

# Доказательства



# ЭВОЛЮЦИИ

# Доказательства эволюции

Эволюционный процесс изучается различными методами. Каждый из методов представляет свои доказательства.

# Основные доказательства эволюции

```
graph TD; A[Основные доказательства эволюции] --- B[Палеонтологические]; A --- C[Биогеографические]; A --- D[Морфологические]; A --- E[Эмбриологические]; A --- F[Генетические]; A --- G[Биохимические]; A --- H[Паразитологический метод];
```

Палеонтологические

Биогеографические

Морфологические

Эмбриологические

Генетические

Биохимические

Паразитологический метод

**Палеонтологически  
е  
доказательства**

**Ископаемые  
переходные  
формы**

**Палеонтологически  
е  
ряды**

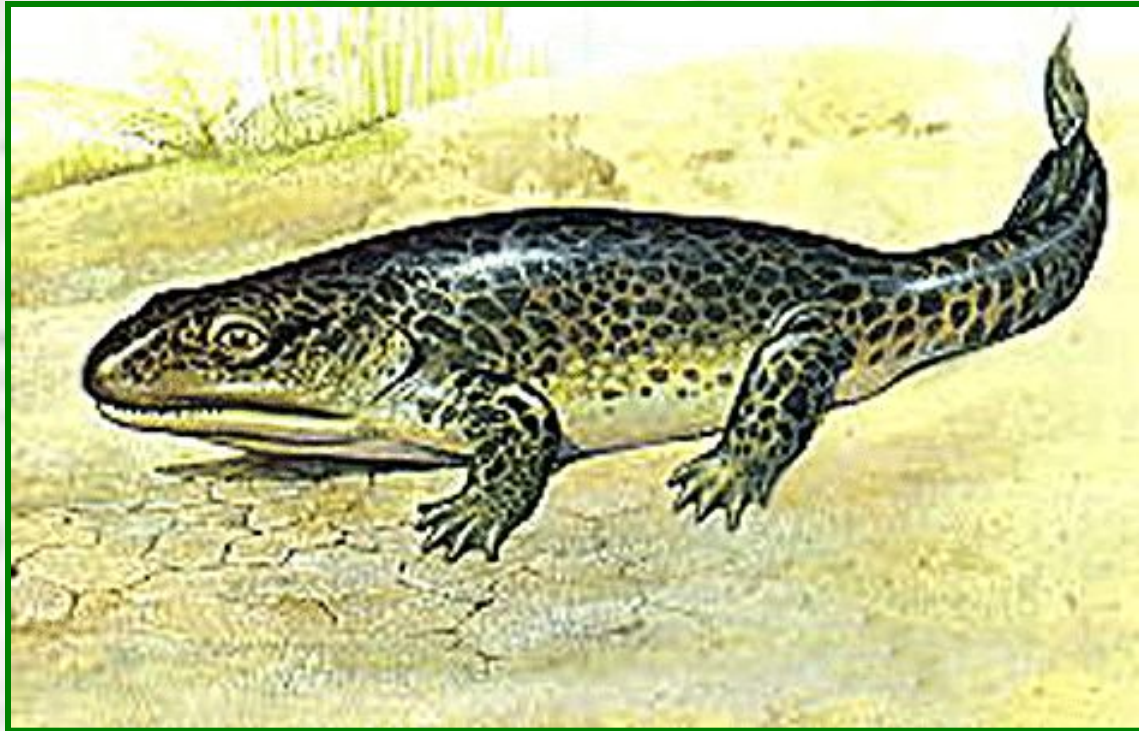


# Ископаемые переходные формы

**Ископаемые переходные формы** - формы организмов, сочетающие признаки более древних и молодых групп. Находки и описание таких форм позволяют восстанавливать филогенез отдельных групп



# Ихтиостега

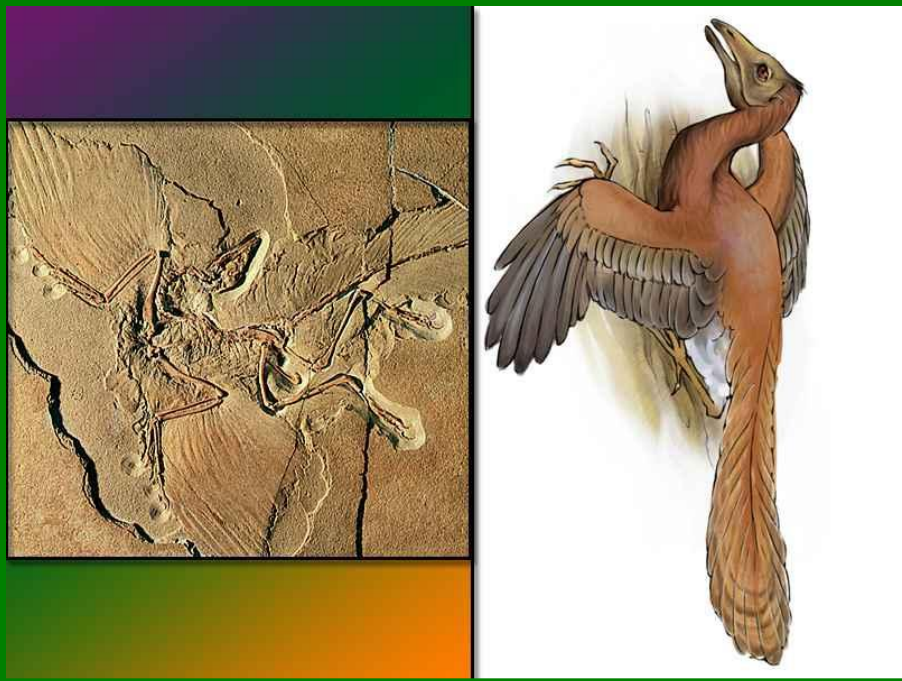


**Ихтиостега** - ископаемая форма, которая позволяет связать рыб с наземными позвоночными.





# Археоптерикс (первоптица)



**Археоптерикс** –  
переходная форма от  
рептилий к птицам  
юрского периода.

## Признаки рептилий:

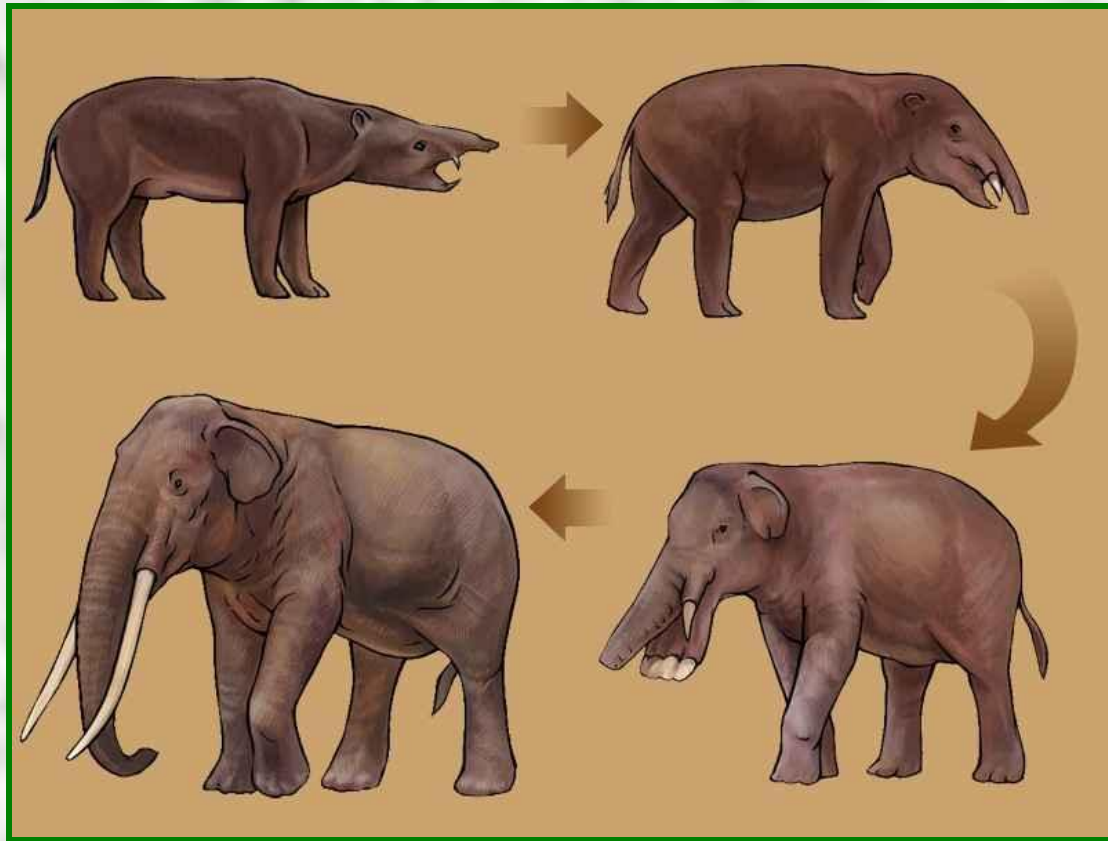
- длинный хвост с несросшимися позвонками
- брюшные ребра
- развитые зубы

## Признаки птиц:

- тело покрыто перьями
- передние конечности превращены в крылья



# Палеонтологические ряды

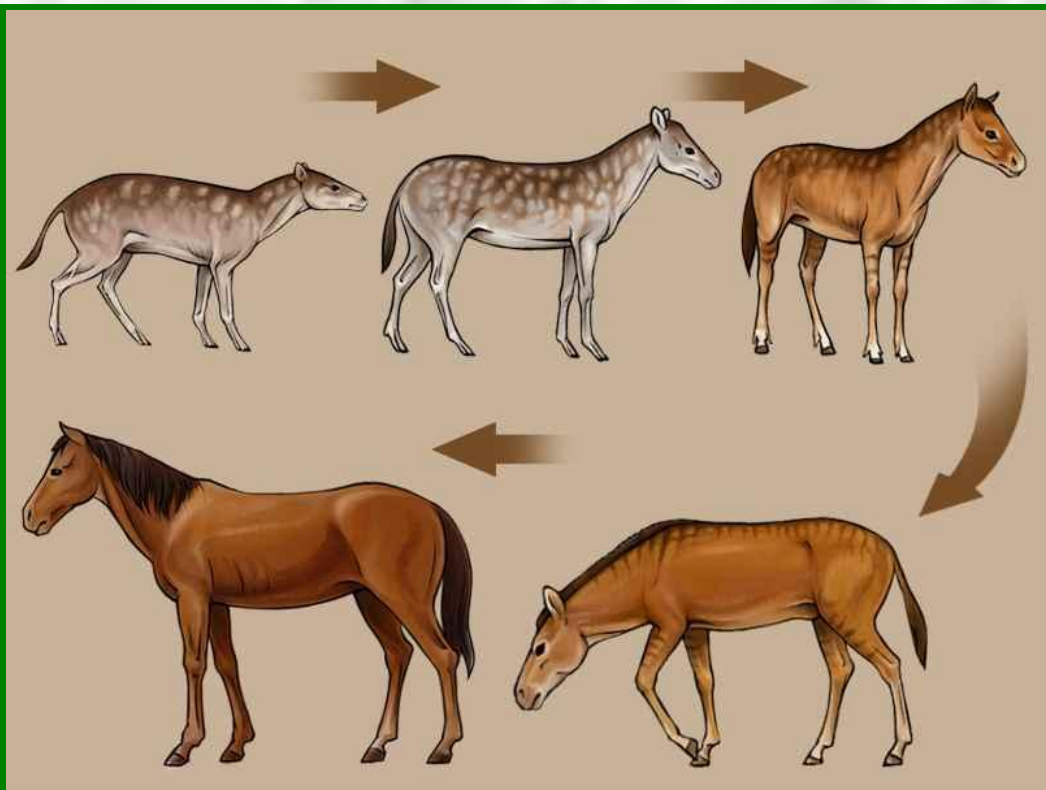


**Палеонтологические ряды** – это ряды ископаемых форм, связанные друг с другом в процессе эволюции и отражающие ход филогенеза



Владимир  
Онуфриевич  
Ковалевский  
(1842-1883) -  
известный русский  
зоолог,  
основоположник  
эволюционной  
палеонтологии.  
Автор классической  
реконструкции  
филогенетического  
ряда лошадей.

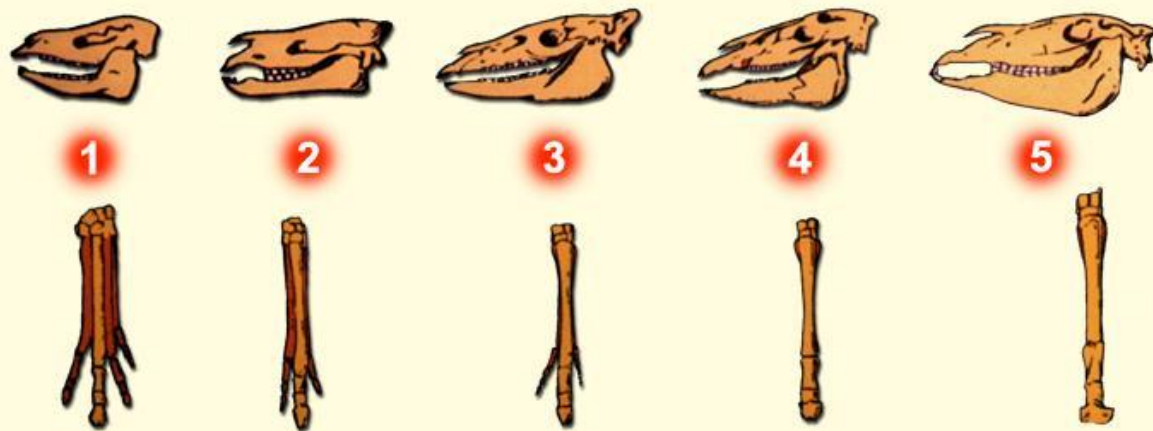




Наличие многих последовательно сменяющих друг друга форм позволило построить филогенетический ряд от зогиппуса до современной лошади

**Эволюционное древо семейства лошадиных:**

- 1 – Зогиппус;
- 2 – Миогиппус;
- 3 – Меригиппус;
- 4 – Плиогиппус;
- 5 – Эквус (современная лошадь)



**Биогеографические  
доказательства**

**Сравнение  
флоры и фауны**

**Реликты**



# Сравнение флоры и фауны

Различия или сходства состава флоры и фауны могут быть связаны со временем геологического разделения материков.









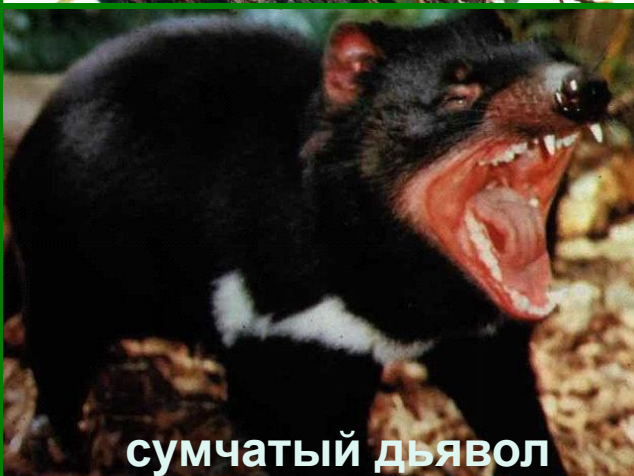
коала



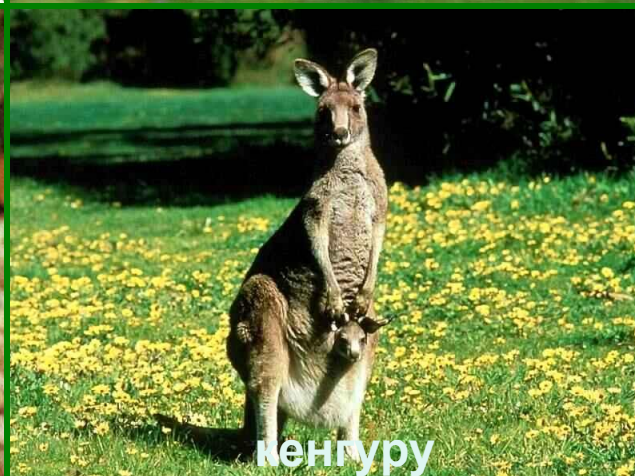
опоссум



кускус пятнистый



сумчатый дьявол



кенгуру



сумчатый волк



утконос



1

2

3

4

5



ехидна





# Игуана



Следы геологического единства Южной Америки, Африки, острова Мадагаскар сохраняются в современной фауне. Например, ящерицы-игуаны Мадагаскара и Южной Америки.



# Реликты

**Реликтовые формы** – это ныне живущие виды с комплексом признаков, характерных для давно вымерших групп прошлых эпох. Реликтовые формы свидетельствуют о флоре и фауне далекого прошлого Земли.





# Гаттерия



Гаттерия – рептилия, обитающая в Новой Зеландии. Этот вид является единственным ныне живущим представителем подкласса Первоящеров в классе Рептилий.



# Латимерия



Латимерия (целокант) – кистеперая рыба, обитающая в глубоководных участках у берегов Восточной Африки. Единственный представитель отряда Кистеперых рыб, наиболее близкий к наземным позвоночным.

# Гинкго двулопастный



Гинкго двулопастный – реликтовое растение. В настоящее время распространено в Китае и Японии только как декоративное растение. Облик гинкго позволяет представить древесные формы, вымершие в юрском периоде.





**Морфологическ  
ие  
доказательства**

```
graph TD; A[Морфологические доказательства] --- B[Гомология органов]; A --- C[Рудименты]; A --- D[Атавизмы];
```

**Гомология  
органов**

**Рудименты**

**Атавизмы**

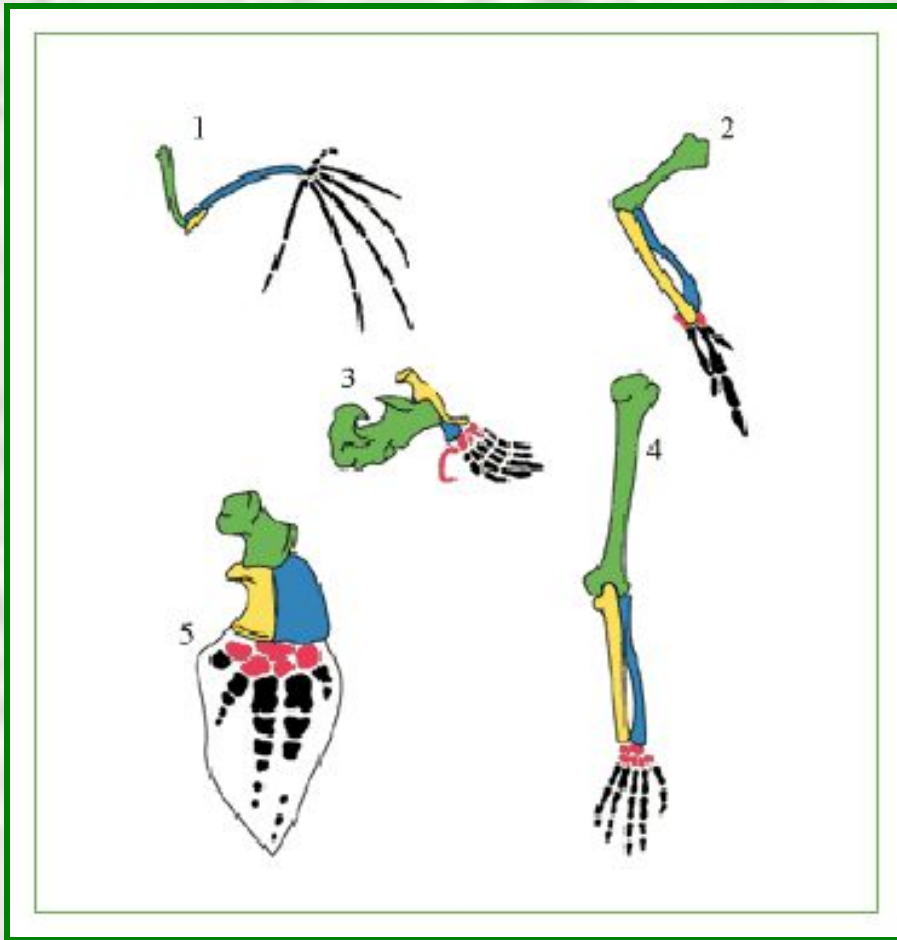
# Гомология органов

**Гомологичные органы** – это органы, имеющие сходный план строения, выполняющие как сходные, так и различные функции и развивающиеся из сходных зачатков.





# Гомология органов



Различные по внешнему виду и функциям конечности млекопитающих имеют сходный план строения и формирования: кости плеча, предплечья, запястья, пясти, фаланг пальцев.

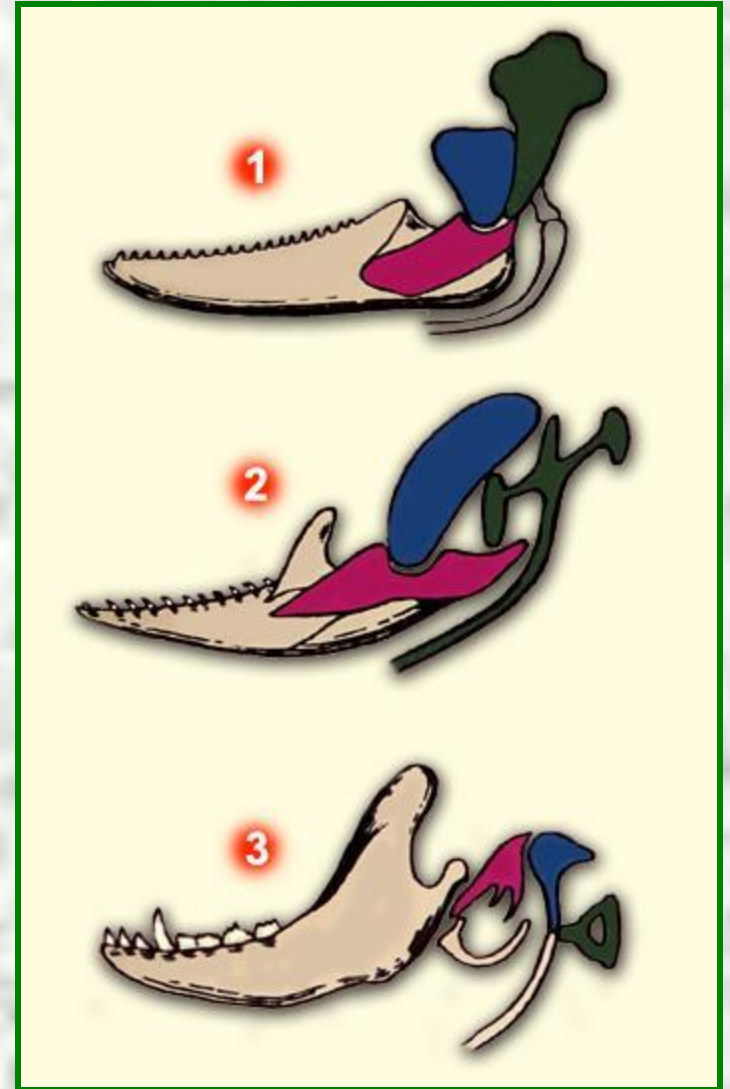


# Гомология органов

Изучение анатомии черепа в ряду высших и низших позвоночных позволило установить гомологию костей черепа у рыб и слуховых косточек у млекопитающих.

## Гомология слуховых косточек позвоночных

1 – череп костной рыбы; 2 – череп пресмыкающегося; 3 – череп млекопитающего. Красным цветом обозначена наковальня, синим – молоточек, зеленым – стремячко



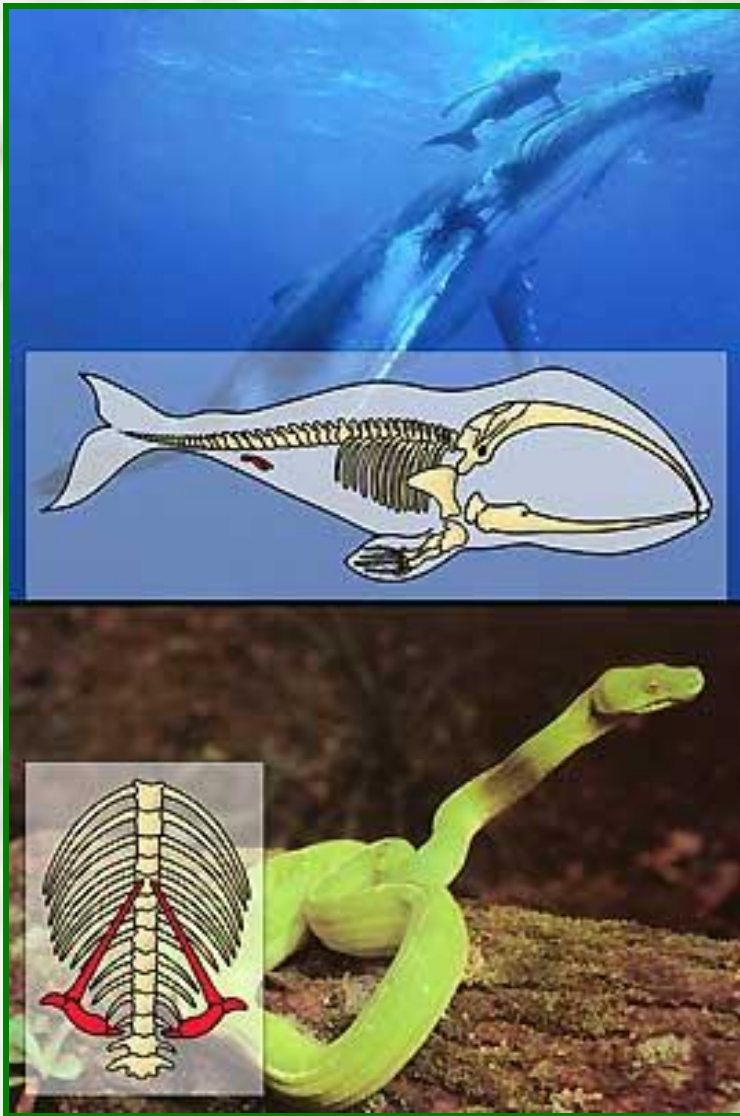


# Рудименты

**Рудиментарные органы** – это органы, утратившие в филогенезе свое значение и функцию и остающиеся у организмов в виде недоразвитых образований



# Рудименты у питона и кита



Рудиментарные косточки у китообразных на месте тазового пояса указывают на происхождение китов и дельфинов от типичных четвероногих

Рудиментарные задние конечности питона свидетельствуют о его происхождении от организмов с развитыми конечностями.



# Рудиментарные органы у человека

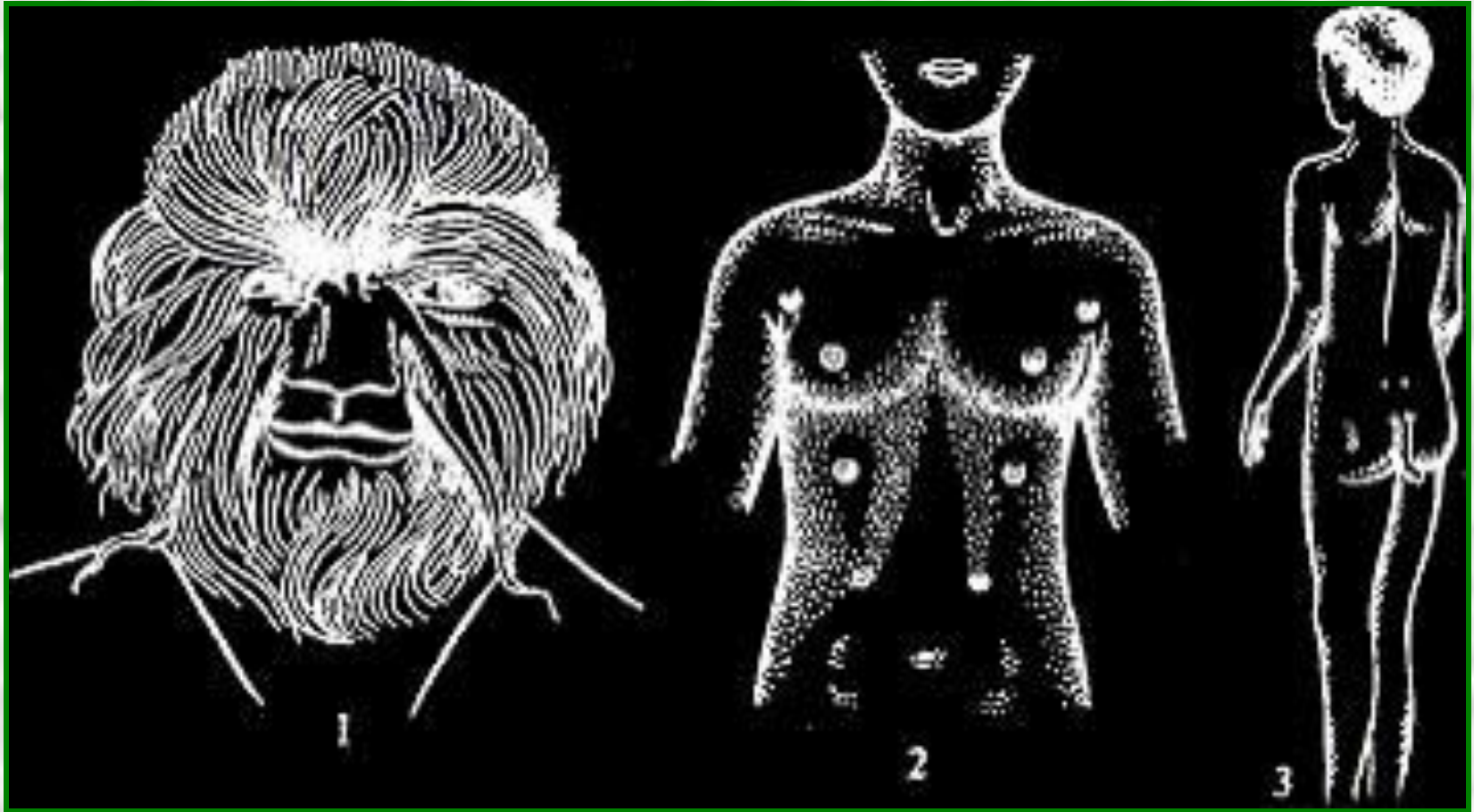


# Атавизмы

**Атавистический орган** – это орган (или структура), показывающий «возврат к предкам», в норме не встречающийся у современных форм.



# Атавизмы у человека





# Отличия рудиментов от атавизмов

- Рудименты встречаются у всех особей популяции, атавизмы – у отдельных индивидов;
- Рудимент всегда имеет определенную функцию, атавизм не имеет специальных функций, важных для вида.



**Эмбриологические  
доказательства**

**«Закон  
зародышевого  
сходства»**

**Принцип  
рекапитуляции**

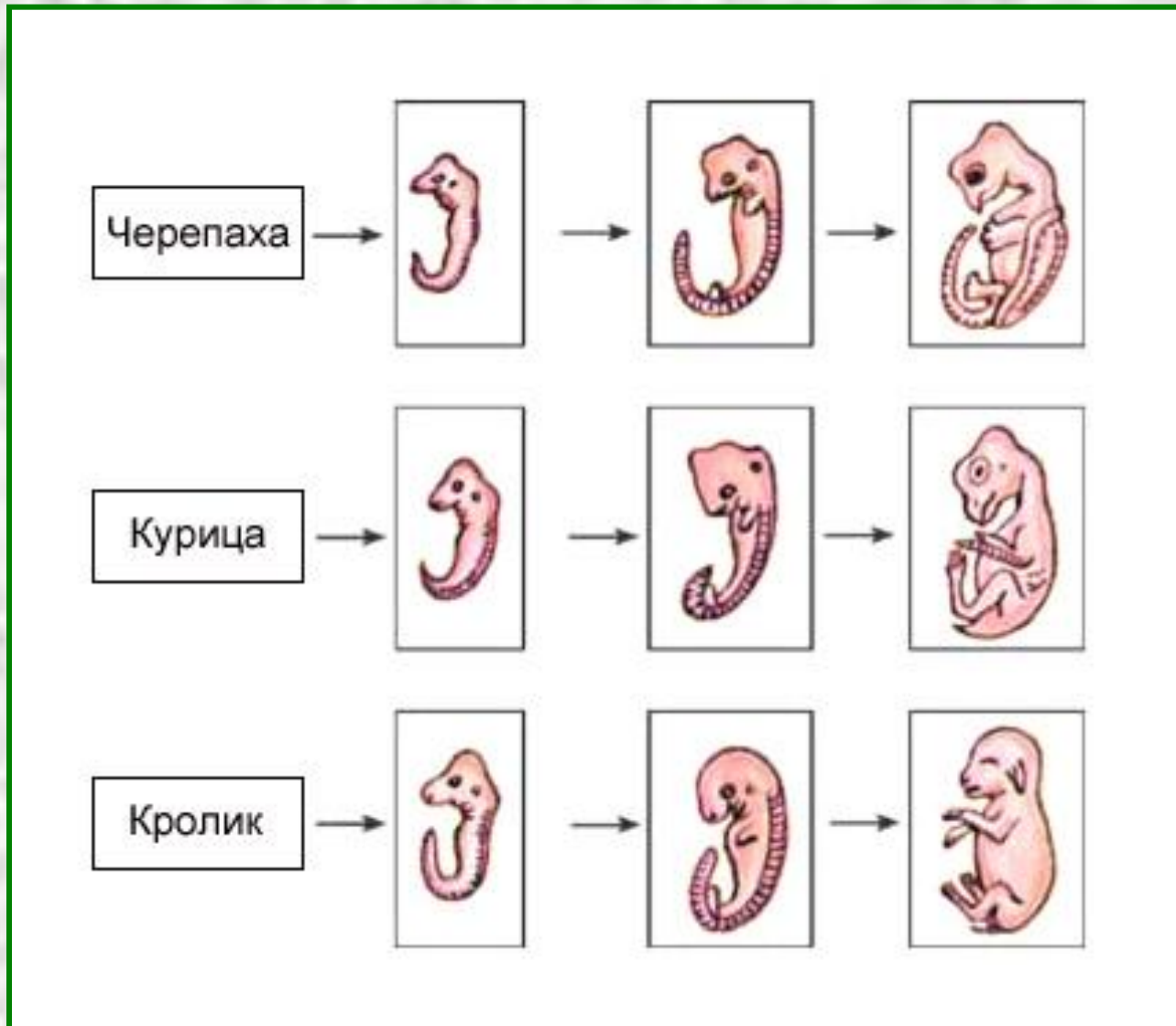
# Закон зародышевого сходства

В XIX веке выдающийся натуралист К.Бэр сформулировал этот закон: чем более ранние стадии индивидуального развития исследуются, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами.





# Закон зародышевого сходства

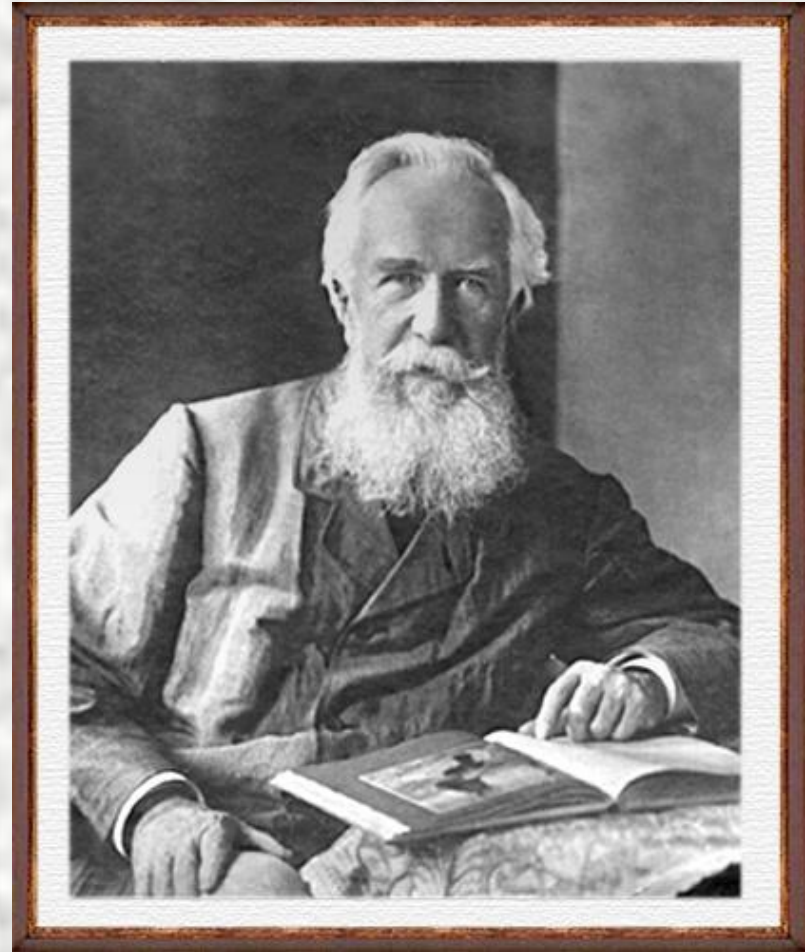


# Принцип рекапитуляции

В процессе онтогенеза повторяются (рекапитулируют) многие черты строения предковых форм: на ранних стадиях – более отдаленных предков, на поздних стадиях – близких предков.



Обобщенные данные позволили немецким ученым Ф.Мюллеру и Э.Геккелю сформулировать биогенетический закон: онтогенез (индивидуальное развитие) есть краткое и сжатое повторение филогенеза (исторического развития вида).



Э.Геккель



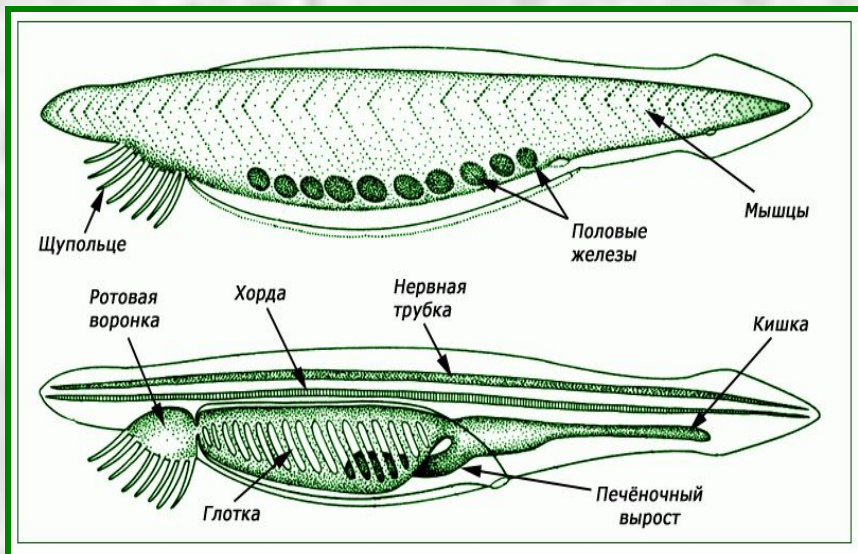




**А.Н.Северцов**

Биогенетический закон был развит и уточнен российским ученым А.Н. Северцовым, показавшим, что в онтогенезе повторяются стадии не взрослых предков, а их эмбриональных стадий; филогенез – это исторический ряд выбранных в ходе естественного отбора онтогенезов.

# Принцип рекапитуляции



У всех позвоночных на определенной стадии развития существует хорда.



У многих насекомых личиночная стадия (гусеница – личинка) напоминает червей.



# Генетические доказательства

Эти доказательства позволяют уточнить филогенетическую близость разных групп животных и растений.

Используются цитогенетические методы, методы ДНК, гибридизации.

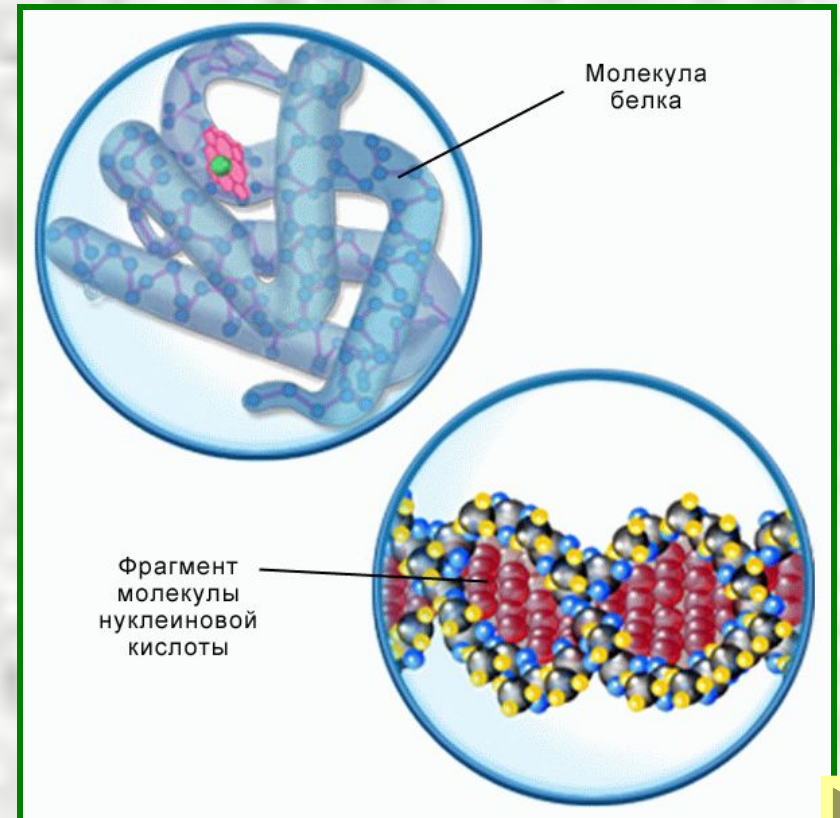
**Пример.** Изучение повторных инверсий в хромосомах разных популяций у одного или близких видов позволяет установить возникновение этих инверсий и восстановить филогенез таких групп.

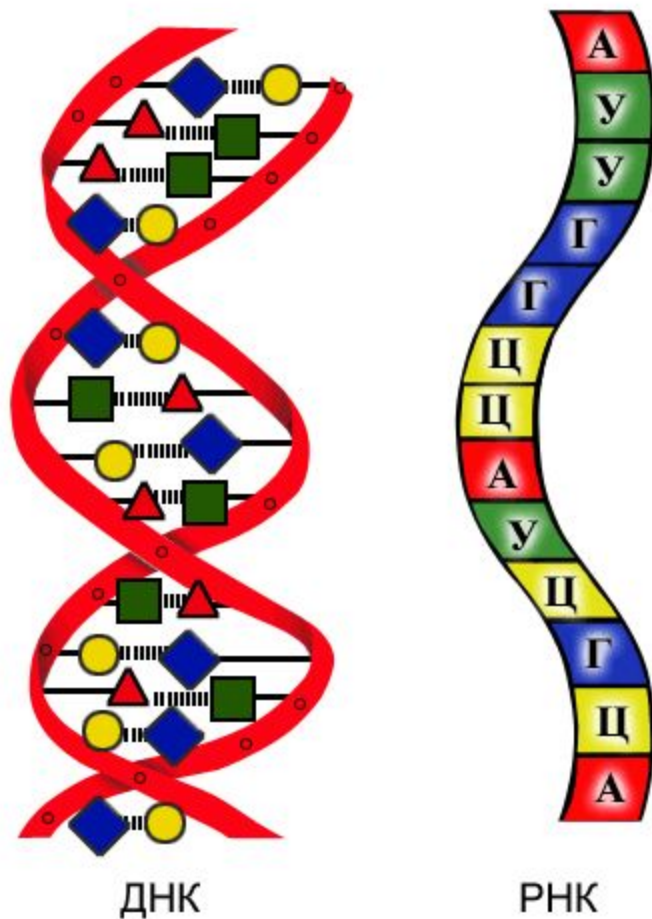




# Биохимические и молекулярно- биологические доказательства

Изучение строения нуклеиновых кислот и белков. Процесс эволюции на молекулярном уровне связан с изменением состава нуклеотидов в ДНК и РНК, а также аминокислот в белках. «Молекулярные часы эволюции» - понятие, введенное американскими исследователями Э.Цукер-Кандлем и Л.Поллингом. Изучая закономерности эволюции белков, исследователи пришли к выводу, что для каждого конкретного типа белков скорость эволюции своя, и она постоянна. (Говоря об эволюции белка, мы подразумеваем соответствующий ген).





- Медленно изменяются, то есть являются консервативными уникальные гены, кодирующие жизненно важные белки (глобин, цитохром – дыхательный фермент и др.).

- Некоторые белки вируса гриппа эволюционируют в сотни раз быстрее, чем гемоглобин или цитохром. Благодаря этому к вирусу гриппа не формируется прочный иммунитет.

- Сравнение аминокислотной последовательности в белках рибосом, последовательности нуклеотидов рибосомных РНК у разных организмов подтверждает классификацию основных групп организмов.



# Паразитологический метод

В некоторых случаях эффективным оказывается использование паразитологического метода изучения эволюции. Многочисленными исследованиями доказано, что эволюция паразитов и хозяев происходит сопряженно. В некоторых группах паразиты оказываются специфическими для видов, родов или семейств. Поэтому по присутствию определенных паразитов можно с большой точностью судить о филогенетических связях видов-хозяев.

