность и вырожденность кода
- цифровой, а не аналоговый способ кодирования
  - Невозможность наследования приобретённых признаков
- Сходство нейтральных участков геномов параллельно внешнему сходству
- Замусоренность геномов:
  - ретровирусы, повторы, псевдогены
- Descent with modifications
- Свидетельства против?

# Неразрывная цепь доказательств



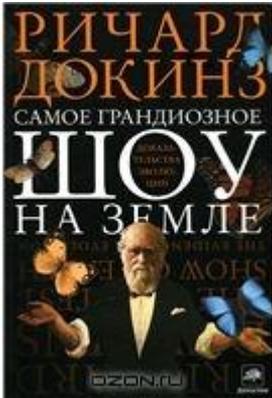
# Глава XV. Краткое повторение и заключение

- Краткое повторение возражений против теории естественного отбора.
- Краткое повторение общих и частных обстоятельств, говорящих в ее пользу.
- Причины всеобщего убеждения в неизменяемости видов.
- Влияние теории естественного отбора на изучение естественной истории.
- Заключительные замечания.



Из борьбы в природе, из голода и смерти непосредственно вытекает самый высокий результат, какой ум в состоянии себе представить, — образование высших животных.

Есть величие в этом воззрении, на жизнь, по которому из простого начала развилось и продолжает развиваться бесконечное число форм самых прекрасных и изумительных.



Эволюция как основа  
биологии.  
Свидетельства  
эволюции

<http://www.ozon.ru/context/detail/id/8741871>



Свидетельства  
Эволюции  
Успехи эволюционной  
биологии.

<http://www.ozon.ru/context/detail/id/5115625/>

## Литература



История  
эволюционной  
биологии.  
Свидетельства  
эволюции

<http://www.ozon.ru/context/detail/id/6998283/>