

Тема 7. ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАКРОЭВОЛЮЦИИ

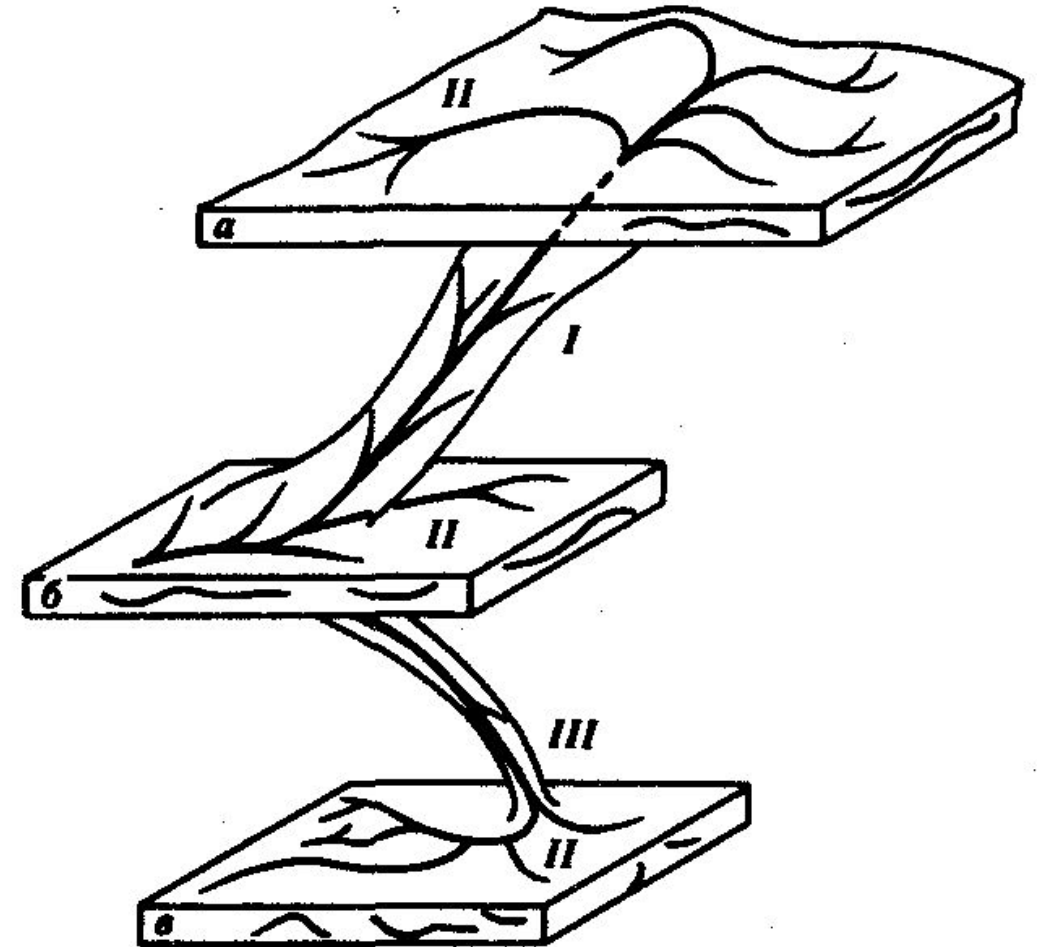


Типы эволюции групп

В зависимости от изменения
уровня организации группы:

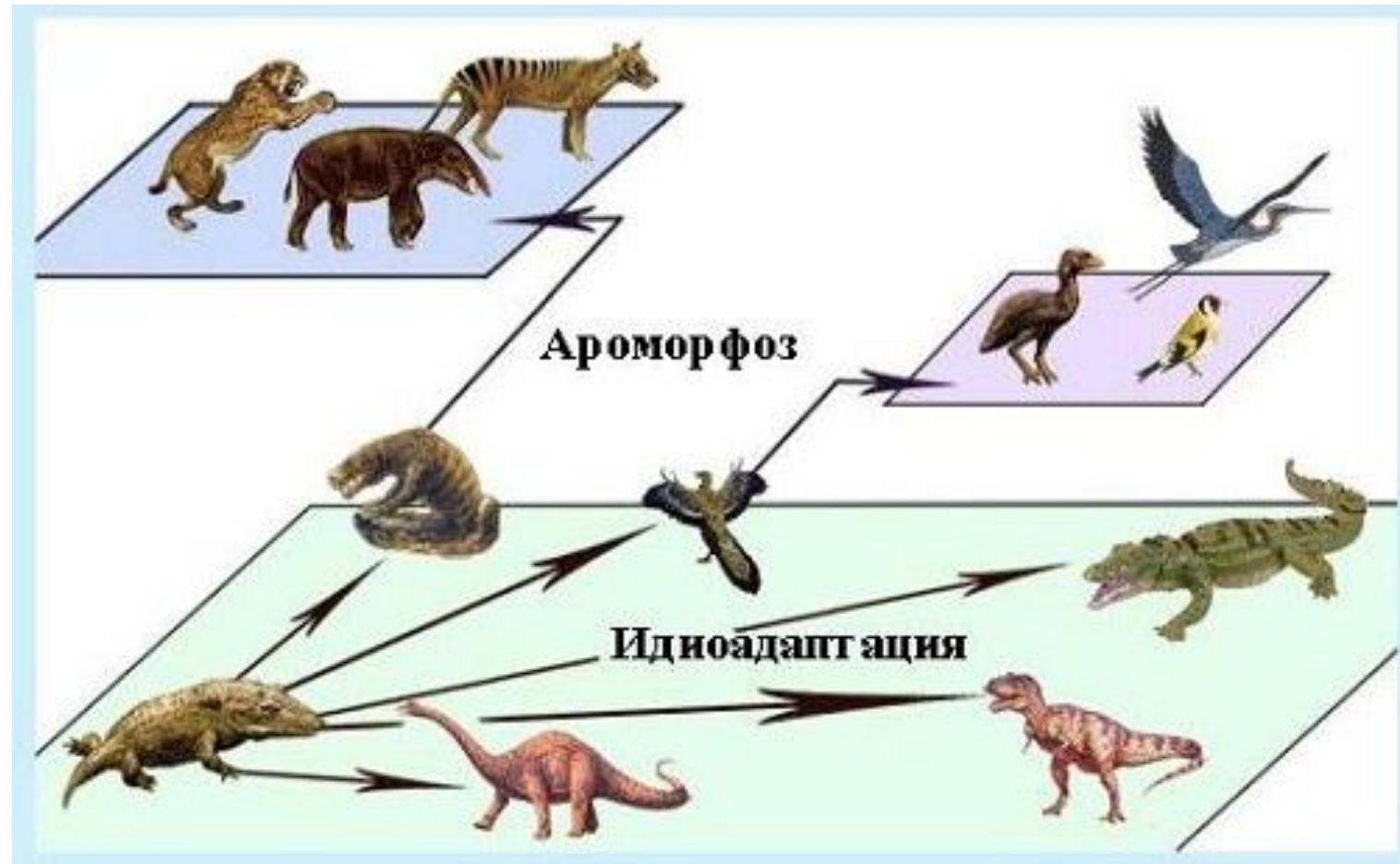
- I. Арогенез (повышение)
- II. Аллогенез (без изменения)
- III. Катагенез (уменьшение)

Адаптивная зона - совокупность условий среды, определяющих тип приспособлений группы организмов (а, б, в).



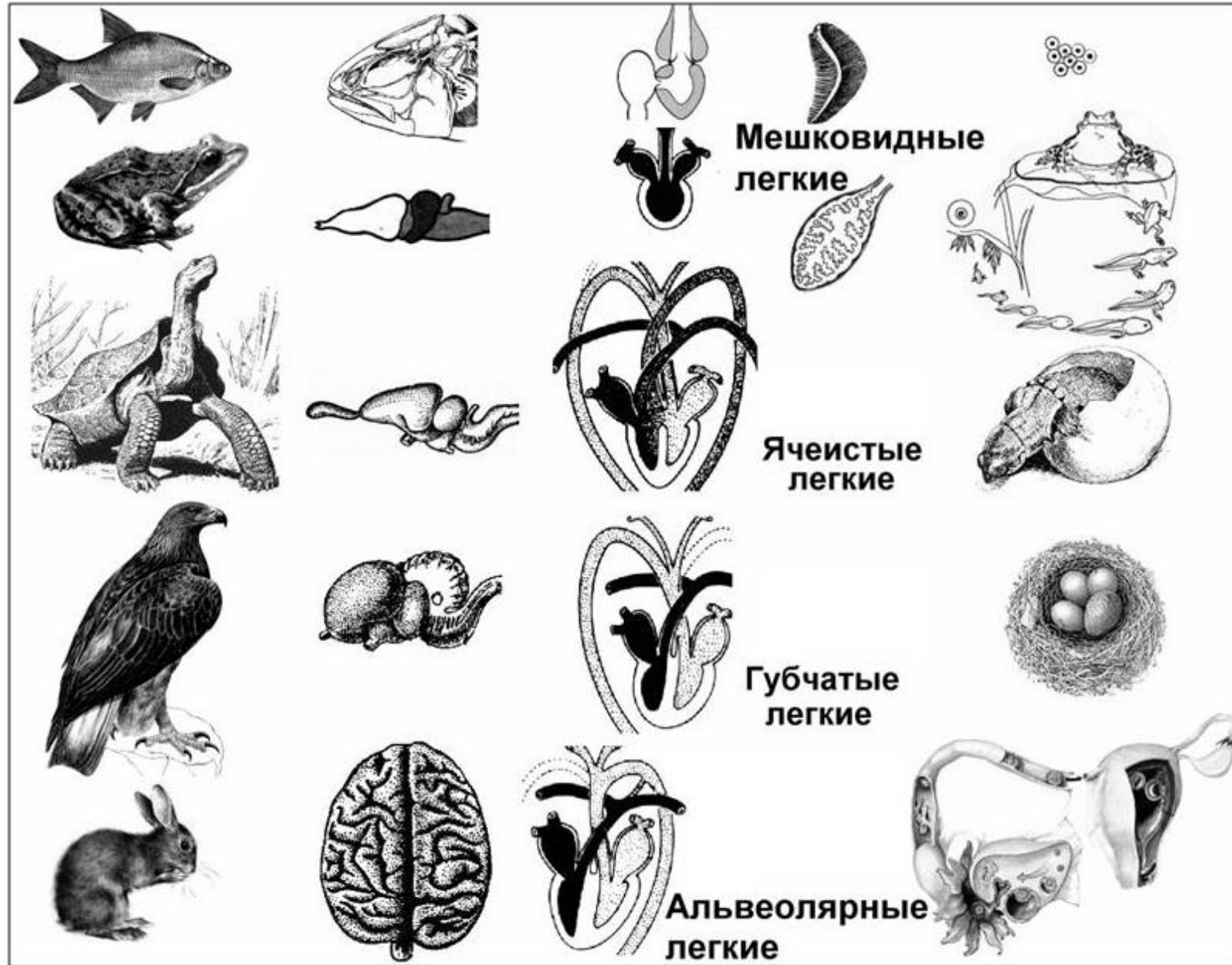
I. Арогенез

- **Арогенез** — направление эволюции, при котором у некоторых групп внутри более крупного таксона появляются новые морфофизиологические особенности, приводящие к повышению уровня их организации.

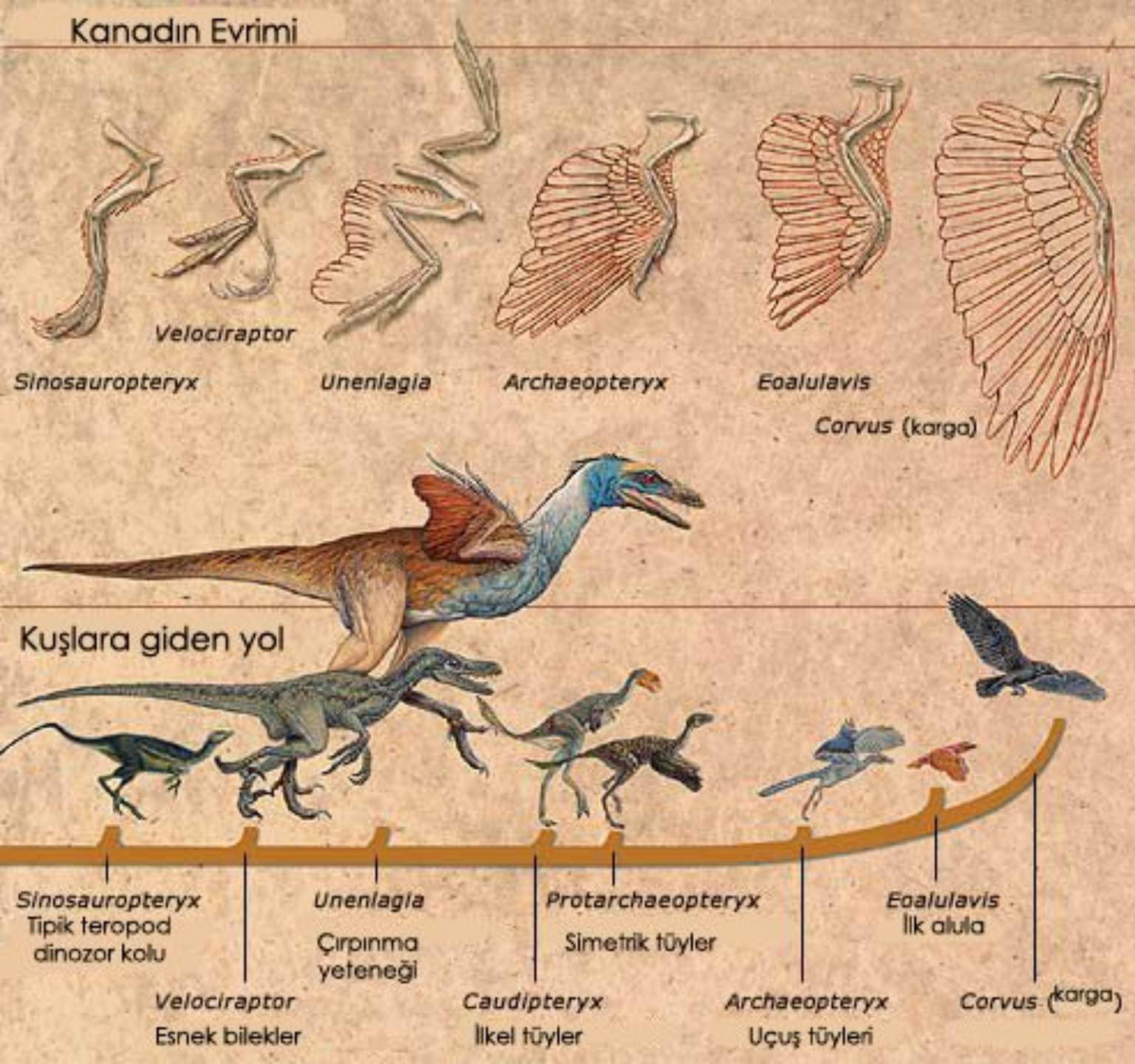


Ароморфозы

- Новые прогрессивные черты организации - ароморфозы.
- Ароморфозы позволяют организмам заселять принципиально новые, более сложные адаптивные зоны.



Kanadın Evrimi

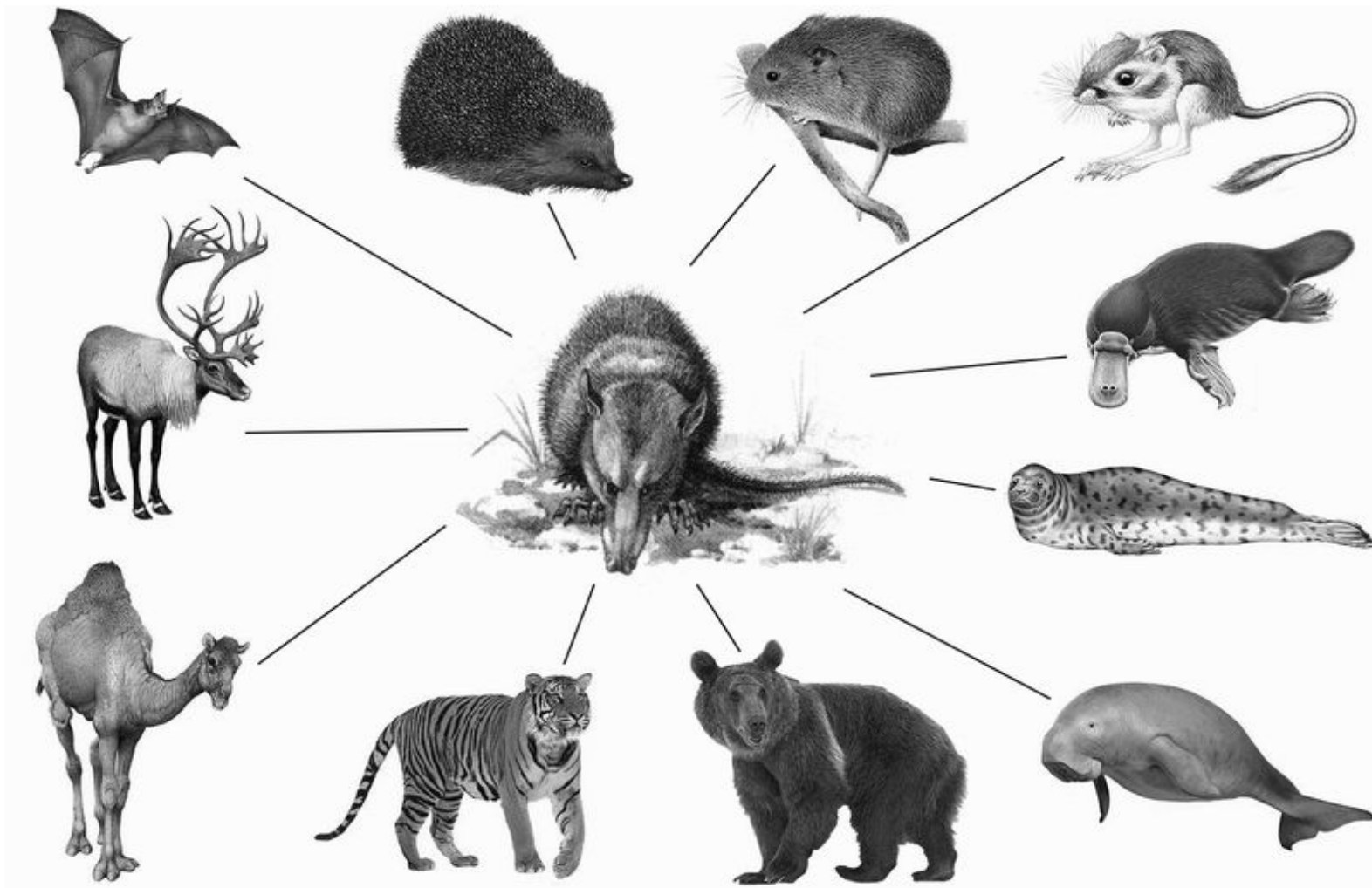


Пример ароморфоза

- Появление перьев и изменение строения передней конечности в эволюции рептилий привело к появлению птиц.

II. Аллогенез

- При **аллогенезе** у всех представителей данной группы сохраняются без изменения основные черты строения и функционирования систем органов, благодаря чему уровень организации их остается прежним.
- Аллогенная эволюция происходит в пределах одной **адаптивной зоны**.



Идиоадаптации

Идиоадаптации — локальные морфофизиологические приспособления к определенным условиям обитания.

Позволяют данной группе организмов занять разнообразные **экологические ниши**.

А – предковая форма

В – тюлень (гребля)

С – крот (рытье)

Д – верблюд (хождение по песку)

Е – лошадь (бег)

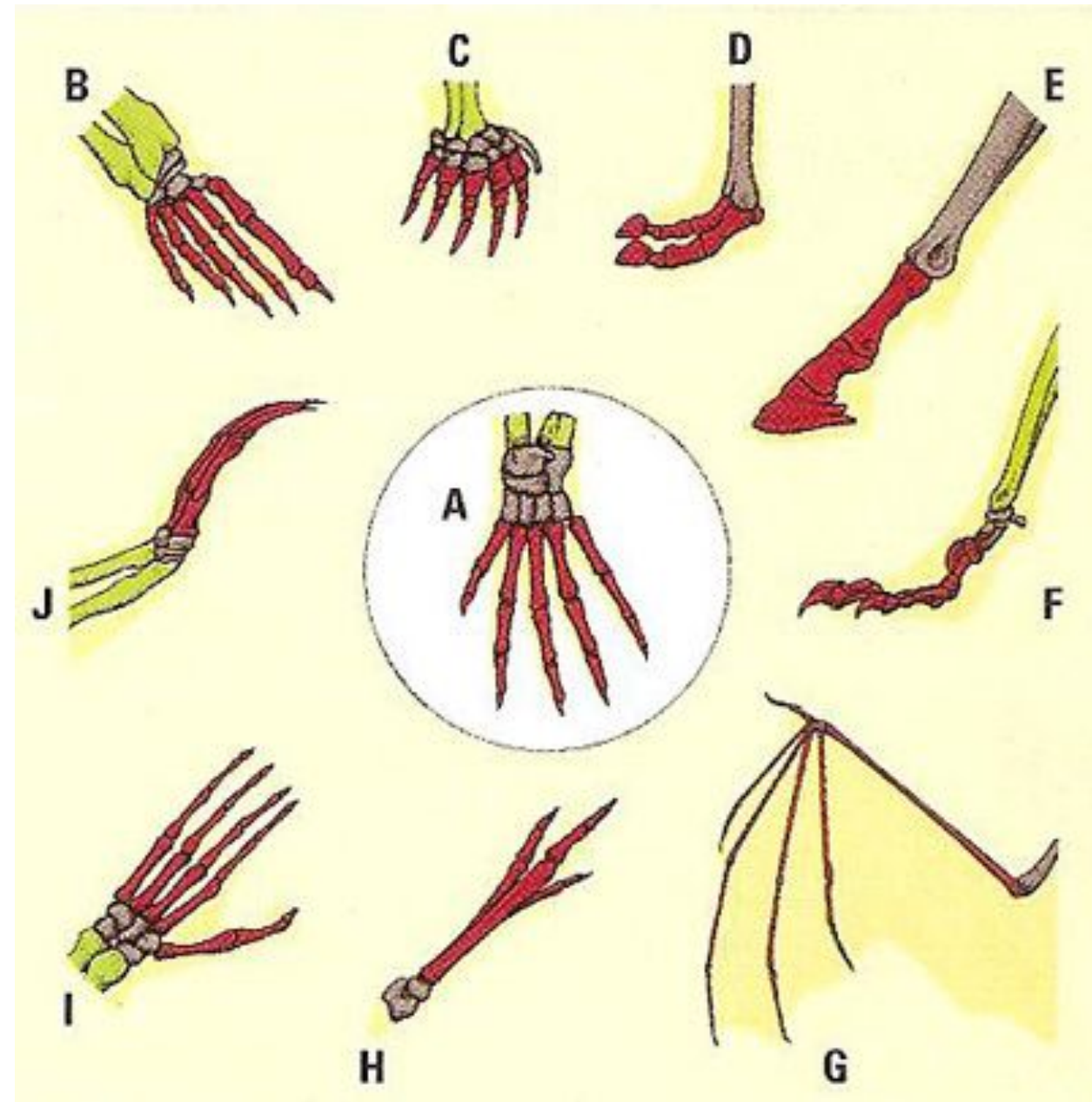
Ф – гепард (бег)

Г – летучая мышь (полет)

Н – кунгуру (прыжки)

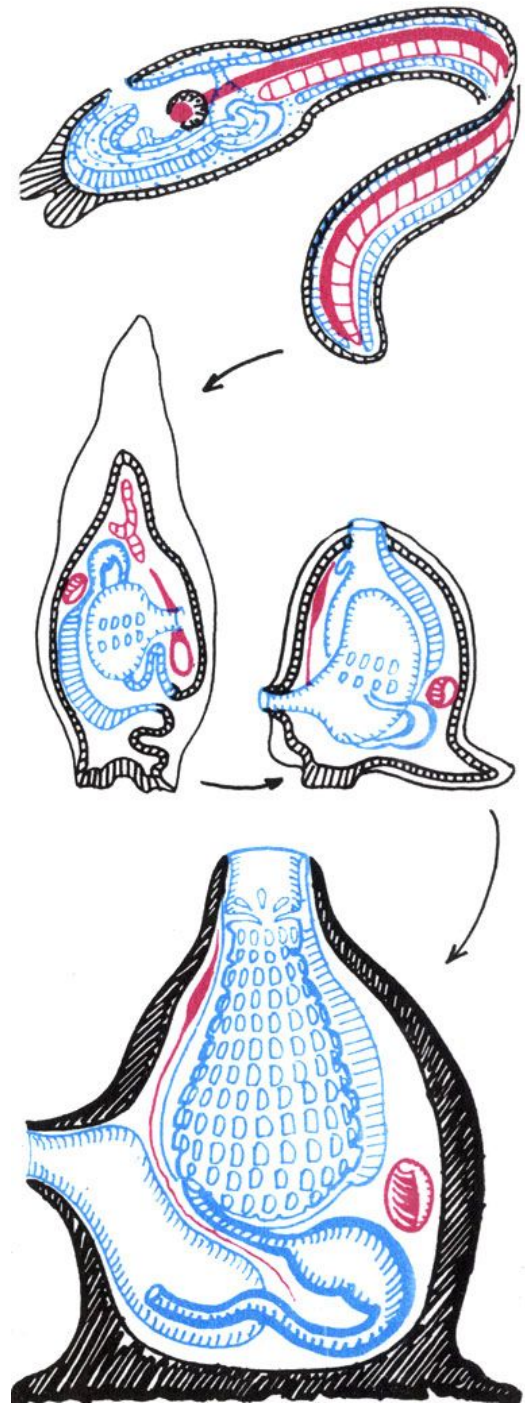
І – лемур (лазание по деревьям)

Ј – ленивцы (лазанье по деревьям)



III. Катагенез

- **Катагенез** – направление филогенеза, сопровождающееся утратой прогрессивных черт и переходом на более низкий уровень организации.



Асцидия (оболочник, тип Хордовые)

Дегенерация

- **Дегенерация (катаморфоз)** – утрата органов, функций и упрощение структуры

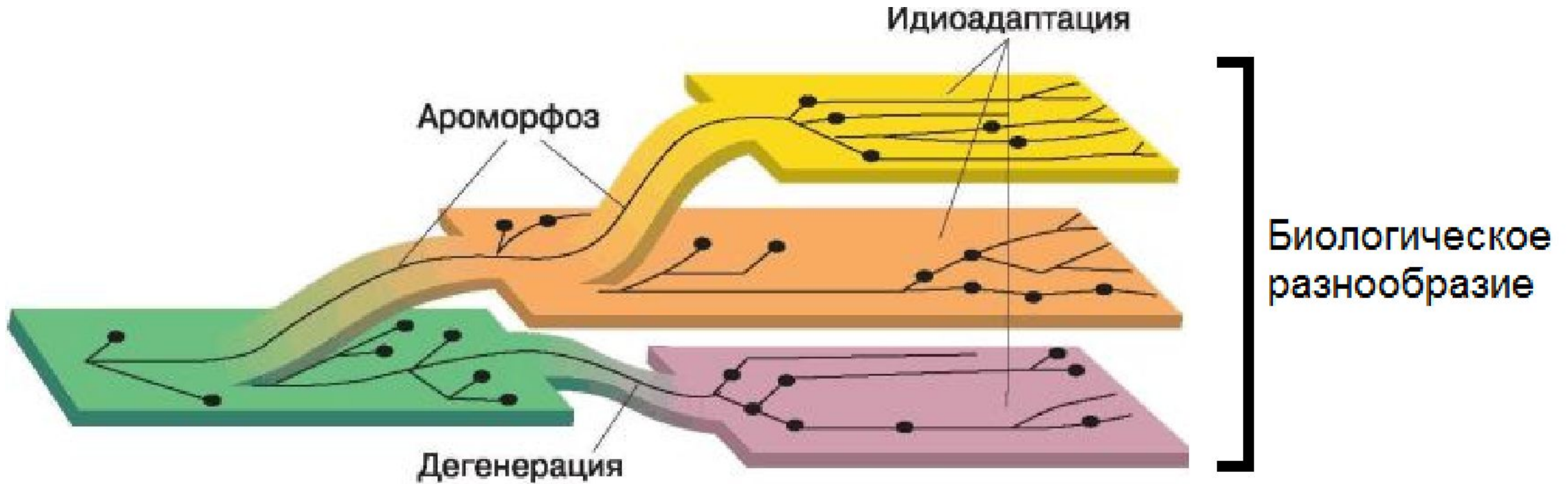


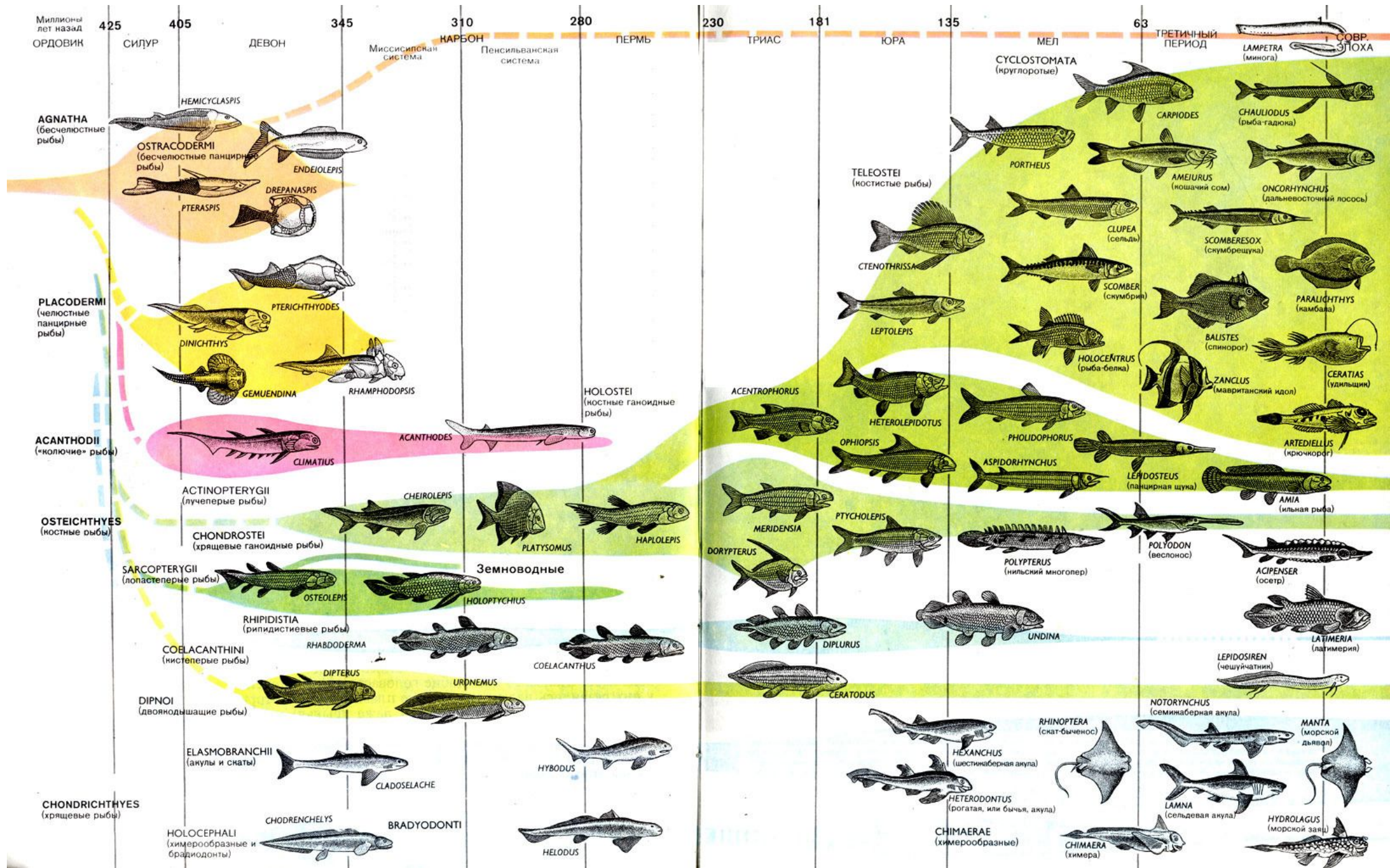
Европейский
крот



Петров крест
чашуйчатый

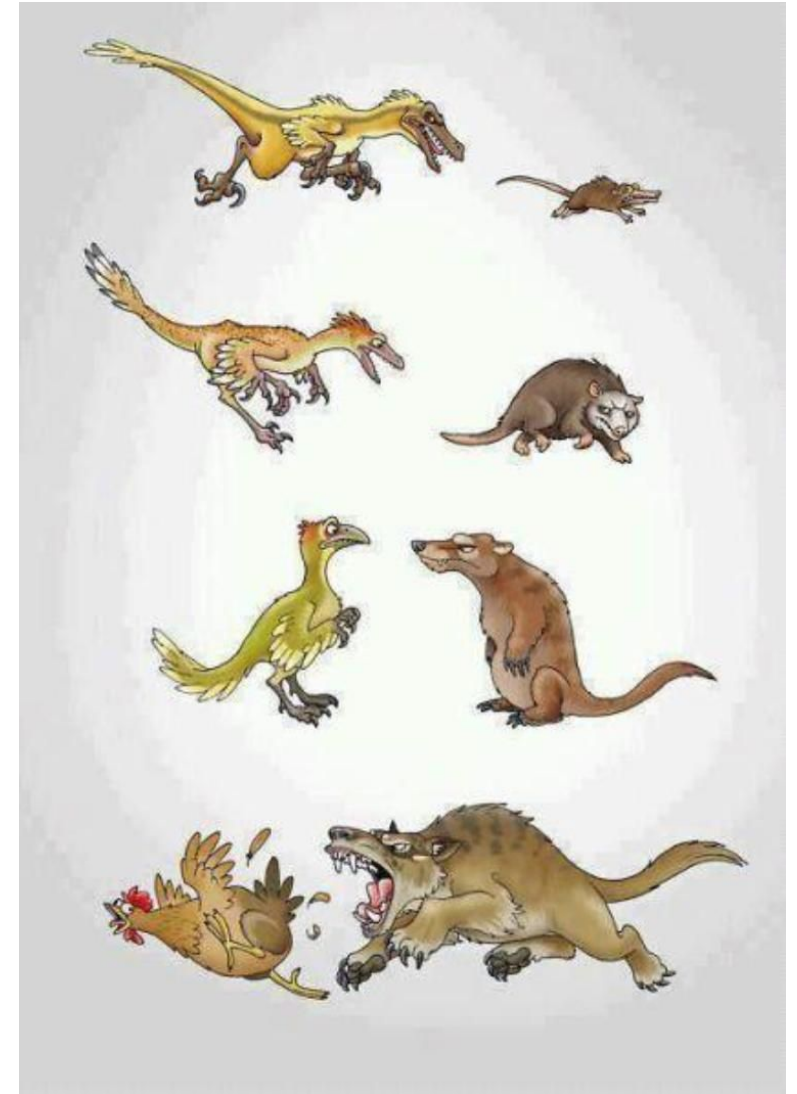
Смена типов филогенеза в эволюции групп



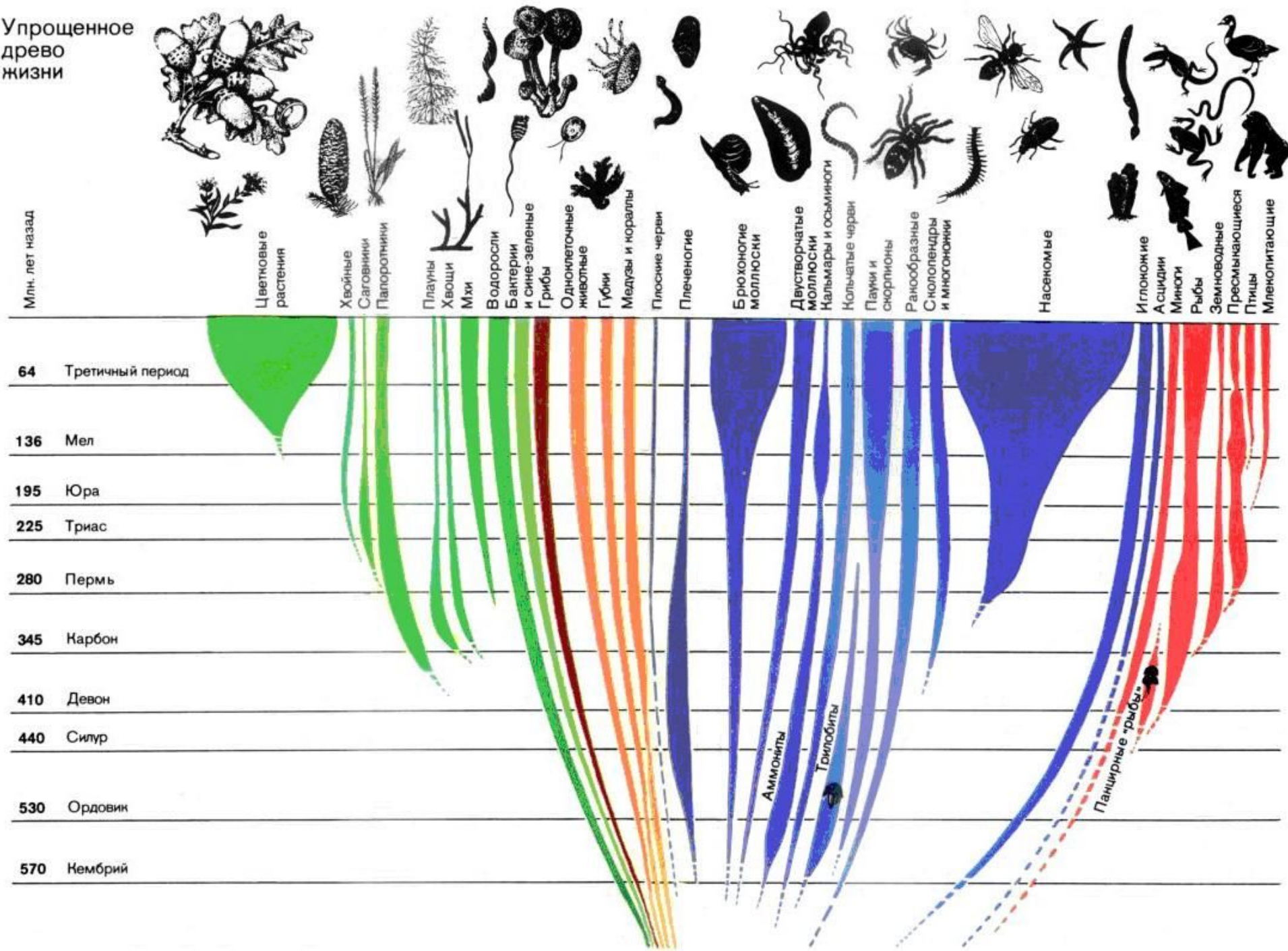


Направления биологической эволюции

- I. **Биологический прогресс** (от лат. progressus — движение вперёд) — достижение данной группой организмов успеха в борьбе за существование.
- II. **Биологический регресс** (от лат. regressus — движение назад) — эволюционный упадок данной группы организмов, которая не смогла приспособиться к изменениям условий внешней среды или не выдержала конкуренции с другими группами.
- III. **Стагнация** (от лат. stagnatio — неподвижность) — отсутствие изменений группы организмов в течение длительного геологического времени.



Упрощенное древо жизни

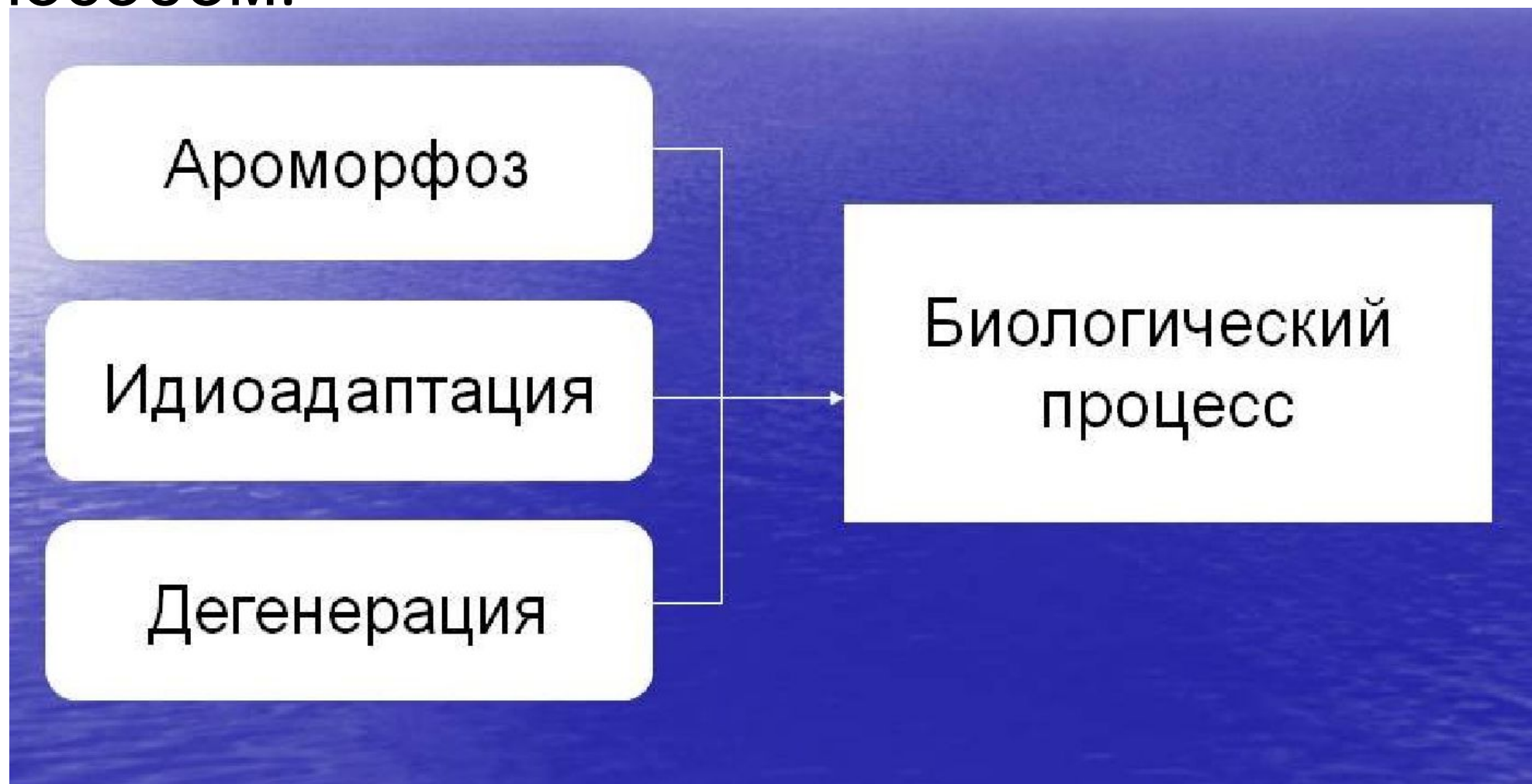


Критерии биологического прогресса

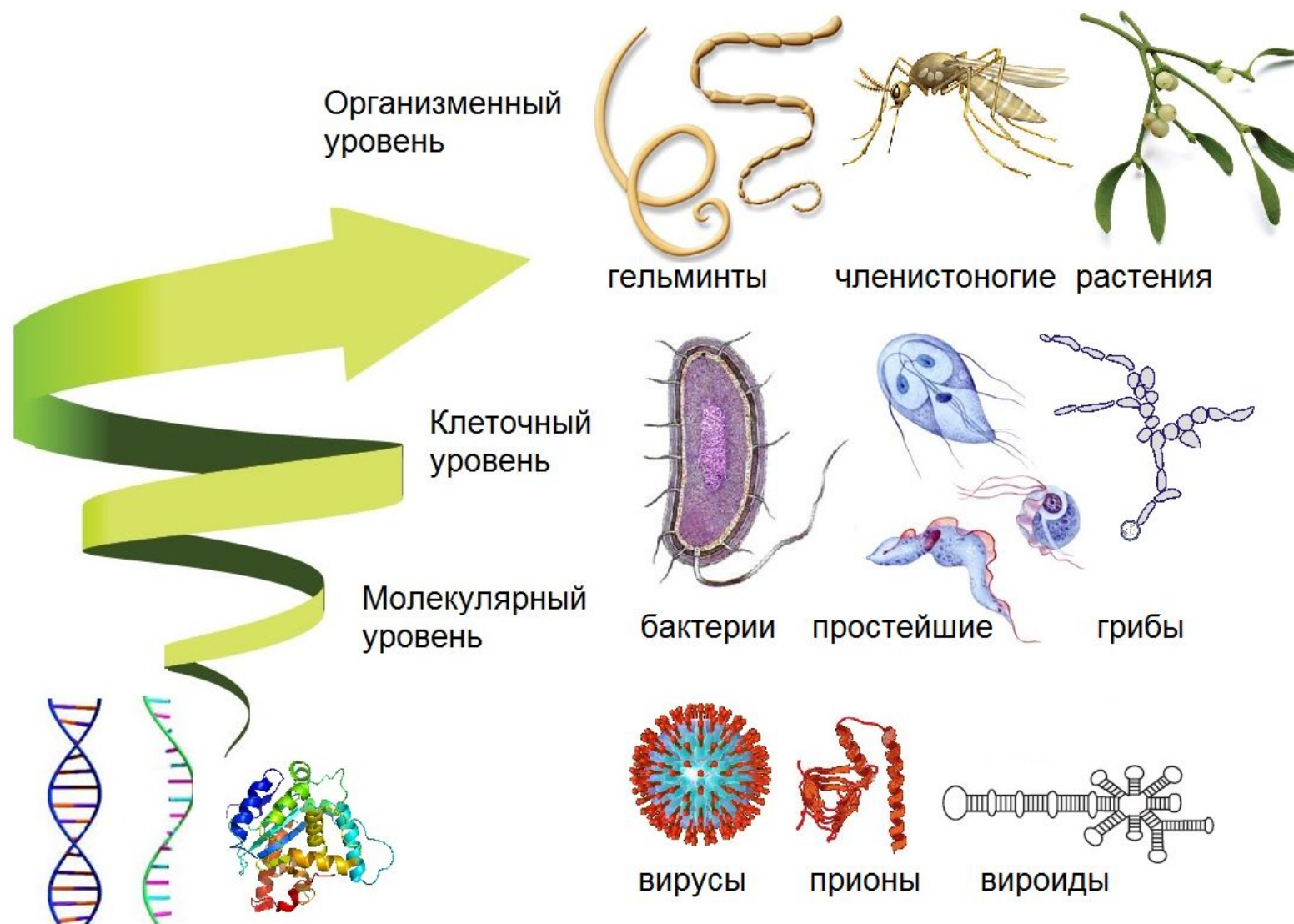
- 1) увеличение количества представителей соответствующей группы;
- 2) расширение ареала распространения;
- 3) активизация видообразования в роде, увеличение количества родов в семействе, семейств в отряде и т.д.



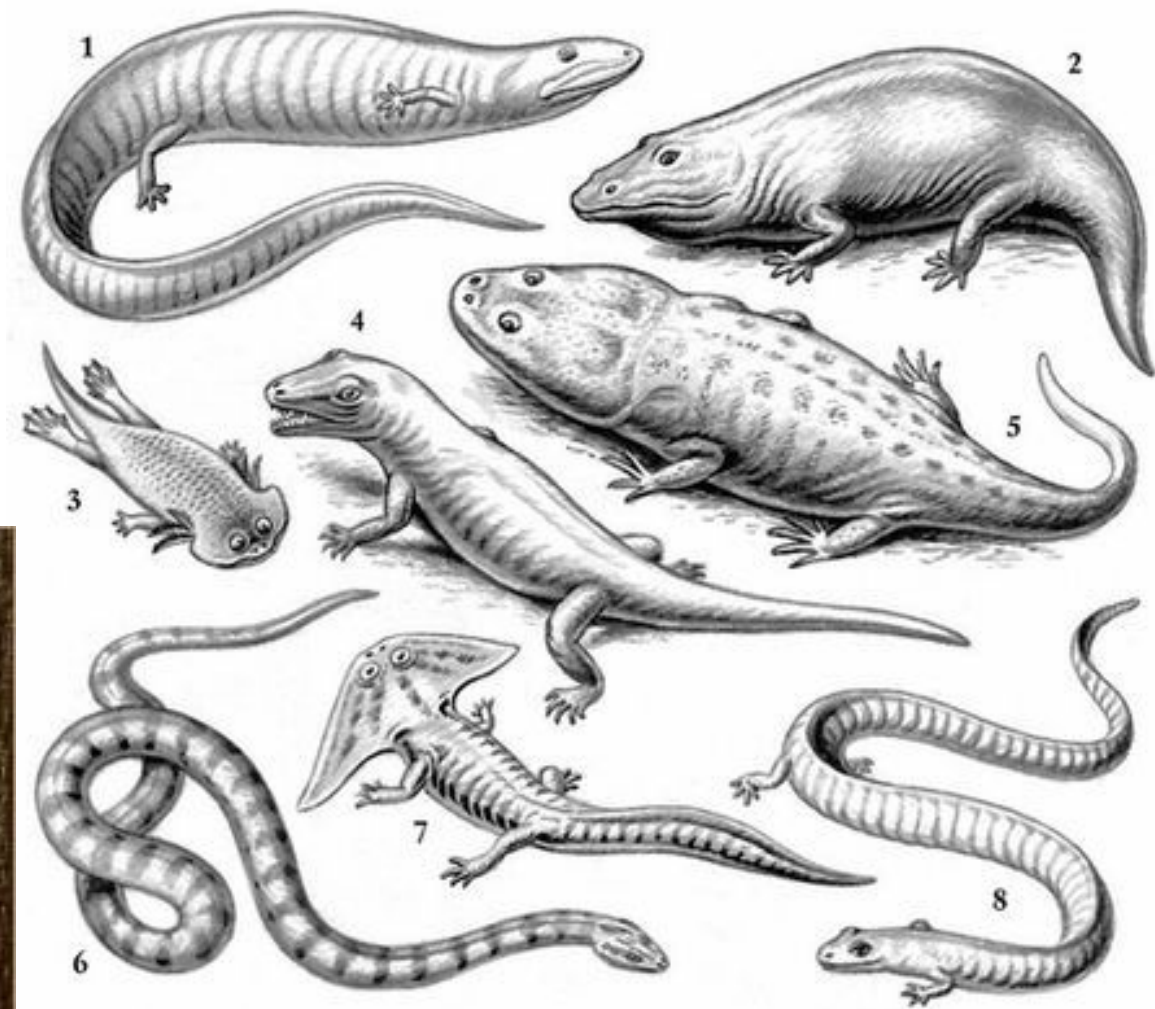
Биологический прогресс могут испытывать группы организмов, эволюционирующие любым способом.



Разнообразие паразитов



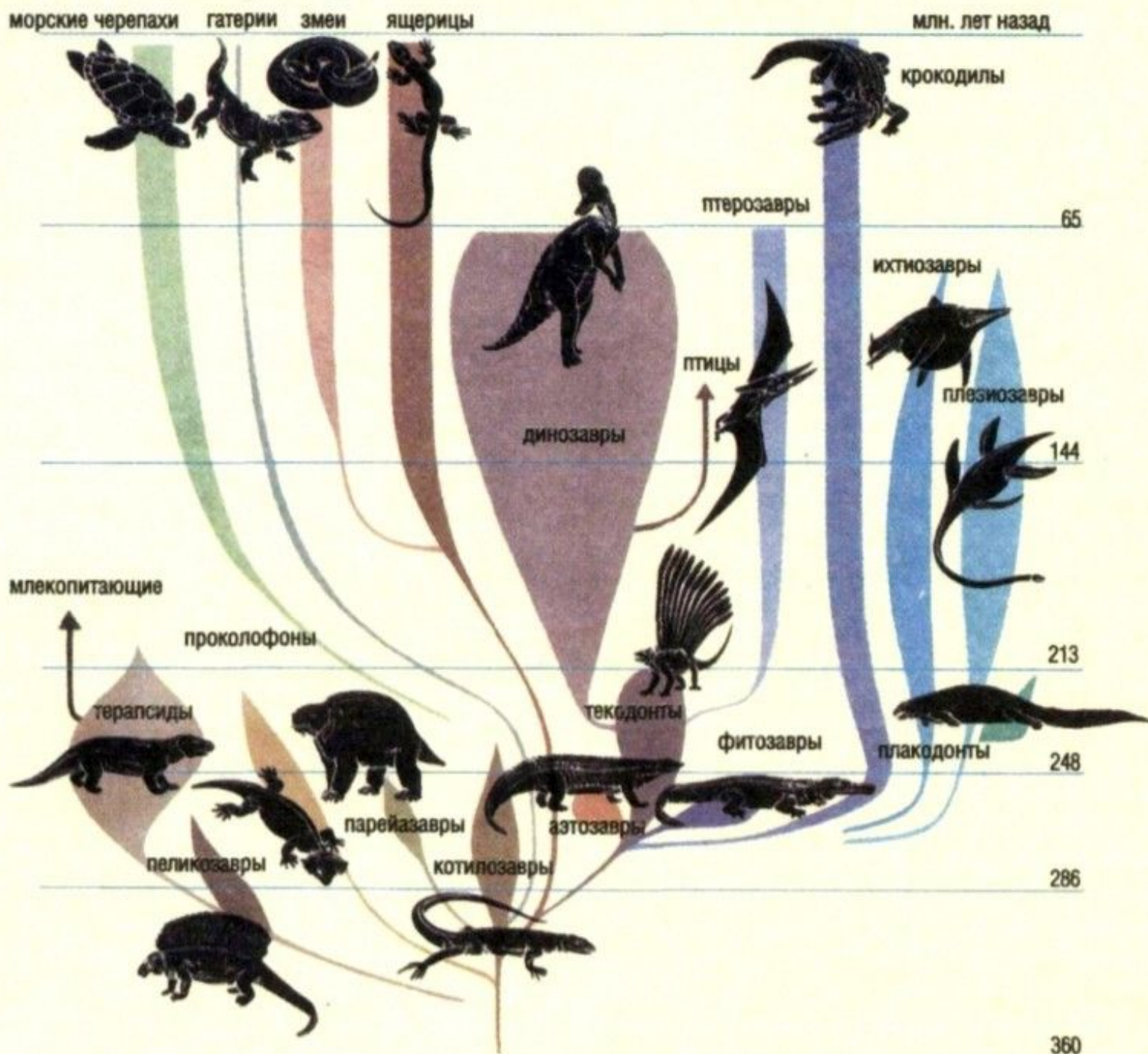
Биологический прогресс земноводных 350-280 млн. л.н.



Вымершие земноводные: 1 — Eogyrinus; 2 — Eryops; 3 — Gerrothorax; 4 — Seymouria; 5 — Metoposaurus; 6 — Ophiderpeton; 7 — Diplocaulus; 8 — Cardiocephalus.

Биологически прогресс пресмыкающихся 230-65 млн. лет назад



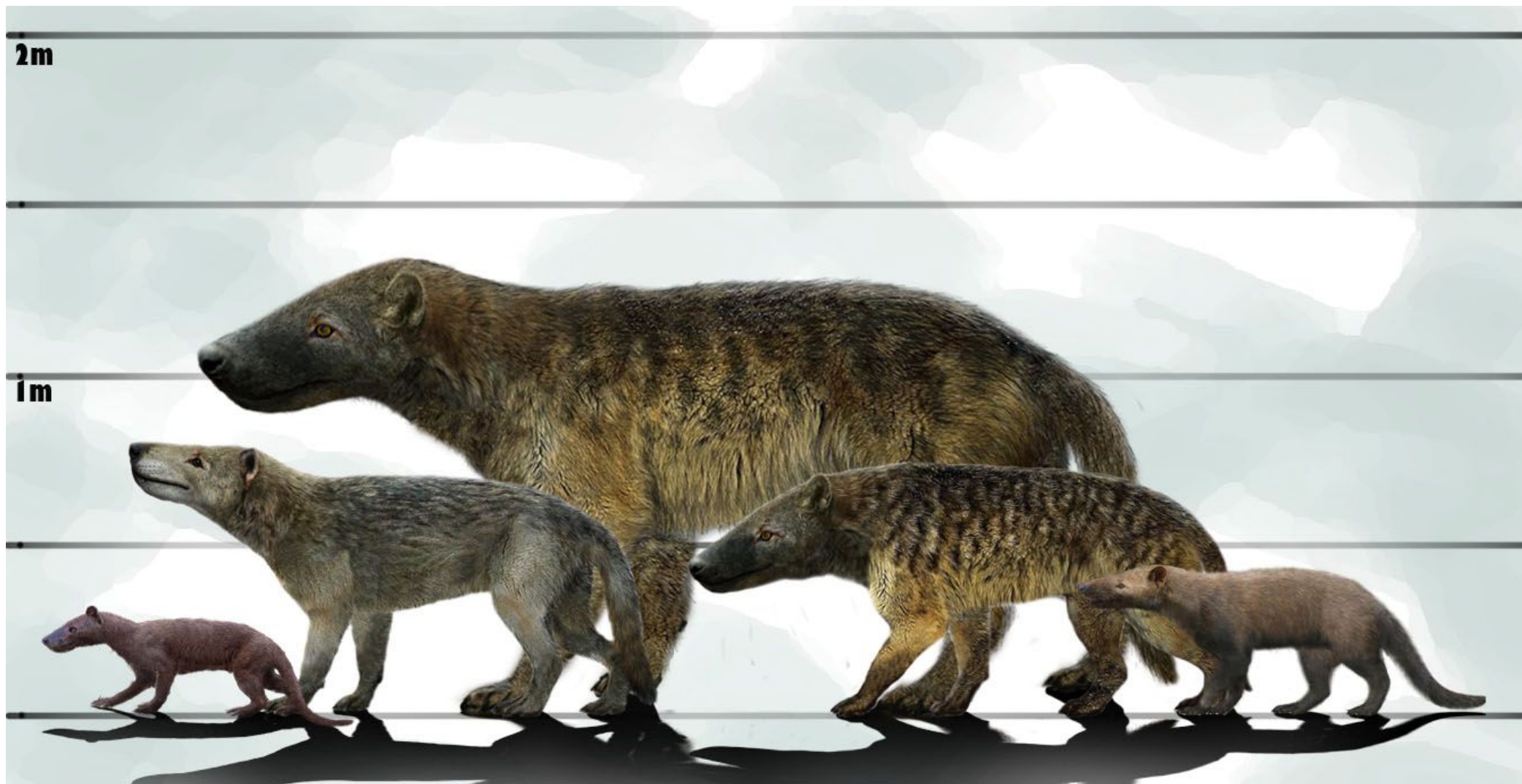


II. Биологический регресс

Причины:

- Конкуренция со стороны более прогрессивных групп животных
- Изменение условий существования
- Катастрофа

Мезозойские млекопитающие



III. Стагнация

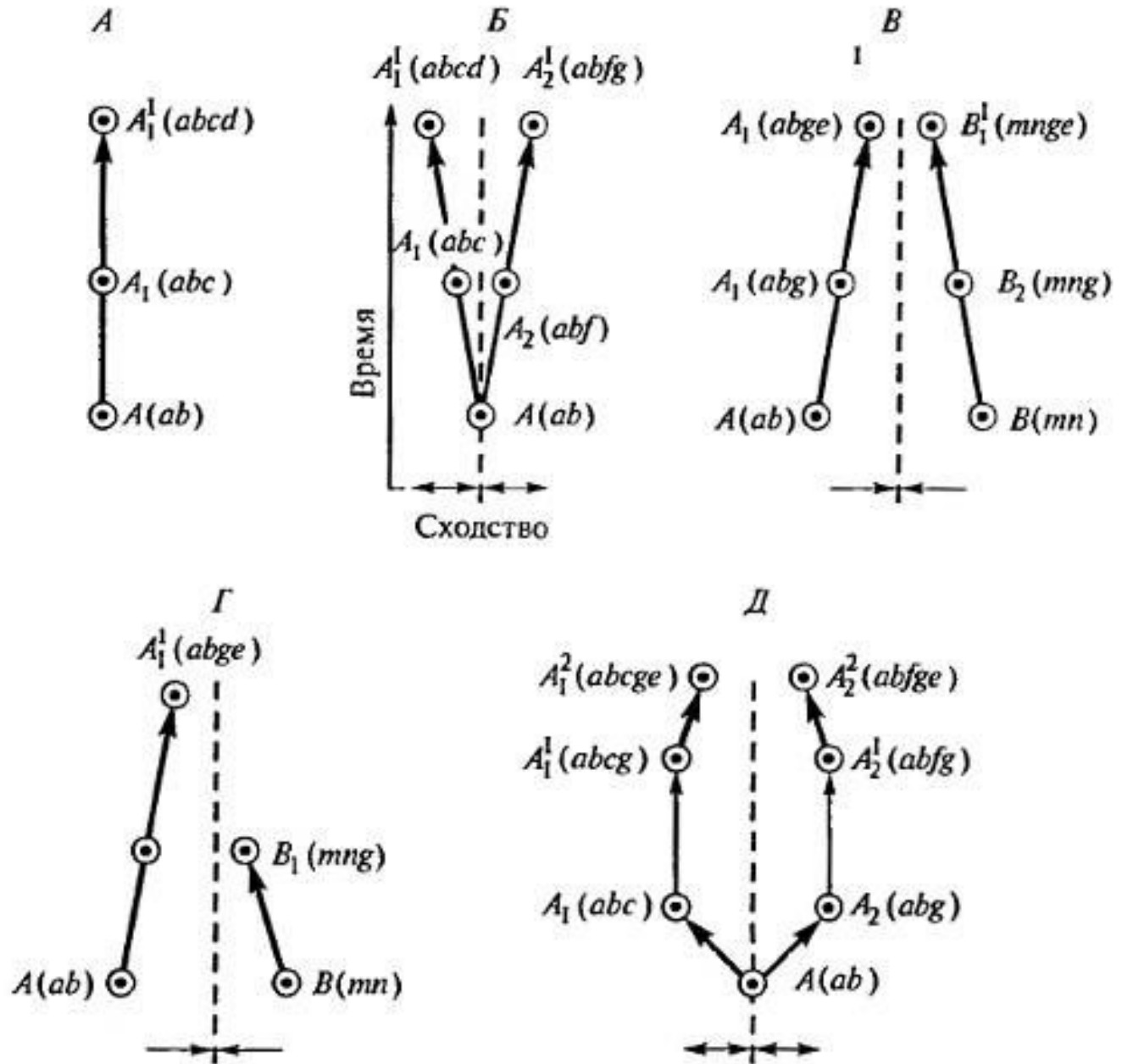
- **Реликты** (от лат. *relictum* — остаток), виды и др. таксоны растений и животных, сохранившиеся от исчезнувших, широко распространённых в прошлом флор и фаун.
- Реликты обладают консервативностью организации и крайне медленно эволюционируют.
- Численность коморского целаканта составляет около 200 особей и сокращается.



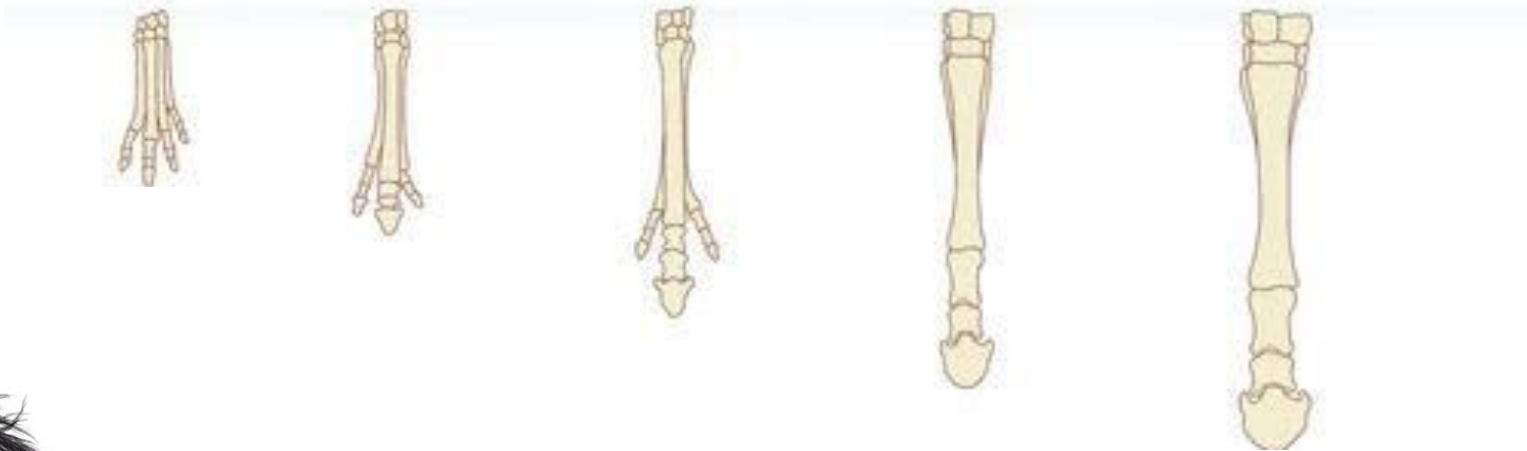
Коморский целакант *Latimeria chalumnae*

Формы ЭВОЛЮЦИИ

- I. Филетическая (А)
- II. Дивергентная (Б)
- III. Конвергентная:
 - Синхронная (В)
 - Асинхронная (Г)
- IV. Параллельная (Д)

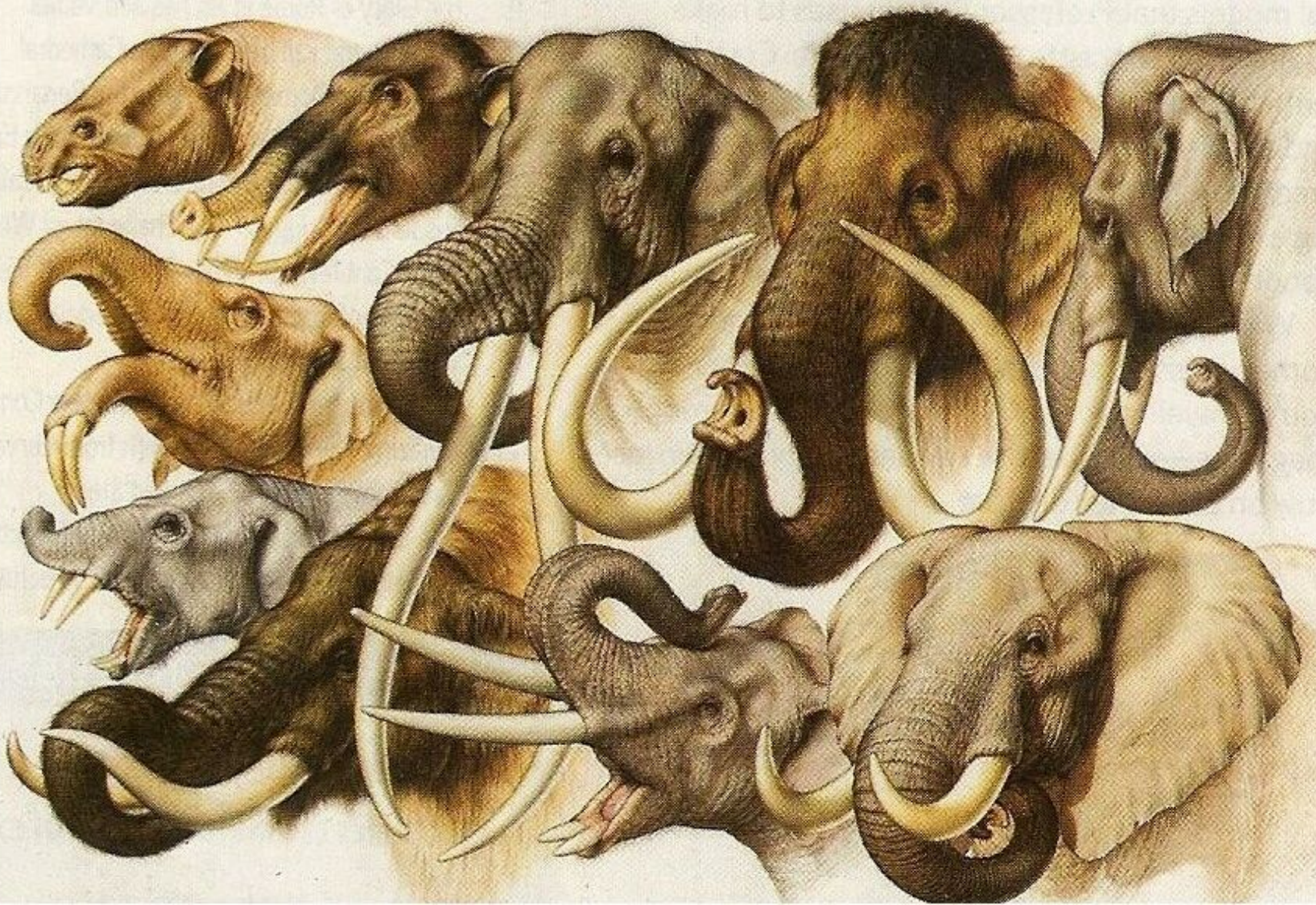


**I. Филетическая
эволюция —**
изменения,
происходящие в одном
филогенетическом
стволе,
эволюционирующем во
времени как единое
целое.



Филетическая эволюция конечности в сем.
Лошадиные: 1 — эогиппус, 2 — миогиппус, 3 —
парагиппус, 4 — плиогиппус, 5 — лошадь.

Пример филетической эволюции



В ходе филетической эволюции происходит постепенное нарастание количества и степени выраженности признаков, характерных для современных форм.

Например, увеличение длины хобота в эволюции

II. Дивергентная эволюция

- **Дивергенция** - образование на основе одной предковой группы двух или нескольких производных.
- Она приводит к дифференциации более крупных таксонов на более мелкие, например классов на отряды, родов на виды.

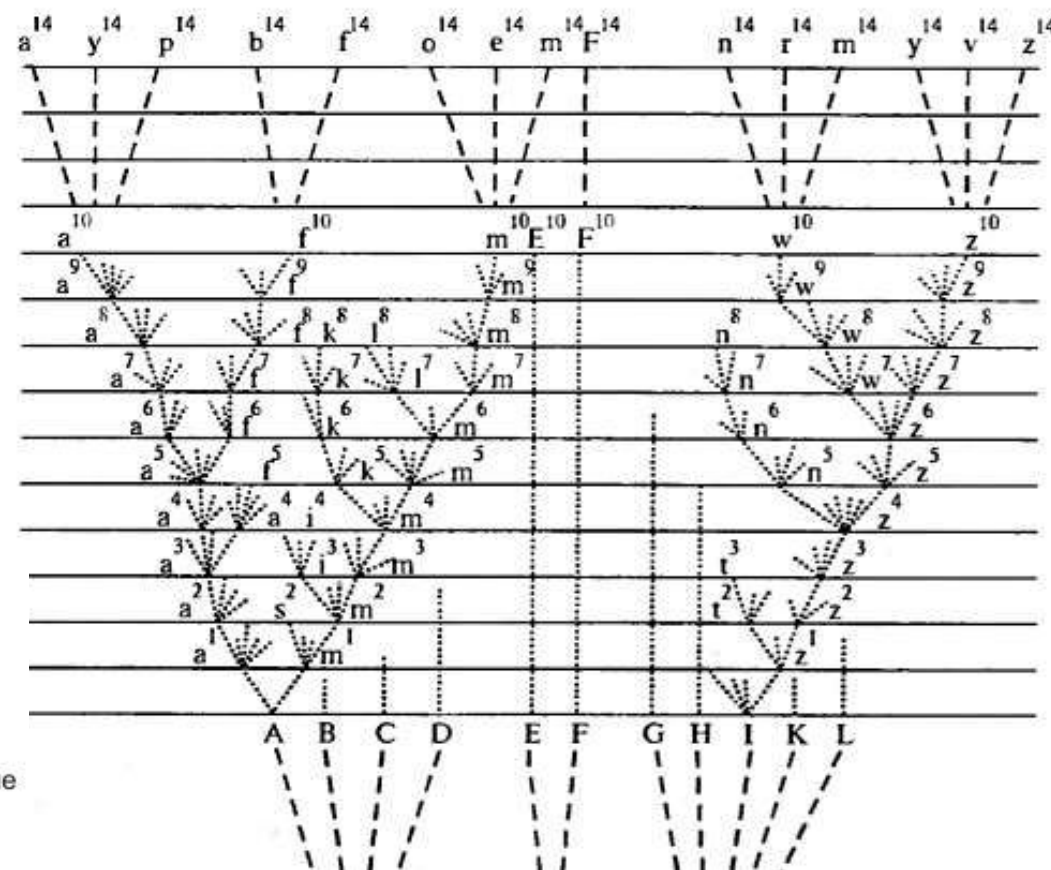
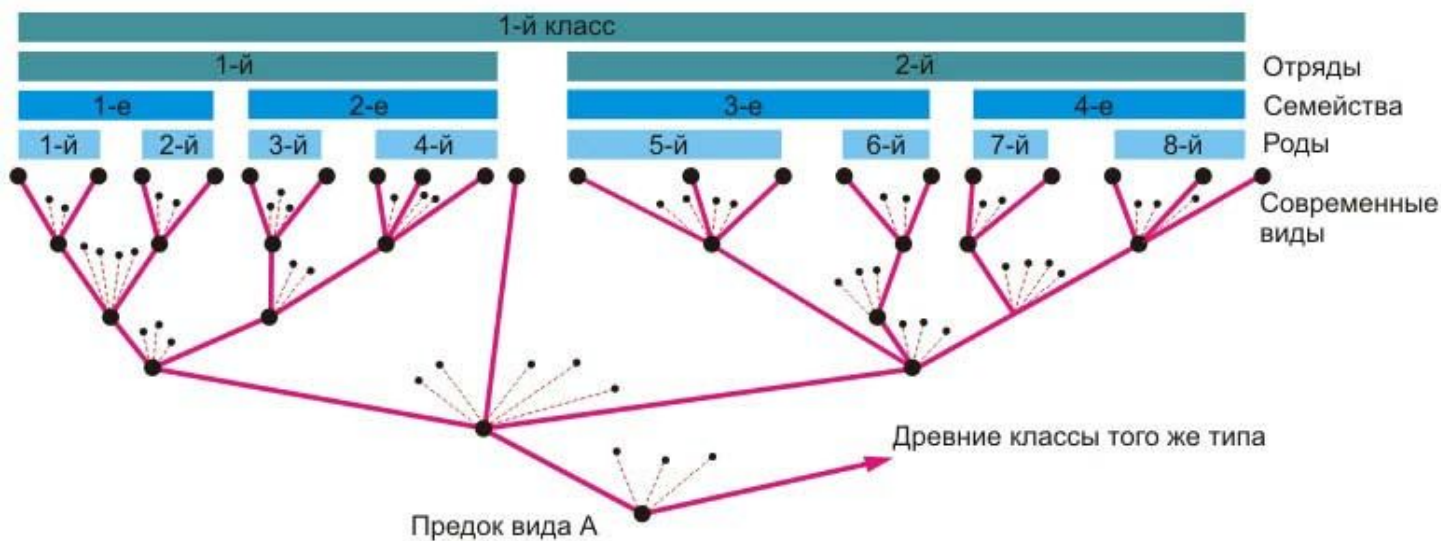
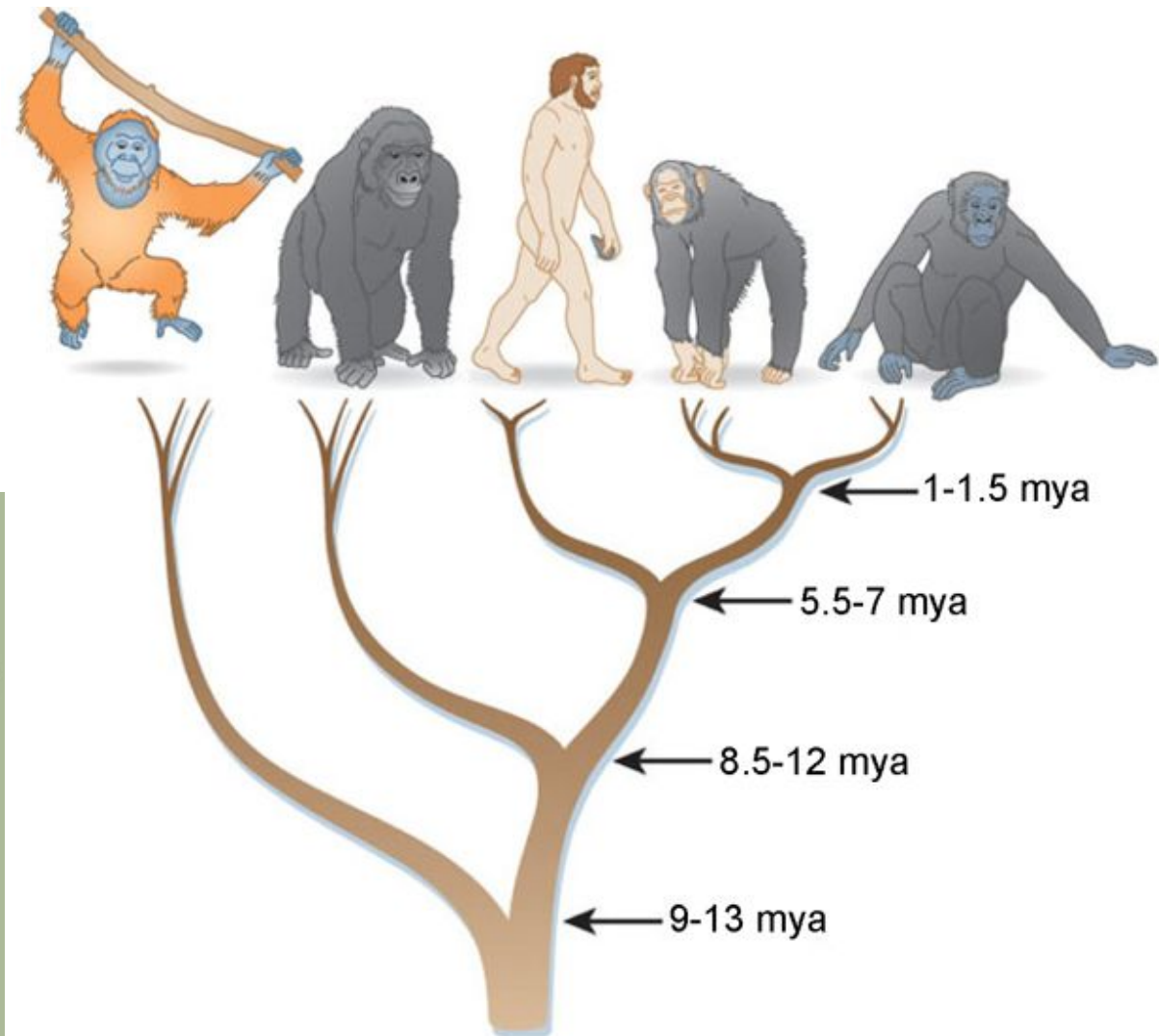


Рисунок Ч. Дарвина, иллюстрирующий дивергенцию, в книге «Происхождение видов».

Пример дивергентной эволюции

Филетическая и дивергентная эволюция протекают на общей генетической базе, поэтому между организмами сохраняется более или менее выраженное генотипическое и морфологическое сходство.



Филогенетическое дерево высших приматов.

Плацентарные

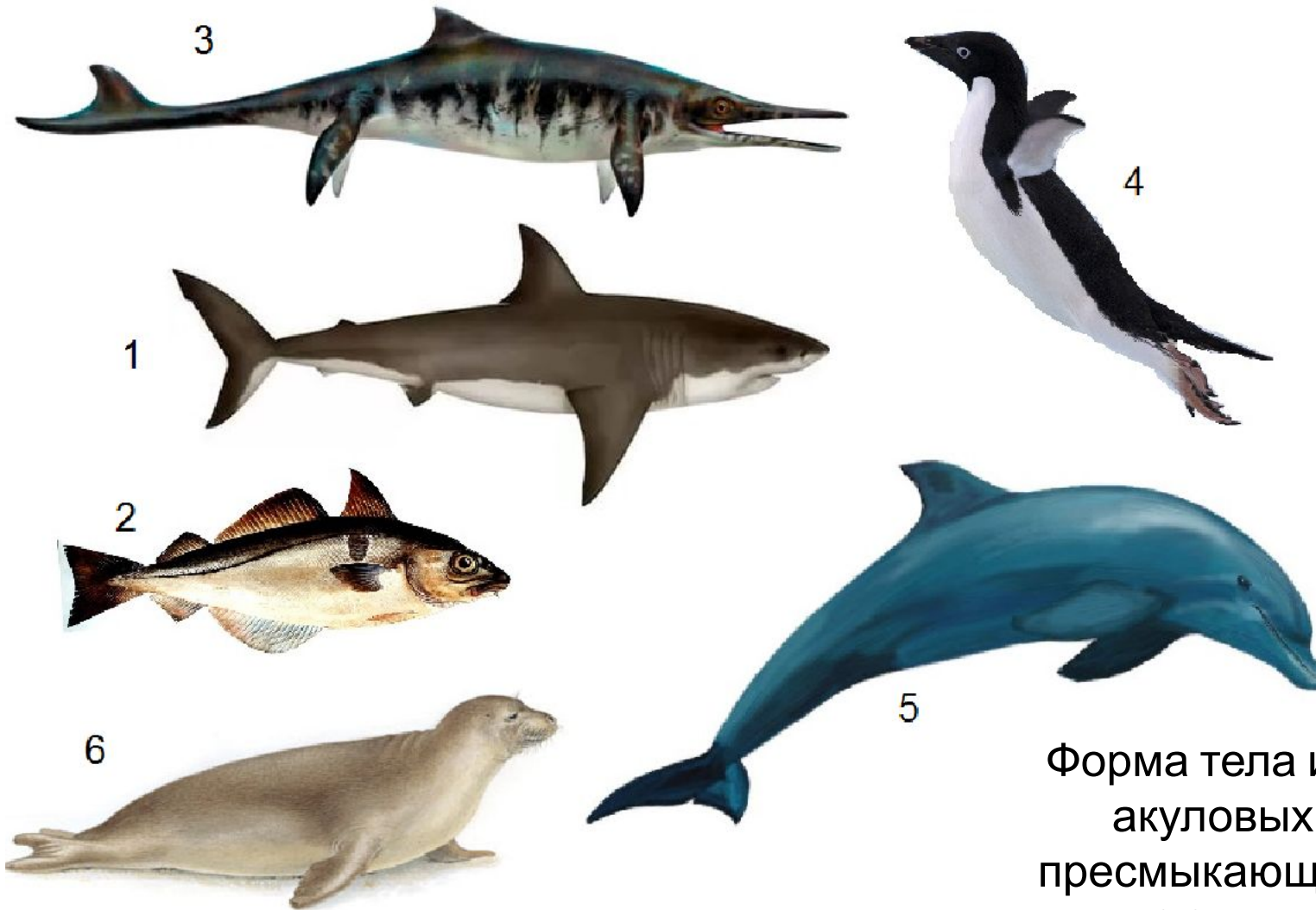
Сумчатые



III. Конвергентная ЭВОЛЮЦИЯ

Конвергенция (от лат. con— вместе и vergo—склоняю) – приобретение в ходе эволюции сходного строения и функций неродственными (далекими в филогенетическом отношении) организмами вследствие их приспособления к одинаковым условиям обитания.

Пример конвергентной эволюции



- Конвергентные адаптации возникают на разной генетической основе, затрагивают поверхностные признаки, не распространяясь на общий план строения и наиболее существенные черты организации

соответствующих групп.

Форма тела и особенности локомоции в воде у акуловых (1) и костистых рыб (2), водных пресмыкающихся — ихтиозавров (3), пингвинов (4), китообразных (5) и ластоногих (6)

млекопитающих.

Реконструкция предка китообразных



IV. Параллельная эволюция

- Параллельная эволюция (от греч. παράλληλος — идущий рядом) — независимое развитие сходных признаков в эволюции близкородственных, но выделившихся групп организмов, протекающее в одном направлении



Пример параллельной эволюции



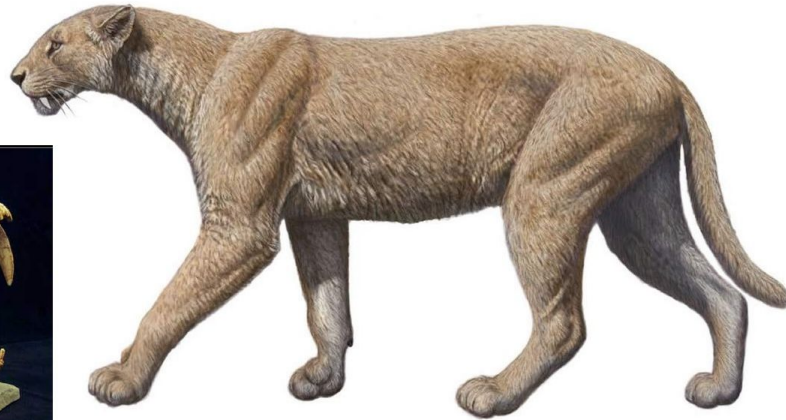
Азия – двугорбый верблюд
Camelus bactrianus.



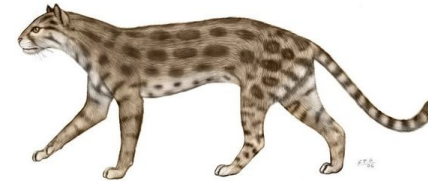
Африка – одногорбый верблюд,
дромедар *Camelus dromedarius*.

Параллельная эволюция саблезубости у кошачьих

Махайрод



Псевдоаелурус



Смилодон



Диниктис



Череп саблезубых кошек в разные периоды кайнозойской эры: а—махайрод (олигоцен, 37-25 млн. л.н.), б—смилодон (миоцен, 25-9 млн. л.н.) в—лжесаблезубая кошка (олигоцен, 37-25 млн. л.н.), г— саблезубый тигр (плейстоцен, 1,8 млн.-10 тыс. л.н.).

Семейство Кошачьи (Felidae)

FELIDAE



Felis Silvestris Catus
Leopardus Pardalis
Neofelis Nebulosa
Caracal Caracal
Lynx Lynx
Leptailurus Serval
Uncia Uncia
Acinonyx Jubatus
Felis Concolor
Panthera Pardus
Panthera Onca
Smilodon Fatalis
Panthera leo
Panthera tigris altaica
Smilodon Populator
Panthera Atrox



Imagen Sergio De la Rosa

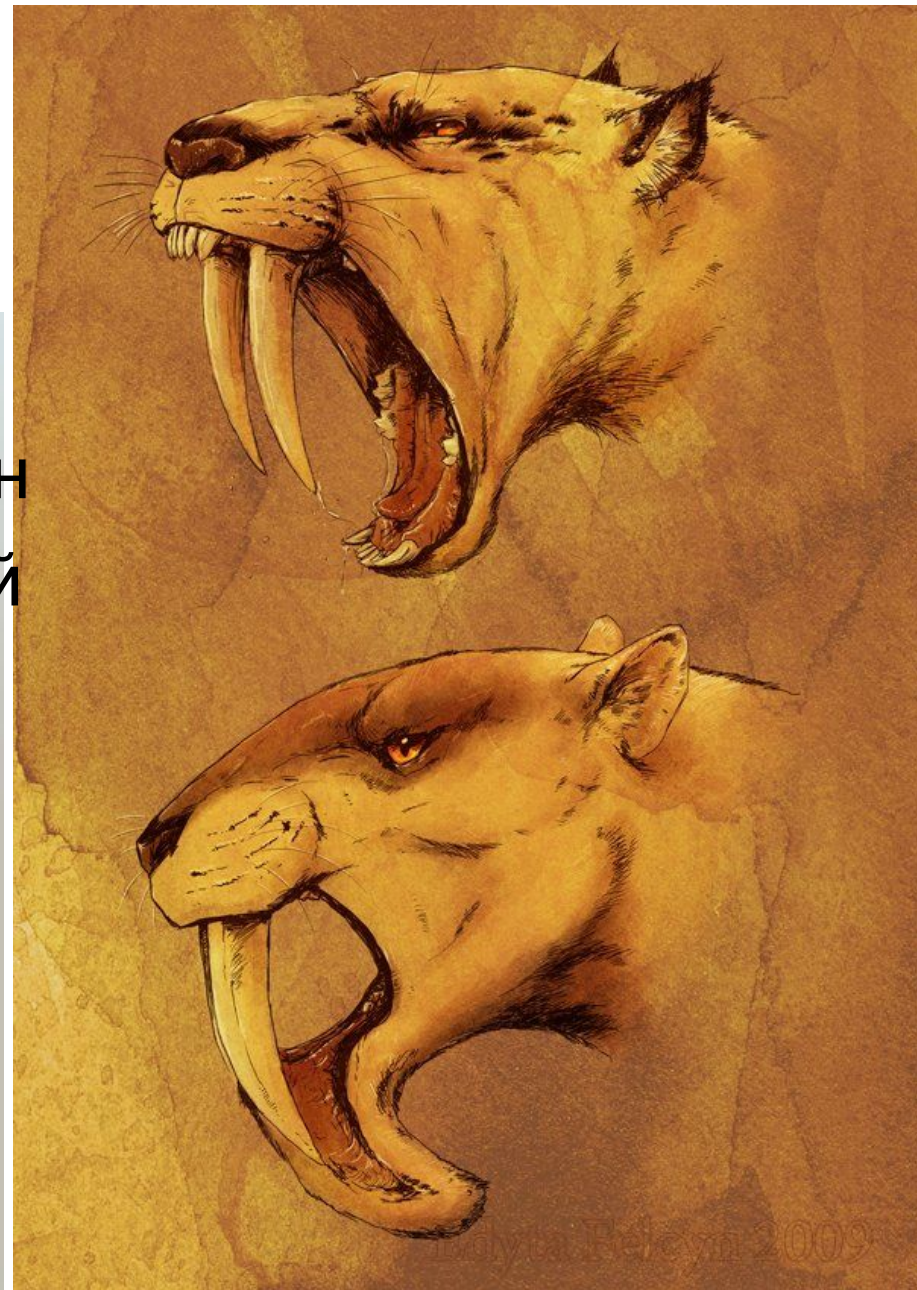
В связи с общностью части генофондов, унаследованных от предков, у них возникают сходные адаптации в условиях действия факторов отбора в одинаковом направлении.



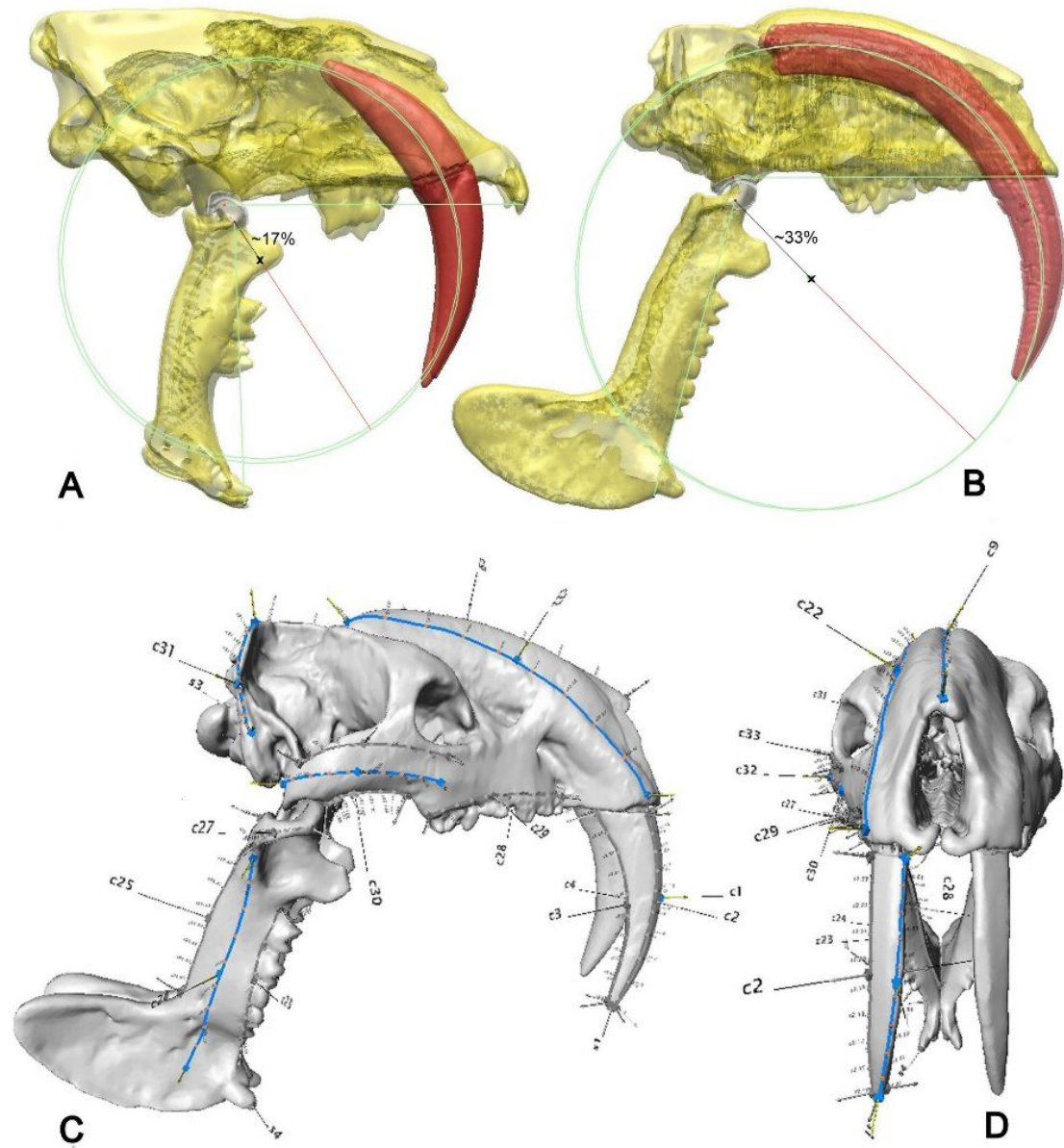
Конвергентная эволюция саблезубости у кошек и сумчатых животных



- Смилодон
- Сумчатый саблезуб



Анатомия черепа саблезубой кошки и сумчатого саблезуба



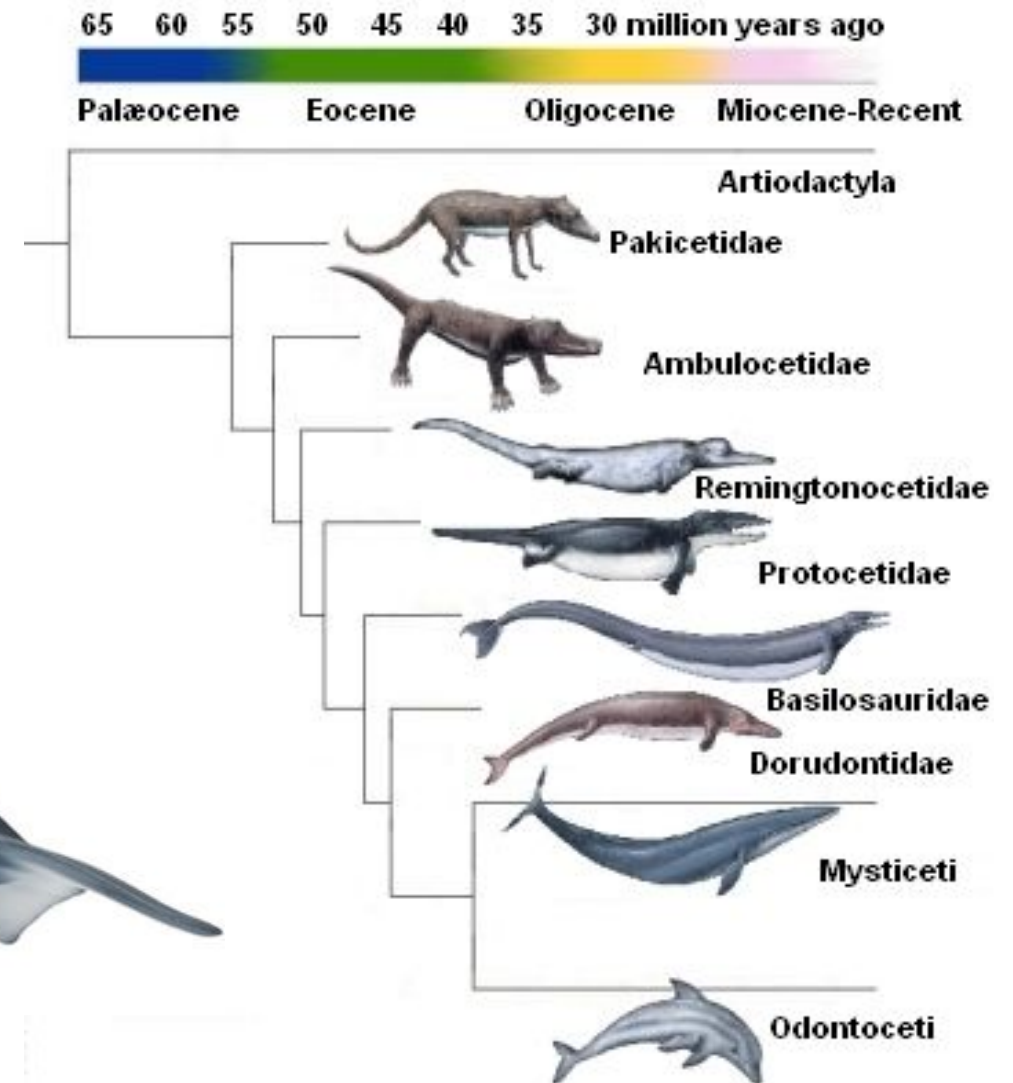
Череп *Smilodon californicus* (A) и *Thylacosmilus atrox* (B-D).

Эмпирические правила макроэволюции



Правило необратимости эволюции (Л. Долло, 1893)

- Эволюция — процесс необратимый и организм не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков.

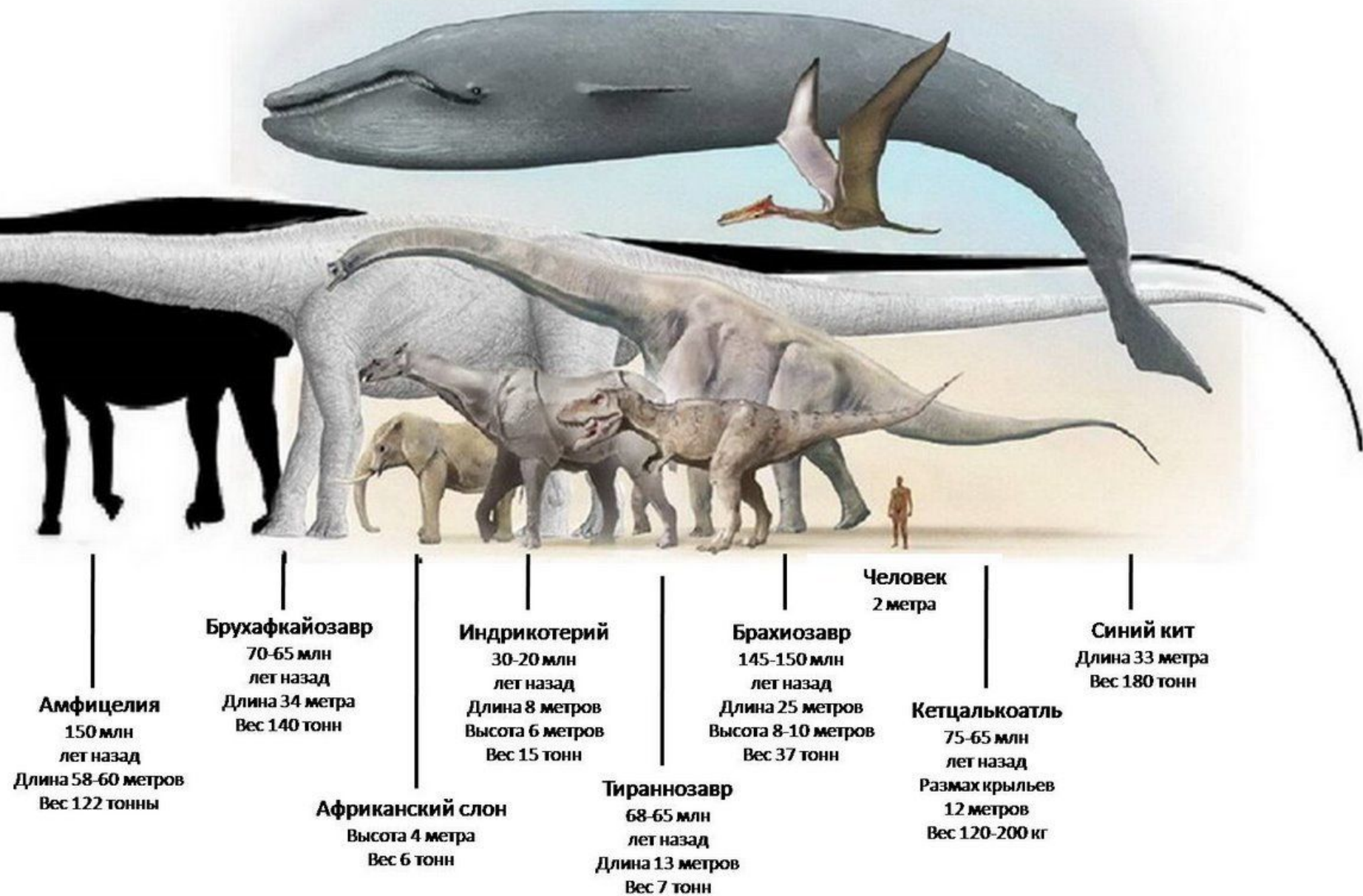


Правило прогрессирующей специализации (Ш. Депере, 1876)

- Группа, вступившая на путь специализации, как правило, в дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации.



Частный случай
правила
прогрессивной
специализации —
увеличение
размеров тела
особей в процессе
эволюции
ПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ.



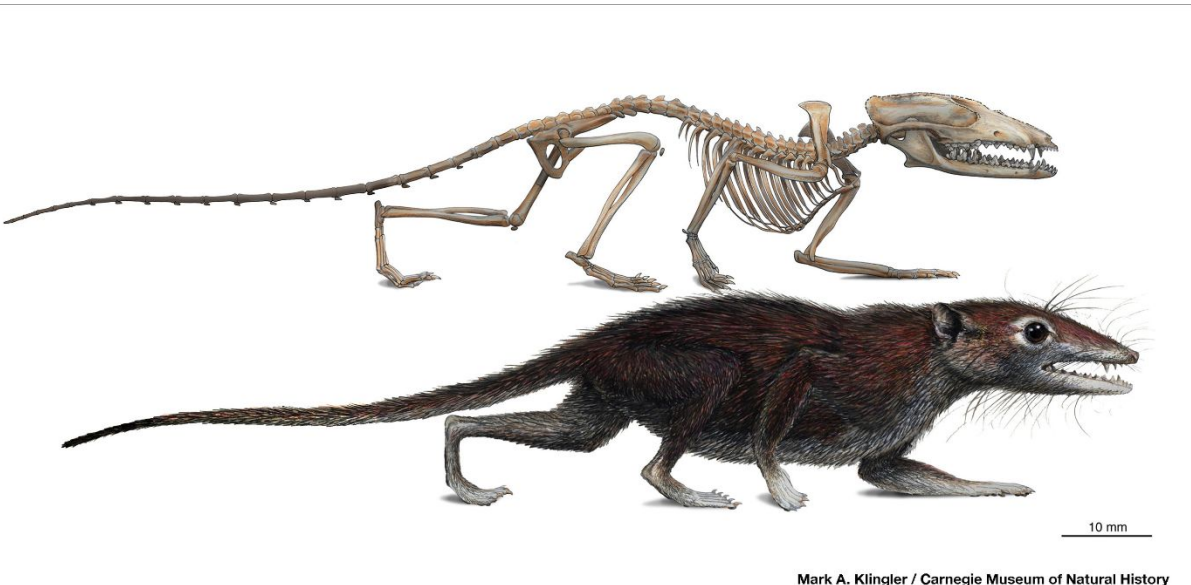
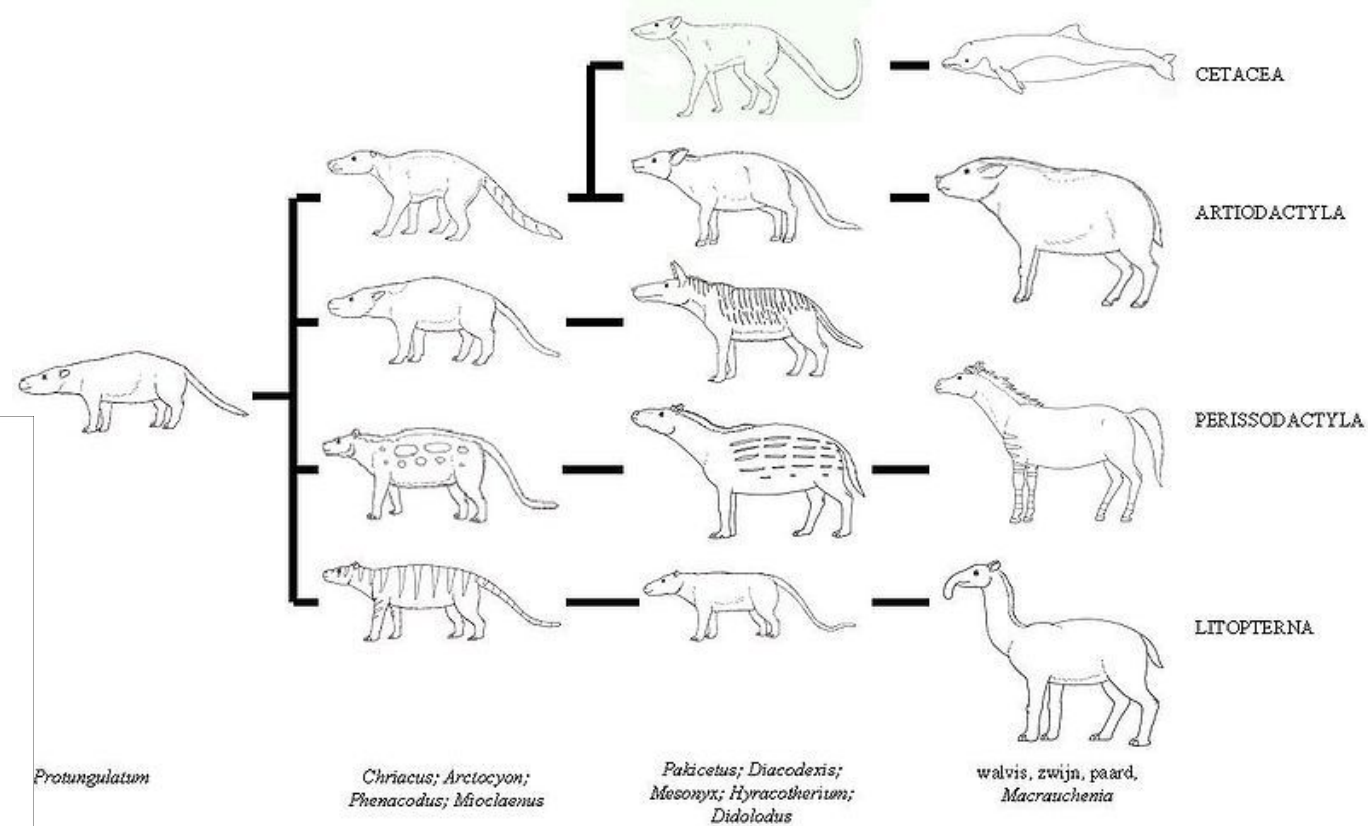
Преимущества больших размеров тела ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ



- Легче поддерживать обмен веществ (экономия энергии)
- Защита от хищников
- Преимущества в силе при нападении на жертву

Правило происхождения от неспециализированных предков (Э. Коп, 1896)

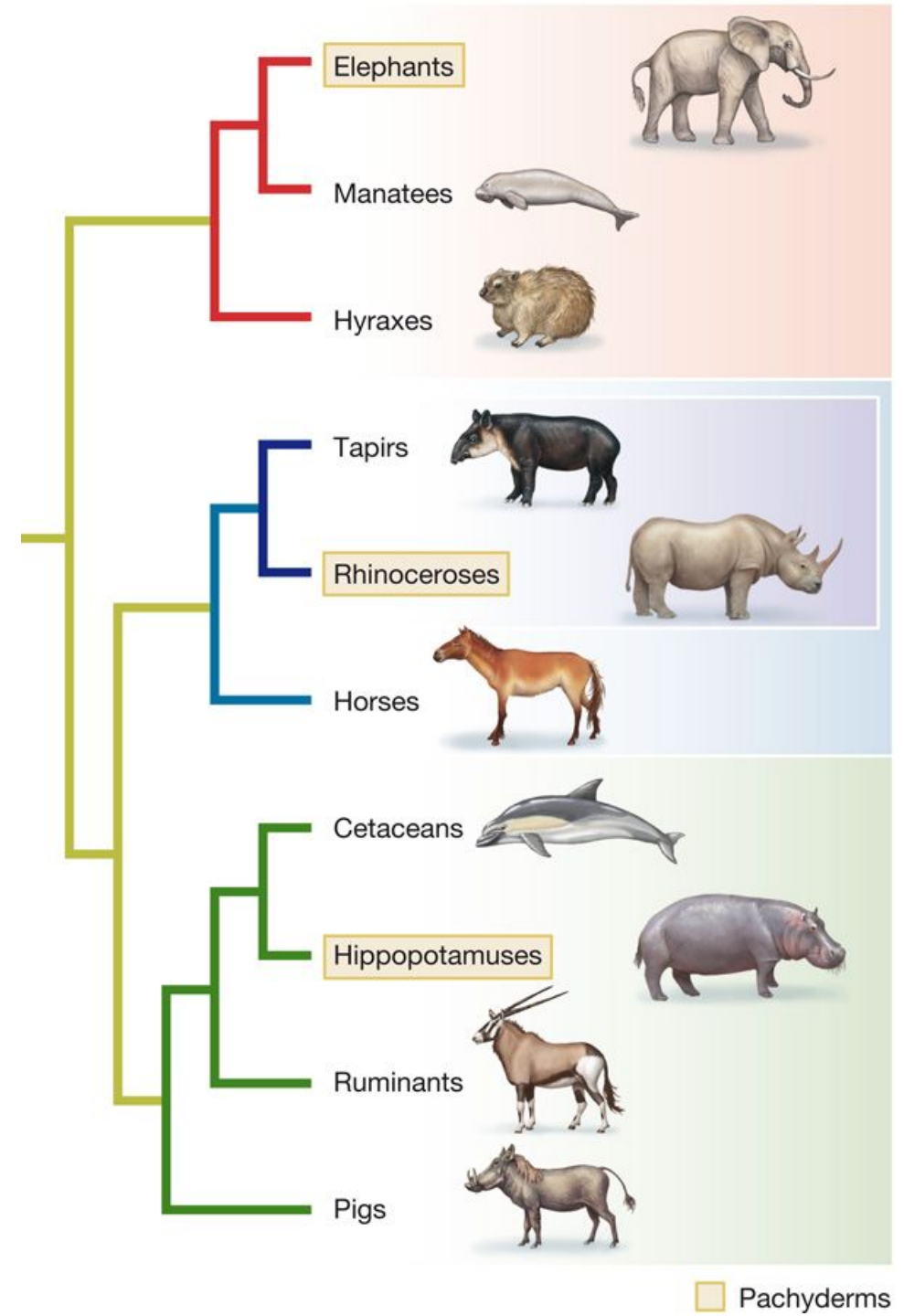
- Обычно новые группы берут начало от сравнительно неспециализированных представителей предковых групп.



Самое древнее млекопитающее *Juramaia sinensis* (208 млн. л.н.). Размер 10-15 см, вес 300 г.

Правило адаптивной радиации (Г.Ф. Осборн, 1902)

- Филогенез любой группы сопровождается разделением группы на ряд отдельных филогенетических стволов, которые расходятся в разных адаптивных направлениях от некоего исходного среднего состояния.



Адаптивная радиация рыб- цихлид в африканских озерах

- В озере Танганьика 250 видов цихлид образовалось за 12–15 млн. лет, в Малави — 500 видов менее чем за 5 млн лет, в озере Виктории на формирование 500 эндемичных видов ушло 15-100 тыс. лет.

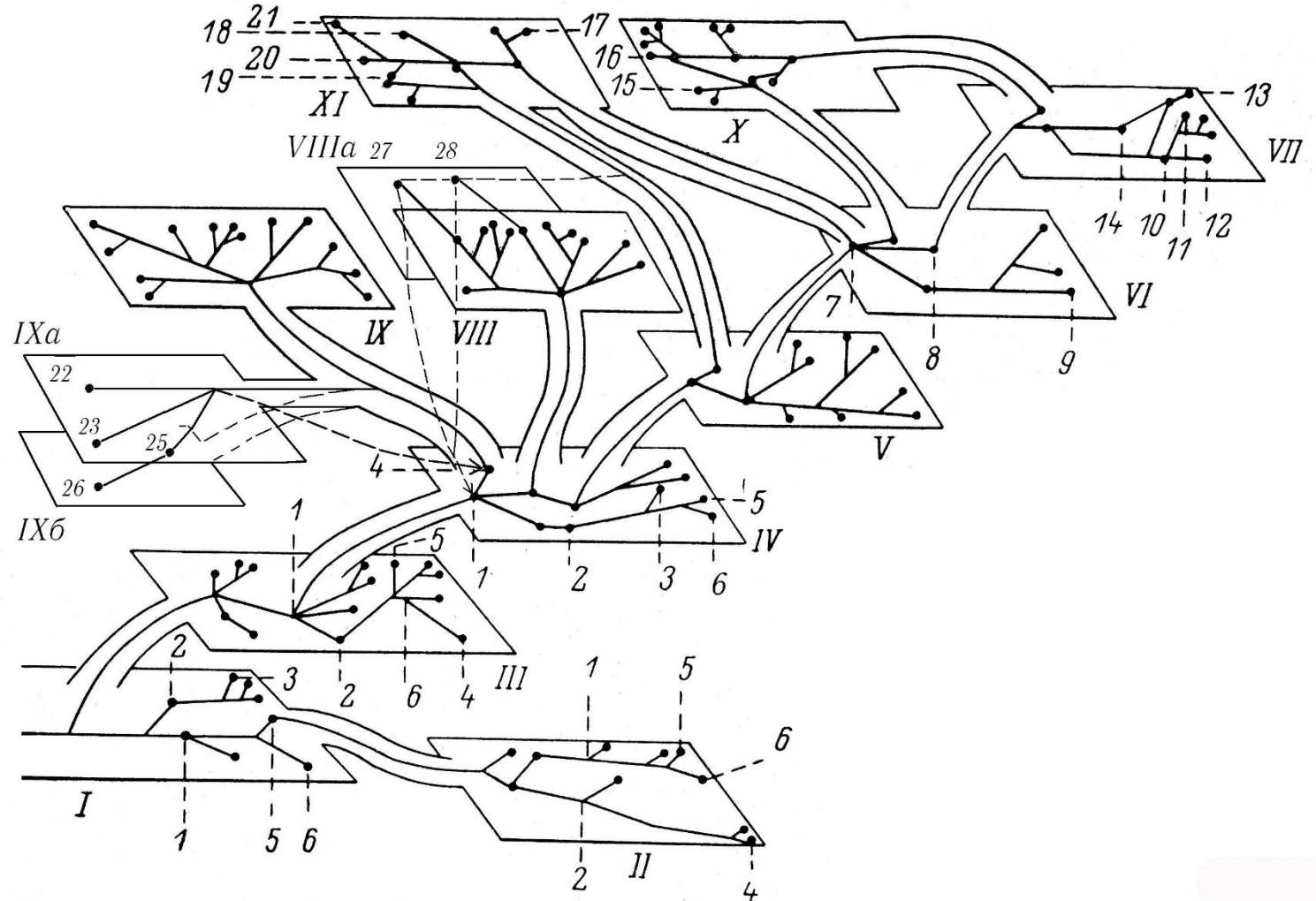
Источник: D. Brawand et al. The genomic substrate for adaptive radiation in African cichlid fish // Nature. 2014. V. 513. P. 375–381.



Правило чередования главных направлений эволюции (И.И. Шмальгаузен. 1939)

- Арогенная эволюция чередуется с периодами аллогенной эволюции во всех группах.

Гипотетическая схема наиболее крупных арогенезов и идиогенезов в эволюции эукариотических водорослей.



Правило усиления интеграции биологических систем (И.И. Шмальгаузен, 1961)

- Биологические системы в процессе эволюции становятся все более интегрированными, со все более развитыми регуляторными механизмами, обеспечивающими такую интеграцию.

