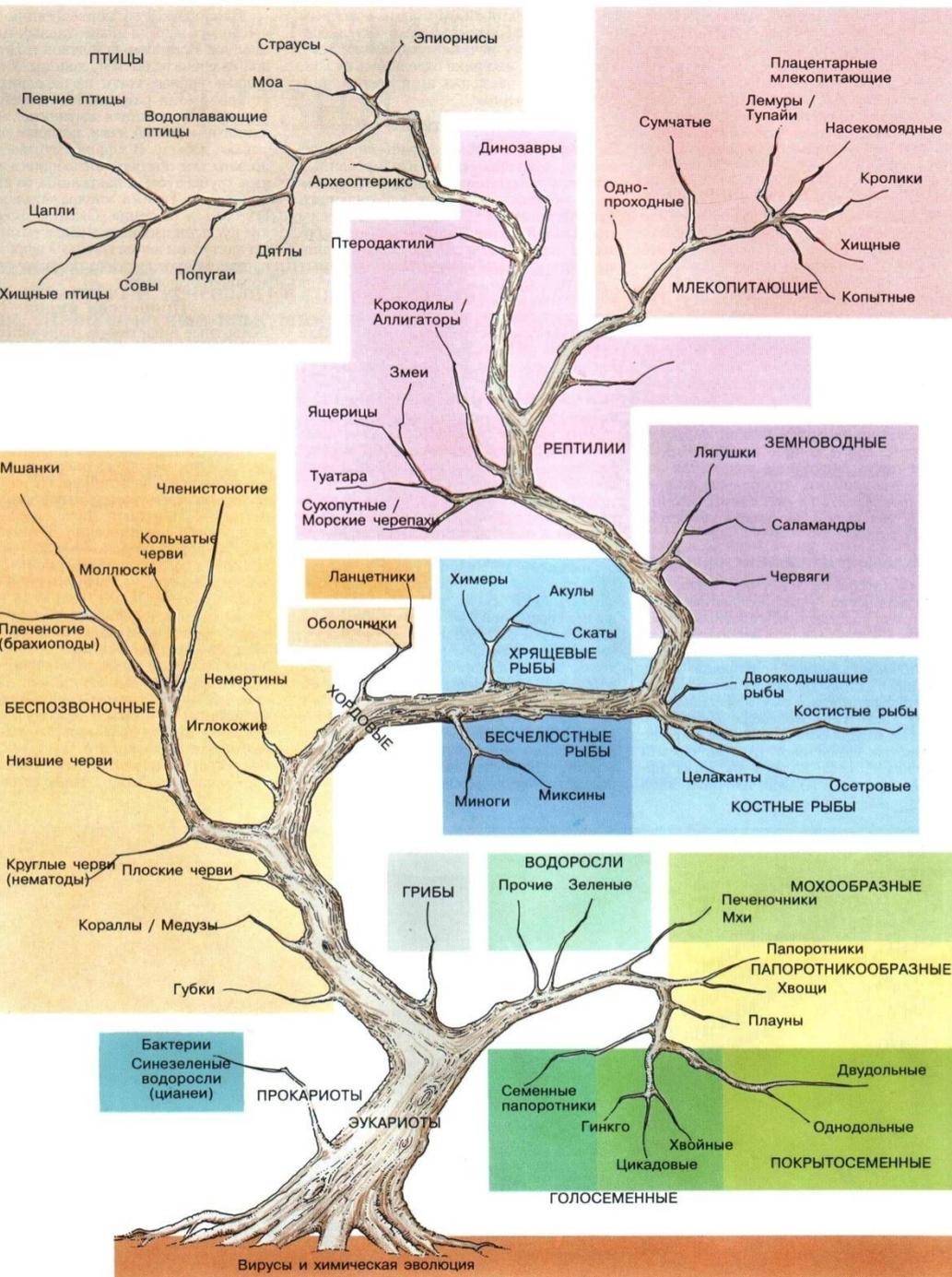


Эволюционная теория

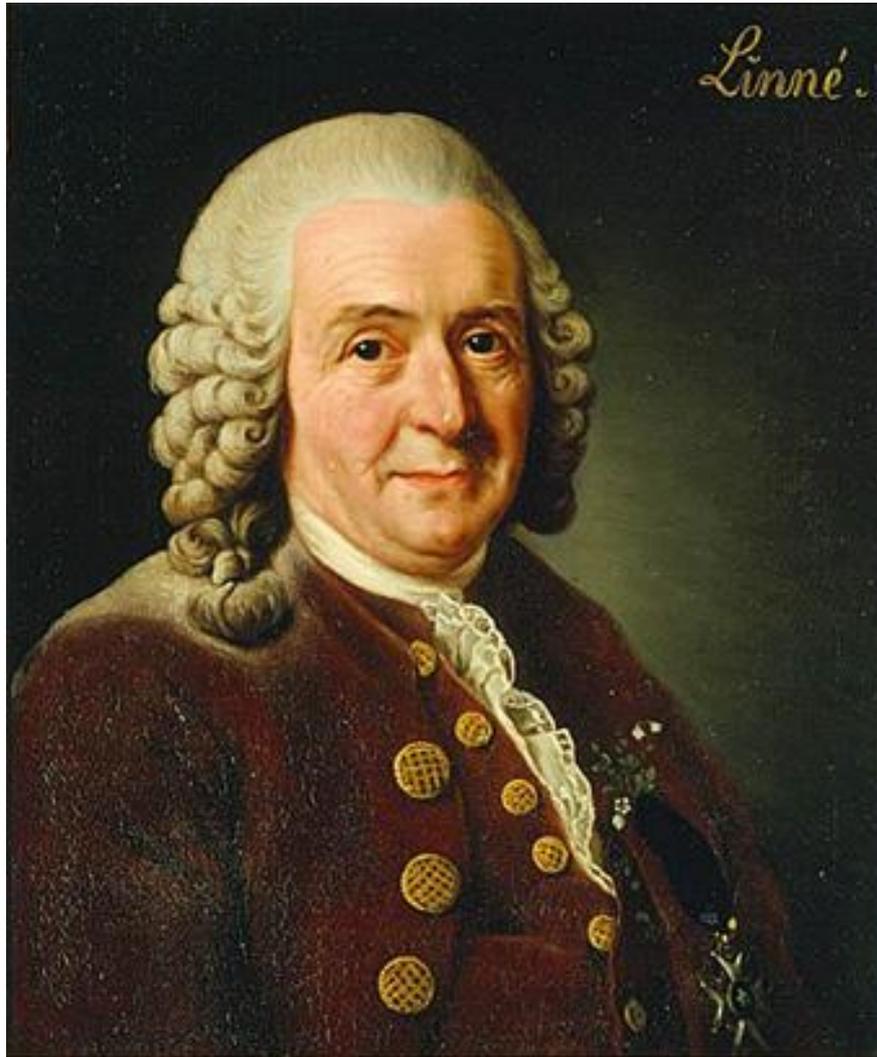


Многообразие форм живой природы

□ Почему живая природа столь многообразна?

□ Каким образом возникло многообразие форм живой природы?

□ Как систематизировать это многообразие?



Linnaeus

CAROLI LINNÆI
EQUITIS DE STELLA POLARI,
ARCHIATRI REGII, MED. & BOTAN. PROFESS. UPSAL.
ACAD. UPSAL. HOLMENS. PETROPOL. BEROL. IMPER.
LOND. MONSPEL. TOLOS. FLORENT. SOC.

**SYSTEMA
NATURÆ**

PER
REGNA TRIA NATURÆ,
SECUNDUM
CLASSES, ORDINES,
GENERA, SPECIES,
CUM
CHARACTERIBUS, DIFFERENTIIS,
SYNONYMIS, LOCIS.

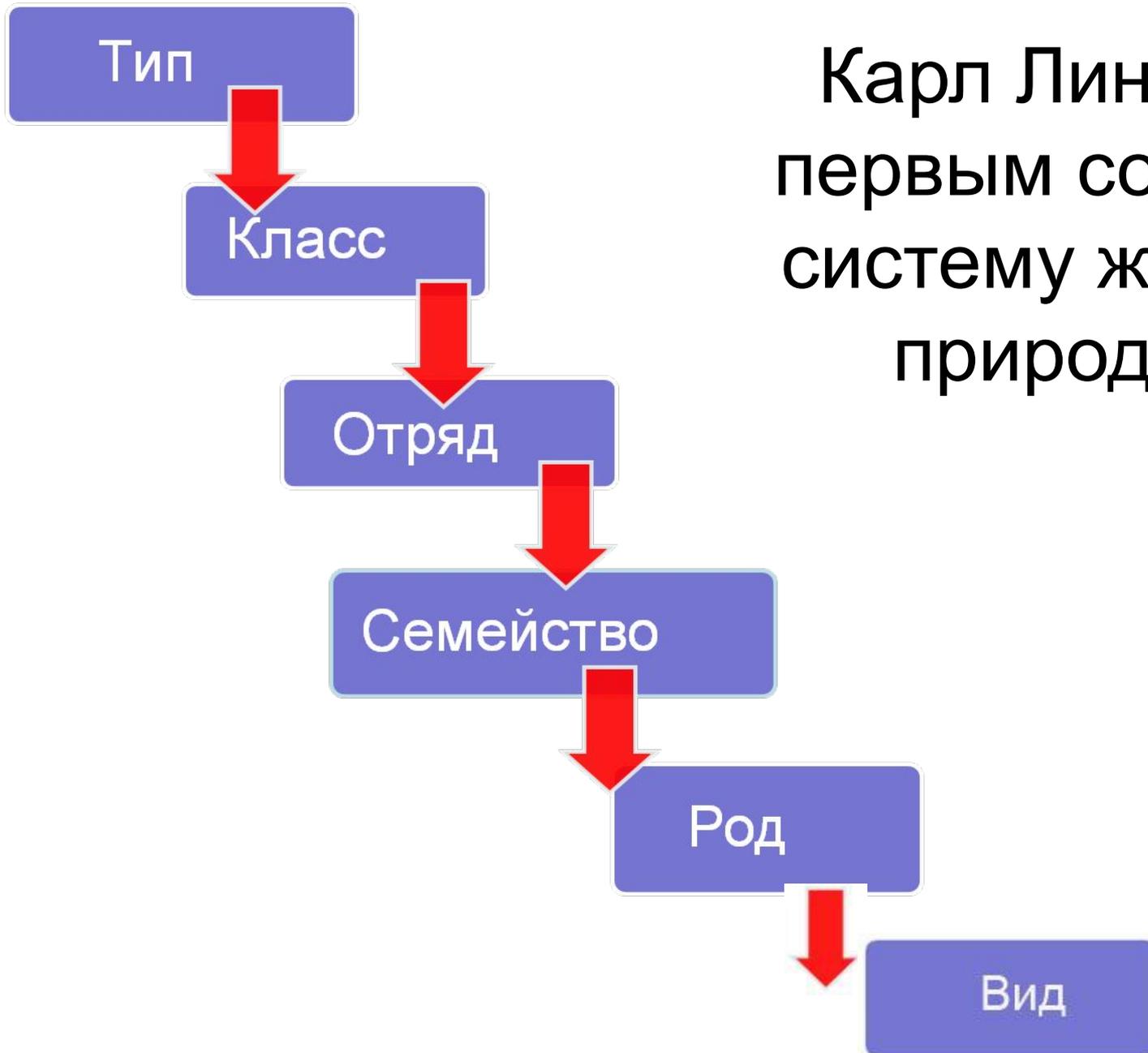
TOMUS I.

EDITIO DECIMA, REFORMATA.

Cum Privilegio Sæcæ Ræcæ Mæssæ Sæcæ.

HOLMIÆ,
IMPENSIS DIRECT. LAURENTII SALVII,
1758.

Карл Линней
первым создал
систему живой
природы

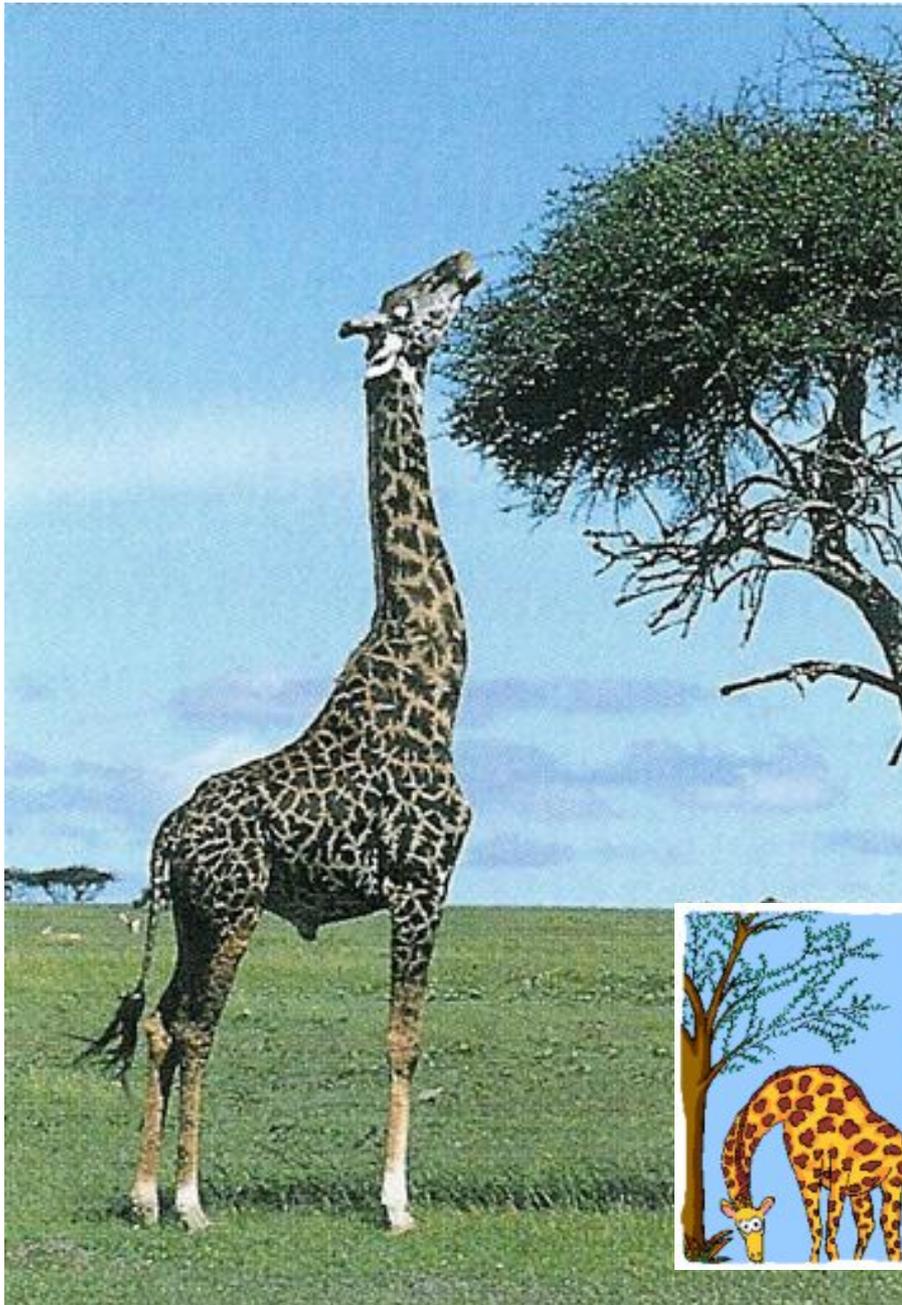


Жан-Батист Ламарк

(1744-1829)

- первым обратил внимание на наследственность как фактор эволюции.
- Изменение внешней среды вызывают приспособление организмов к среде.
- Приспособительный характер изменчивости объяснял внутренним стремлением организмов к совершенствованию, к прогрессивному развитию.



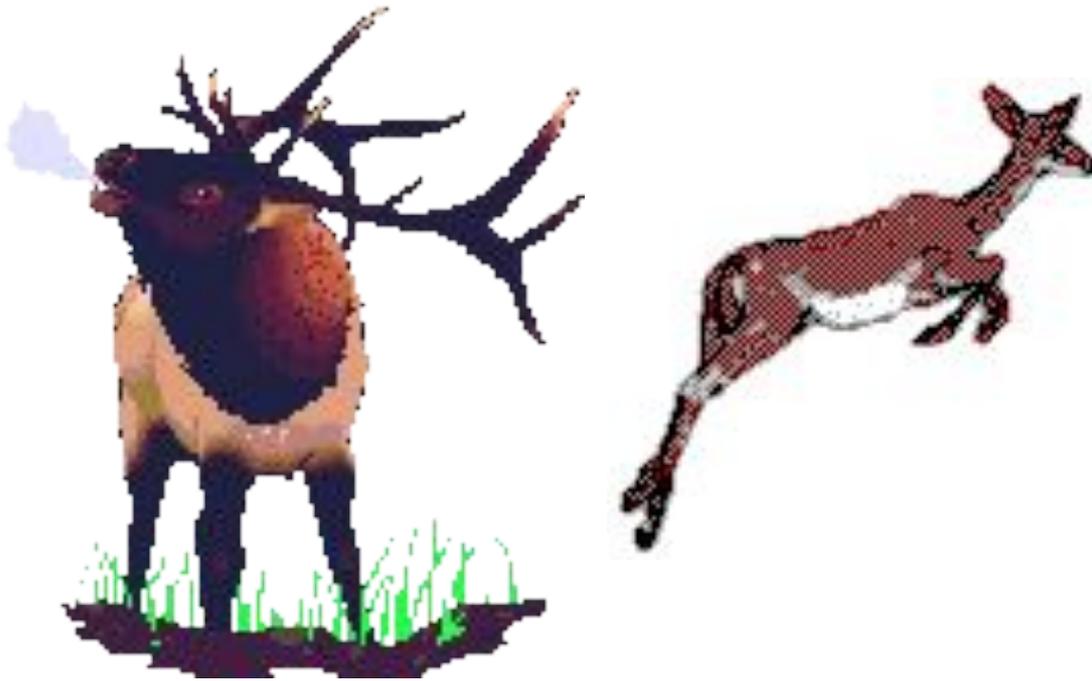


- **«принцип градации» - эволюция идет на основании внутреннего стремления организмов к прогрессу**
- **изначальная целесообразность реакций любого организма на изменение внешней среды и признание возможности прямого приспособления.**



- **Вслед за изменением условий тотчас следует изменение привычек и посредством упражнения соответствующие органы изменяются в нужном направлении (первый «закон»)**

- **эти изменения передаются по наследству (второй «закон»).**

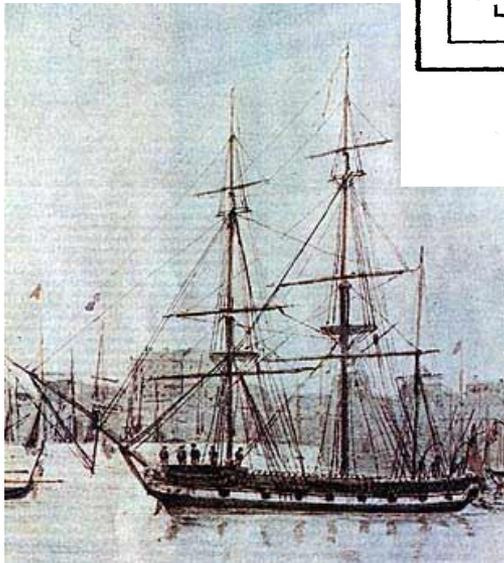
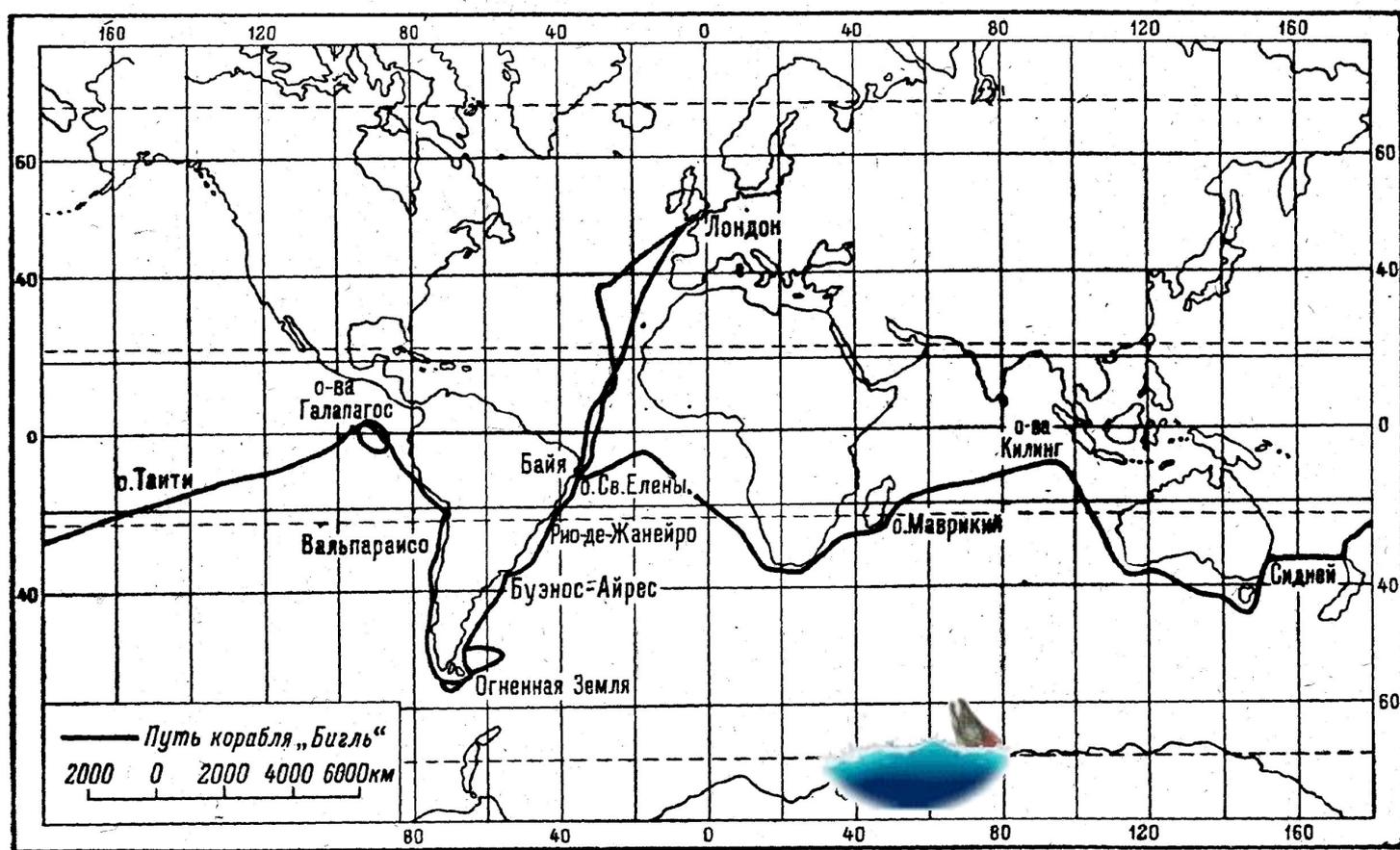


Хронография дарвинизма

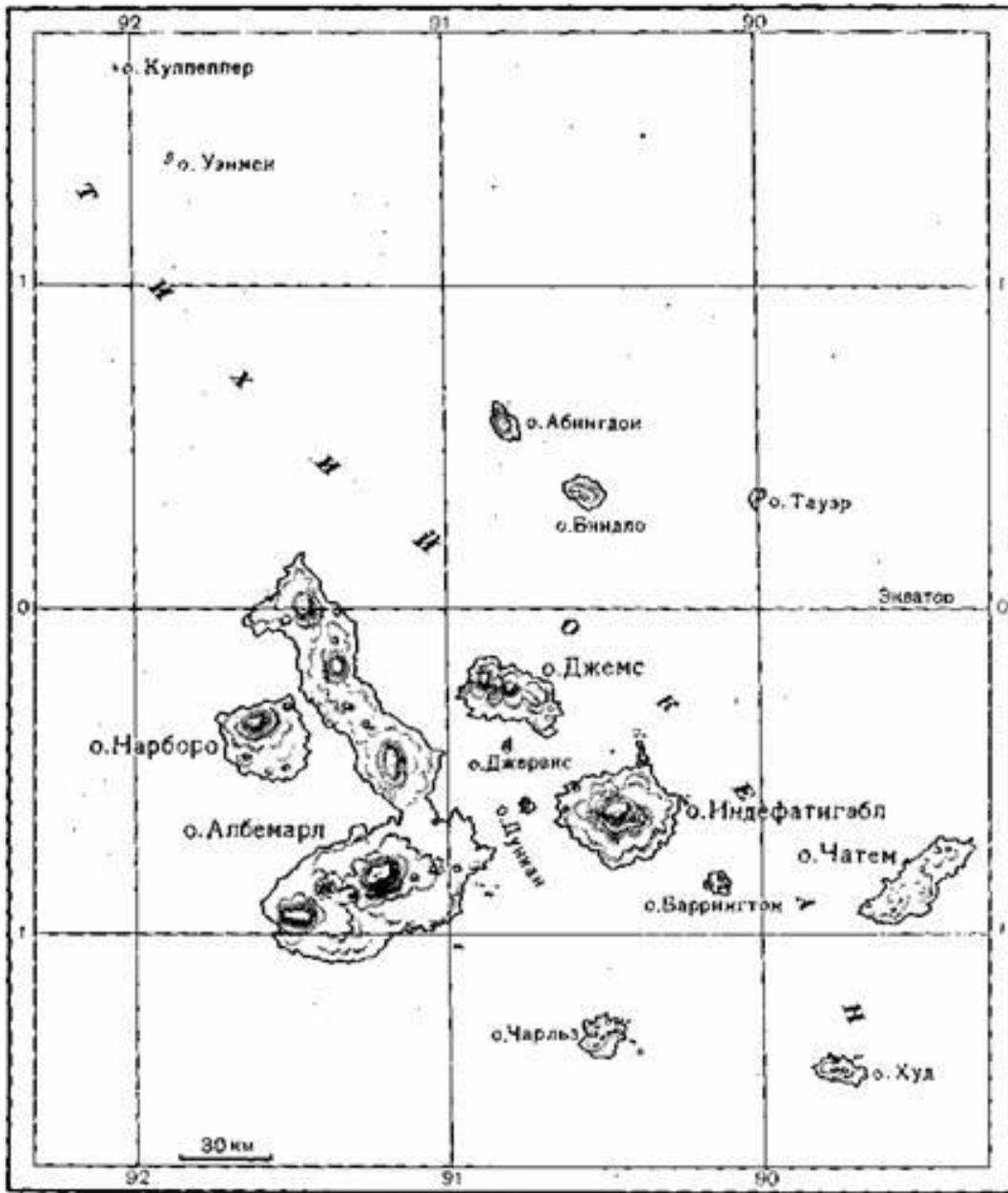
1809 г.	Вышло в свет сочинение Ламарка "Философия зоологии", в котором впервые предлагалась научная гипотеза развития живой природы.
1812 г.	Во введении к "Исследованию ископаемых четвероногих животных" Ж. Кювье изложил свои взгляды на прошлое Земли и органического мира, "теорию катастроф".
1815-1822 гг.	Вышла в свет "Естественная история беспозвоночных" Ж. Б. Ламарка (в 7-ми томах), в которой излагались дополнительные и существенно новые идеи для его гипотезы.
1817 г.	Появилось сочинение Ж. Кювье "Царство животных, классифицированное согласно их организации".
1818-1822 гг.	"Философия анатомии" Э. Ж. СентИлера, в котором на основе данных сравнительной анатомии и тератологии обосновывалось учение о единстве плана строения животного мира.

1823 г.	Английский селекционер Т. Э. Ноден отметил доминантность и рецессивность признаков у садового гороха.
1828 г.	Французский химик Ф. Велер впервые синтезировал органическое вещество из неорганического — мочевину из раствора аммиака и циановой кислоты. Экспериментальное опровержение витализма.
1828 г.	Карл Эрнст фон Бэр опубликовал "Историю развития животных".
1830-1831 гг.	Вышло в свет сочинение Ч. Лайеля "Основы геологии".
1831-1836 гг.	Кругосветное путешествие Ч. Дарвина на корабле "Бигль".
1838-1839 гг.	Клеточная теория Маттиаса Шлейдена и Теодора Шванна.
1842 г.	Ч. Дарвин написал краткий очерк по теории развития живой природы.
1844 г.	Ч. Дарвин написал развернутый очерк теории развития живой природы путем естественного отбора.

1852 г.	Работа английского философа Герберта Спенсера "Гипотеза развития", в которой говорилось об изменяемости видов и прогрессивном развитии живой природы.
1858 г.	Альфред Рассел Уоллес написал статью "О стремлении разновидностей к неограниченному отклонению от первоначального типа", в которой содержались теоретические положения, сходные, с дарвиновскими. Ч. Дарвин получил от А. Р. Уоллеса его статью.
1858 г.	Специальное Собрание Линнеевского общества, на котором были изложены концепции Ч. Дарвина и А. Уоллеса о возникновении видов путем естественного отбора.
1859 г., 24 ноября.	День выхода в свет первого издания сочинения Чарлза Дарвина "Происхождение видов путем естественного отбора". Весь тираж (1250 экз.) был распродан в тот же день.
1862 г.	Опровержение гипотезы самозарождения Л. Пастером.

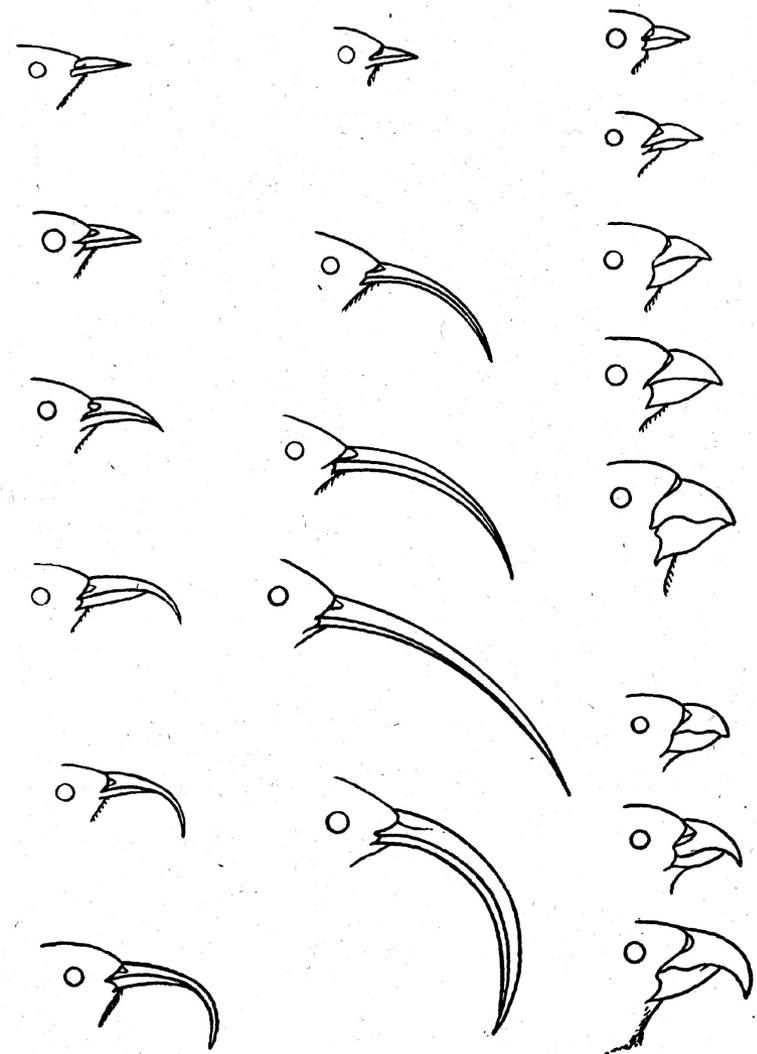


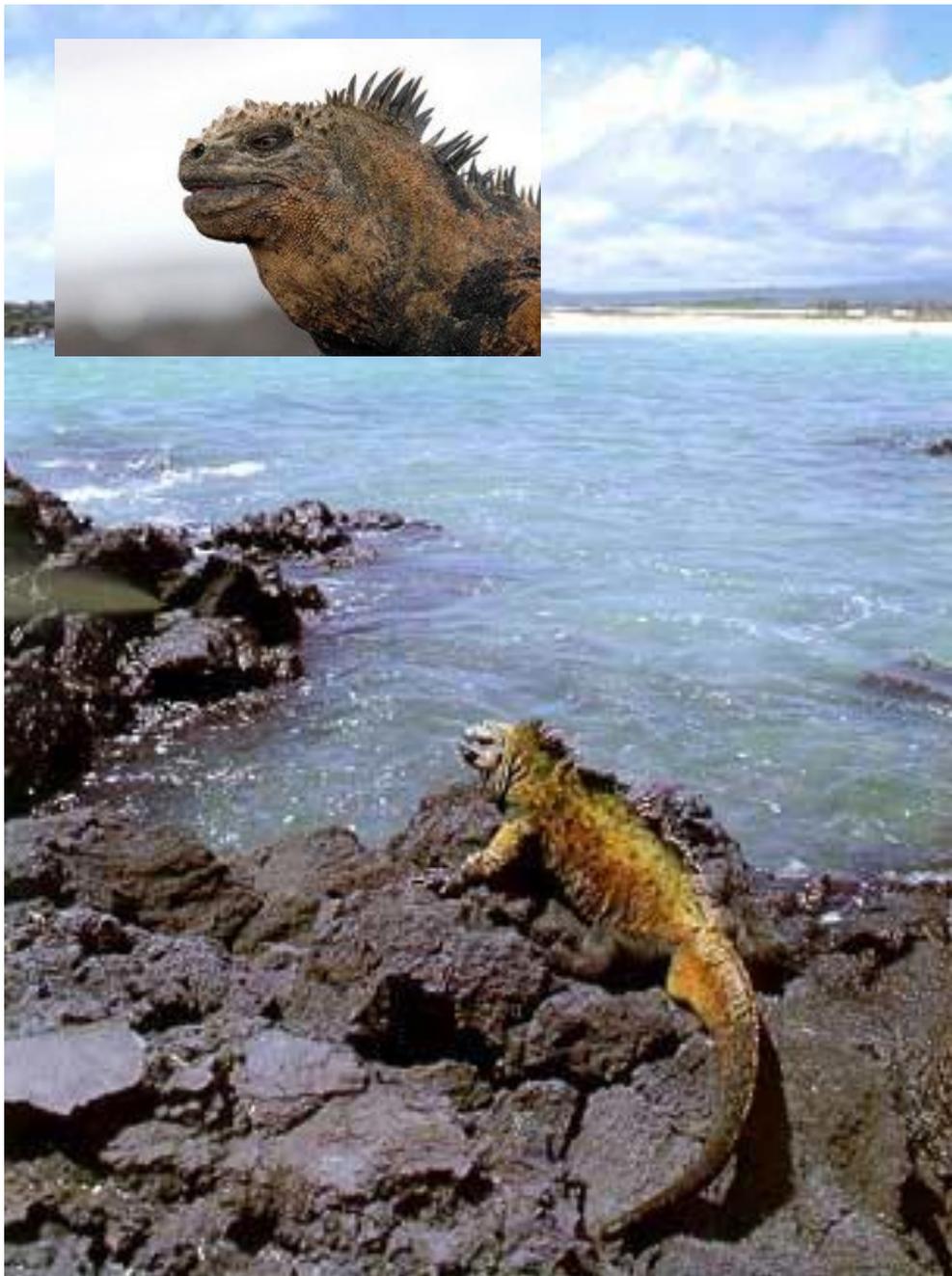
Маршрут кругосветного путешествия Дарвина на корабле «Бигль»
(1831—1836)



- Галапагосский архипелаг

Форма клюва дарвиновых вьюрков





- Морская игуана.
Фауна
Галапагосских
островов произвела
неизгладимое
впечатление на
молодого Чарлза
Дарвина во время
его кругосветного
путешествия на
«Бигле». Эти
водоплавающие
ящерицы с
перепончатыми
лапами водятся
только здесь.

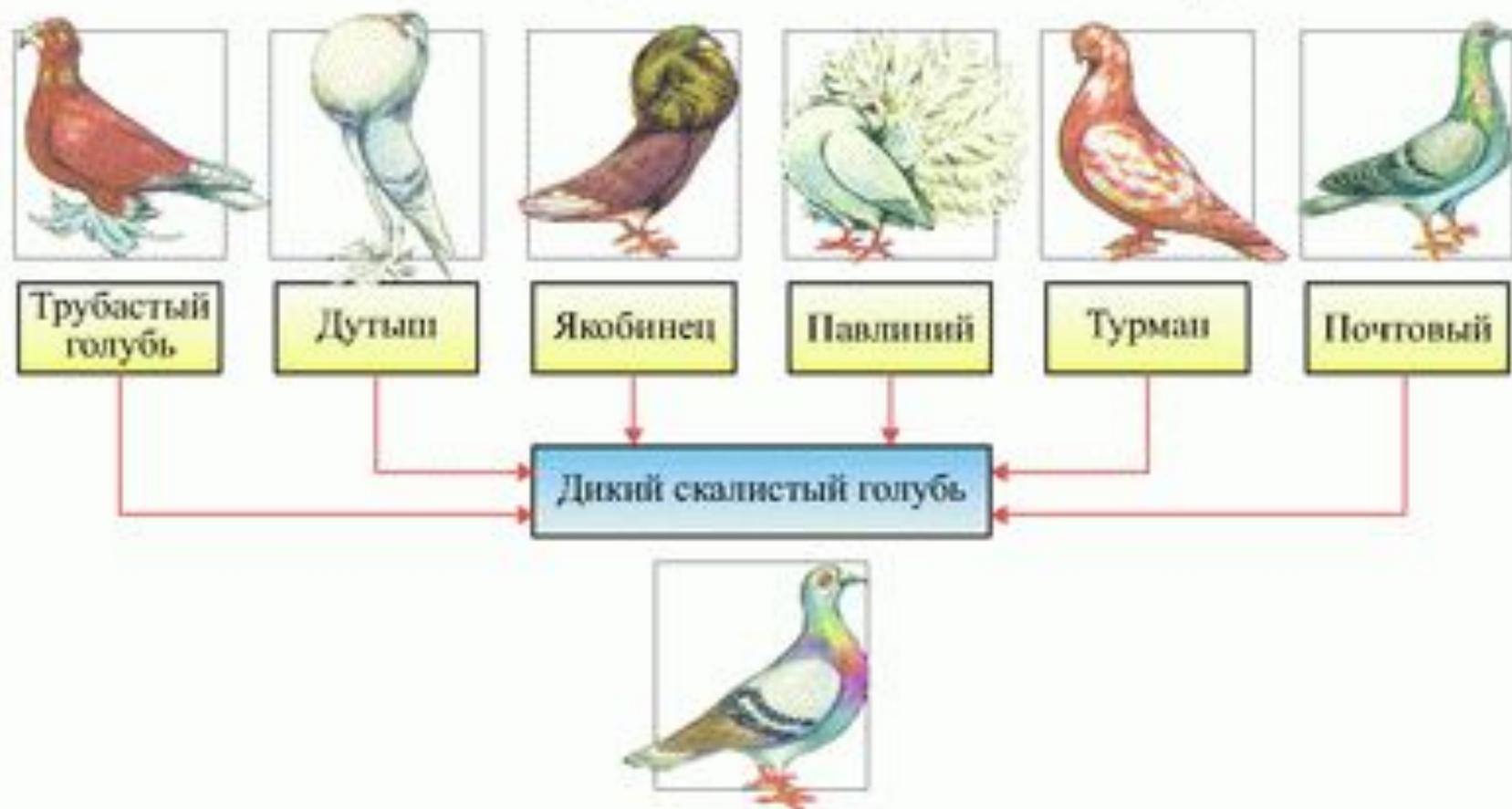


- **Ч. Дарвин имел возможность убедиться, что на каждом из островов Галапагосского архипелага обитает своя разновидность черепах.**

- Ч. Дарвин возвращается в Англию в 1836 г. и приступает к разработке теории эволюции, основанной на вскрытии *механизма эволюционного процесса*.
- Анализируя историю выведения пород голубей, собак и создания сортов культурных растений, Ч. Дарвин убеждается, что различия между породами и сортами возникает в результате отбора и преимущественного размножения тех особей, у которых желательное свойство или признак наиболее выражены.

ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР

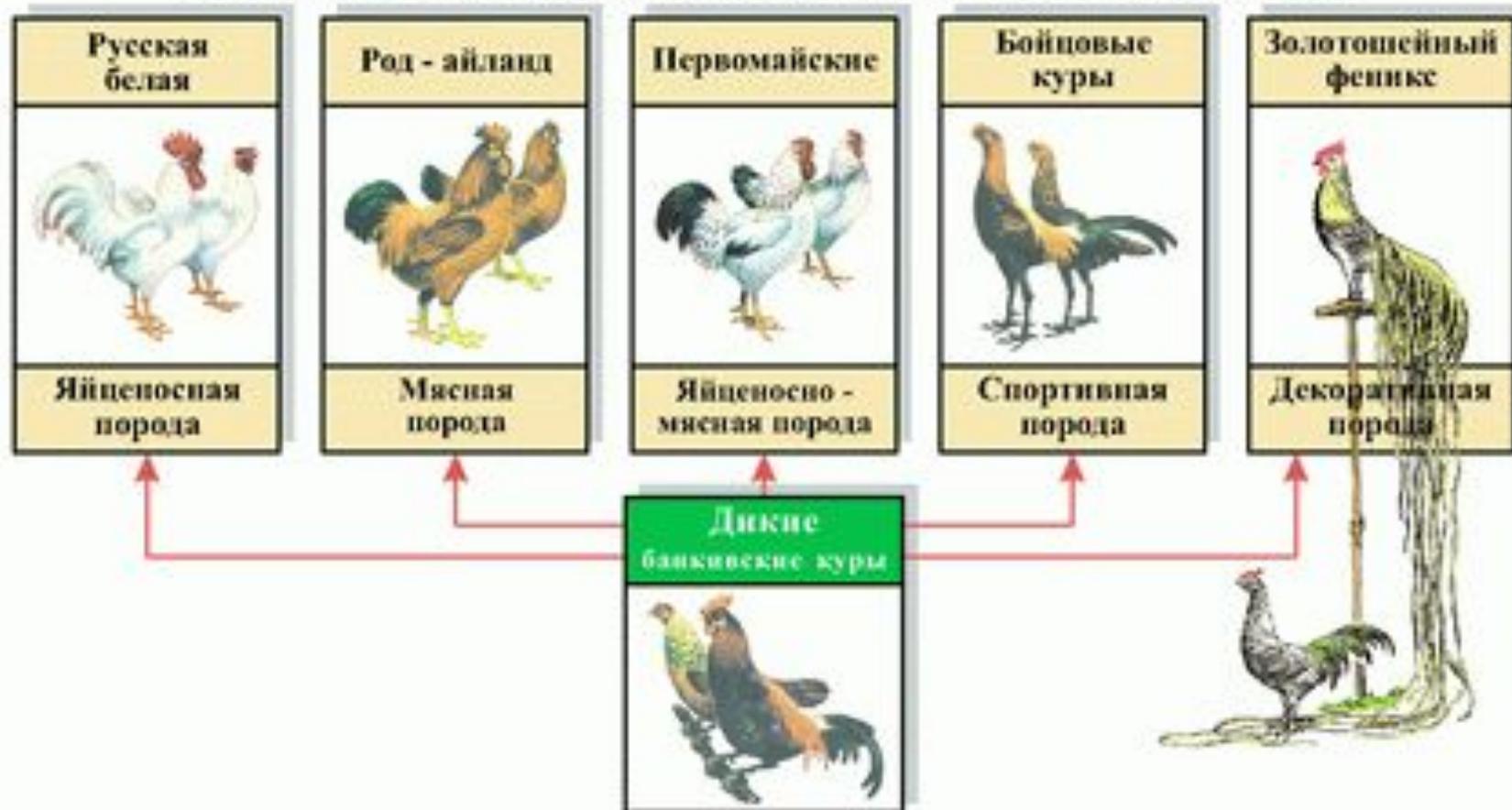
РАЗЛИЧНЫЕ ПОРОДЫ ГОЛУБЕЙ И ИХ ОБЩИЙ ПРЕДОК





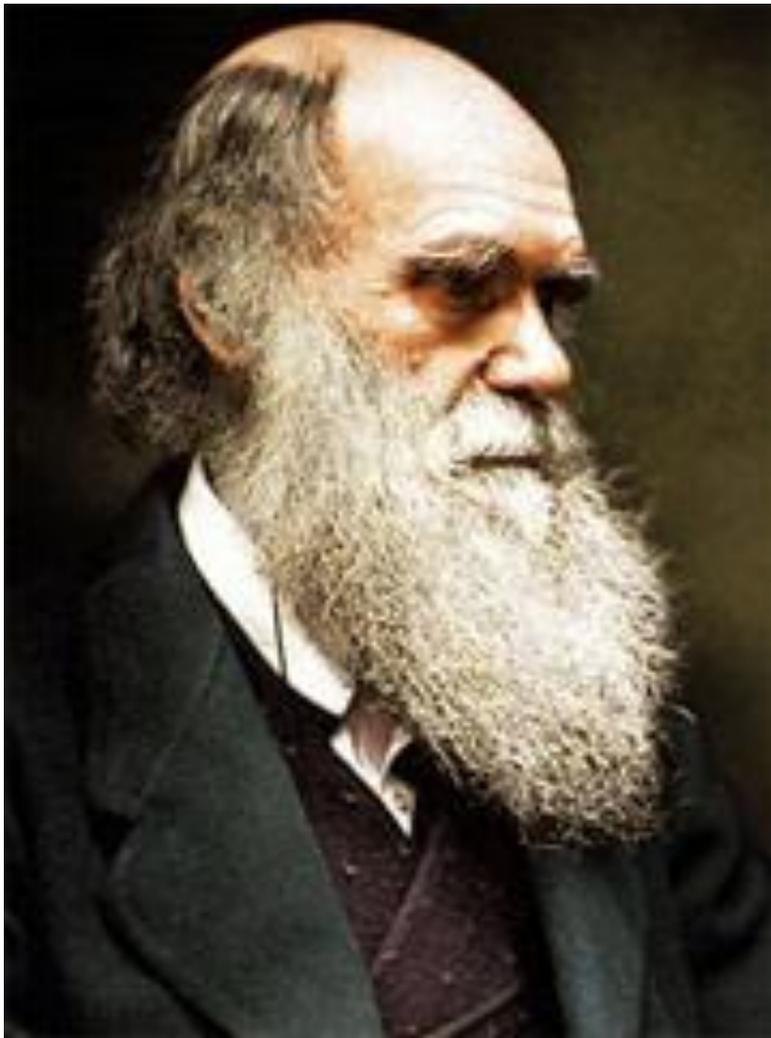
- Различные породы голубей и их дикий предок – скалистый голубь
- Верхний ряд (слева направо): дутыш, турман, яacobинец.
- Нижний ряд: павлиний голубь, дикий голубь

ТВОРЧЕСКАЯ РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА
Различные породы домашних кур и их общий предок

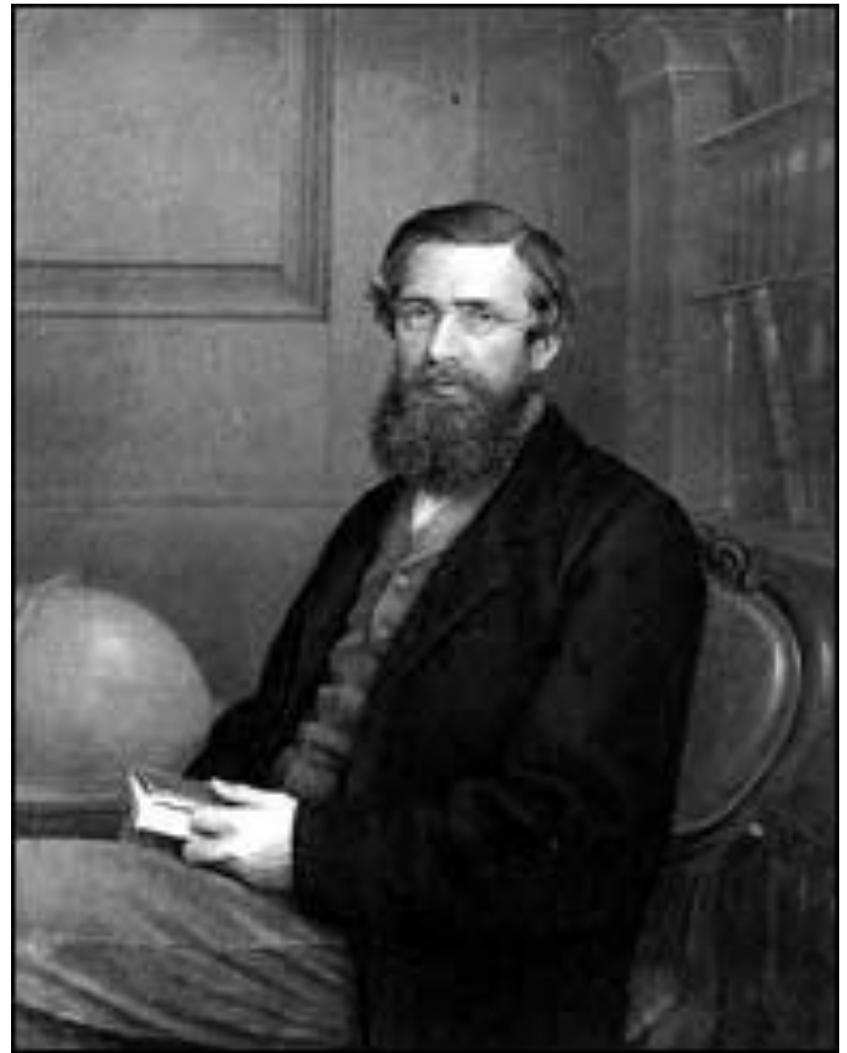




- Банкивские куры и различные породы домашних кур.
- Верхний ряд (слева направо): банкивские куры (*Gallus bankiva*), белая московская
- Средний ряд: первомайская, ливенская
- Нижний ряд: род-айланд, бойцовая порода



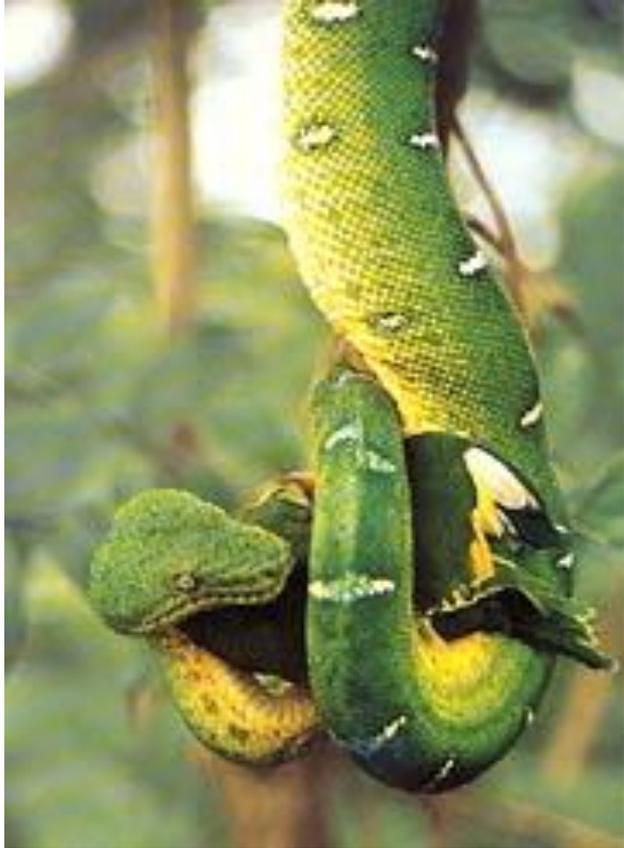
- Чарлз Роберт Дарвин (1809 –1882)



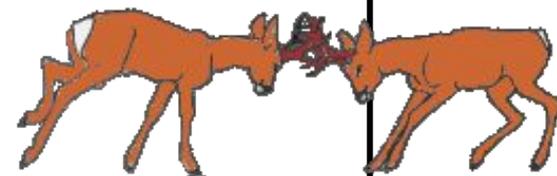
- Альфред Рассел Уоллес (1823-1913)

- В 1858 г. Дарвин и независимо от него Уоллес обосновали принцип естественного отбора и представление о борьбе за существование как механизме этого отбора.

- **Положения Теория эволюции путем естественного отбора:**
- для живого характерно наличие изменчивости, причем для эволюции громадное значение имеет наследственная изменчивость.
- для организмов характерно размножение в геометрической прогрессии, но этому мешает ограниченность жизненных ресурсов
- Значительная часть родившихся гибнет в «борьбе за жизнь».
- Разнообразные взаимоотношения с объектами живой и неживой природы Дарвин назвал **борьбой за существование** - не только жизнь одной особи, но и успех ее в обеспечении себя потомством.



Борьба
за
существование



Внутривидовая

Межвидовая

Борьба
с
неблагоприятным
и
условиями среды

- В результате борьбы за существование происходит **элиминация** (физическая гибель или устранение при размножении) тех особей, которые по признакам наименее соответствуют условиям среды обитания.
- Таким образом, следствием борьбы за существование является естественный отбор.
- **Естественный отбор**, это совокупность происходящих в природе событий, обеспечивающих выживание наиболее приспособленных, и преимущественное оставление ими потомства. (по Дарвину)

Синтетическая теория эволюции

- возникла в начале 40-х годов прошлого века.
- Термин «синтетическая теория эволюции» идет от названия книги английского эволюциониста Джулиана Хаксли – «Эволюция: современный синтез».
- В разработку синтетической теории эволюции внесли вклад многие ученые, среди которых: Четвериков, Тимофеев-Рессовский, Вавилов, Шмальгаузен, Гаузе, Ромашов, Дубинин (СССР), Хаксли, Холдейн, Фишел (Великобритания), Добжанский, Симпсон, Райт (США).

Законы эволюции

Правило прогрессивной специализации

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

Правило необратимости (закон Долло)

- Положение о необратимости эволюции было впервые сформулировано Дарвином: Вид, раз исчезнувший, никогда не может появиться снова

Правило смены фаз

- Всякое крупное эволюционное изменение сопровождается последующей адаптивной радиацией с освоением всех возможных экологических ниш

Правило гетеробатмии и усиления интеграции биосистем

- Вследствие гетеробатмии одни органы развиваются быстро, другие — медленно, третьи остаются неизменными. Например, магнолиевые имеют примитивный цветок и продвинутую проводящую систему

Закон неравномерности эволюции

- Скорость эволюции — это количество эволюционных изменений за единицу времени. Чаще всего скорость эволюции измеряется числом таксонов (видов, родов, семейств), которые появлялись за единицу времени

Микроэволюция



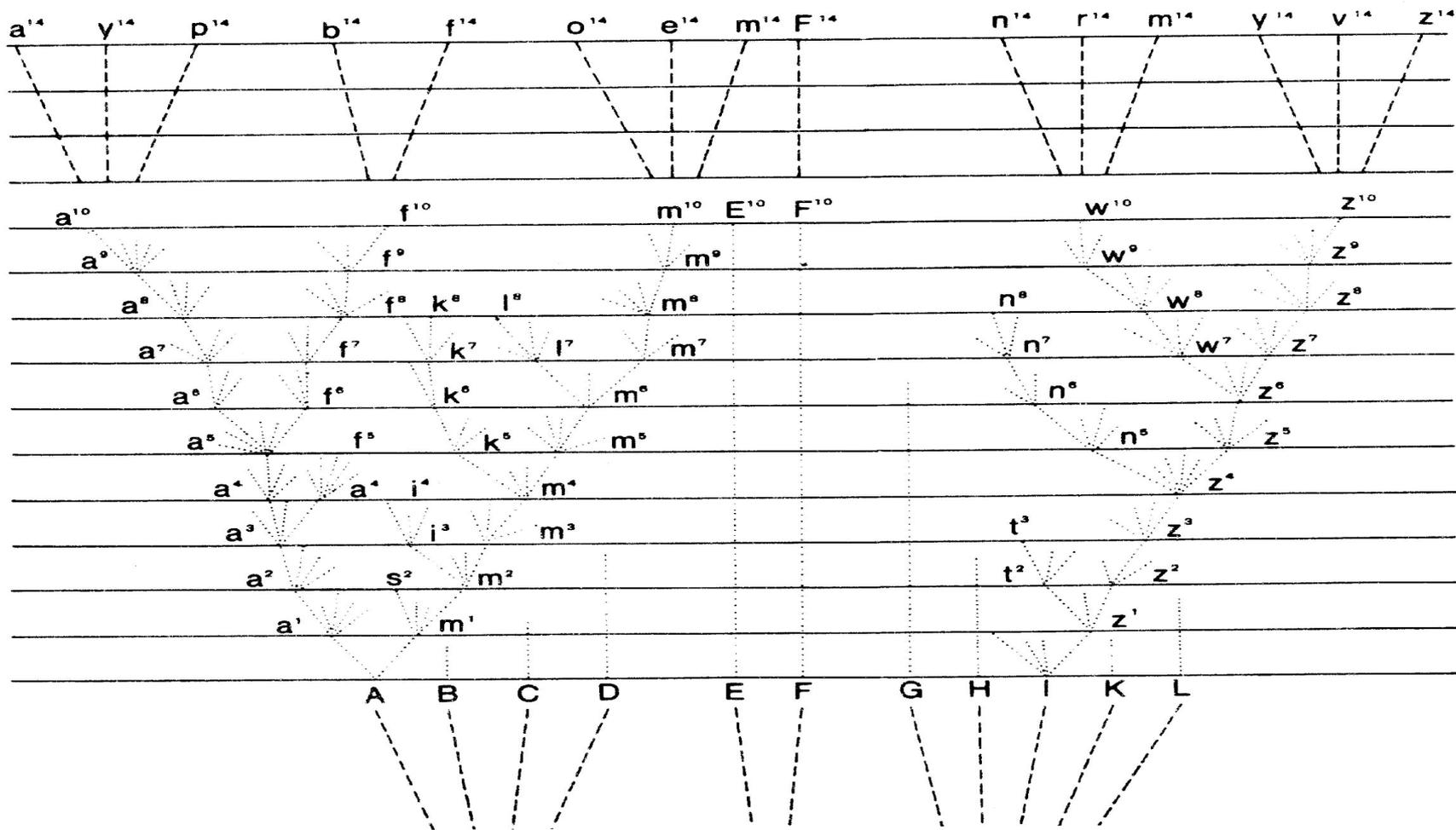
@ 1995 Mark Thomas

- Вид - совокупность особей, характеризующихся общим происхождением, наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей; способных скрещиваться и давать плодовитое потомство; приспособленных к определенным условиям среды и занимающих определенный ареал.



Критерии вида

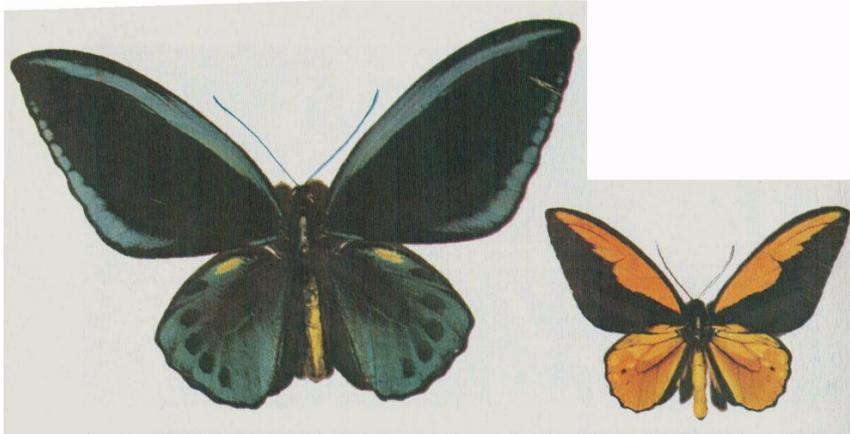
- ✓ Основные критерии вида:
- ✓ Морфологический
- ✓ Физиологический
- ✓ Биохимический
- ✓ Генетический
- ✓ Географический (ареалогический)
- ✓ Экологический



- **Графическая схема Дарвина, показывающая дивергенцию и эволюцию видов**

1. Морфологический критерий - введен Дж.Реем в 1676-1704 гг.

Эти бабочки принадлежат к одному
виду, распространенному на
тропических островах Океании.



- **К.Линней использовал его для построения первой классификации животных и растений**

Виды - двойники

- Известно 6 видов «малярийного комара», практически неотличимых морфологически, из которых, в действительности, только один является переносчиком малярии



- Популяция — это совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида в течение большого числа поколений, населяющих определенный ареал и частично изолированных от других популяций.



Основные экологические характеристики популяции

- *величина* (по занимаемому пространству и численности особей)
- *возрастная структура*
- *половая структура*
- *популяционная динамика*

Генетические процессы в популяциях

1. Закон Харди-Вайнберга

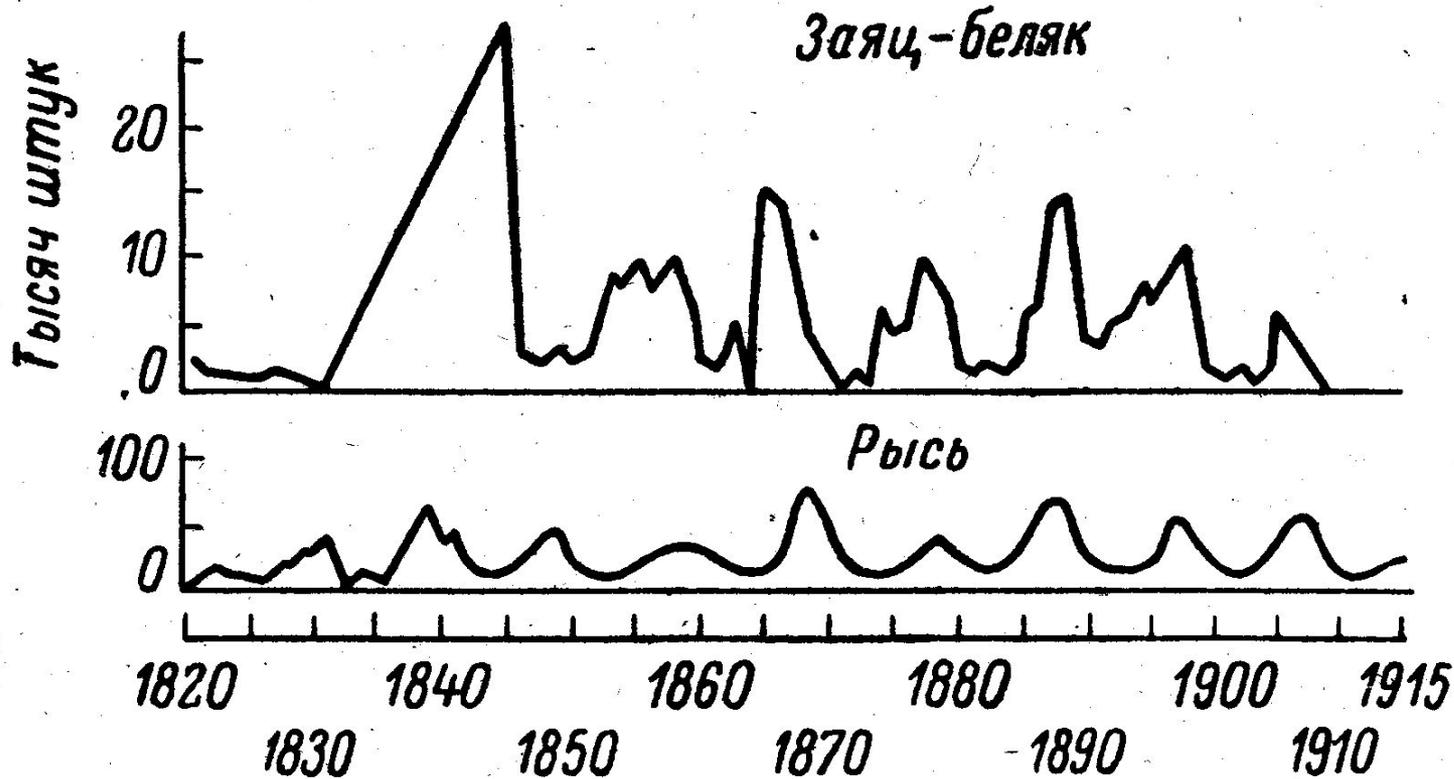
- Позволяет рассчитывать относительную частоту генотипов и фенотипов в панмиктивной популяции:
- $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$

При условиях:

- а. $n \rightarrow \infty$
- б. отсутствие отбора, миграций,
- в. конкуренции за пищу и пространство

- Предположим, что в популяции число форм, гомозиготных по разным аллелям одного гена (AA и aa), одинаково. Если особи – носители данных аллелей – совершенно свободно скрещиваются друг с другом (панмиксия), то возможны следующие комбинации:

самцы	самки	0,5 A (p)	0,5 a (q)
0,5 A (p)		0,25 AA (pp=p ²)	0,25 Aa (pq)
	0,5 a (q)	0,25 Aa (pq)	0,25 aa (qq=q ²)



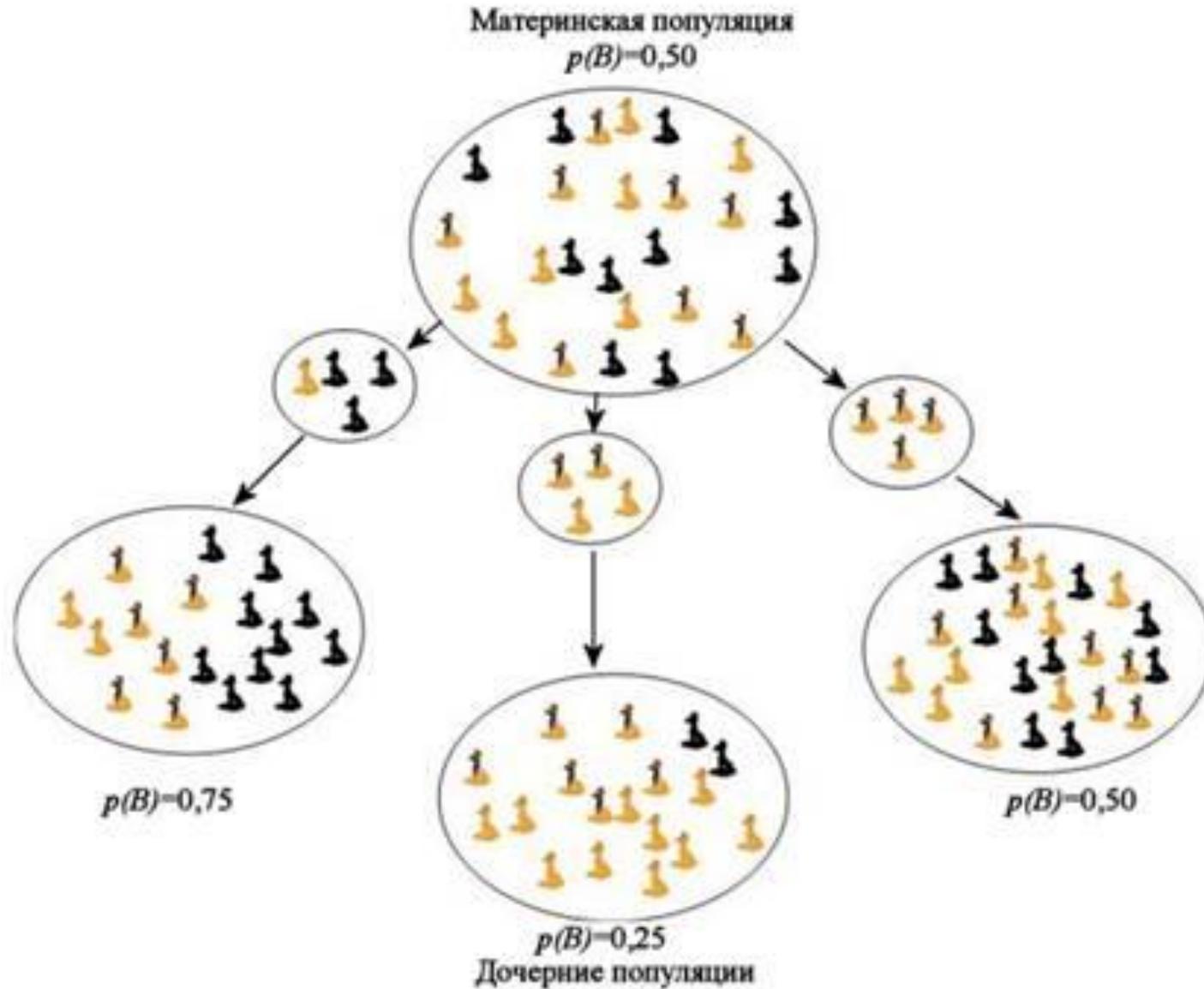
- К механизмам ограничивающим численность популяции относятся две группы факторов :
- Факторы авто – или (что одно и то же) эндо- - регуляции численности ,
- факторы внешней или экзорегуляции .

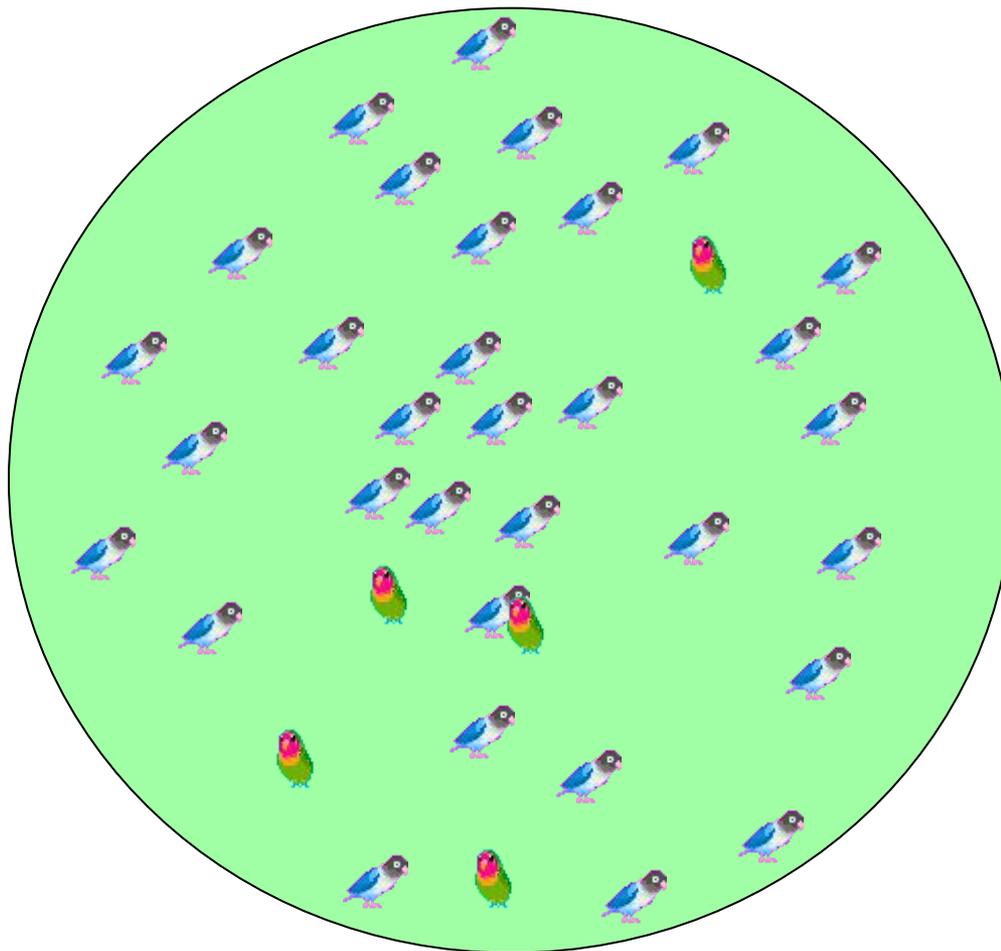
Элементарные факторы эволюции:

- дрейф генов,
- изоляция,
- мутационный процесс,
- популяционные волны,
- естественный отбор.

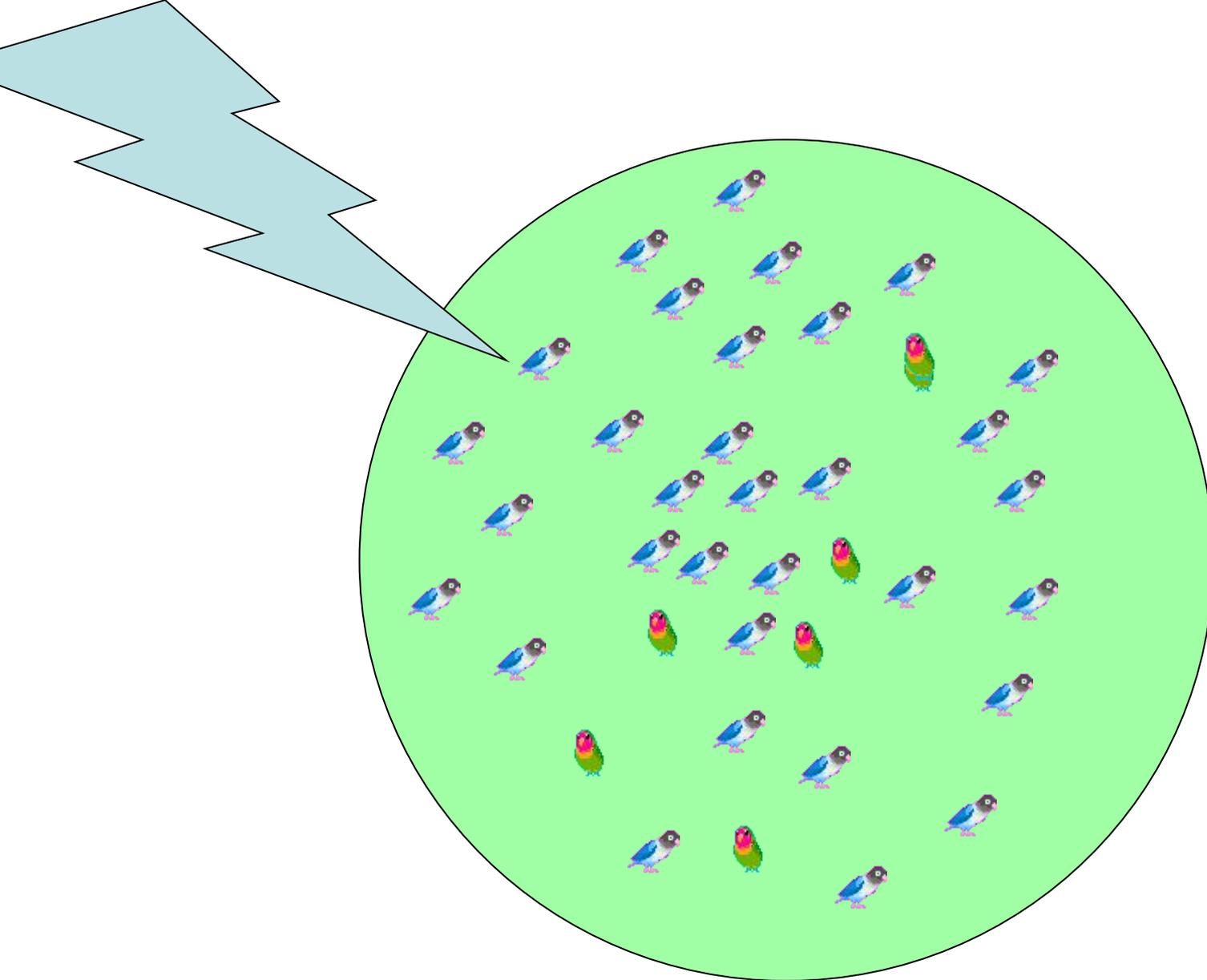


- Дрейф генов – случайное и ненаправленное изменение частот аллелей популяции

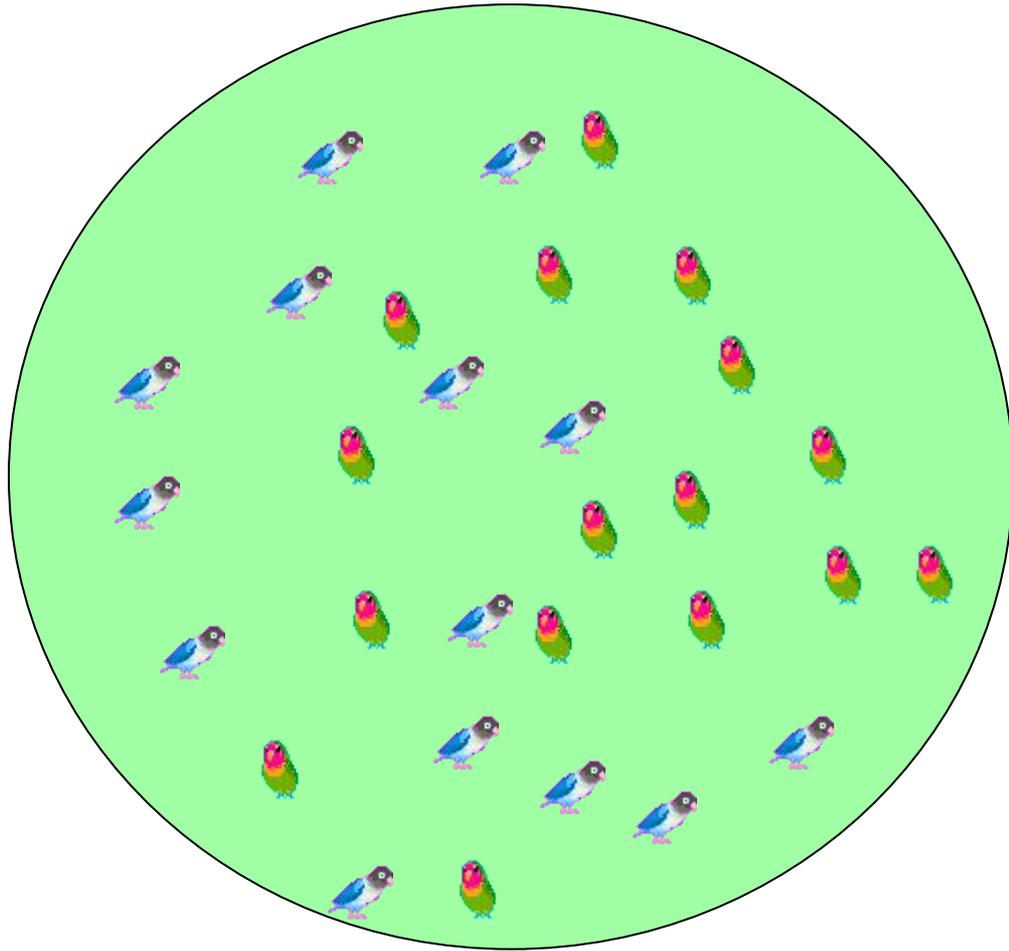




В исходной популяции встречаются редкие
генотипы (зеленые птички)

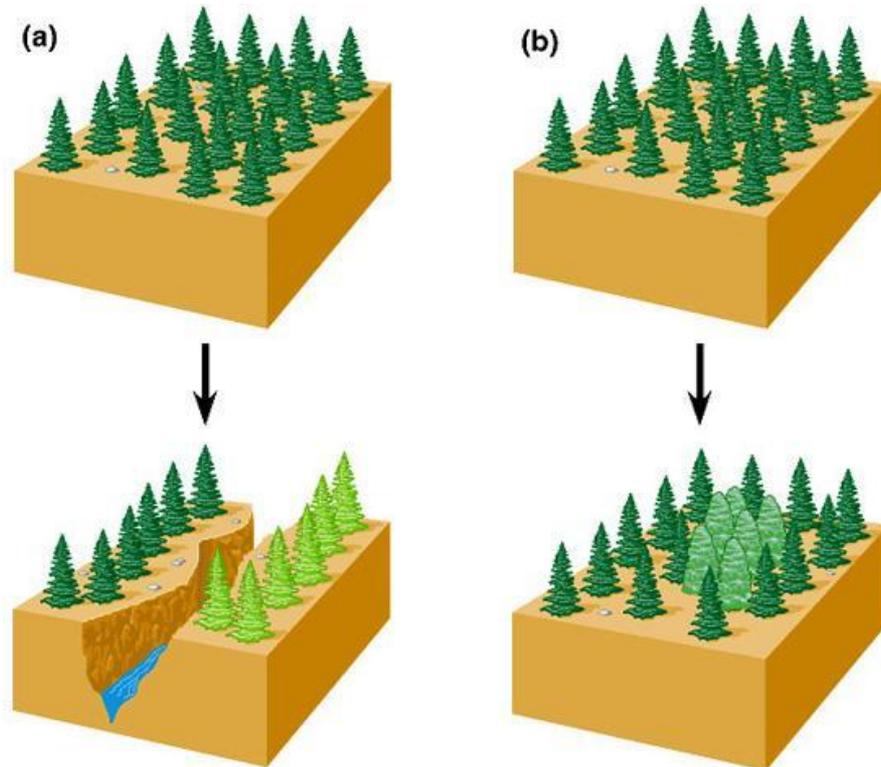


В результате катастрофы большая часть популяции неизбирательно погибает



Впоследствии популяция восстанавливается за счет выживших особей и прежде редкие генотипы становятся распространенными

- *Изоляция* – возникновение любых барьеров, ограничивающих панмиксию (свободное скрещивание).
- Пространственная изоляция – географические особенности ландшафта



- Биологическую изоляцию обеспечивают две группы механизмов: устраняющие скрещивание (докопулятивные) и изоляция при скрещивании (послекопулятивные).

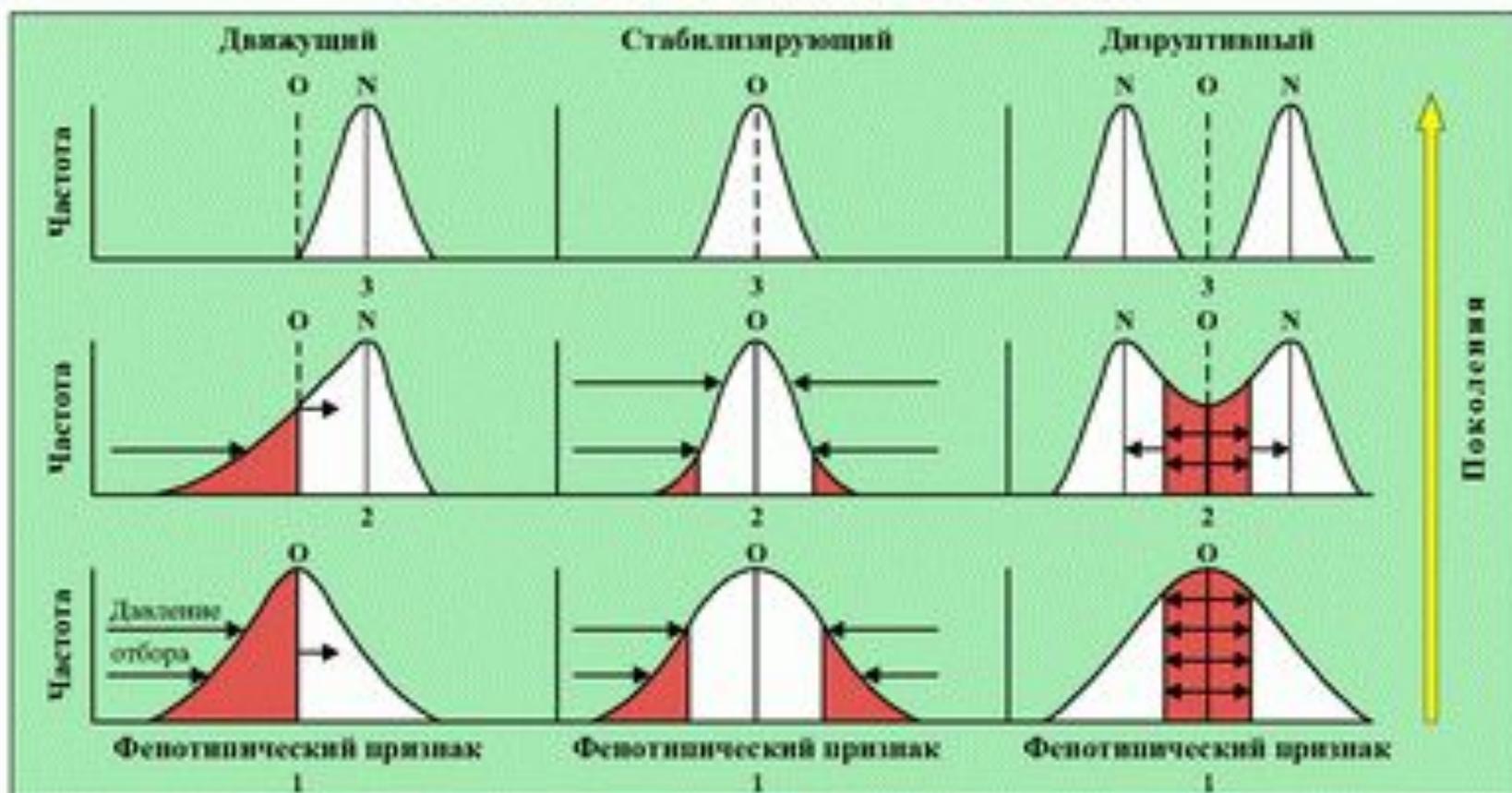


- Естественный отбор - избирательное выживание и возможность оставления потомства отдельными особями



- Естественный отбор является ведущим, направляющим, движущим фактором эволюционного развития органического мира.
- Предпосылки естественного отбора.
- *Гетерогенность особей.*
- *Прогрессия размножения. Борьба за существование.*

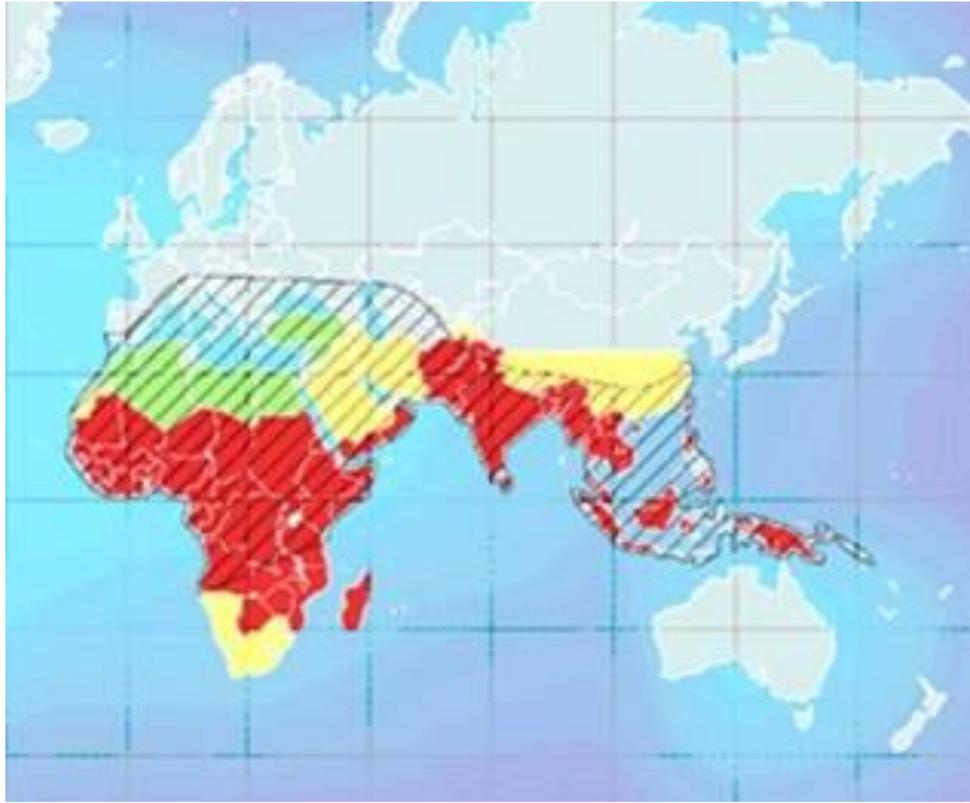
ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА



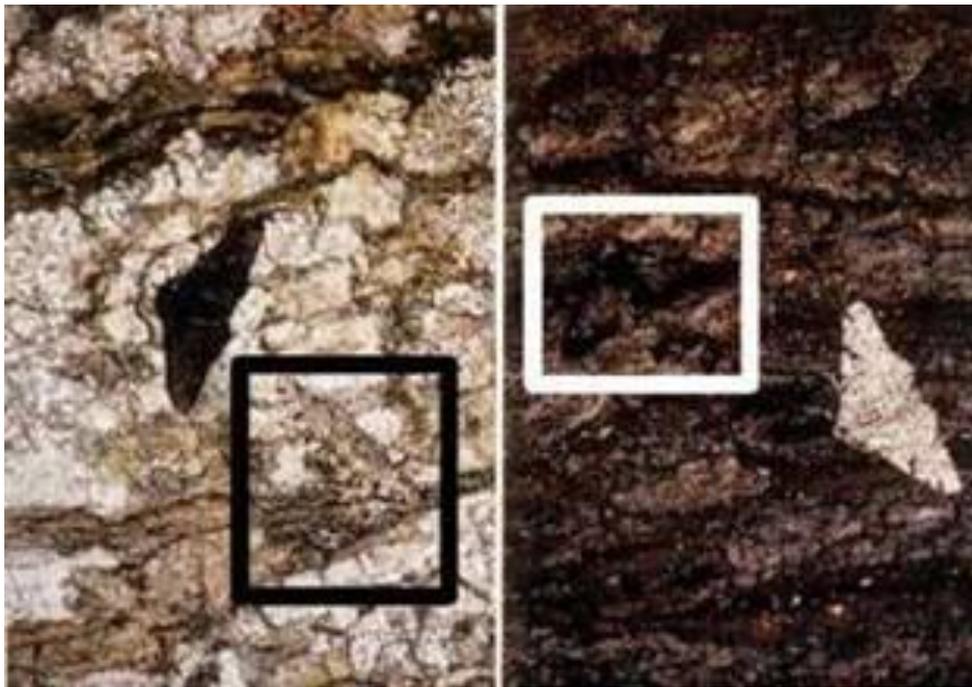
O - исходное положение точки оптимального соответствия фенотипа оптимальным условиям среды

N - новое положение точки оптимального соответствия фенотипа оптимальным условиям среды

Стабилизирующий отбор



- Карта распределения серповидноклеточной анемии в малярийных районах. Цветами обозначены малярийные районы. В заштрихованной области обнаруживается высокая частота серповидно-клеточной анемии



- Индустриальный меланизм

- Окраска раковины виноградной улитки
- в лесах чаще встречаются особи с коричневыми раковинами, на участках с грубой травой - с желтыми.

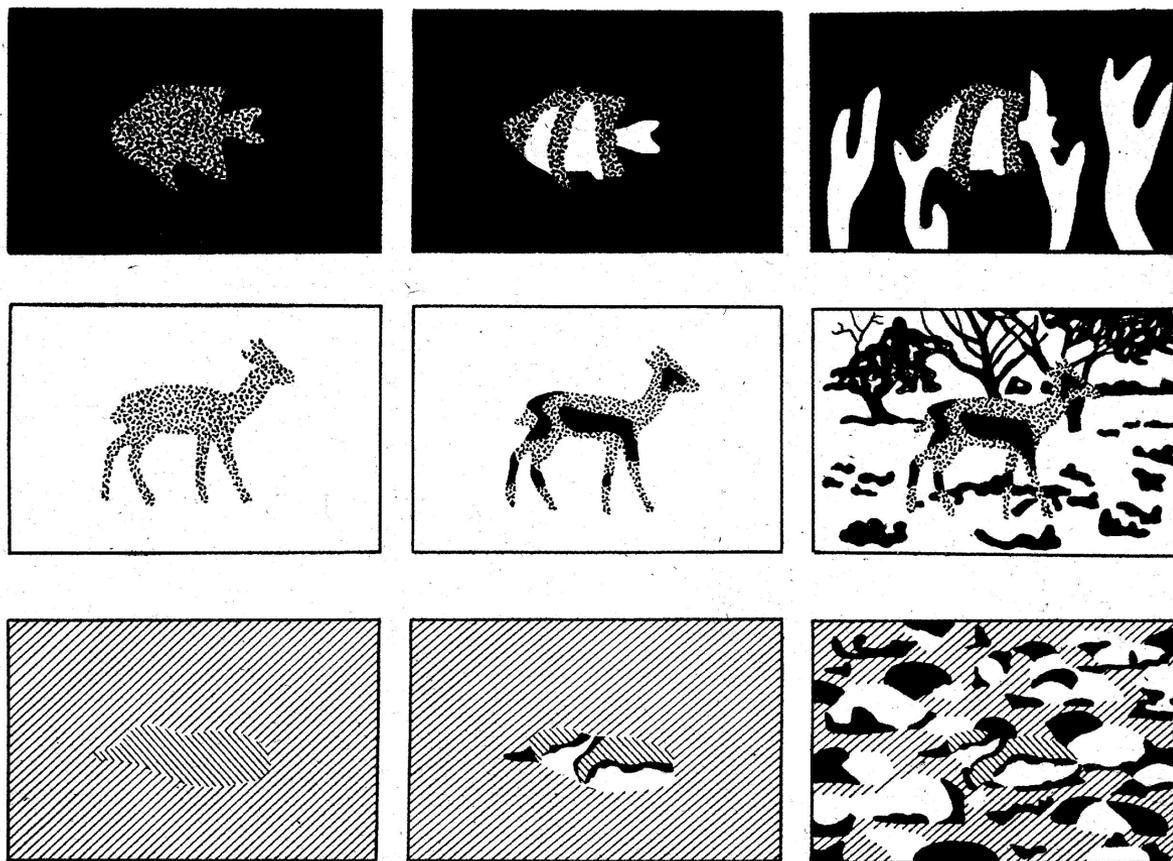


Возникновение адаптаций – результат действия
естественного отбора.

- Адаптация –
возникновение и
развитие
конкретных
морфофизиологи-
ческих свойств,
значение которых
зависит от
конкретных
условий среды.



- Расчленяющая окраска нарушает впечатление о контурах тела. При этом затрудняется определение очертания жизненно важных органов, нпр, глаз у ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ.

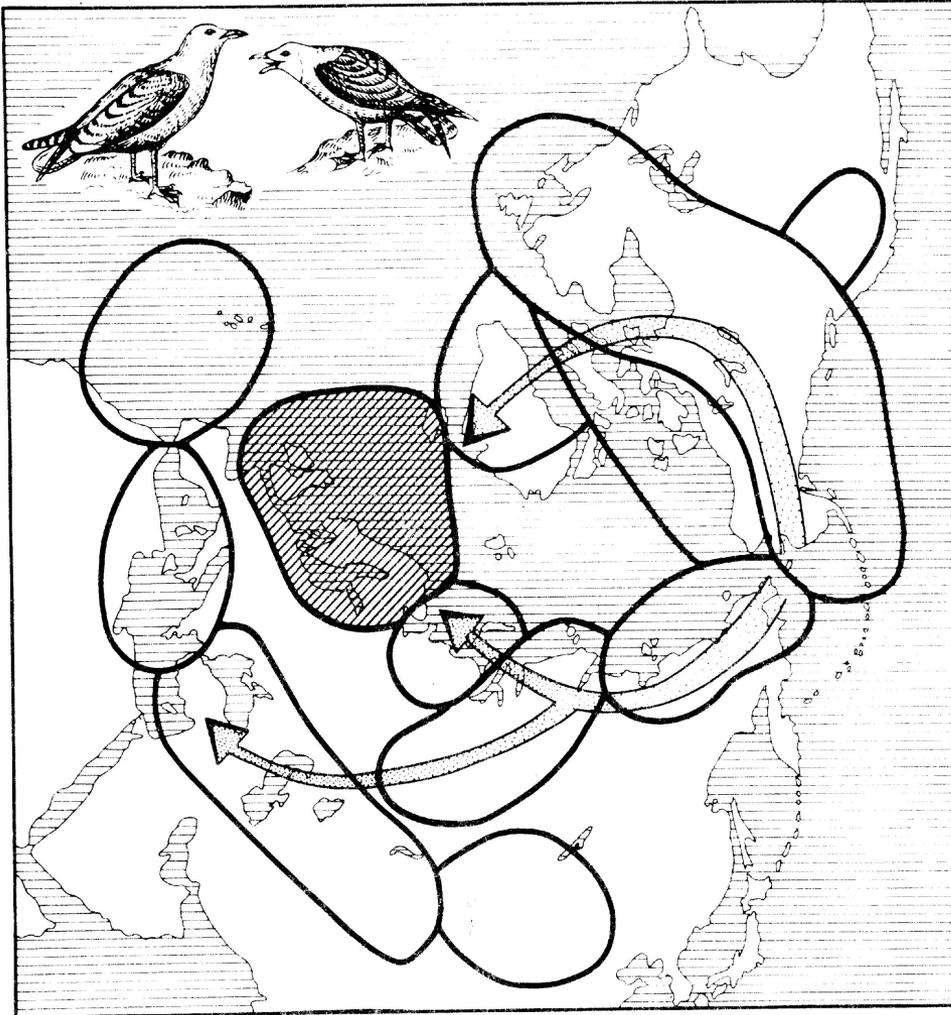


1

2

3

Аллопатрическое видообразование - Круги форм

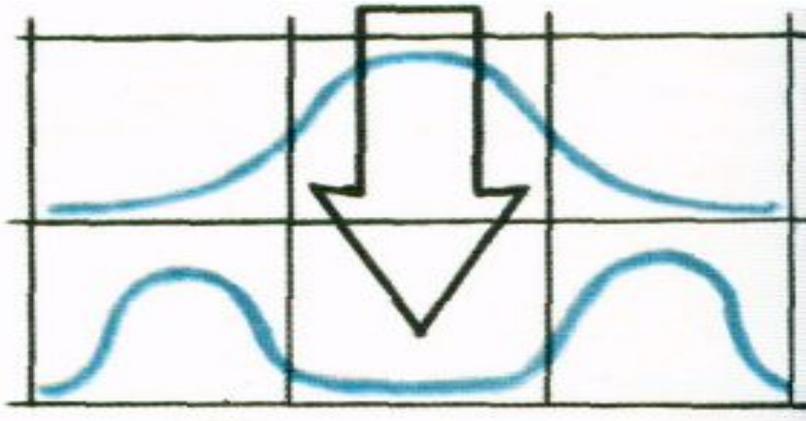


- **Новый вид может возникнуть из одной или группы смежных популяций**

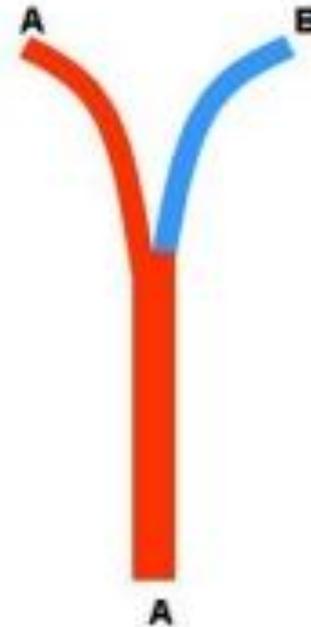
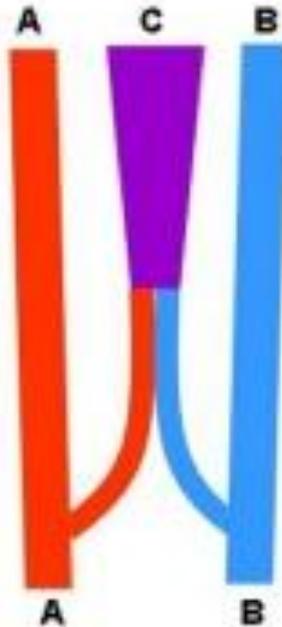
Симпатрическое (экологическое) видообразование



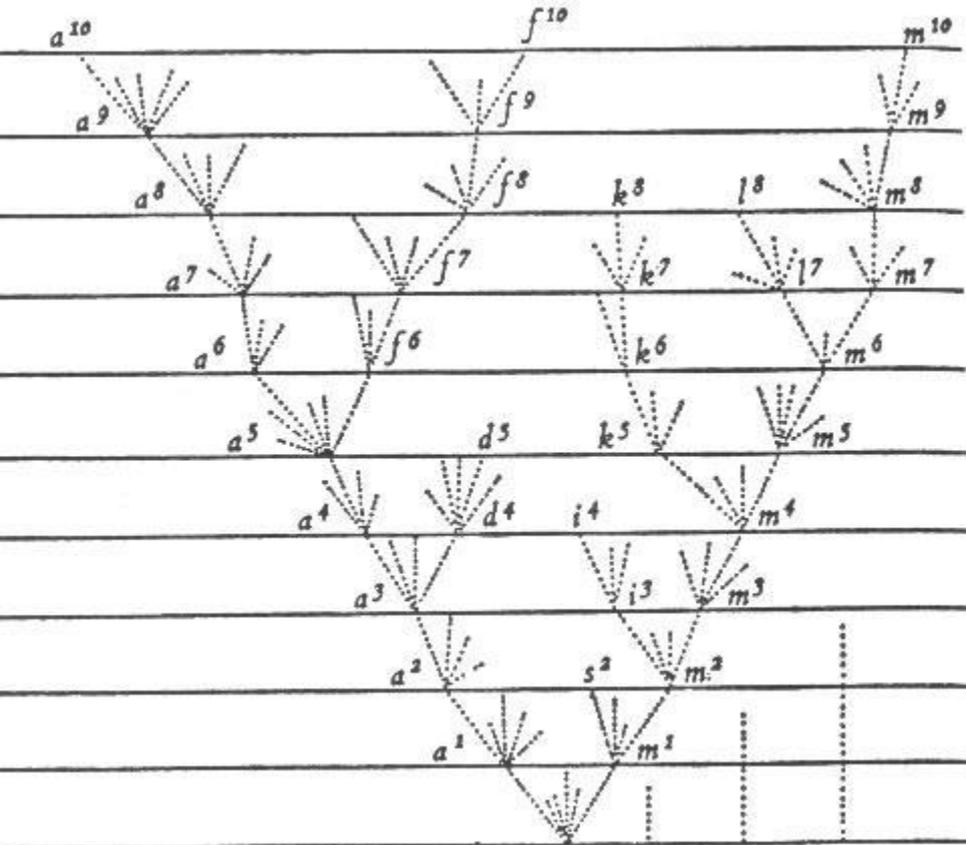
- ***новый вид может возникнуть внутри ареала исходного вида***



- Филетическое - путем постепенного изменения одного и того же вида во времени без какой либо дивергенции исходных групп
- Гибридогенное - в результате гибридизации двух уже существующих видов –.
- Дивергентное - разделение единого предкового вида



Макроэволюция



А.Н.Северцов - автор теории биологического прогресса



По А.Н.Северцову, существуют два основных пути эволюционного процесса:

- 1. Биологический прогресс**
- 2. Биологический регресс**

Биологический прогресс



- **Означает возрастание приспособленности организма к окружающей среде, победе вида в борьбе за существование, ведущее к увеличению численности и широкому распространению в пространстве, распадению на внутривидовые группы: подвиды и разновидности**

Пути достижения биологического прогресса по А.Н.Северцову:

- Арогенез
- Аллогенез
- Катагенез

Синонимы терминов:

- Арогенез = ароморфоз, анагенез
- Аллогенез = идиоадаптация, адаптивная радиация, кладогенез
- Общая дегенерация = катагенез

- **1. Морфофизиологический прогресс, или ароморфозы - приспособительные изменения, при которых общая энергия жизнедеятельности взрослых потомков повышается**

2. Идиоадаптации - приспособительные изменения, при которых энергия жизнедеятельности не повышается, но и не понижается



- **Бабочка Калима (*Callima paralecta*), имитирующая формой и окраской своих сложенных крыльев древесный лист.**

Морфофизиологический регресс (Общая дегенерация)

- – это упрощение организации и жизнедеятельности, выражающееся в редукции органов в процессе эволюции.
- *Саккулина* – рачок, паразитирующий в теле краба *Carcinus maenas*

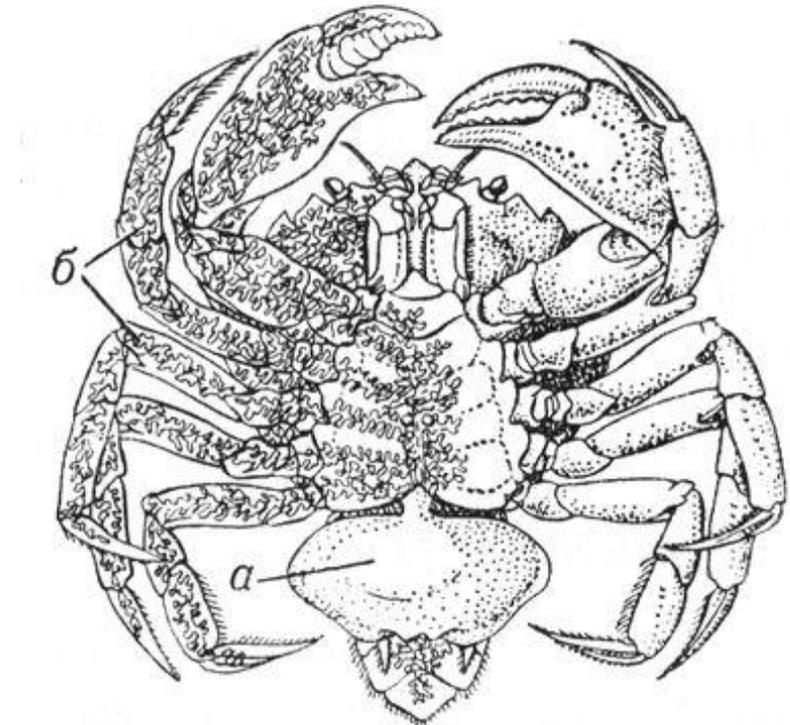
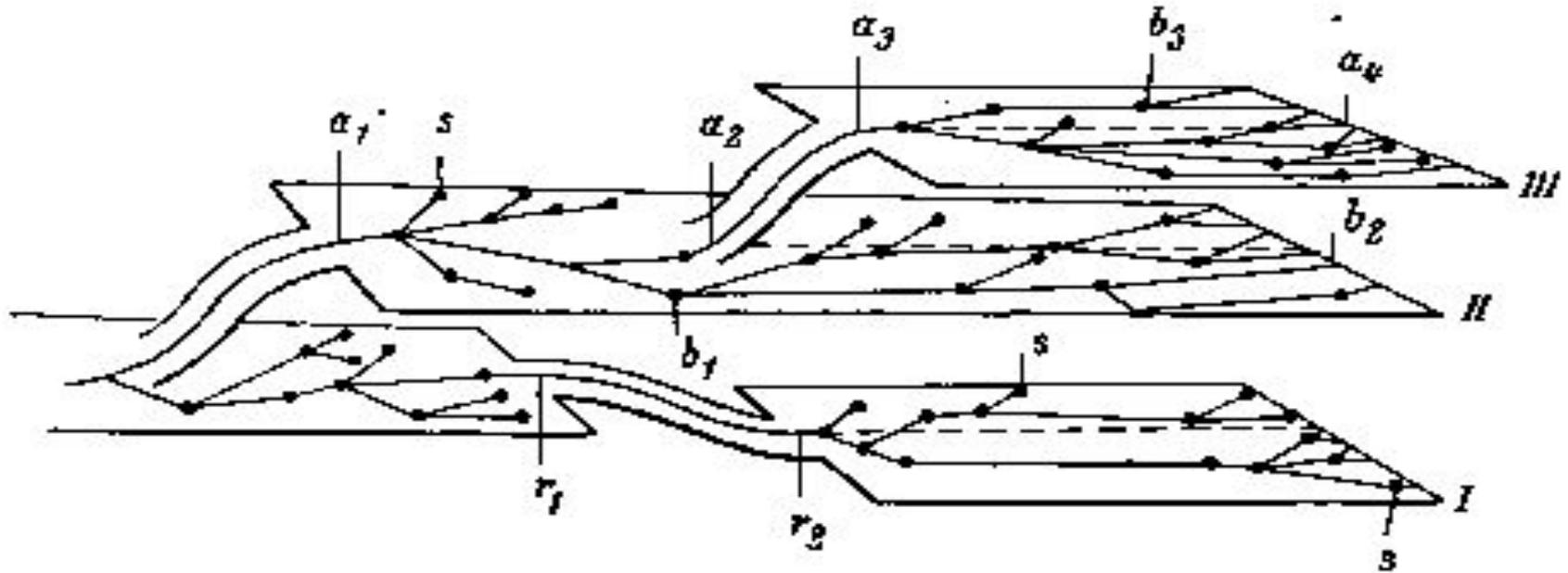


Схема эволюционных преобразований. По А. Н. Северцову).



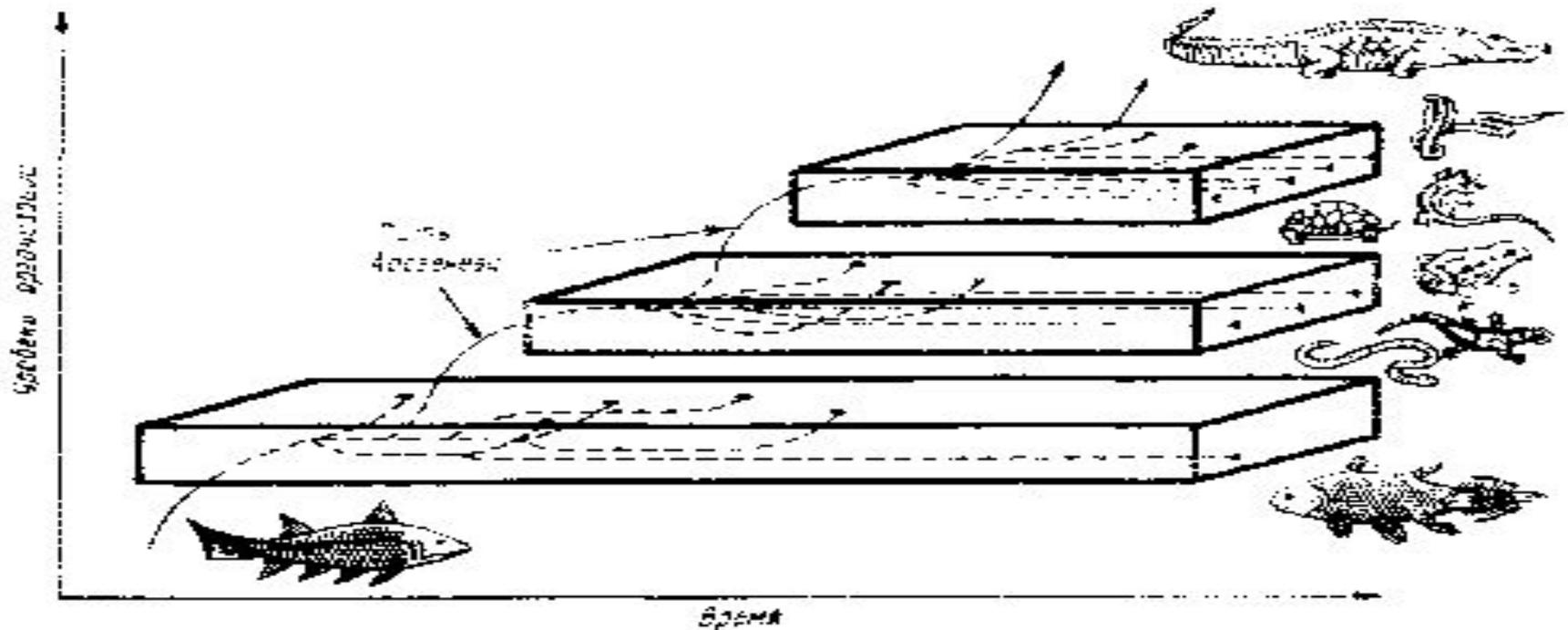
- Ароморфозы (a) показаны в виде подъема на более высокий уровень (плоскости II и III); идиоадаптации (алломорфозы) - в виде отклонений в пределах данной плоскости (b); специализации (теломорфозы) - s; регресс (катаморфоз) отмечен буквами r как спуск на ниже лежащую плоскость (I).

Биологический регресс



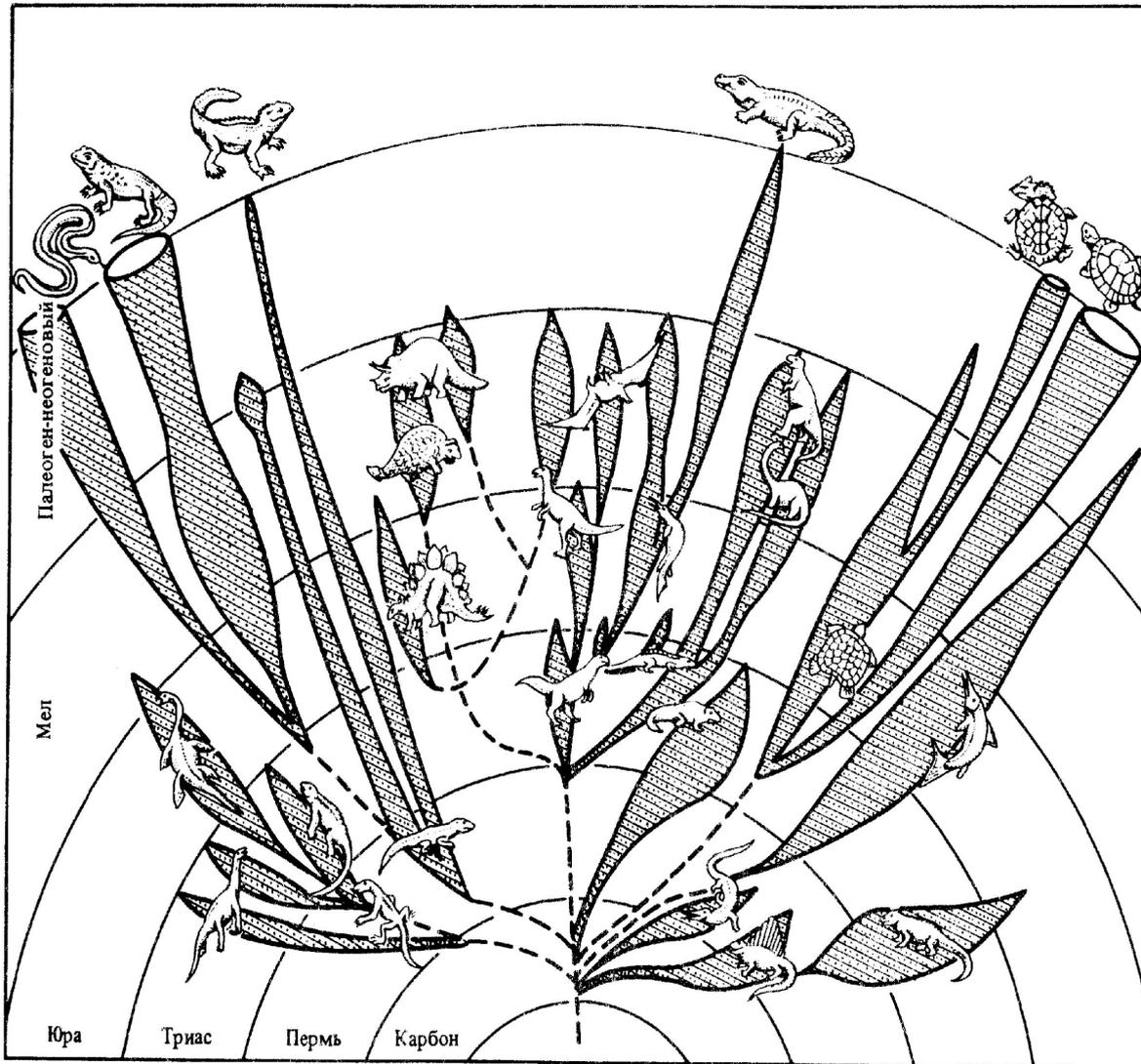
- **Означает снижение приспособленности организма, отставание в темпах эволюции от изменений внешней среды, уменьшение численности и сокращение ареала**

Арогенезы и аллогенезы тесно связаны, переходят один в другой постоянно чередуюсь



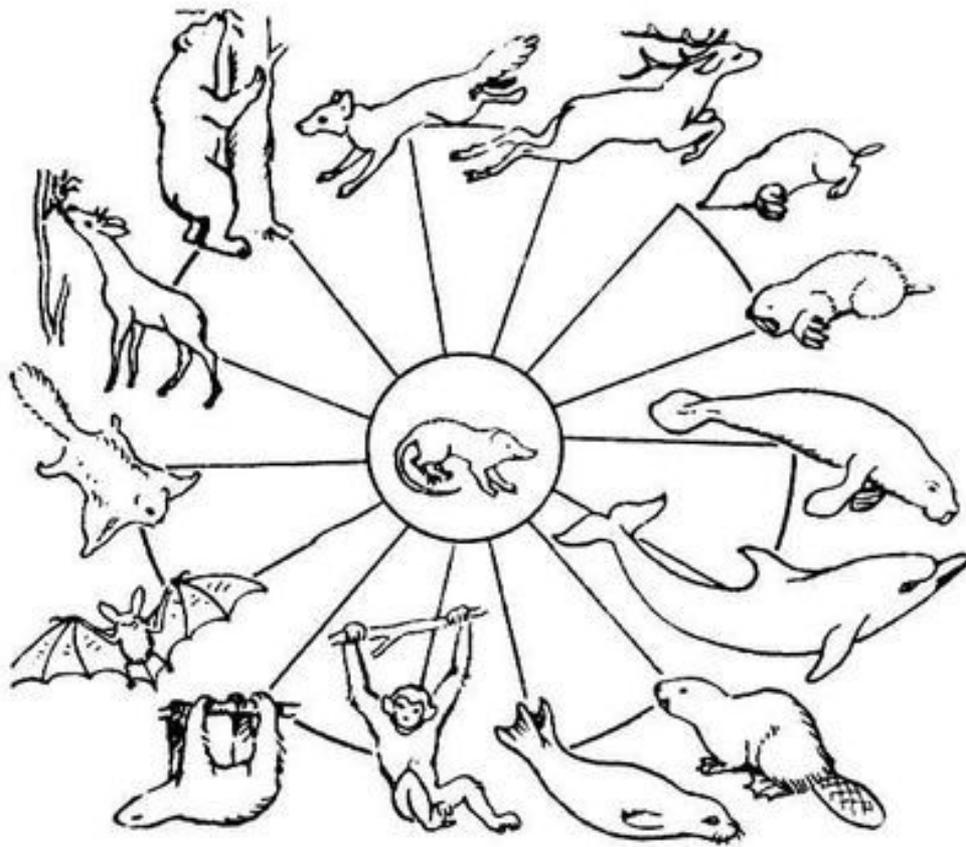
- Схема развития группы в направлении аллогенеза внутри адаптивной зоны и арогенеза - с выходом в новую адаптивную зону (по А.Н. Северцову, 1937)

Дивергенция-расхождение ветвей филогенетического древа от единого ствола предков

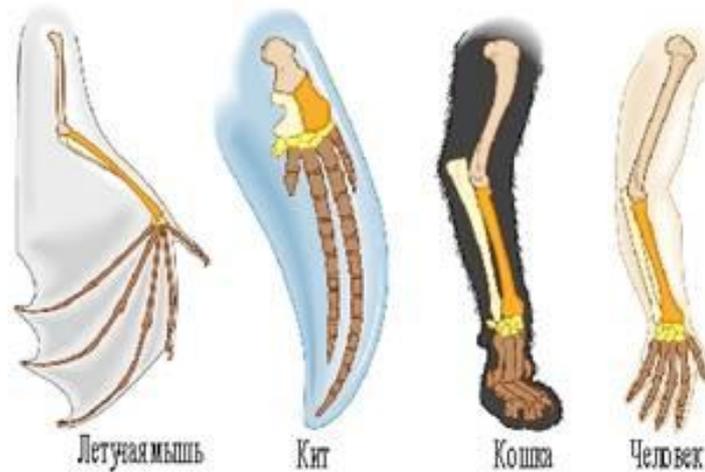


- Дивергенция вымерших групп в Филогенетическом древе рептилий. Современные крокодилы (и птицы) оказываются потомками прежде мощно развитой группы археозавров

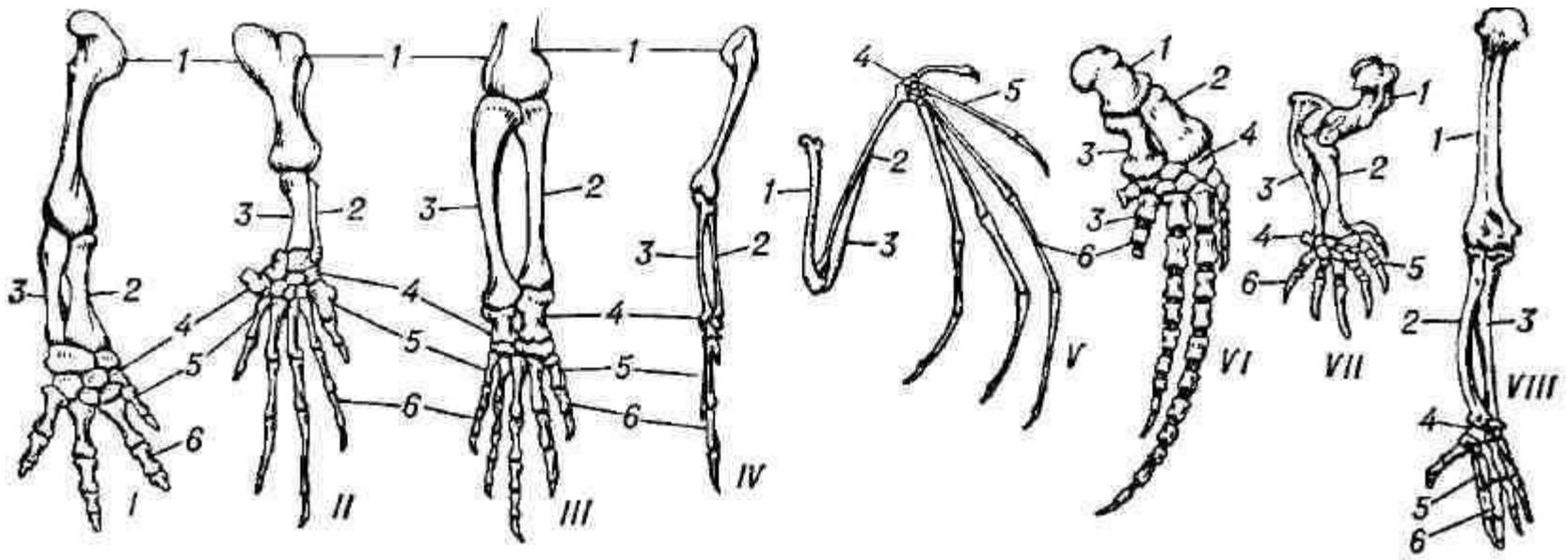
- **Адаптивной радиацией** называют развитие какой-либо гомологичной структуры у разных представителей данной группы в различных направлениях, в соответствии с выполняемыми ею различными функциями



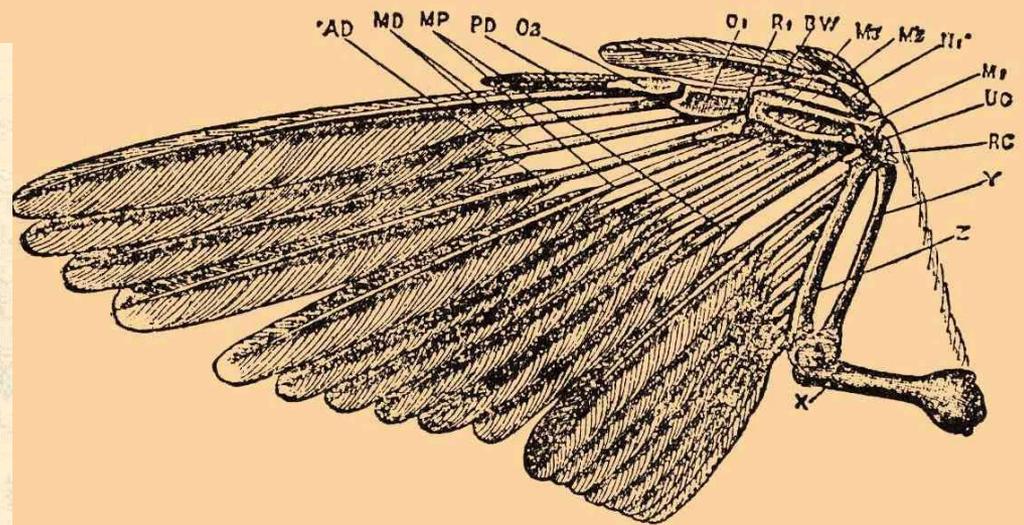
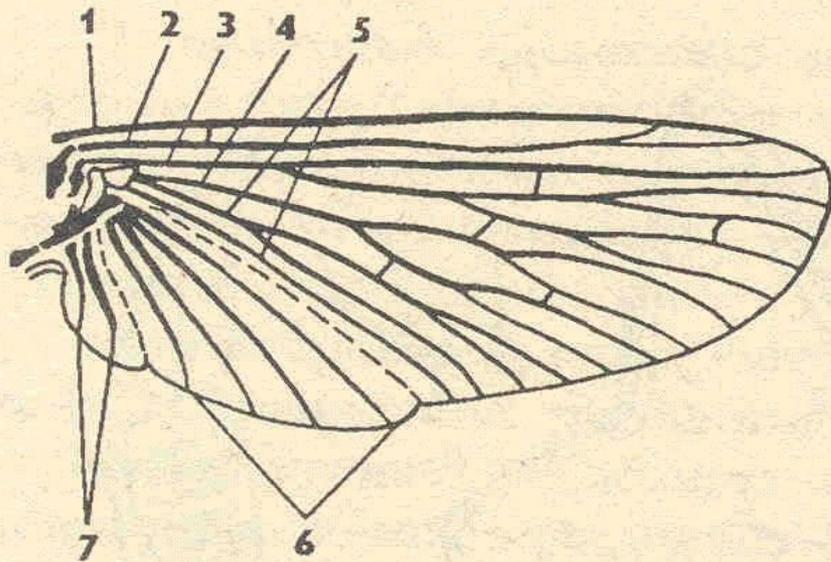
Дивергенция формы конечности у млекопитающих



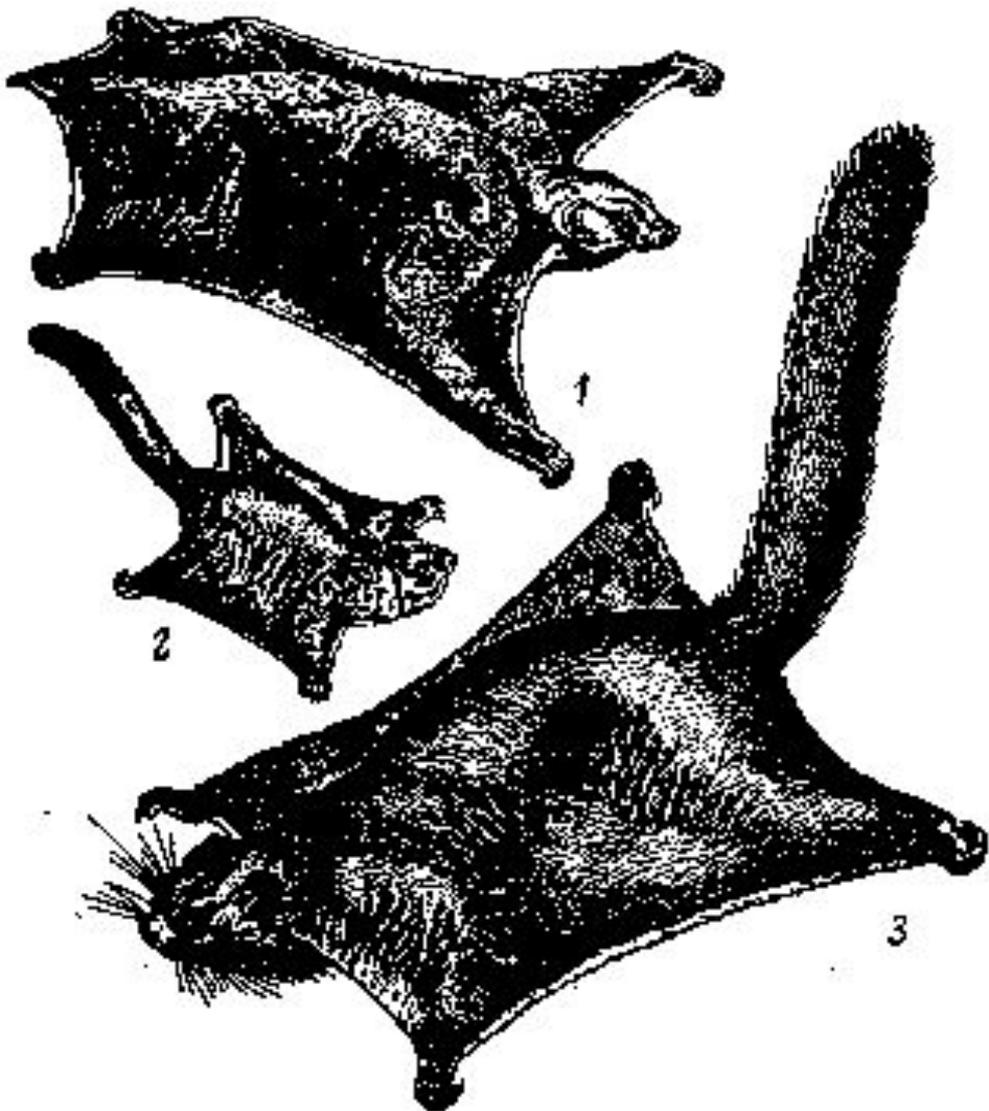
- **Гомологичные органы** - характеризуются общим строением, сходством эмбрионального развития, иннервации, кровоснабжения и отношения к другим органам.



- Органы, выполняющие одинаковые функции и внешне похожие, но разного происхождения, называют **аналогичными** (жабры рака и рыбы, крыло птицы и насекомого, роющие конечности крота и медведки)



Крыло птицы изнутри. X—плечевая кость, Z, Y—кости предплечья, RC и UC—кости запястья, M₁, M₂, M₃—кости запястья, N₁—первый или большой палец, R₁—3-й палец, O₁, O₂—2-й палец, BW—добавочное крылышко. Прочия буквы обозначают первичные и вторичные махи.



- Планирующие млекопитающие как пример конвергенции, связанной со сходным способом передвижения.

1 — шерстокрыл;
2 — сумчатая белка;
3 — белка-летяга



*Трубказуб
Африка*



*Панголин
Африка*



*Броненосец
Ю.Америка*



*Муравьед
Ю.Америка*



*Ехидна
Океания*



*Сумчатый муравьед
Австралия*

Млекопи-
тающие,
питающиеся
насекомыми

Параллелизм – форма конвергенции первоначально дивергировавших, генетически близких групп.



- Примеры параллелизма разного масштаба:

- Синхронный:

1. Махайрод - олигоцен

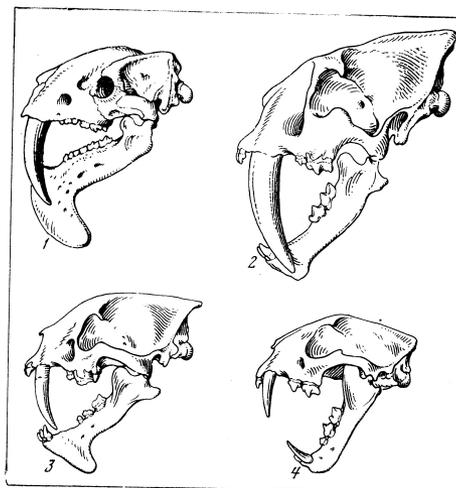
2. Лжесаблезубая настоящая кошка - то же время.

- Асинхронный:

1. Махайрод - олигоцен

3. Smilodon – сем. махайродов (через 20-30 млн лет)

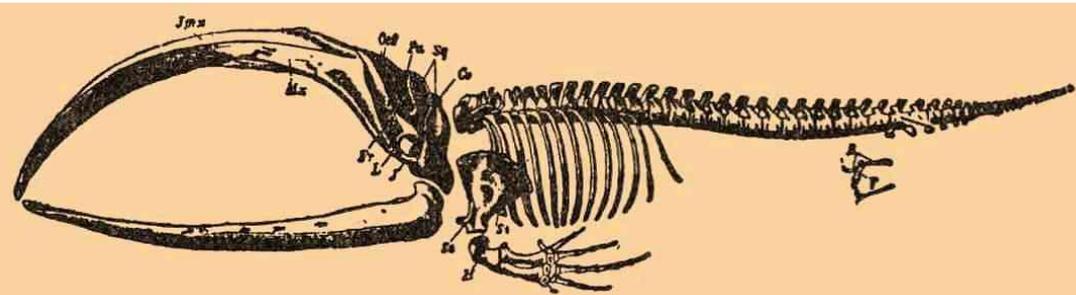
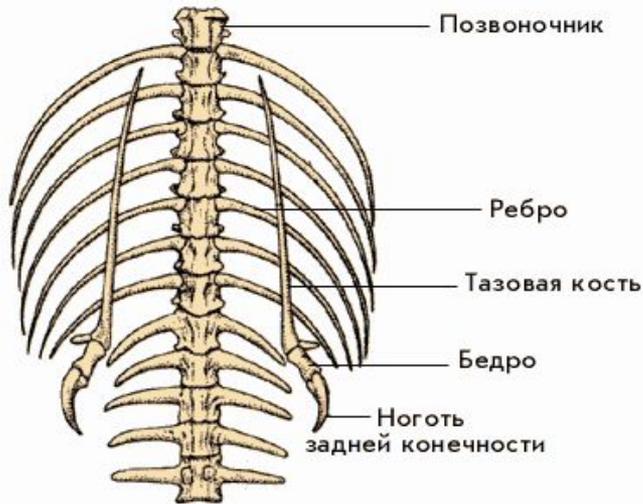
4 — саблезубый тигр (плейстоцен)



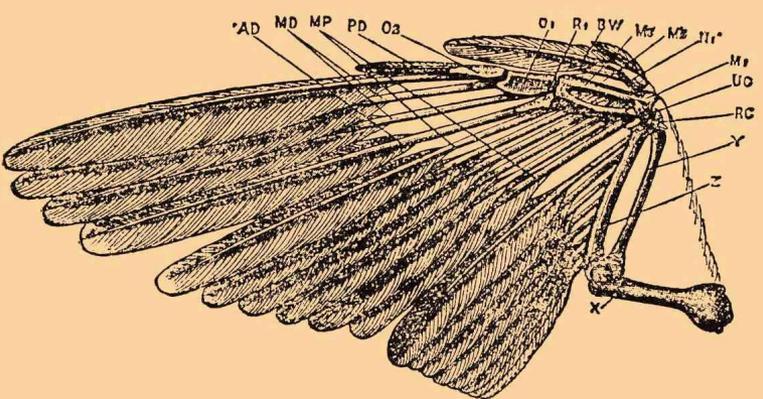


Атавизм - появление у данной особи признаков, свойственных отдаленным предкам, но отсутствующих у ближайших. Примерами атавизма являются хвостовидный придаток и сплошной волосяной покров на теле человека, добавочные пары молочных желез и т.д.

- **Рудиментарные органы, рудименты**— органы, утратившие своё основное значение в процессе эволюционного развития организма.

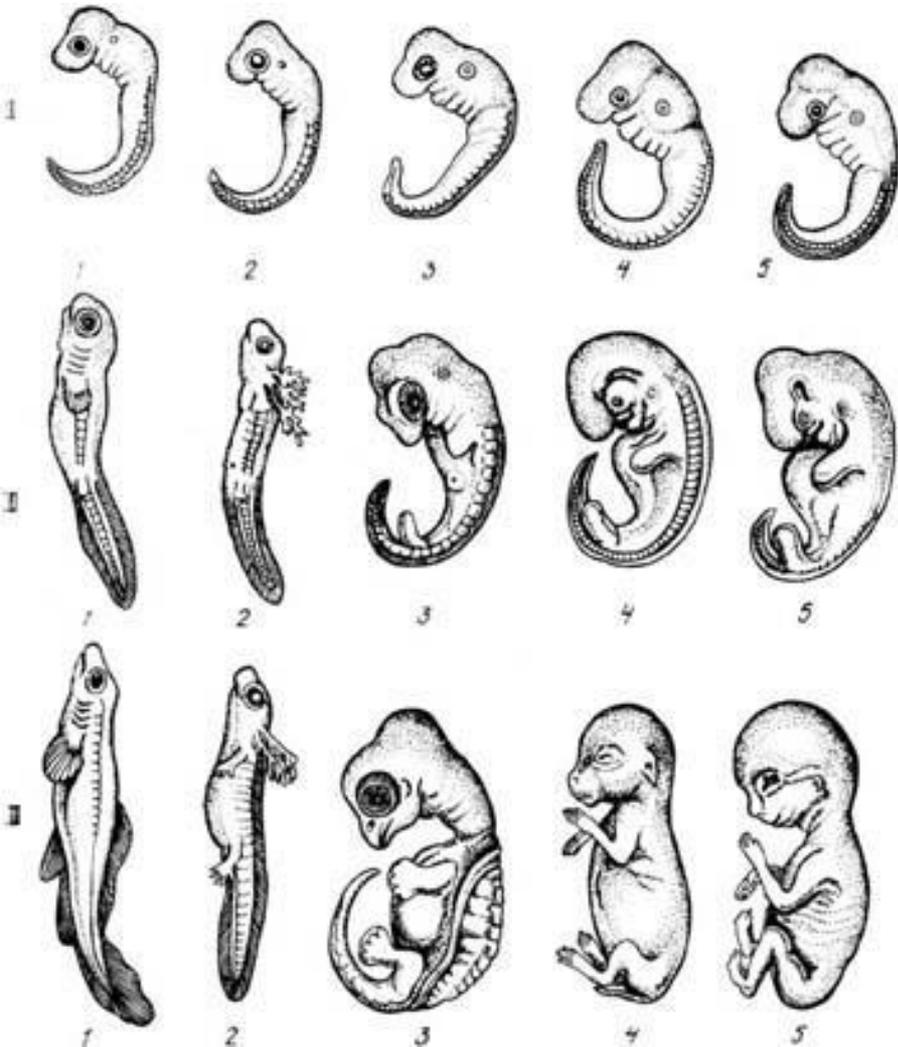


Скелет гренландского кита. *Ocs*—затылочная кость, *Co*—затылочный мыщелок, *Sq*—чешуйчатая кость, *Pa*—теменная, *Fr*—лобная, *Imx*—межчелюстная, *Mx*—верхнечелюстная, *I*—скуловая, *L*—слезная, *St*—грудная, *Sc*—лопатка, *H*—плечо, *B*—зачаток таза, *F*—зачаточная бедренная кость, *T*—зачаточная большая бедренная кость.



Крыло птицы изнутри. *X*—плечевая кость, *Z*, *Y*—кости предплечья, *RC* и *UC*—кости ласты, *M1*, *M2*, *M3*—кости запястья, *N1*—первый или большой палец, *R1*—3-й палец, *O1*, *O2*—2-й палец, *BW*—добавочное крылышко. Прочие буквы обозначают первичные и вторичные махи.

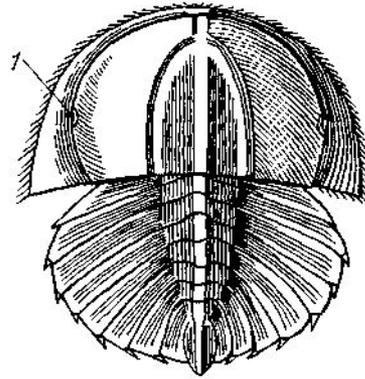
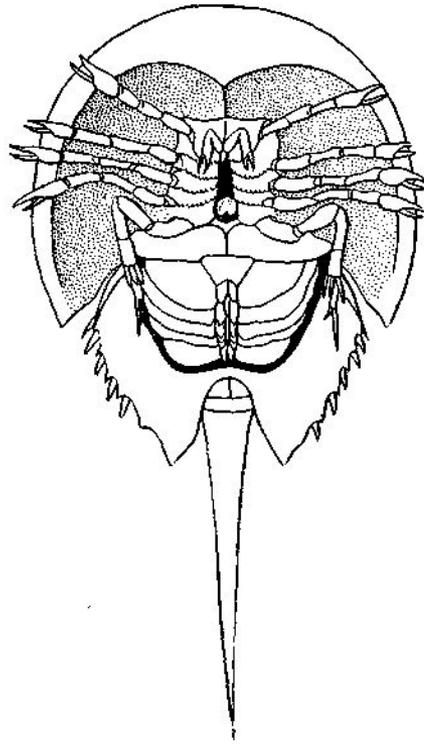
Закон зародышевого сходства



- зародыши различных позвоночных сходны между собой, причем наибольшее сходство прослеживается на ранних стадиях развития.

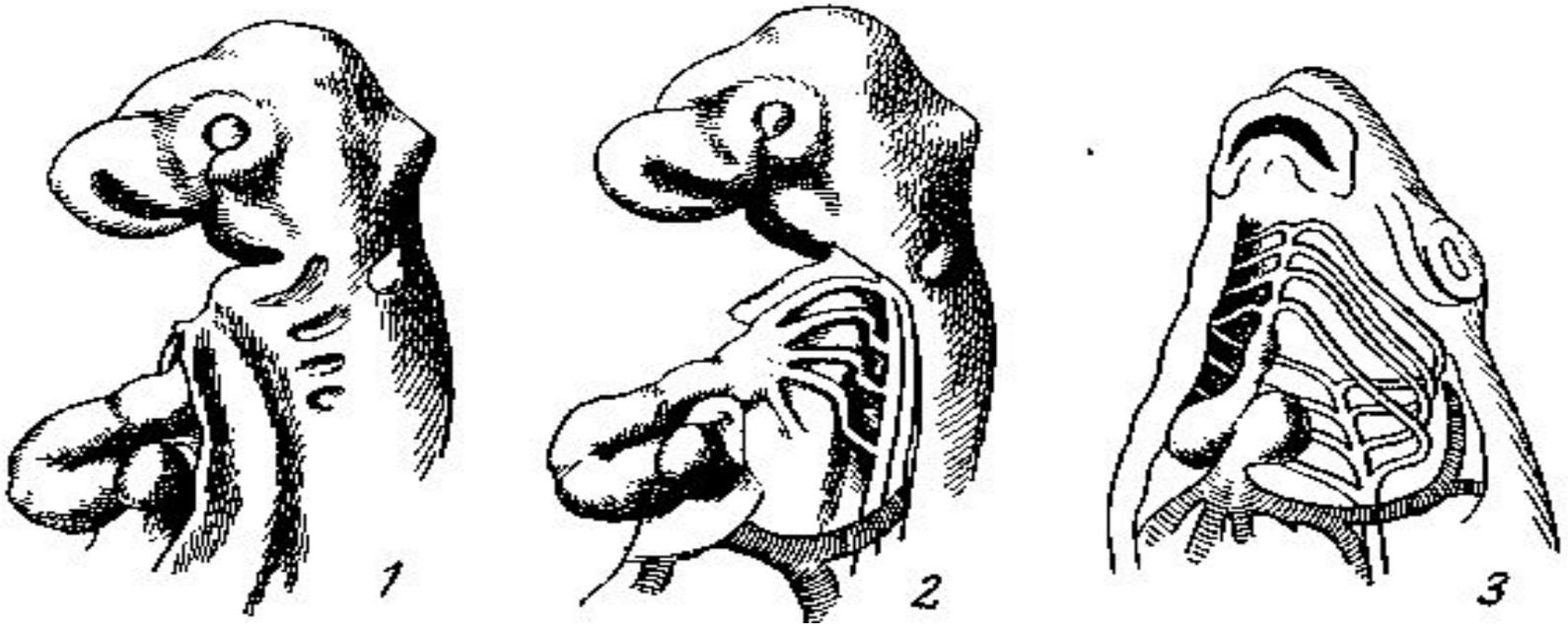
Биогенетический закон Мюллера-Геккеля

- каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенез) повторяет в известной степени формы, пройденного его предками или его видом (филогенез).
- Принцип рекапитуляции - повторение основных глав (этапов) эволюции в ходе эмбрионального развития



- Мечехвост занимает промежуточное положение между трилобитами и паукообразными
- Личинка мечехвоста по строению похожа на трилобита.

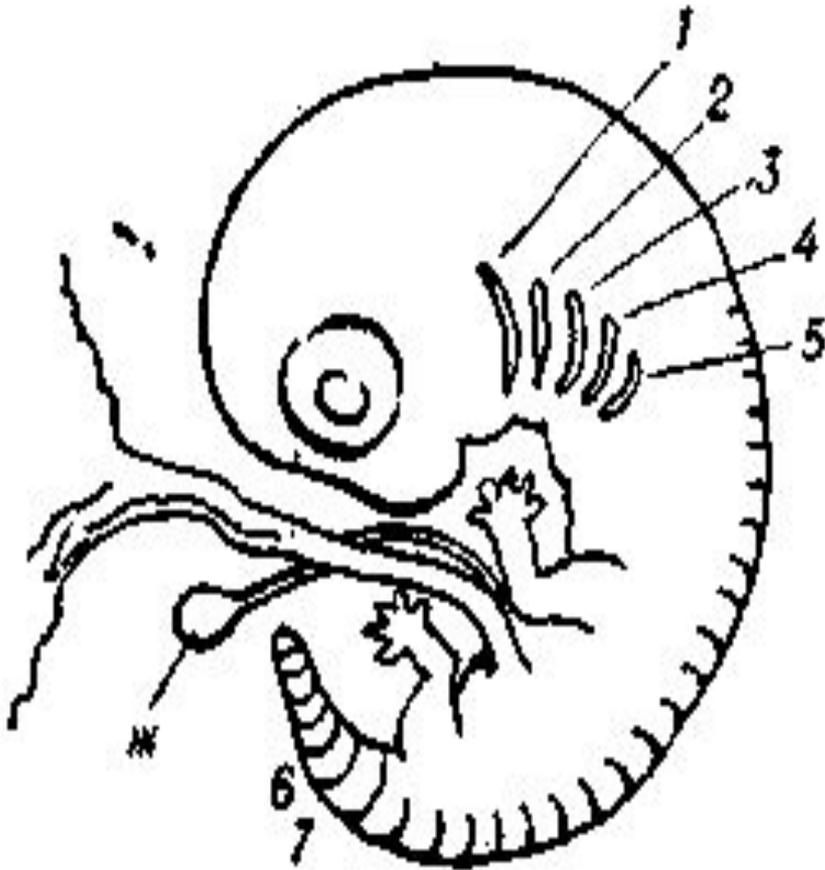
Факт закладки частей жаберного аппарата у зародышей наземных позвоночных объясняется их происхождением от рыбообразных предков, дышавших жабрами.



Сравнение закладки жаберного аппарата у зародыша курицы с жаберным аппаратом костистой рыбы.

- **1 - жаберные щели зародыша курицы; 2- то же с удаленными покровами; видны артериальные дуги, идущие по жаберным дугам между жаберными щелями; 3- артериальные дуги костистой рыбы.**

Зародыш человека в первый месяц развития



Обозначения:

- 1-3 - жаберные щели (всего их 5);
- 6, 7 — хвостовые позвонки (их 7);
- Ж — остаток желточного пузыря

Основной недостаток биогенетического закона

- В своей основе этот закон имел ламаркистскую сущность.
- В нем развивалась мысль авторов о том, что признаки сначала развиваются у взрослых организмов – затем они передаются в зародышевое состояние.

Теория филэмбриогенезов

А.Н. Северцова (1866-1936 гг.)



- **Методологические недостатки биогенетического закона были преодолены А. Н. Северцовым, в 1930-х гг. издавшем книгу «Морфологические закономерности эволюции».**
- **В этой книге А. Н. Северцов развил основные положения теории филэмбриогенезов.**

Теория филэмбриогенезов не опровергает биогенетический закон Геккеля, однако более согласована с данными генетики

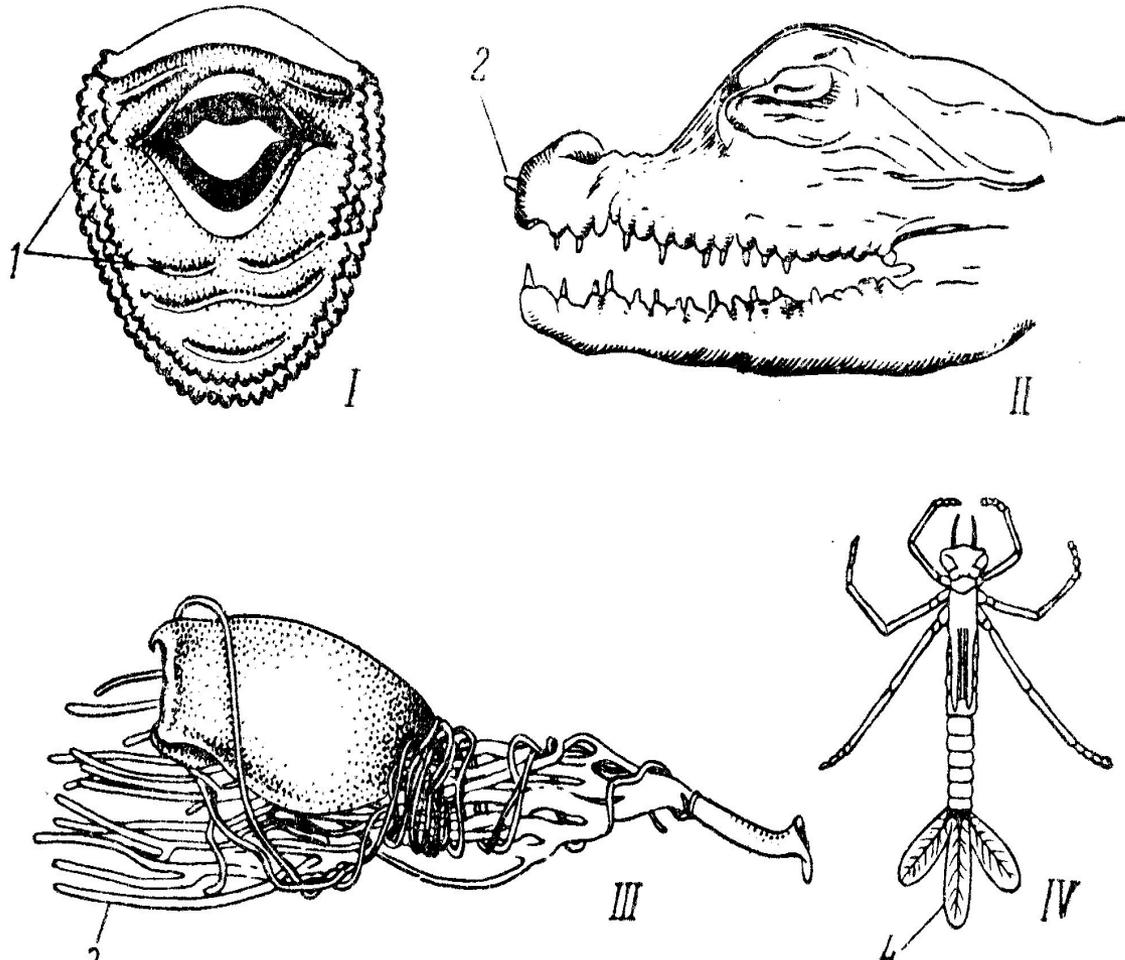
- **Филэмбриогенезы – это эмбриональные изменения, возникающие в результате перестройки генотипа в ходе онтогенеза и имеющие филогенетическое значение.**

Филэмбриогенезы могут проявляться на разных стадиях онтогенеза

- 1. На ранних - архаллаксысы (от греч. *Arche* - начало, *allaxis* - изменение)
- 2. На средних - девиации (от лат. *Deviatio* - отклонение)
- 3. На поздних - анаболии (от греч. *Anabole* - подъем)

- **Архаллаксисы** – это изменения на ранних стадиях онтогенеза.
- Основные механизмы архаллаксисов:
 - а) изменение начальной массы зачатков органов;
 - б) изменение начальных процессов дифференцировки зачатков органов;
 - в) гетеротопии – сдвиги места закладки органов;
 - г) гетерохронии – сдвиги времени закладки органов.
- Путем архаллаксисов могут возникать ароморфозы (зародышевые листки, хорда, нервная трубка и головной мозг у позвоночных, шерстный покров у млекопитающих), идиоадаптации (изменение числа зубов, числа позвонков), рудименты (отрицательные архаллаксисы).
- **Девииации** – изменения органов на средних этапах онтогенеза. Девииации встречаются чаще, чем архаллаксисы. Путем девиации также могут возникать и ароморфозы, и идиоадаптации, и редуцированные органы.
- Примеры девиаций:
 - – Возникновение среднего уха за счет преобразования рудиментарной жаберной щели (брызгальца).
 - – Возникновение сложных зубов млекопитающих.
 - – Видоизменение побегов у растений (клубни и луковицы)
 - – Редукция спинной мускулатуры у черепах.
 - – Преобразования уплотненного слоя эпидермиса:
 - – костная чешуя у рыб
 - – костные пластинки и роговые щитки у крокодилов
 - – роговые щитки у большинства рептилий
 - – перья у птиц.
- **Анаболии** – изменения онтогенеза на поздних стадиях развития. Представляют собой надставки к уже имеющимся стадиям. Биогенетический закон выполняется в целом лишь при анаболиях.
- Анаболии встречаются еще чаще, чем девиации. Путем анаболии также могут возникать и ароморфозы, и идиоадаптации, и редуцированные органы.
- Примеры: формирование четырехкамерного сердца у теплокровных позвоночных, изменение формы листьев, редукция пальцев у копытных, редукция хвоста у головастика.

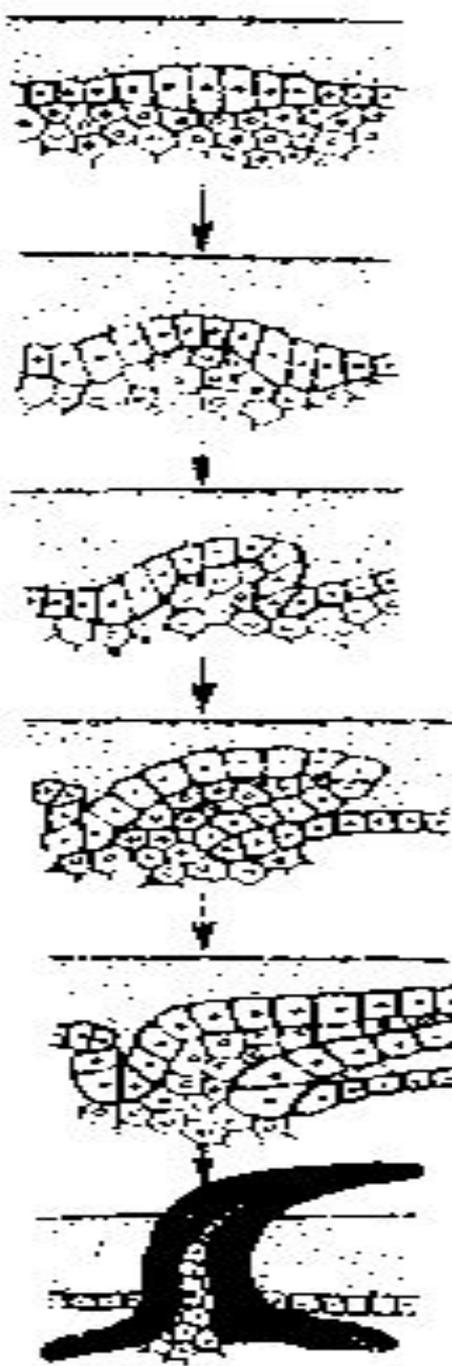
3. Ценогенезы-эмбриональные приспособления, увеличивающие возможность выживания зародышей и личинок



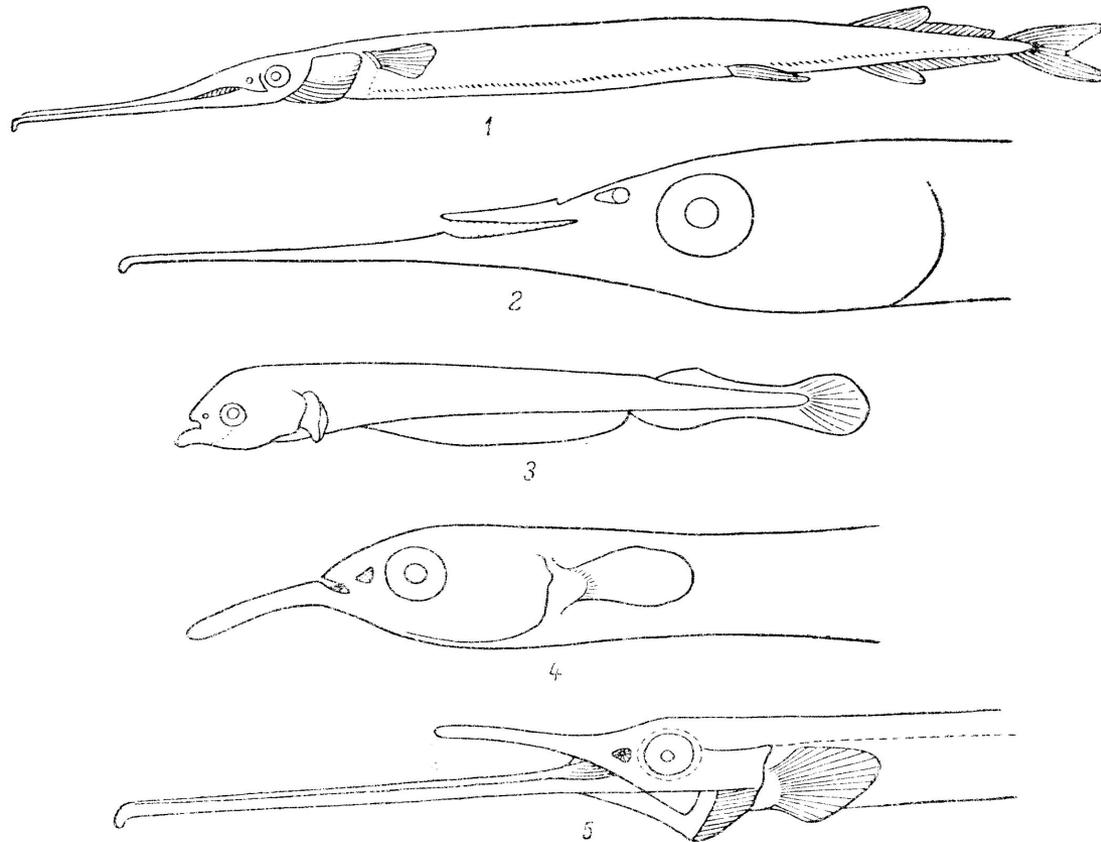
- 1 - ротовой диск головастика с верхне - и нижнегубными провизорными зубами II - новорожденный крокодил с «яйцевым» зубом III - скорлупа яйца акулы с филаментами IV - личинка стрекозы с трахейными жабрами

Пример анаболии

- Образование плакоидной чешуи у акулловых рыб



Пример анаболии



- Филэмбриогенез по типу анаболии.
- 1— взрослая особь *Belonic acus*; 2 — голова взрослого *Hemirhamphis*;
- 3.- малек *B. acus*, 10 мм длиной, 4 - малек того же вида, 21мм длиной,
- 5 — малек этого же вида, 9,1 см длиной. (По Северцову).

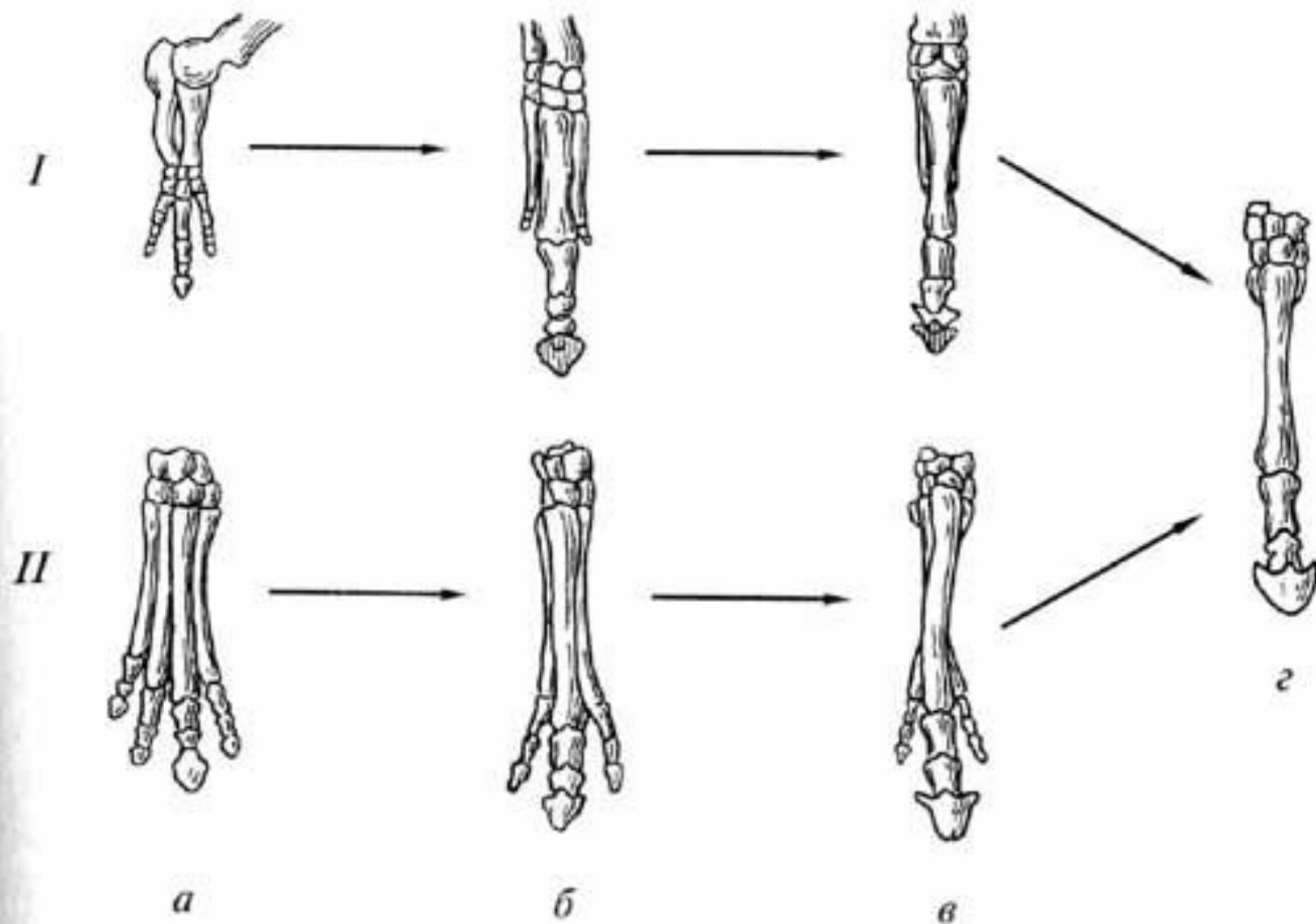
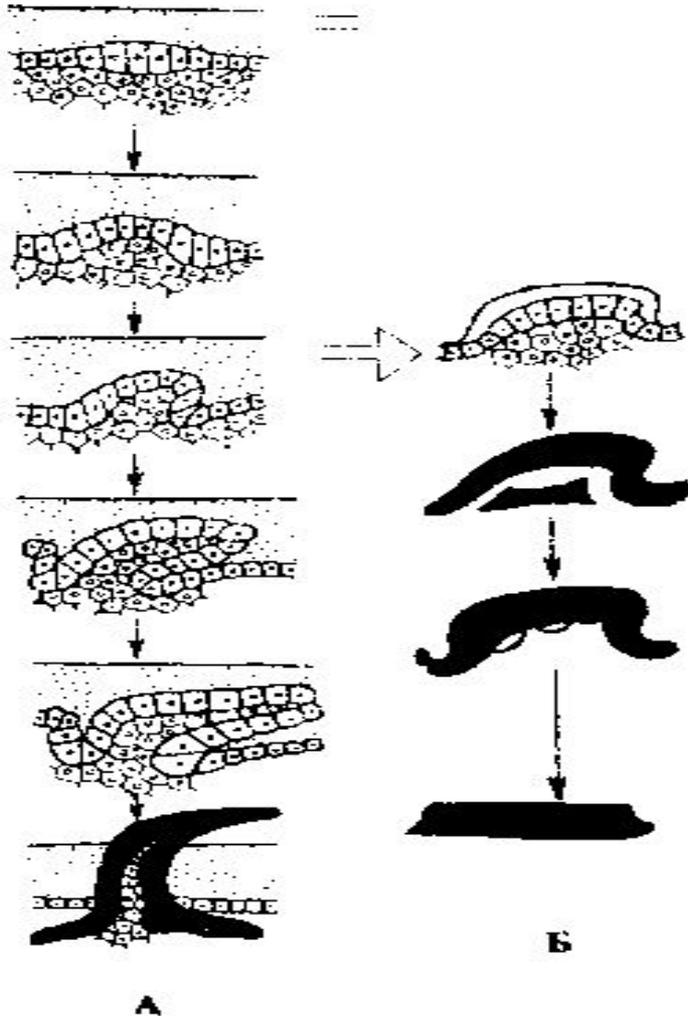


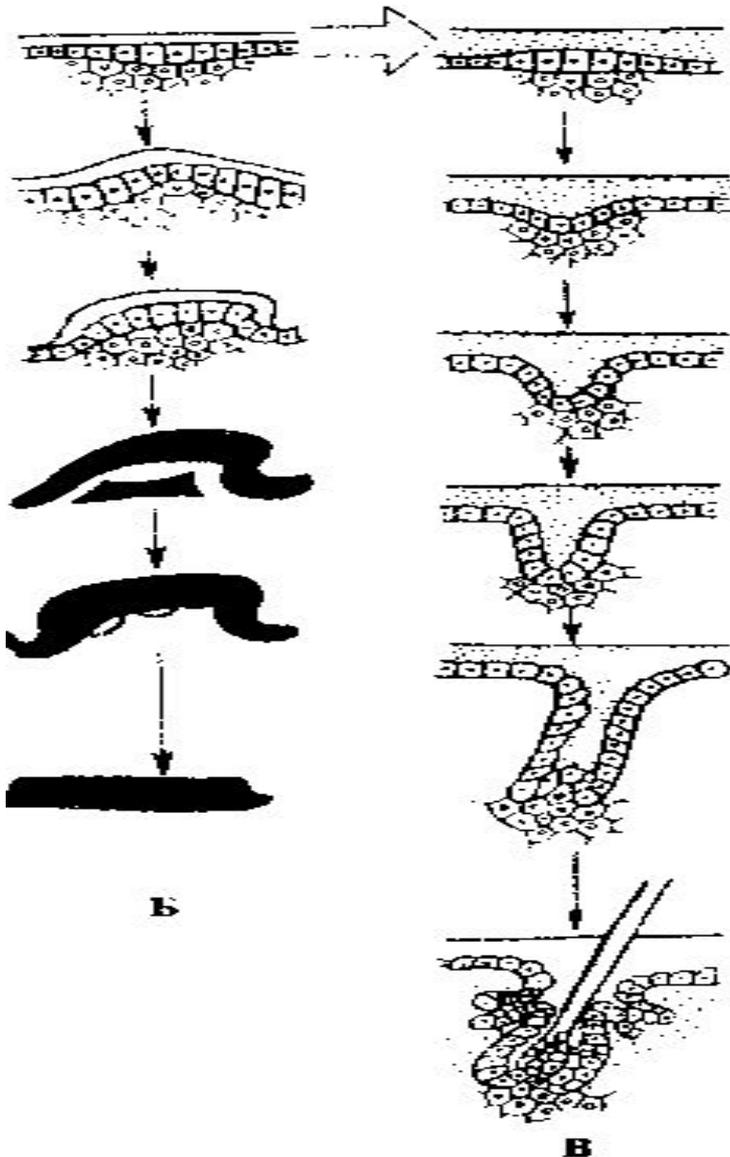
Рис. 101. Последовательные стадии онтогенеза (I) и филогенетических преобразований (II) передних конечностей лошади:
a — Eohippus; *б* — Miohippus; *в* — Merychippus; *г* — Equus

Пример девиации



- **Образование чешуи костных рыб(Б) от срединных зачатков плакоидной чешуи (А)**

Пример архаллаксиса



- От Б к В — архаллаксис.
- При возникновении волоса группа исходных эпидермальных клеток не выпячивается, а опускается в кожу. В дальнейшем все развитие зачатка не повторяет филогенетического развития чешуи