ЭВОЛЮЦИИ

Иванчихин В.Г., учитель биологии

МОУ «Лицей № 36» (г. Осинники) Кемеровской области

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Идея эволюции – это идея развития Вселенной от простых форм к сложным

- **Ничто в биологии не имеет смысла иначе, как в свете эволюции.**

Феодосий Добжанский

- **Nothing in biology makes sense except in the light of evolution**

Теории происхождения видов

Трансформизм

(лат. transformare – преобразовывать)

Ламарк → ламаркизм

Дарвин → СТЭ

Л.С. Берг → номогенез

По-разному объясняют движущие силы эволюции

Креационизм

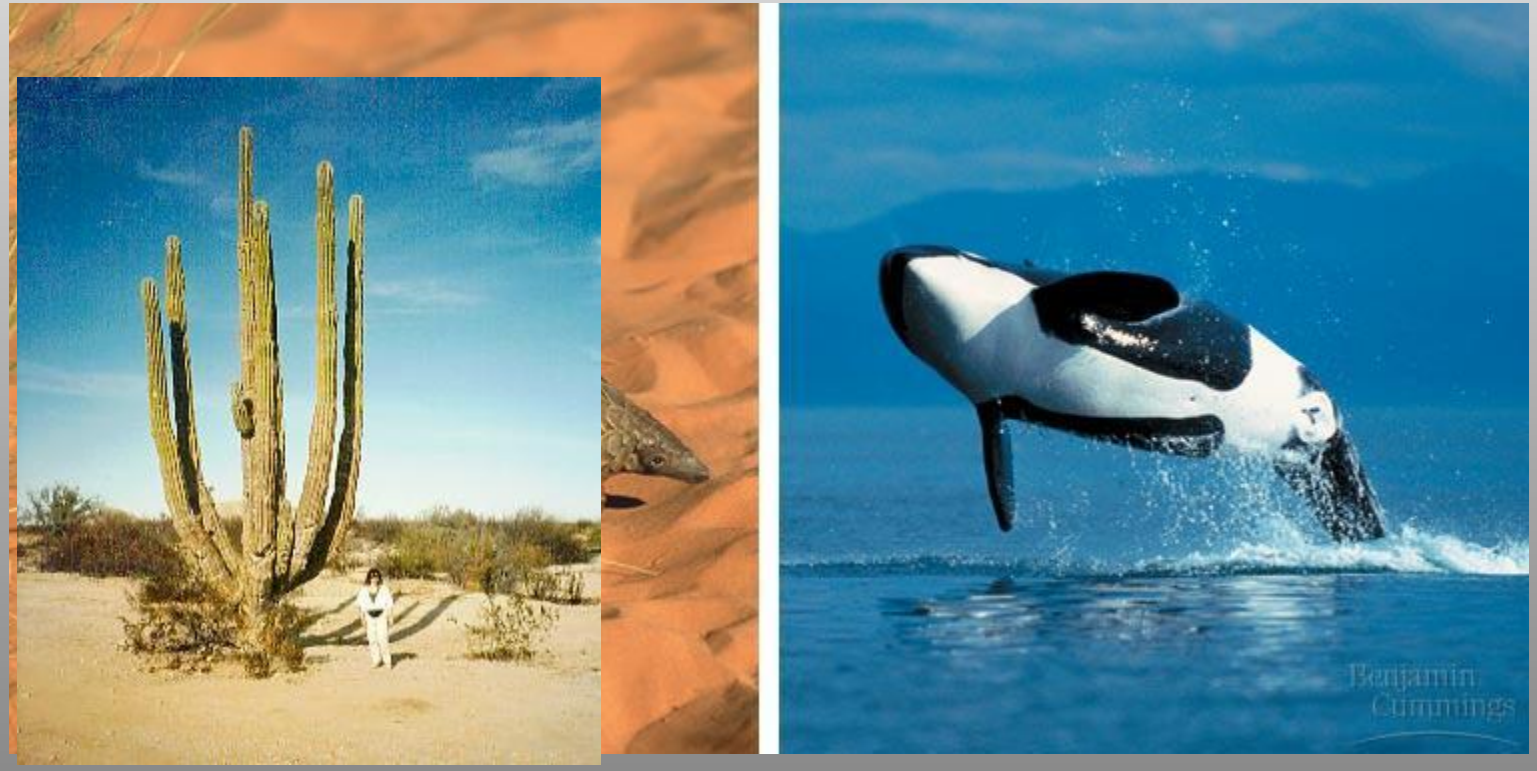
(лат. creatio – творение)

Карл Линней

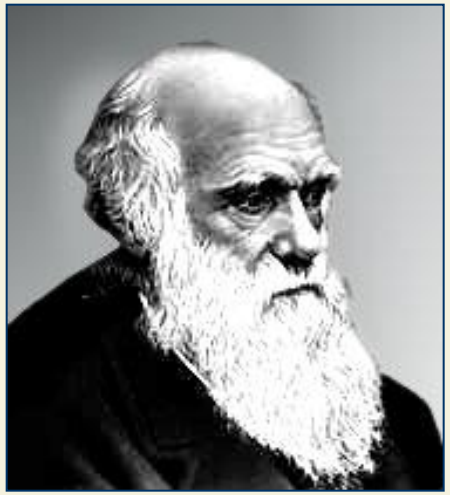
Жорж Кьвье – теория катастроф (многократное творение)

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ ДОЛЖНА ОБЪЯСНЯТЬ

- Почему виды изменяются
- Их адаптацию к среде обитания



30-40е годы 20 века – Синтетическая Теория Эволюции



Дарвинизм

19 век,
вторая половина

Менделевская генетика

Популяционная генетика

Начало 20 в.

СТЭ

Современный дарвинизм

30-40-е годы 20 в.

У истоков СТЭ

Николай Иванович
Вавилов
1887-1943

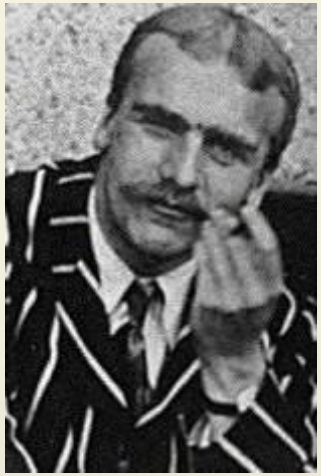
Сергей Сергеевич
Четвериков
1880-1959

Феодосий Григорьевич
Добжанский
1900-1975

1926 – «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» С.С. Четвериков

У истоков СТЭ

Рональд Фишер
1890-1962



Джон Холдэйн

Сэмюэль Райт

Эрнст Майр

Карл Линней – «шведский Ломоносов» 18 век

“*Deus creavit, Linnaeus disposuit*” – Бог создал, Линней расположил

Carolus Linnaeus
1707 – 1778

- Создатель систематики и креационист
- 1735 – «Система природы»
- Иерархический принцип: виды разбиты на таксоны разного ранга
- Поместил в эту систему человека – отряд Приматы
- Ввел бинарную номенклатуру – *Род вид*

Иерархический принцип систематики, заложенный Линнеем, отражает степень эволюционного родства видов

Вид
Canis lupus

Род
Canis

Семейство
Псовые

Отряд
Хищные

Класс
Млекопитающие

Тип
Хордовые

Царство
Животные

Надцарство
Эукариота

Жан Батист Ламарк, 1744-1829

Первый эволюционист

1809 – «Философия зоологии»

- В организмах заложено стремление к совершенству
- Признаки меняются путем «упражнения-неупражнения»
- Приобретенные признаки наследуются

Август Вейсман
(1834 -1914)

Невозможность наследования приобретенных признаков

Сома – зародышевый путь

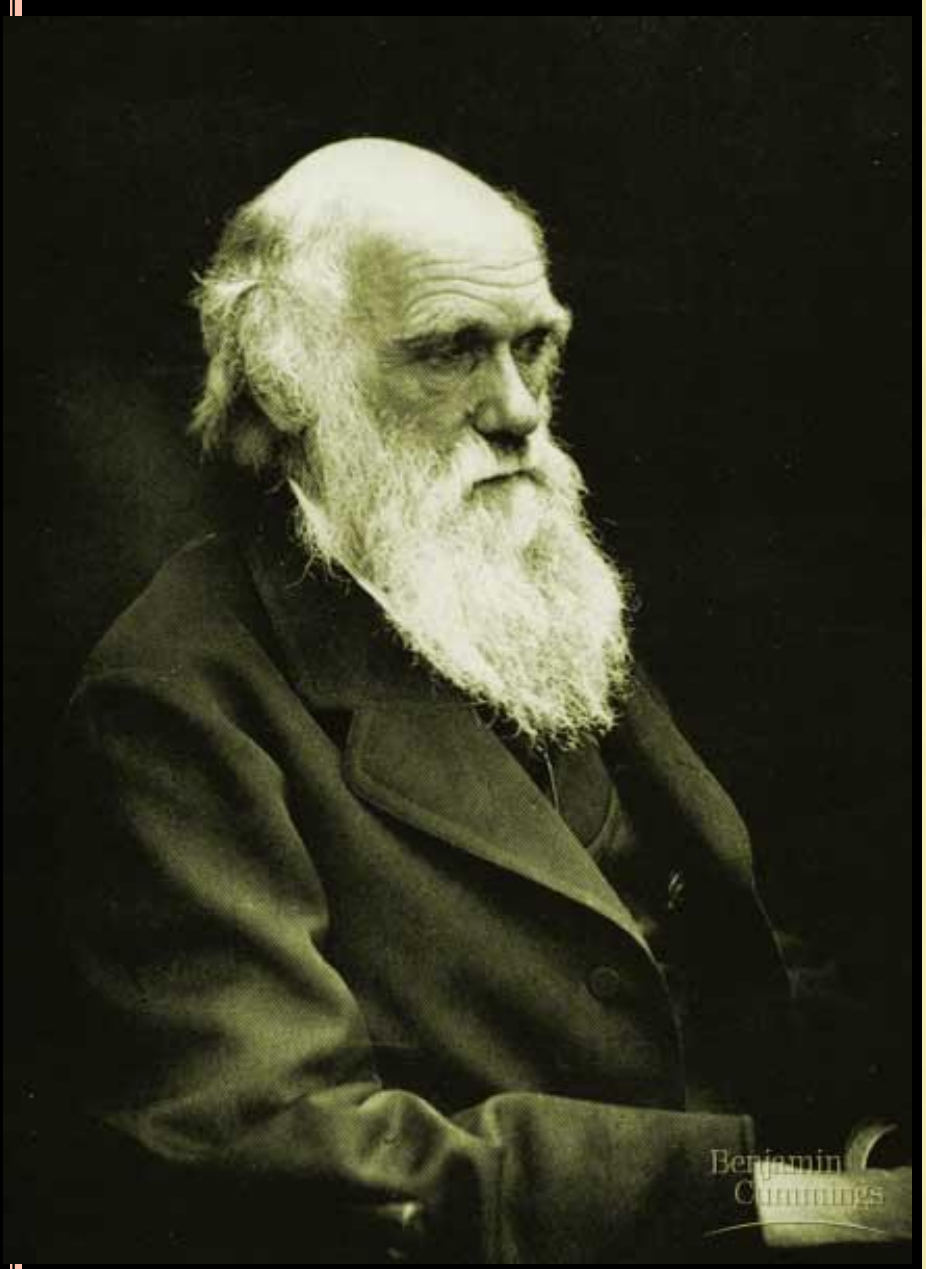
Смертна

Потомки

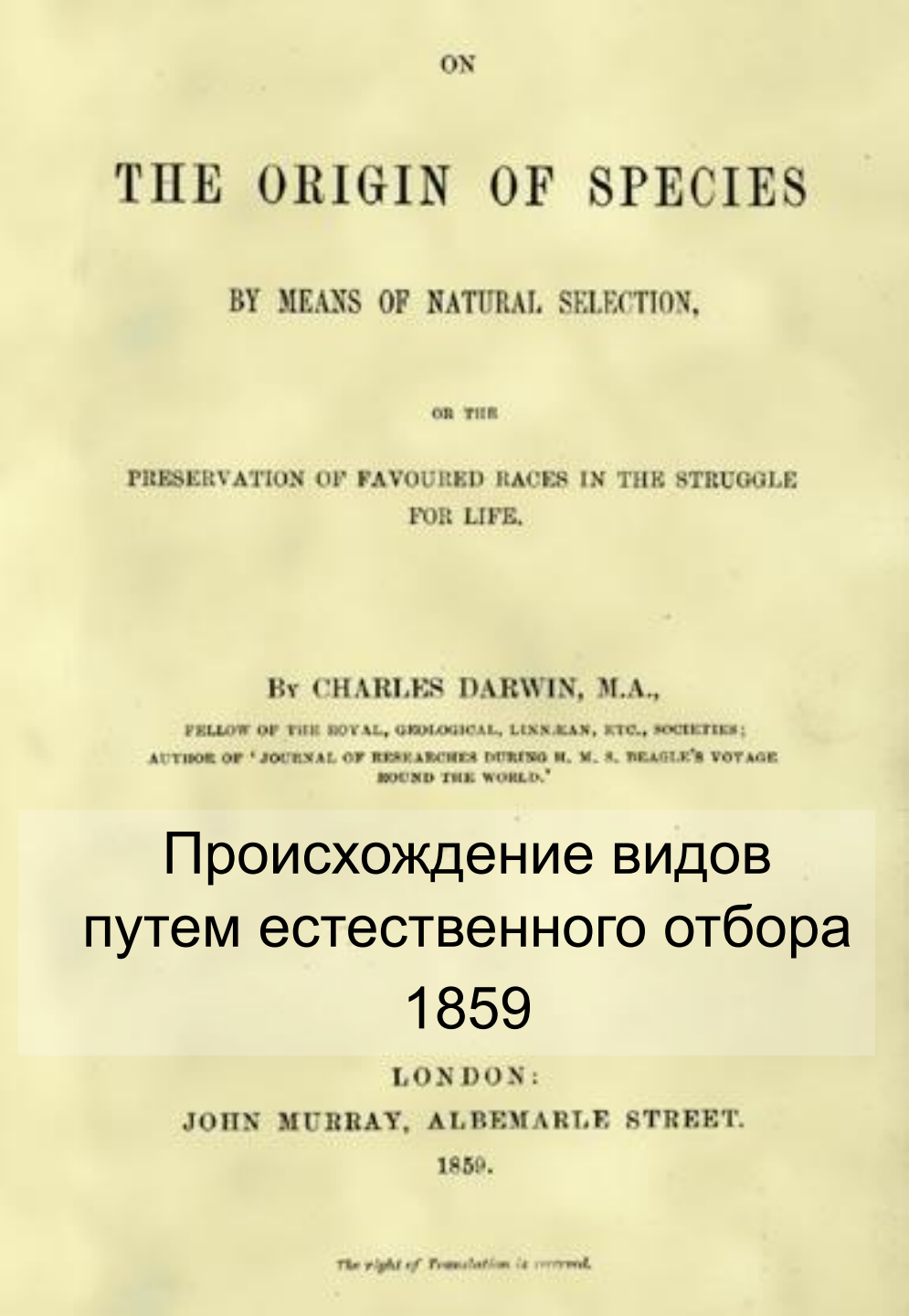
Изменения признаков по Ламарку происходят здесь

Приобретенные признаки не наследуются

Купирование ушей и хвостов не приводит к рождению таких же щенков



Чарлз Дарвин
1809-1882



ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

BY CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNÆAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE ROUND THE WORLD.'

Происхождение видов путем естественного отбора
1859

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

The right of Translation is reserved.

Downe House

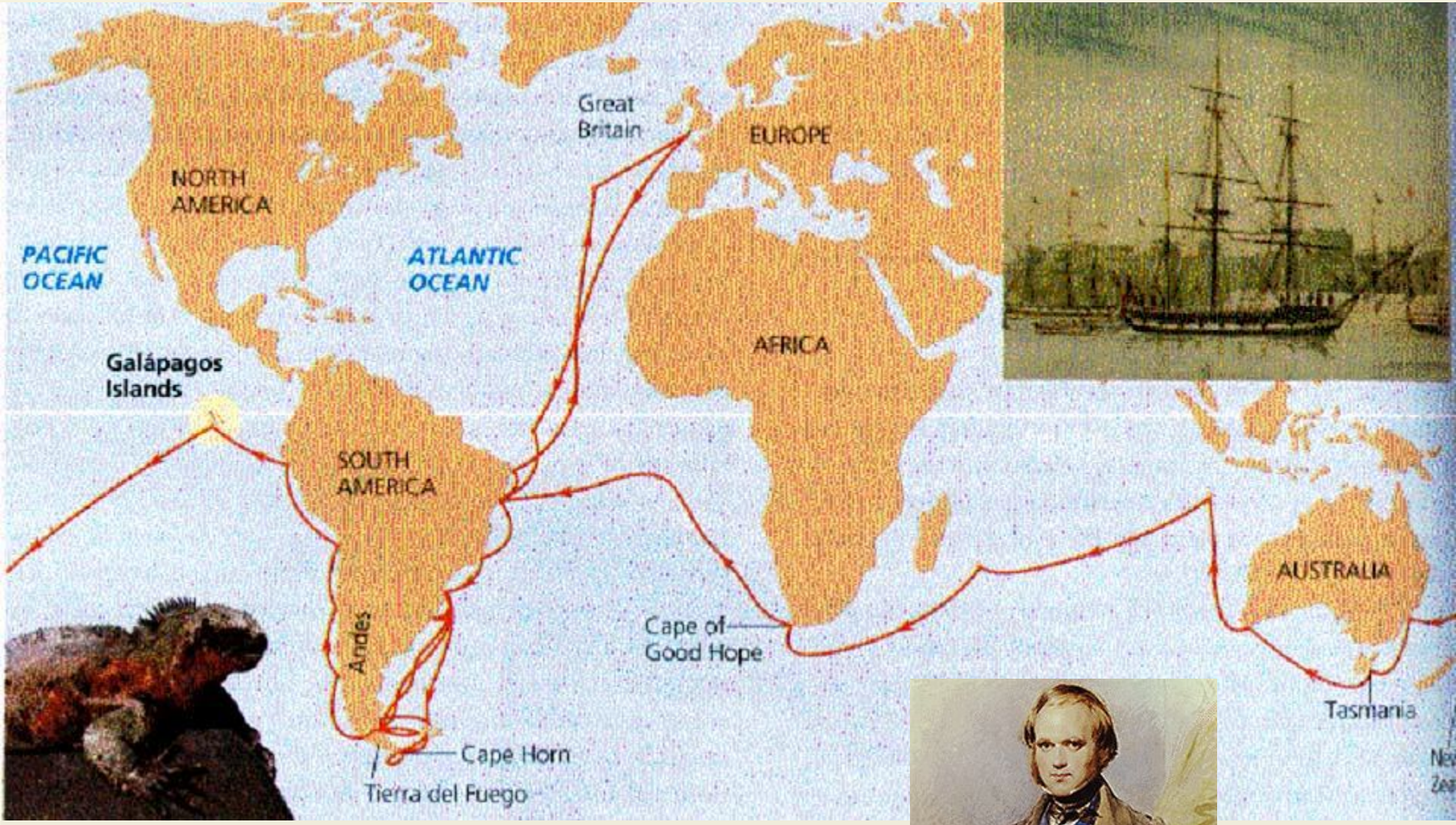
Alfred Wallace 1823-1913

Альфред Уоллес

Опубликовал статью, содержащую идею естественного отбора в том же, 1859 г.

Источники идей Дарвина

- Путешествие на «Бигле»
- Книга Мальтуса «О народонаселении»
- Результаты селекции домашних животных



В 22 года Дарвин уходит в пятилетнее плавание на «Бигле» натуралистом без жалованья

1831-1836

Мальтус «О народонаселении»

Thomas Malthus
1766 - 1832

Английский экономист.

В 1798г. высказал идею об экспоненциальном росте численности населения, тогда как ресурсы растут лишь в арифметической прогрессии.

Дарвин применил идею Мальтуса ко всем живым организмам в природе.

Искусственный отбор

Наблюдения Дарвина

- **Количество производимого потомства способно обеспечить экспоненциальный рост численности.**

- **Численность популяций в природе относительно постоянна.**

Наблюдения Дарвина

- **Ресурсы ограничены**

↓

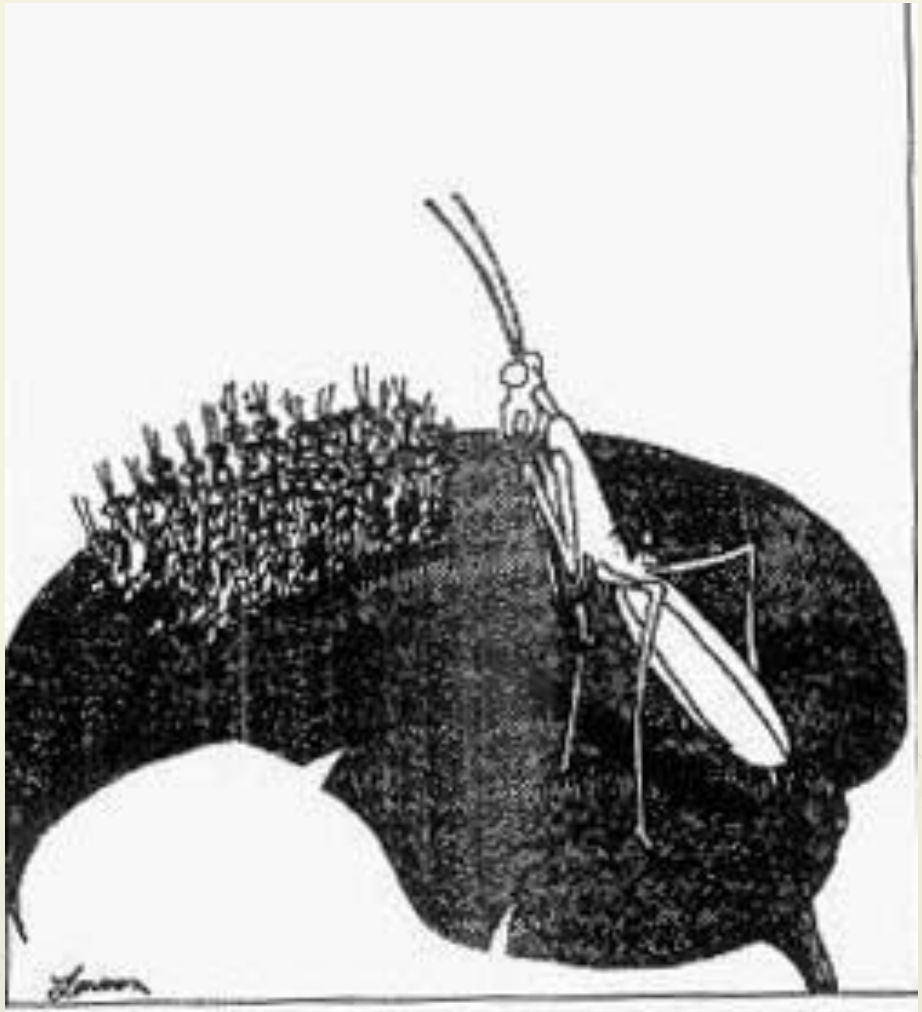
- **Выживет только малая часть потомков**

- **Потомки с самого начала своего существования неодинаковы – существует наследственная изменчивость**

- **Эта изменчивость случайная (неопределенная – термин Дарвина)**

Выводы Дарвина

- **Из потомков выживут лишь немногие – борьба за существование.**



«Конечно, задолго до того, как вы станете взрослыми, большинство из вас будет съедено».

Выводы Дарвина

- **Те, кто имеет полезные наследственные уклонения имеют больше шансов выжить, т.е. победить в этой борьбе – естественный отбор**

- **Эти наследственные свойства они передают своим потомкам.**

⇓

- **В следующем поколении частота полезного признака повысится.**

Выводы Дарвина

- **Накопление <u>малых наследственных уклонений</u> в череде поколений приводит к изменению облика популяции – эволюция.**
- **Изменение не случайно, а идет в сторону большей приспособленности к среде обитания**
- **Так, путем постепенных изменений возникают новые виды**

Потенциал к безграничному размножению

Ограниченные ресурсы

Борьба за существование

Изменчивость

Естественный отбор:
наиболее приспособленные выживают и оставляют потомство

Часть изменчивости – наследственная

Эволюция:
изменение облика популяции

Факты

Выводы

Принцип дивергенции от общего предка

Наследственность

Изменчивость

Отбор

Дарвиновская триада

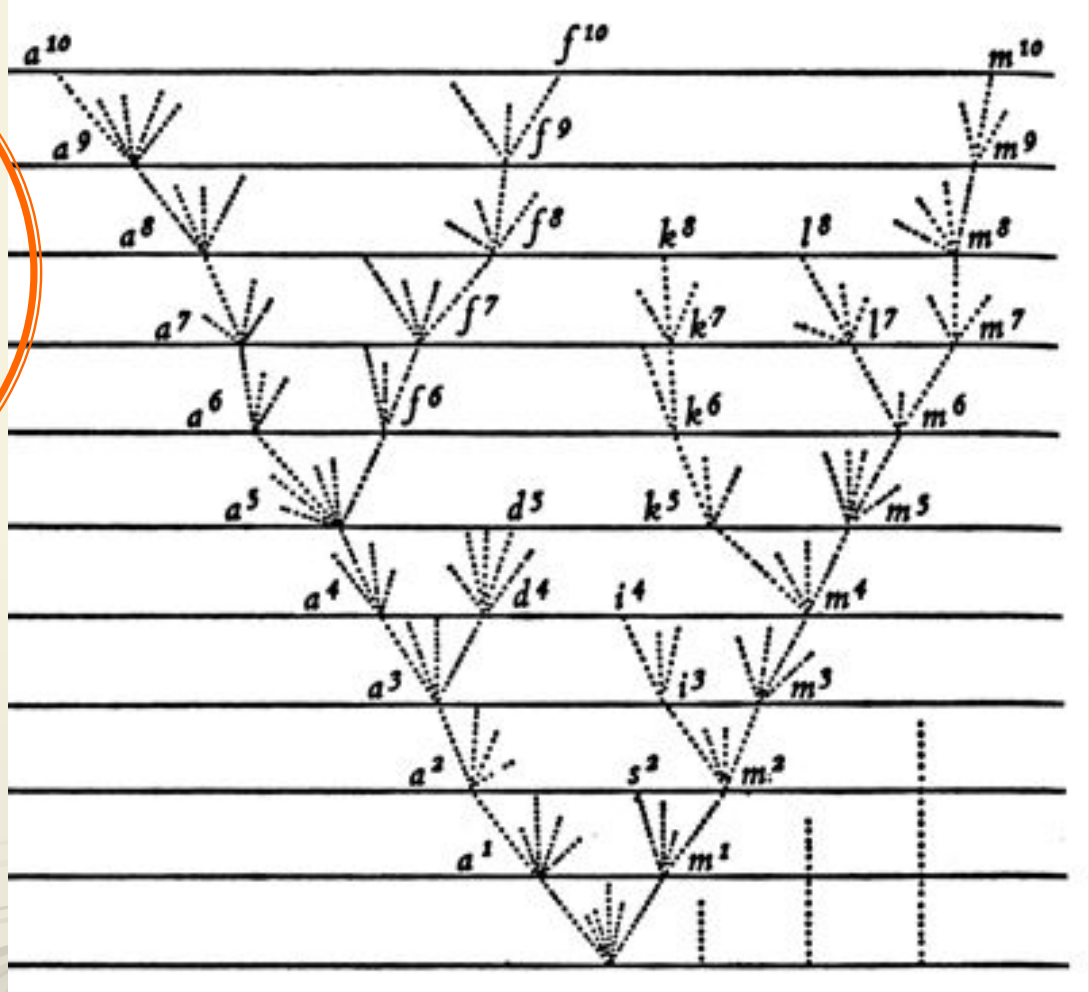


Рисунок Дарвина из «Происхождения видов»

Синтетическая теория эволюции

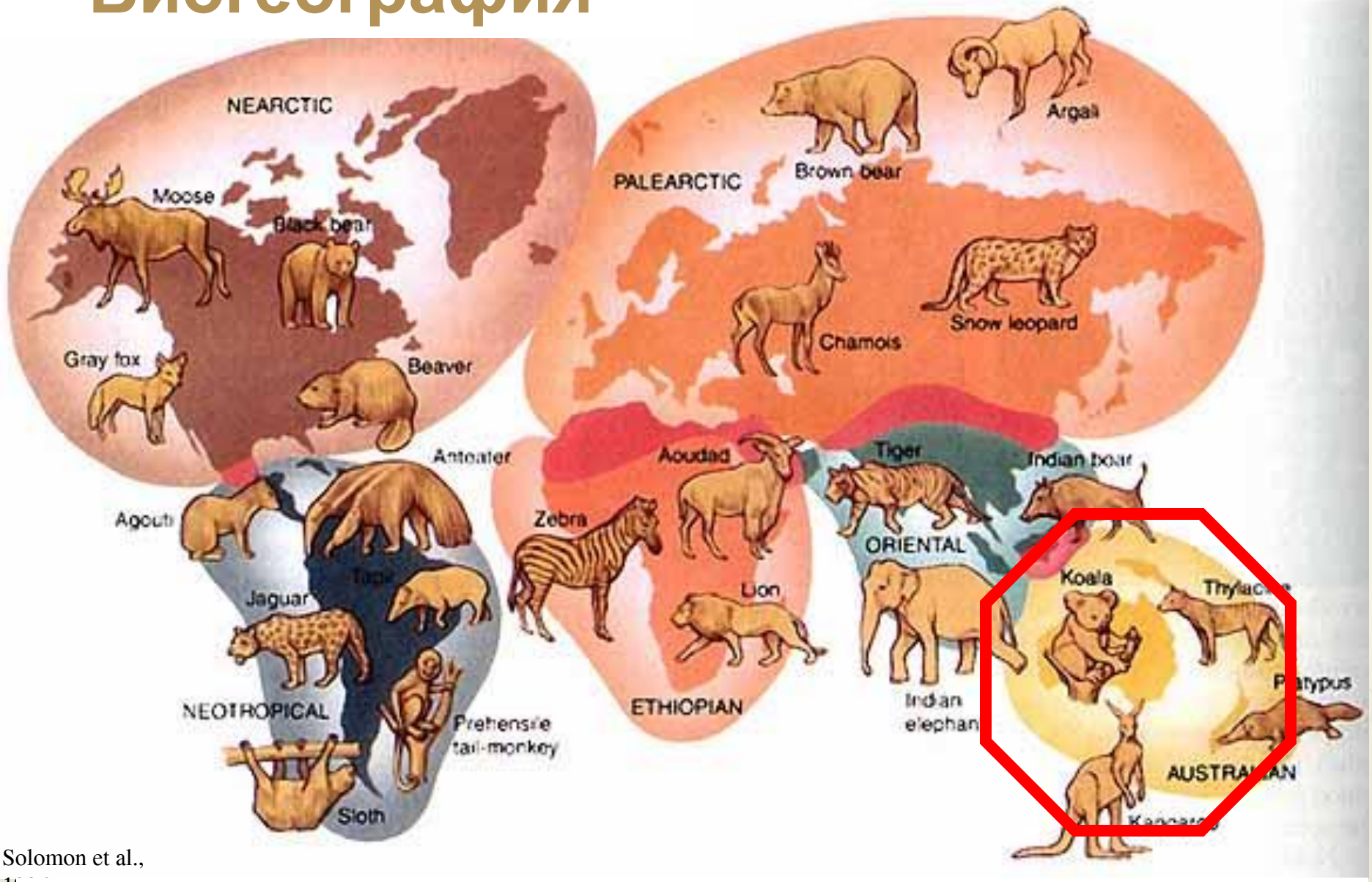
- Элементарный эволюционный материал – мутации
- Элементарная эволюционирующая единица – популяция
- Элементарное эволюционное явление – изменение генофонда популяции.
- Движущий фактор эволюции – естественный отбор
- Основа видообразования – дивергенция
- У эволюции нет конечной цели (ненаправленный характер)

Доказательства эволюции

- Биогеография
- Палеонтология
- Сравнительная анатомия
- Эмбриология
- Молекулярная и клеточная биология

Биогеография

= Карта распространения видов

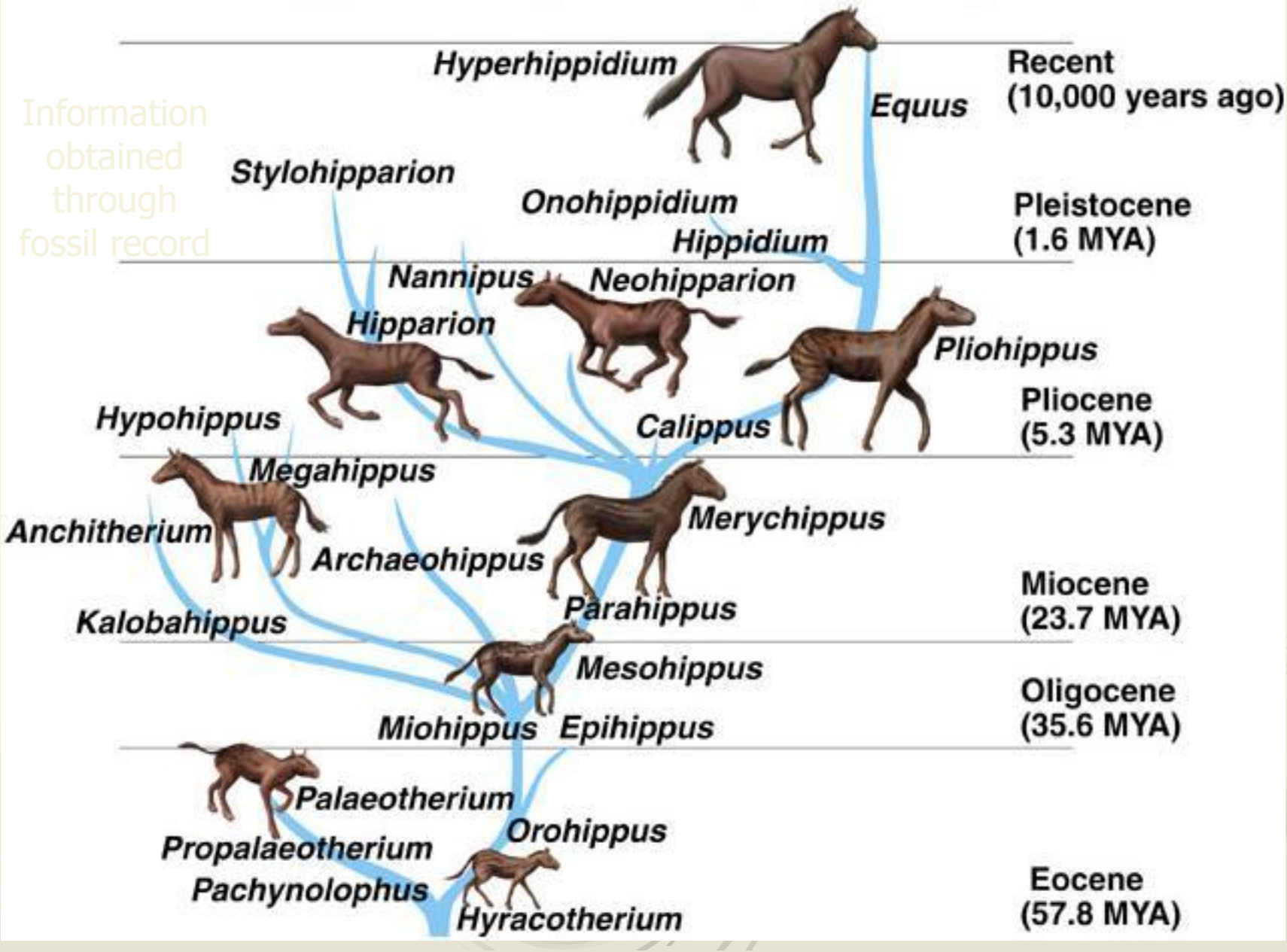


Solomon et al., 1

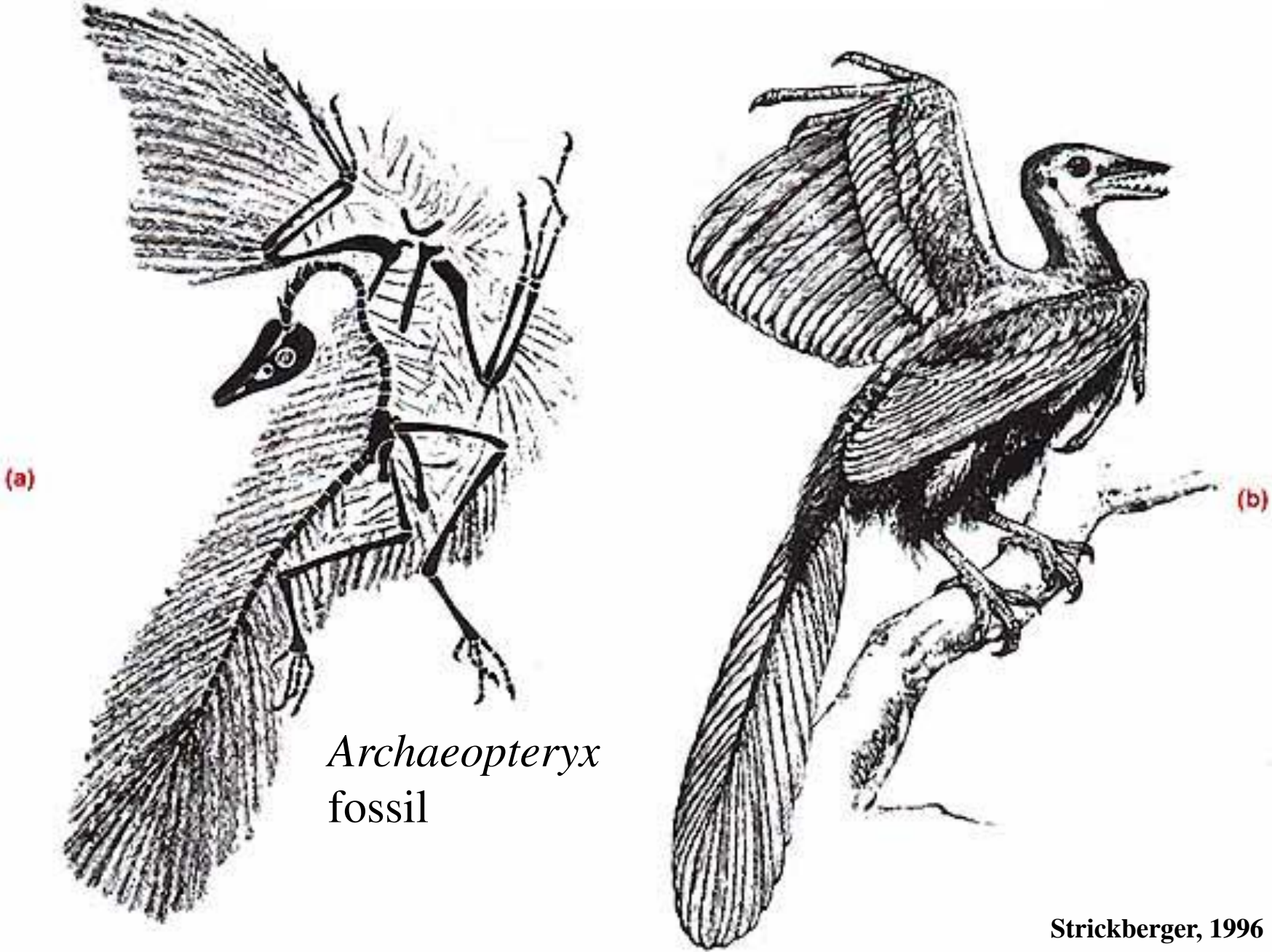
Виды, обитающие на одном континенте, имеют больше сходства, чем виды из географически удаленных областей.

Ископаемые.

Реконструкция по ископаемым



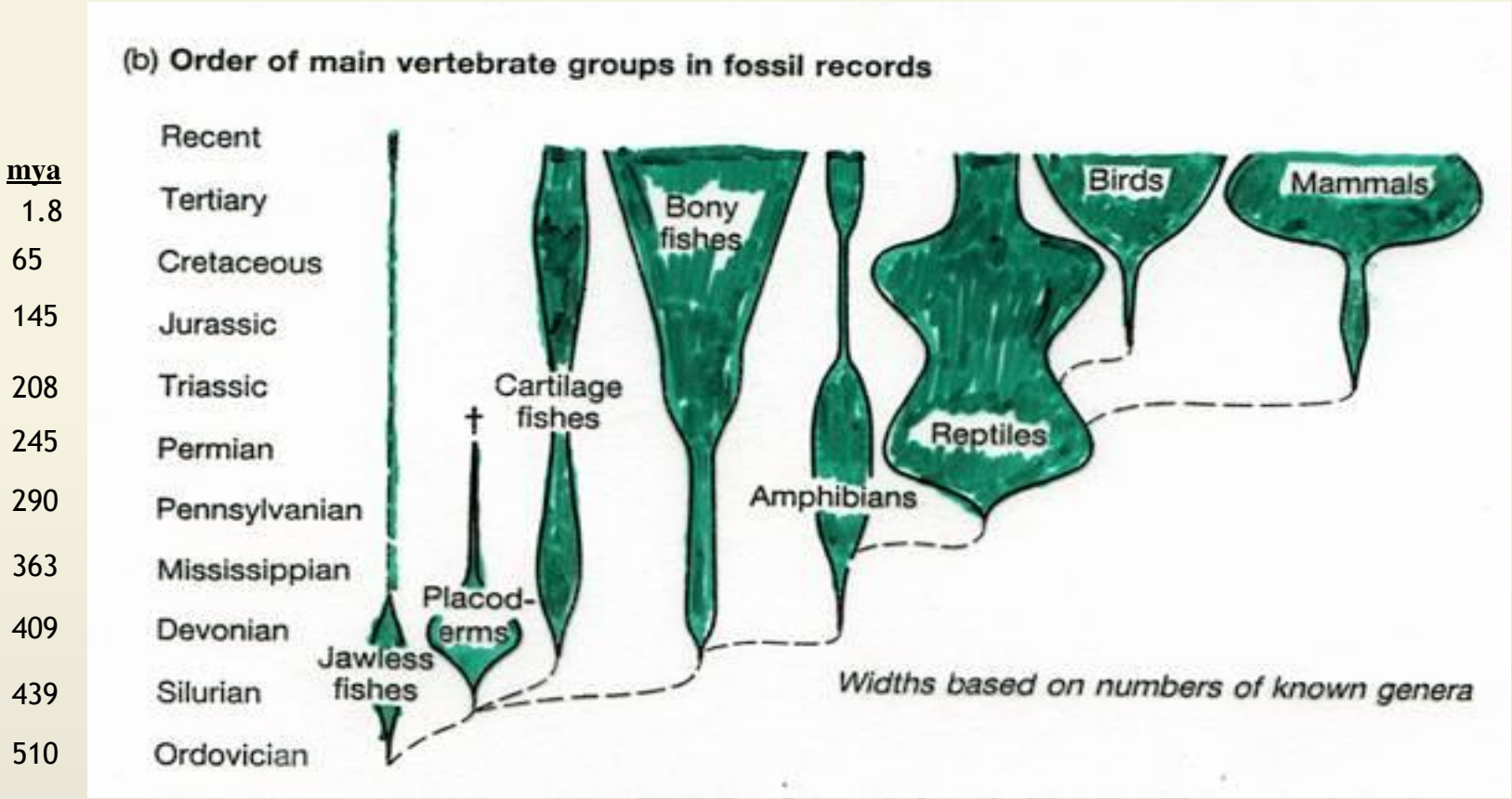
Переходные формы



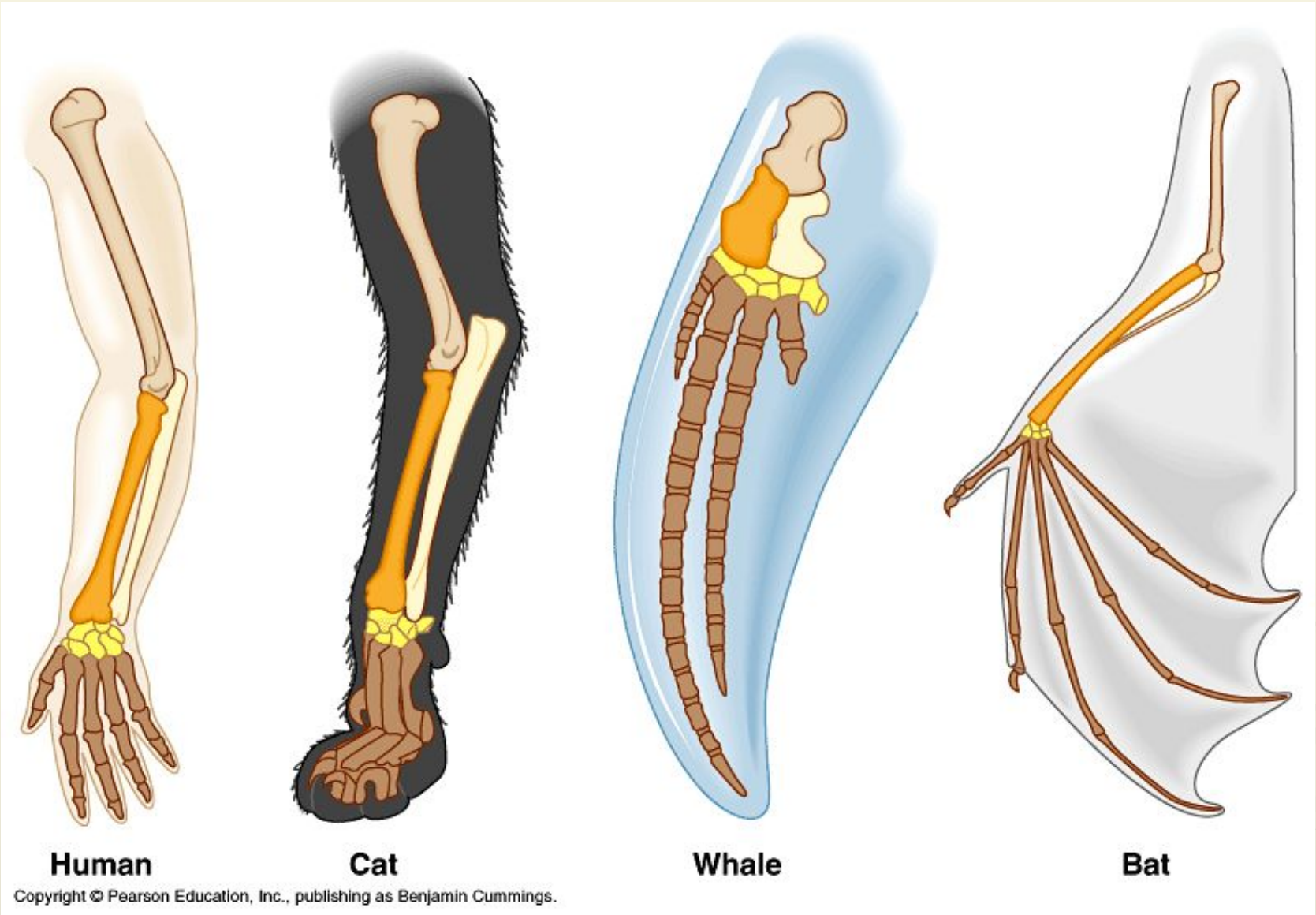
Archaeopteryx fossil

Strickberger, 1996

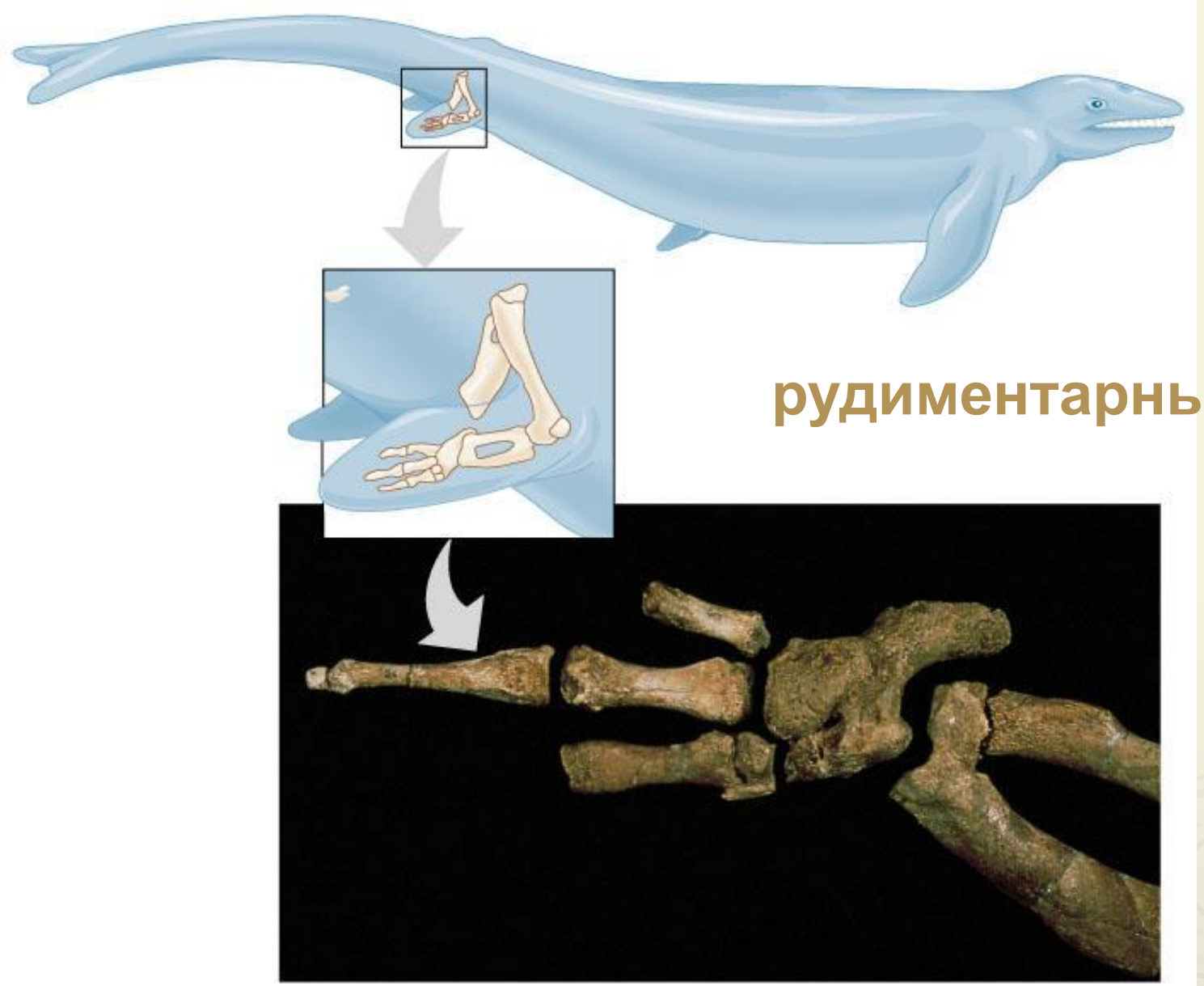
Последовательность появления видов в палеонтологической летописи



Сравнительная анатомия



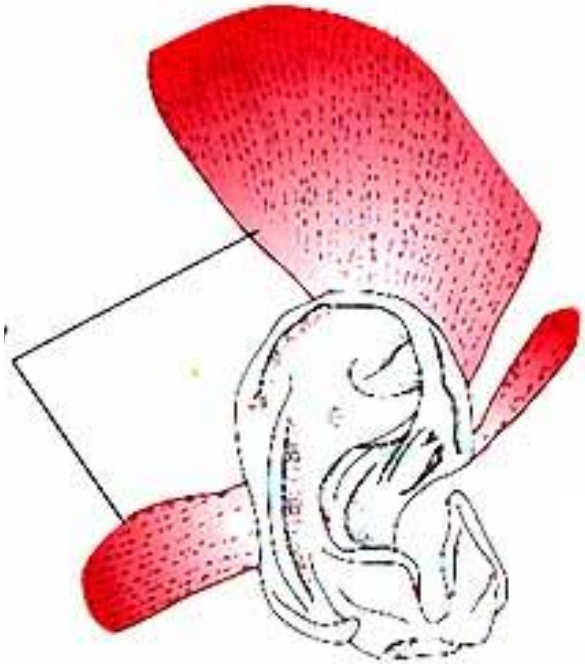
Сравнительная анатомия

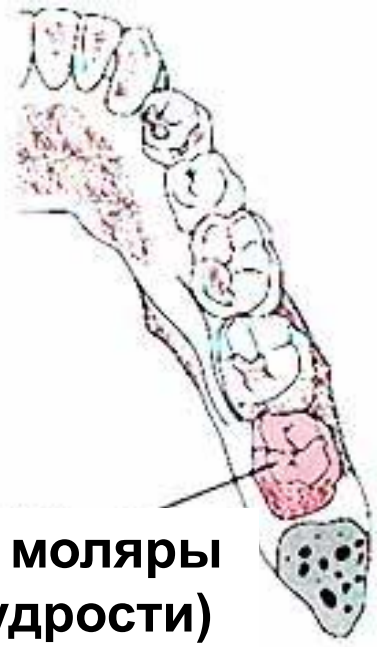


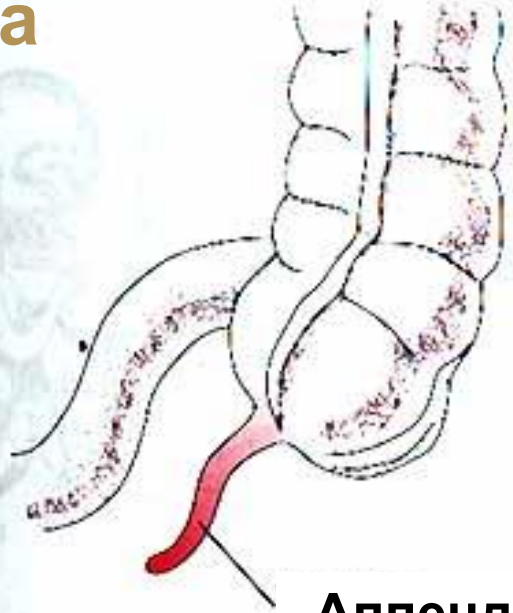
рудиментарные органы

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

рудиментарные органы человека



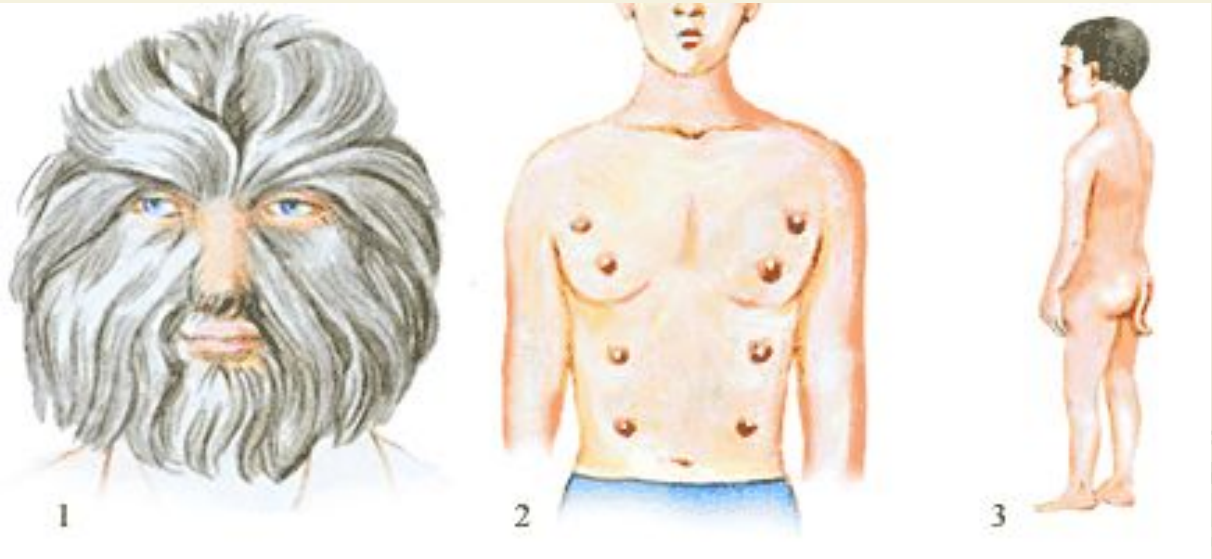




Strickberger, 1996

Атавизмы

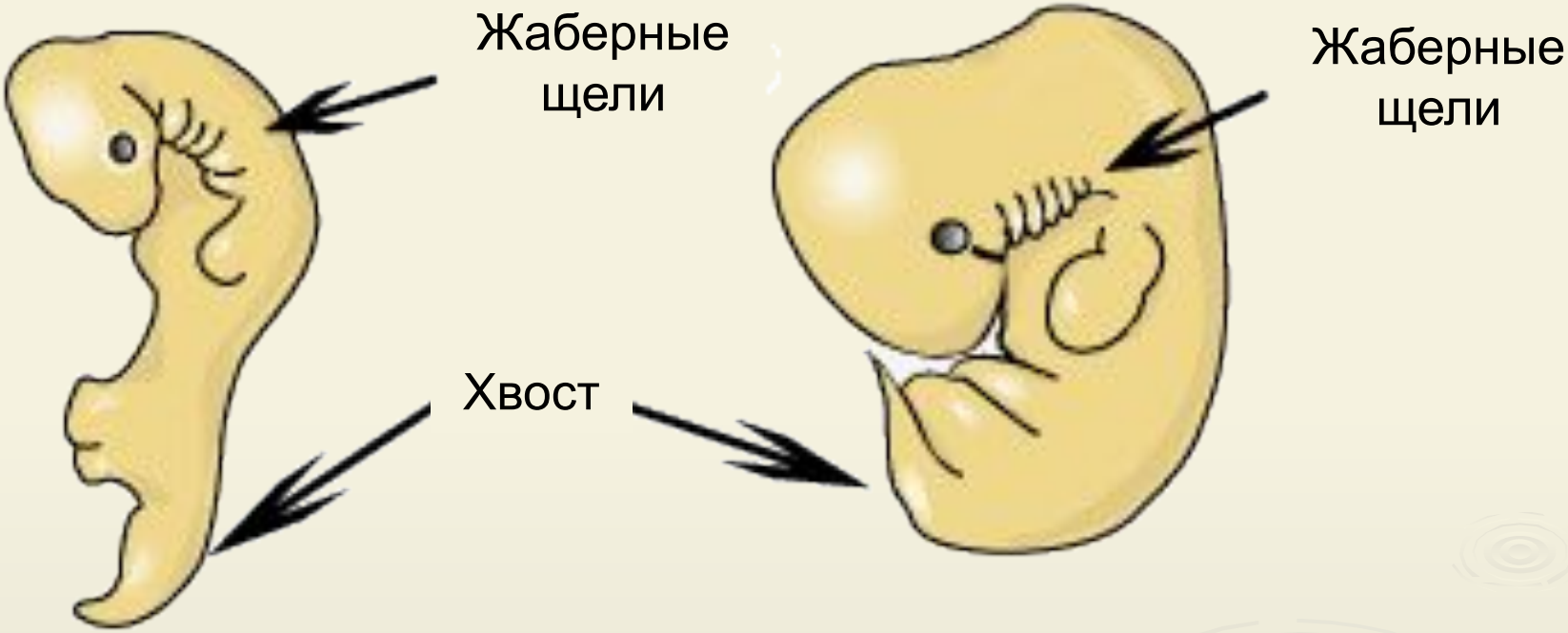
- органы и признаки, существовавшие у отдалённых предков, но затем утраченные в процессе эволюции.
- Их появление у отдельных представителей говорит о том, что старые программы развития сохраняются в геноме в заблокированном виде



но могут «проснуться» в результате мутаций.

Эмбриологические доказательства эволюции

Биогенетический закон Мёллера-Геккеля



Эмбрион цыпленка

Эмбрион человека

Доказательства эволюции: молекулярная и клеточная биология

Общность фундаментальных биологических процессов:

- Клеточного строения
- Деления клеток
- Строения и функционирования генов
- Генетического кода
- Гомология генов и белков

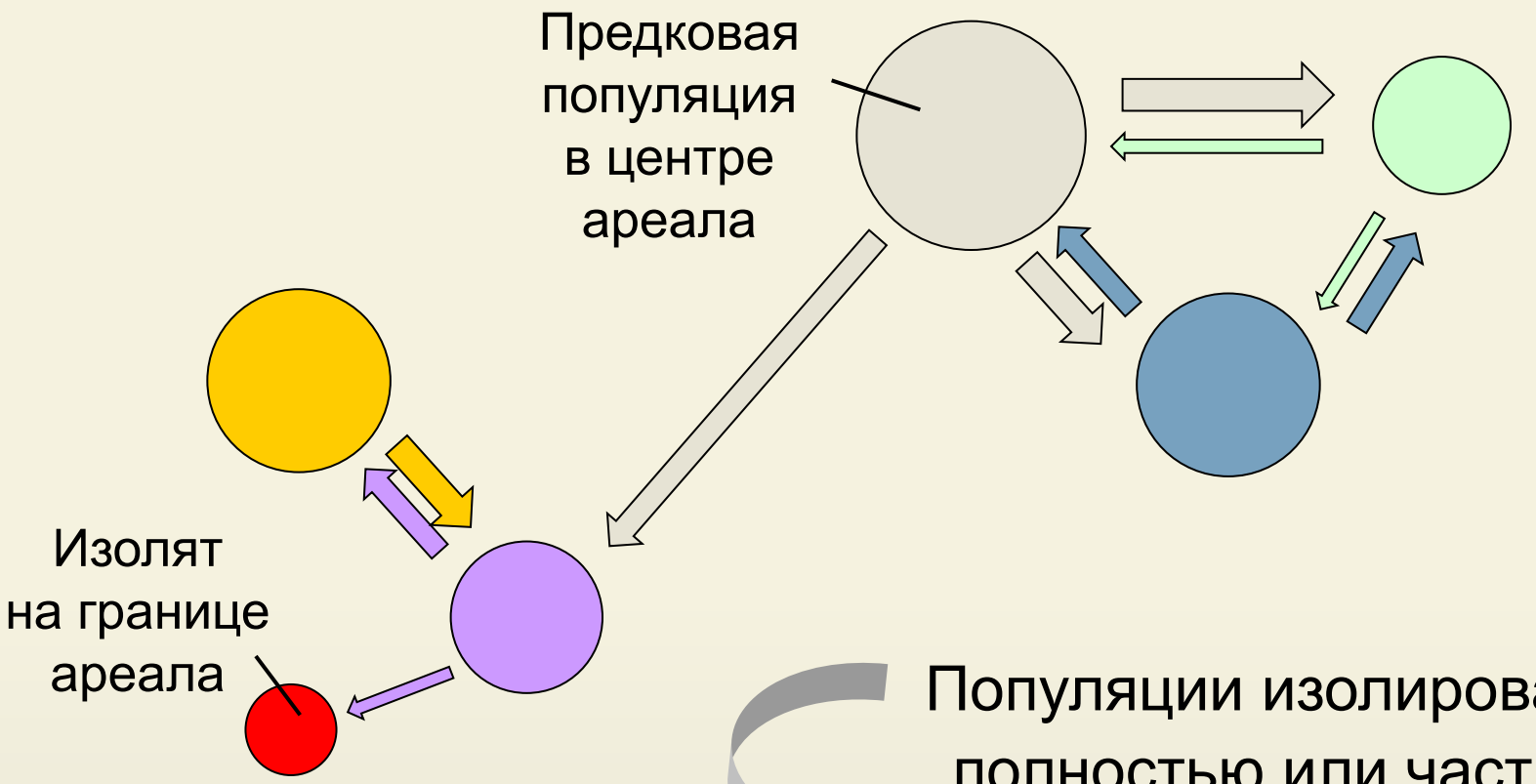
Концепция вида

- Проблема реальности вида

Критерии вида

- Морфологический
- Генетический (кариотипы, геномы)
- Эколого-географический (ареал, экологическая ниша, поведение)
- Репродуктивная изоляция

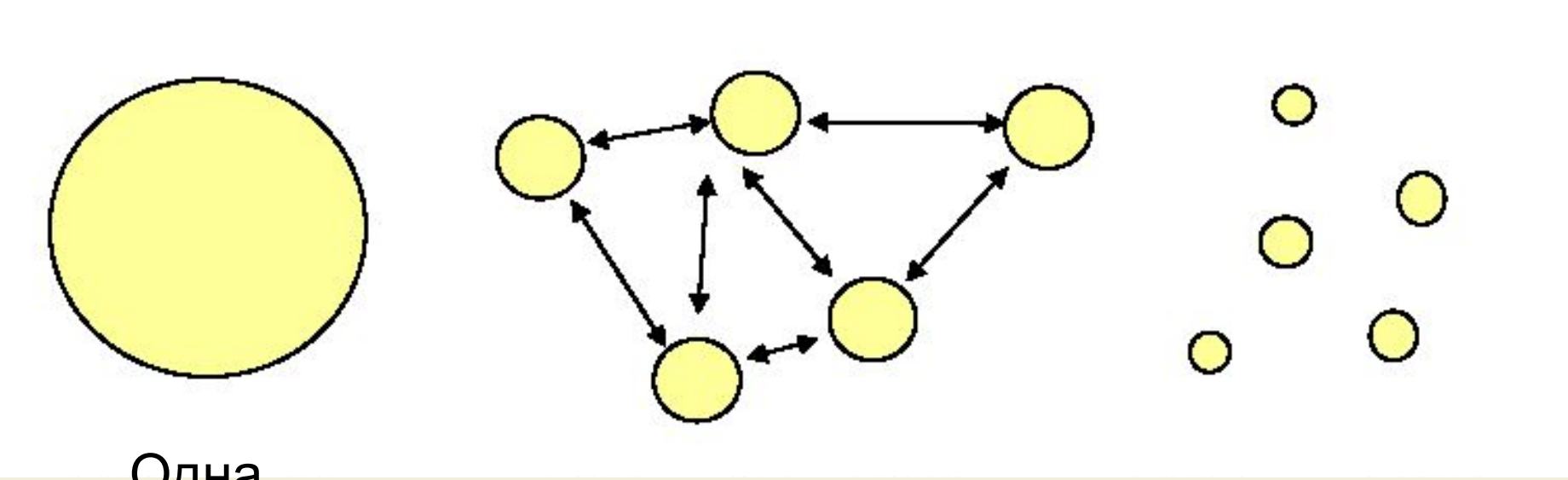
Популяционная структура вида



Популяции изолированы – полностью или частично

- Эволюционирует не особь, и не вид в целом, а популяция

Разные виды имеют разную популяционную структуру



Одна популяция

Несколько, сообщающихся между собой

Несколько изолятов

Биологический вид

- совокупность популяций, обладающих общими морфологическими и молекулярными признаками,

способных скрещиваться между собой в природных условиях и

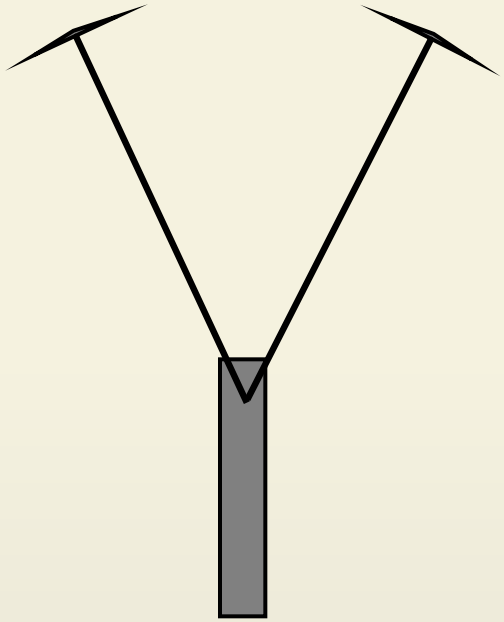
репродуктивно изолированных от других видов.

- Если популяция – элементарная эволюционирующая единица, то
- вид – качественная ступень эволюции
- На уровне вида достигается генетический гомеостаз – согласованная работа всех генов → устойчивый онтогенез.

Типы видообразования
(Эрнст Майр)

Дивергенция

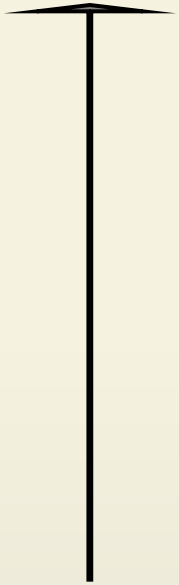
Два новых вида



Предковый вид

Филетическое

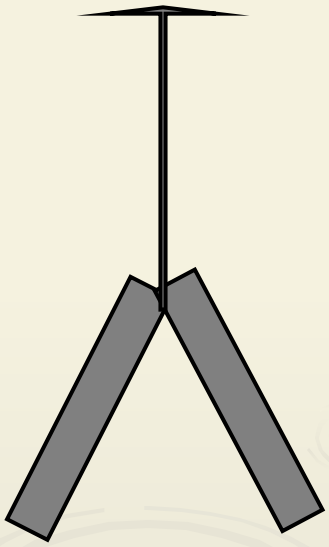
Новый вид



Предковый вид

Гибридное

Новый гибридный вид



Два предковых вида

Изоляция

– необходимое условие видообразования

Первичная

ДО образования нового вида

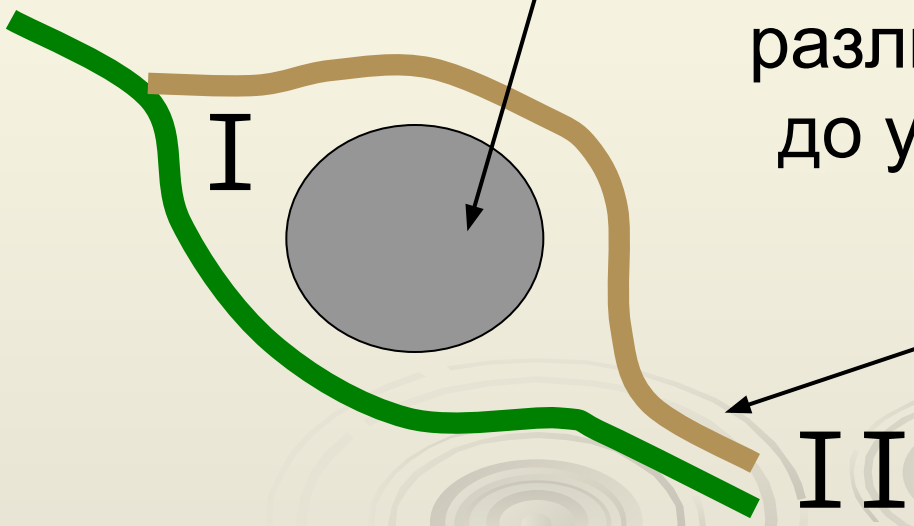
Внешние причины разделяют вид на две популяции

Вторичная

ПОСЛЕ видообразования

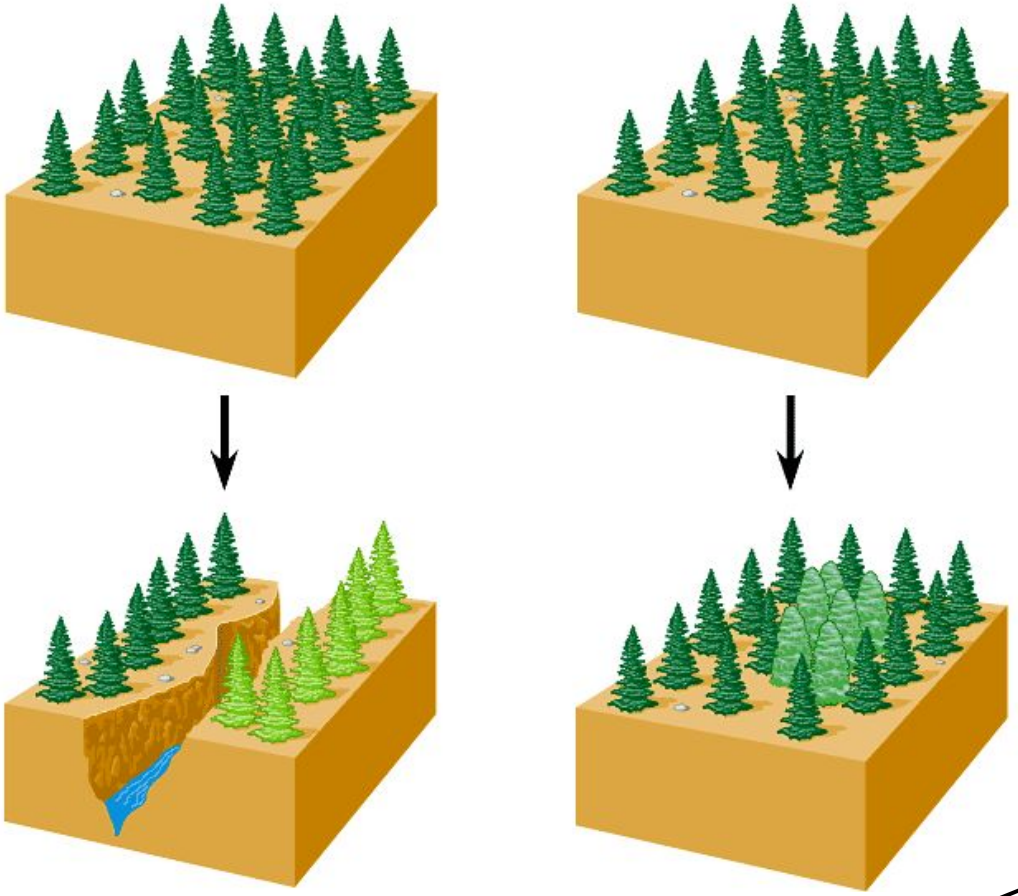
Невозможность скрещивания

Возникает, когда различия уже дошли до уровня видовых



Встретившись снова на одной территории, виды не скрещиваются

По механизму первичной изоляции – два типа видообразования



Другая родина

Аллопатрическое – разделение ареала

Одна родина

Симпатрическое – на одной территории

Изоляция экологическая или генетическая

Аллопатрическое видообразование

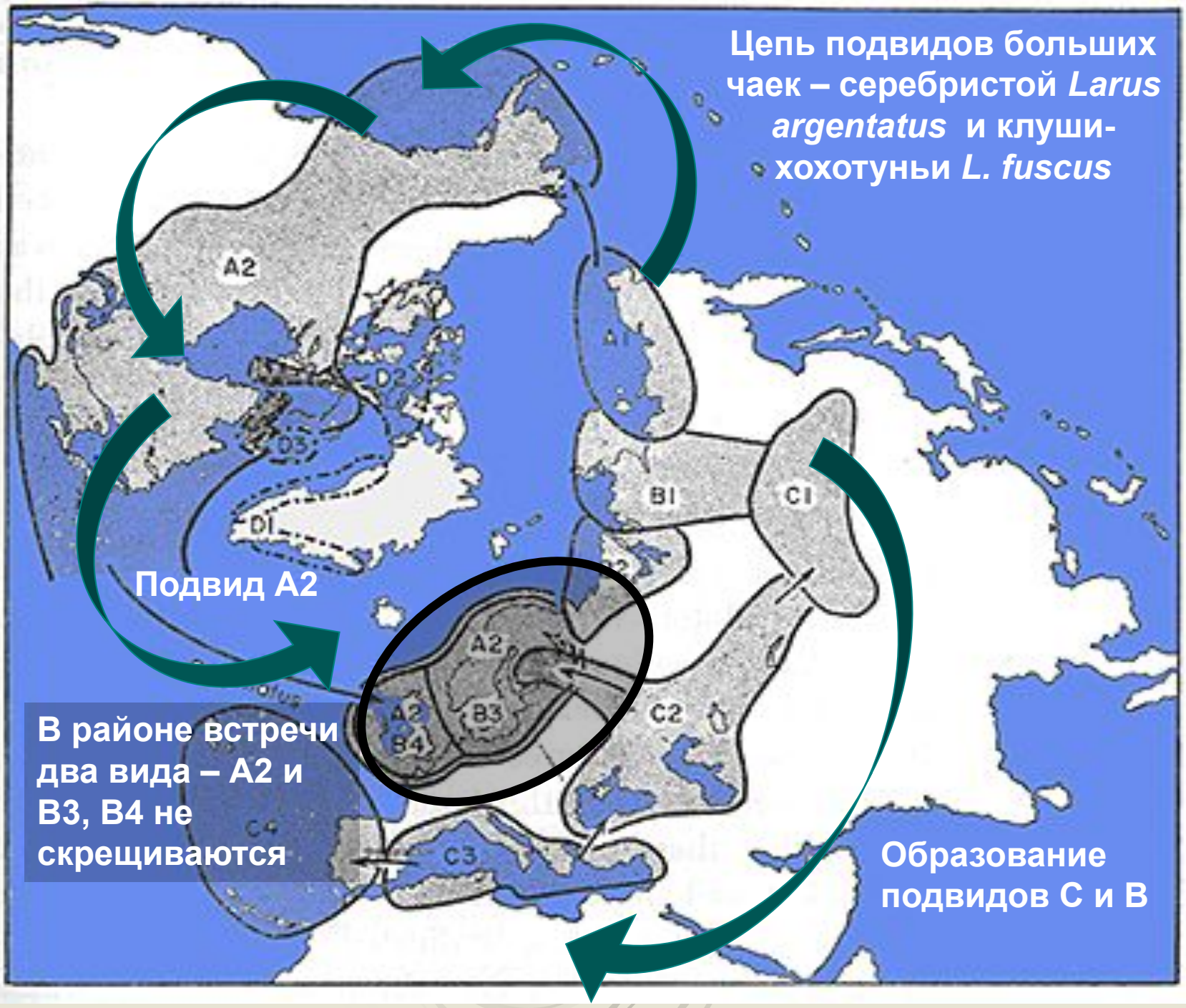
Черное брюшко
и лапки

Sciurus aberti aberti

Sciurus aberti kaibabensis

Большой Каньон разделил две популяции белок ~ 10 000 лет назад

На сегодня различия достигли уровня подвидов.


Цепь подвидов больших чаек – серебристой *Larus argentatus* и клуши-хохотуньи *L. fuscus*
A2
D2
D3
D1
A1
B1
C1
Подвид A2
A2
B3
A2
B4
C2
C4
C3
В районе встречи два вида – A2 и B3, B4 не скрещиваются
Образование подвидов C и B

Симпатрическое видообразование

- Изоляция на одной территории, без разделения ареала.
- Механизмы:

1. Разделение экологических ниш (временное, пространственное)
2. Генетический – полиплоидия (мгновенное видообразование)

Процесс симпатрического видообразования путем пищевой специализации у мухи *Rhagoletis pomonella*

Старое растение-хозяин

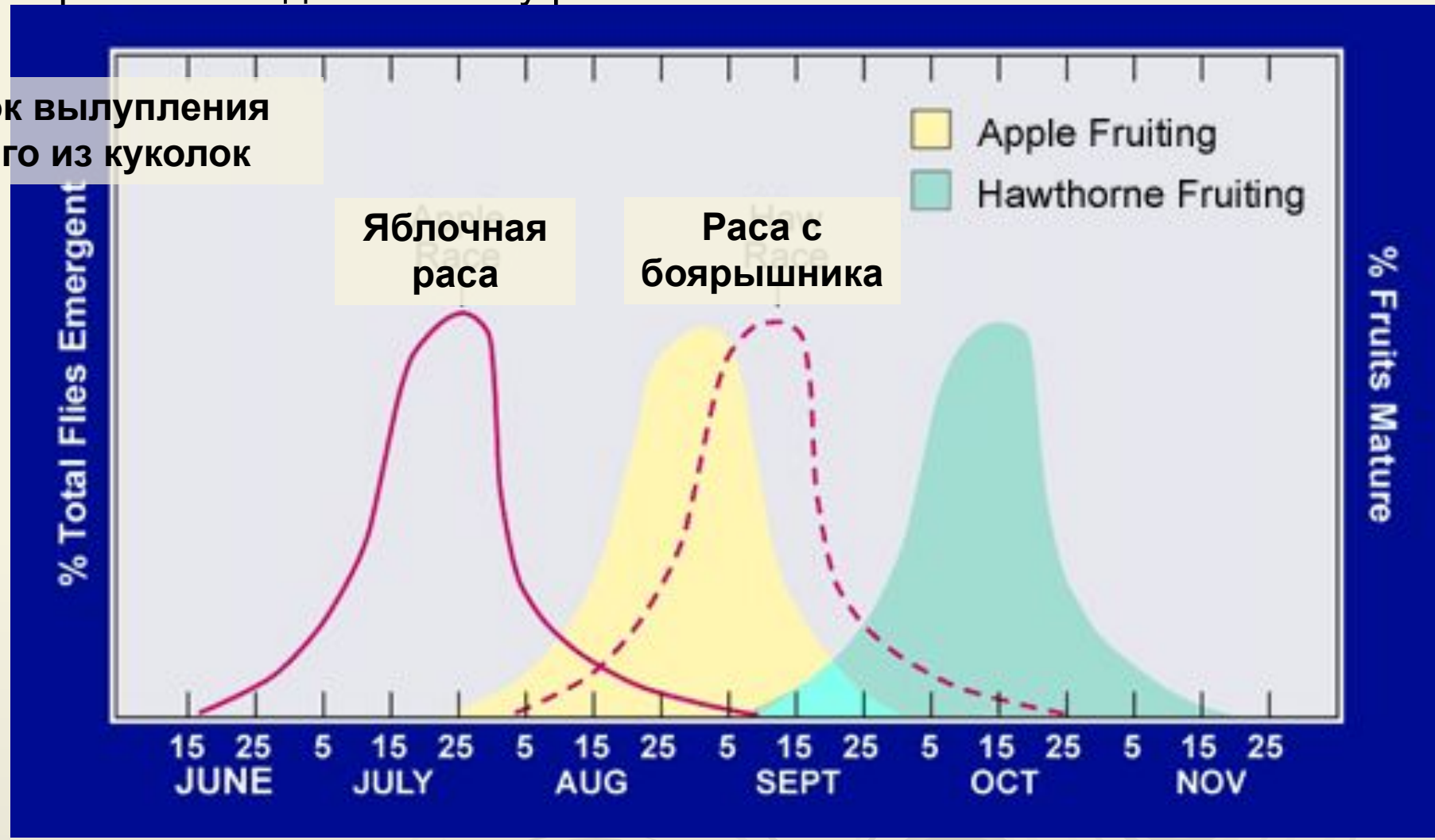
Боярышник

Новый хозяин (с 1860)

Яблоня

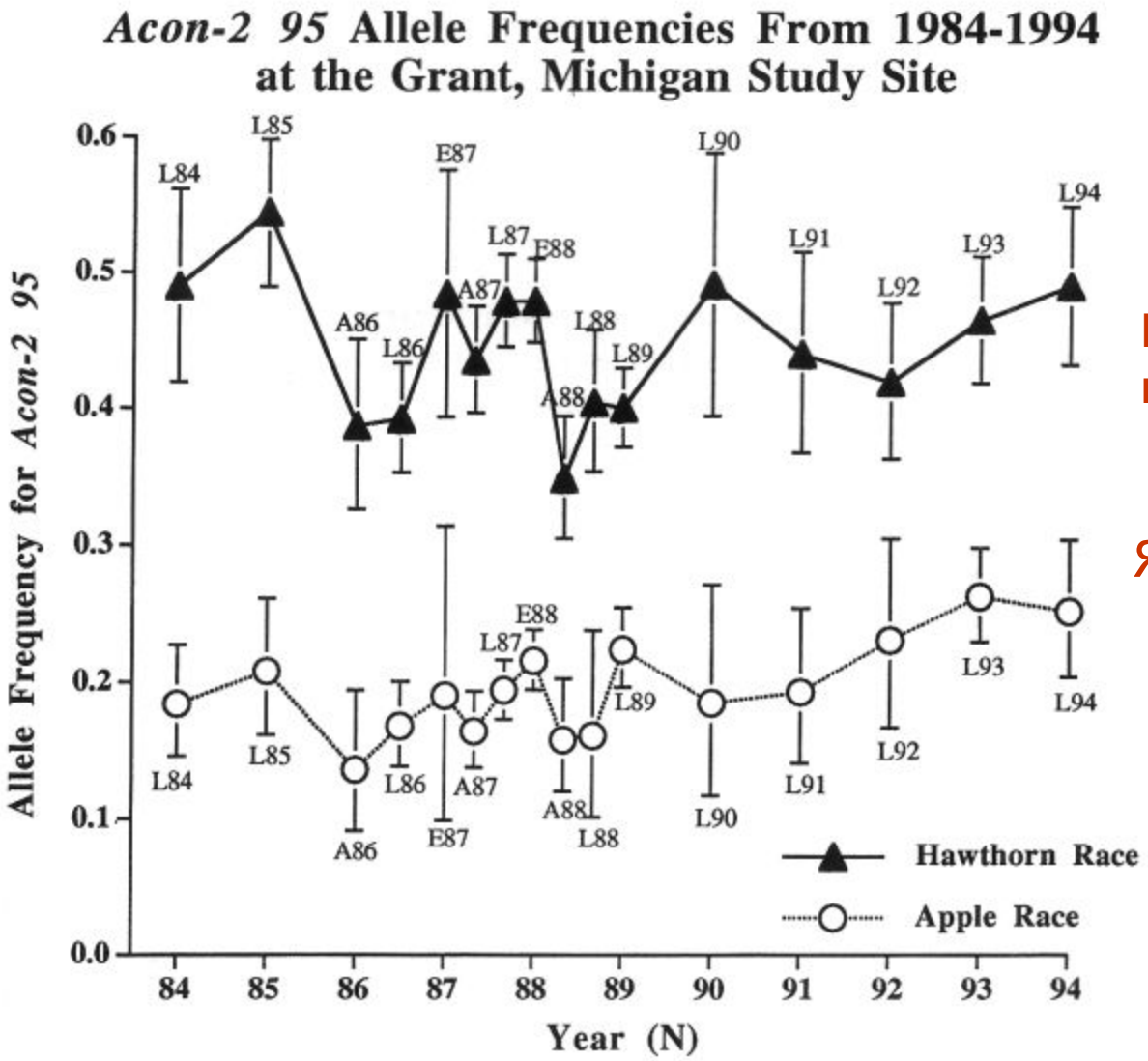
Скрещивание мух этого вида происходит на растении-хозяине, поэтому расы не скрещиваются между собой.

Экологическая изоляция, возникшая как пищевая и по месту обитания, постепенно стала и временной – в связи с разными сроками плодоношения у растений-хозяев.



Bush, G.L. 1969. Sympatric host race formation and speciation in frugivorous flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae). *Evolution* **23:** 237-251.

Прямое доказательство изоляции – различие аллельных частот у двух рас



Бояры шник

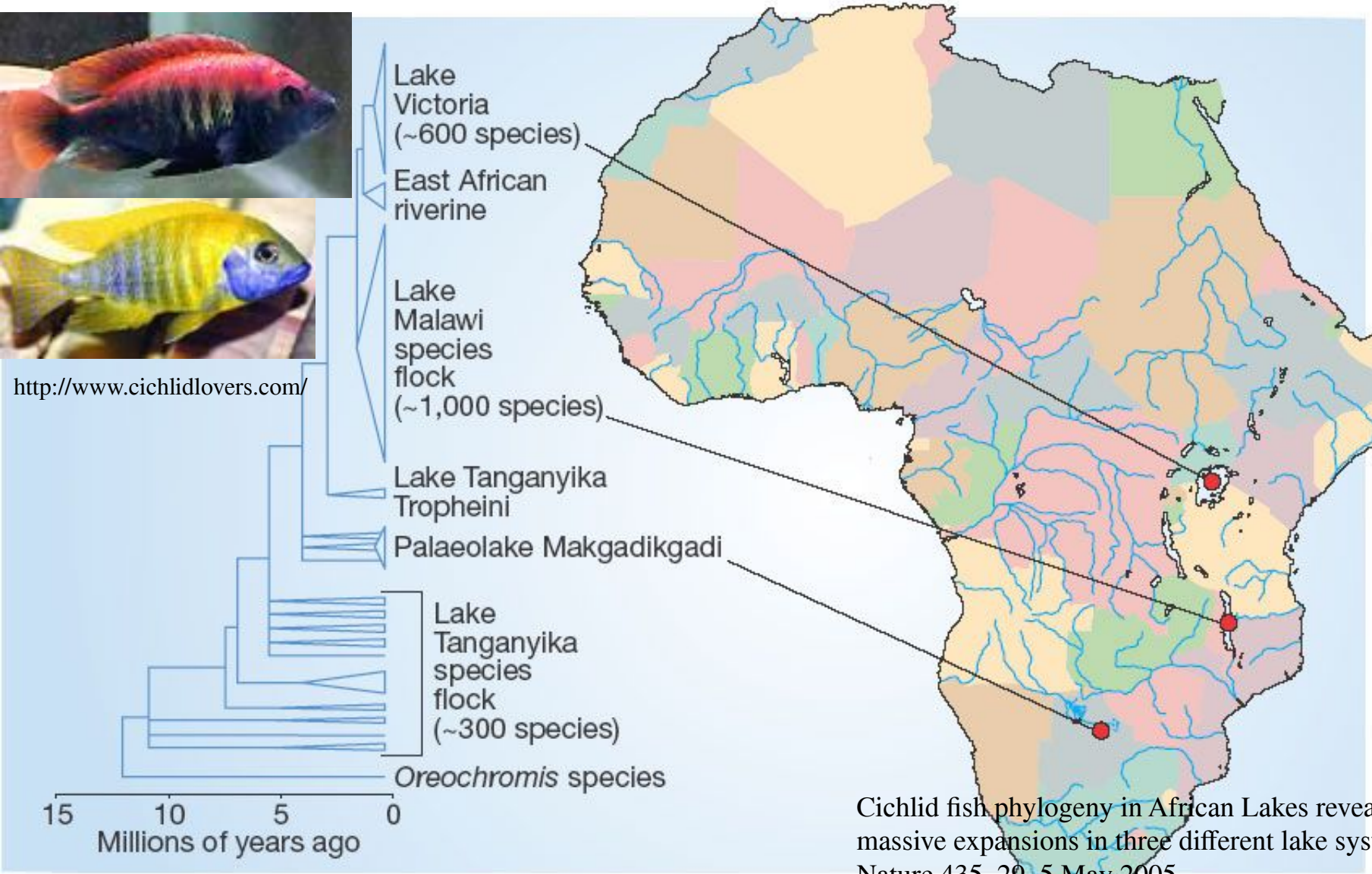
Яблони

Figure 16.3 Allele frequencies for *Acon-2 95* over an 11 year period (1984–1994) for different life-history stages of apple and hawthorn flies at the Grant, Michigan site. L = larvae dissected from host fruits. E = newly eclosing adults captured in field traps (nets) constructed beneath host trees. A = adults captured off of host trees. Upper and lower 95% confidence intervals for allele frequencies are indicated by bars. (For data for other loci see Feder et al. 1988, 1990a, 1990b, 1993, submitted).

Симпатрическое видообразование – не редкость

Эндемичные виды цихлид в озерах Африки.

http://www.cichlidlovers.com/

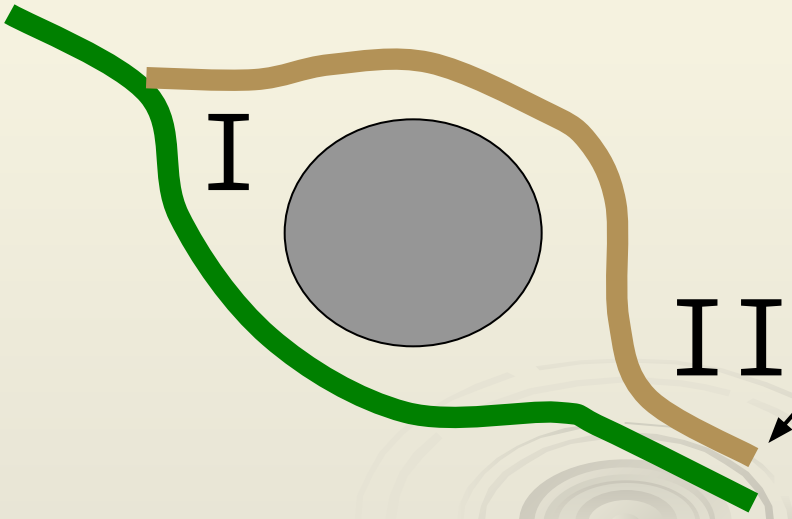


Cichlid fish phylogeny in African Lakes reveals massive expansions in three different lake systems. Nature 435, 29, 5 May 2005.

Вторичная изоляция

= репродуктивный барьер

- Главный критерий сформировавшегося вида
- Вид – генетически замкнутая система.
- И равновесная – изоляция выгодна, потому что межвидовое скрещивание разрушает генетический гомеостаз.



Встретившись снова на одной территории, виды не скрещиваются

Если скрещиваются – то это не виды, а подвиды или популяции одного вида

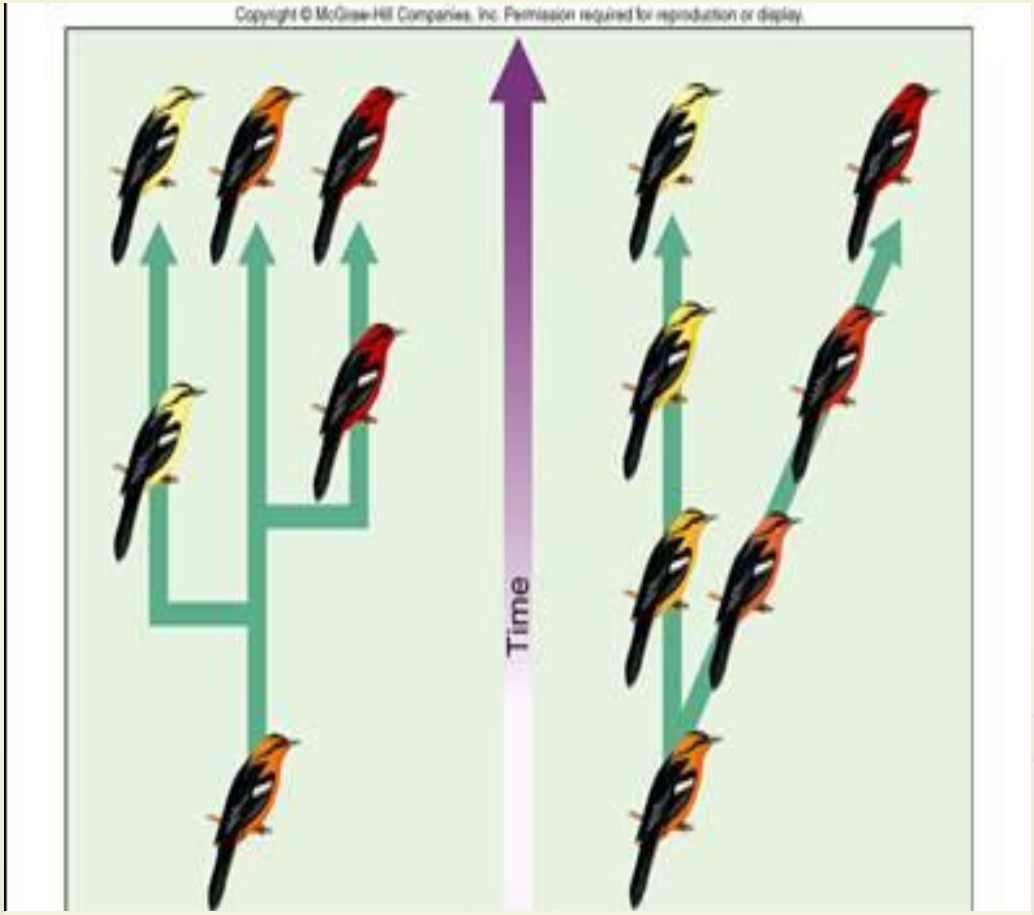
Механизмы вторичной изоляции

Новый вид: постепенно или быстро?

Градуализм (Дарвин)

- **Постепенное накопление отличий (частот и состава аллелей, хромосомных перестроек)**

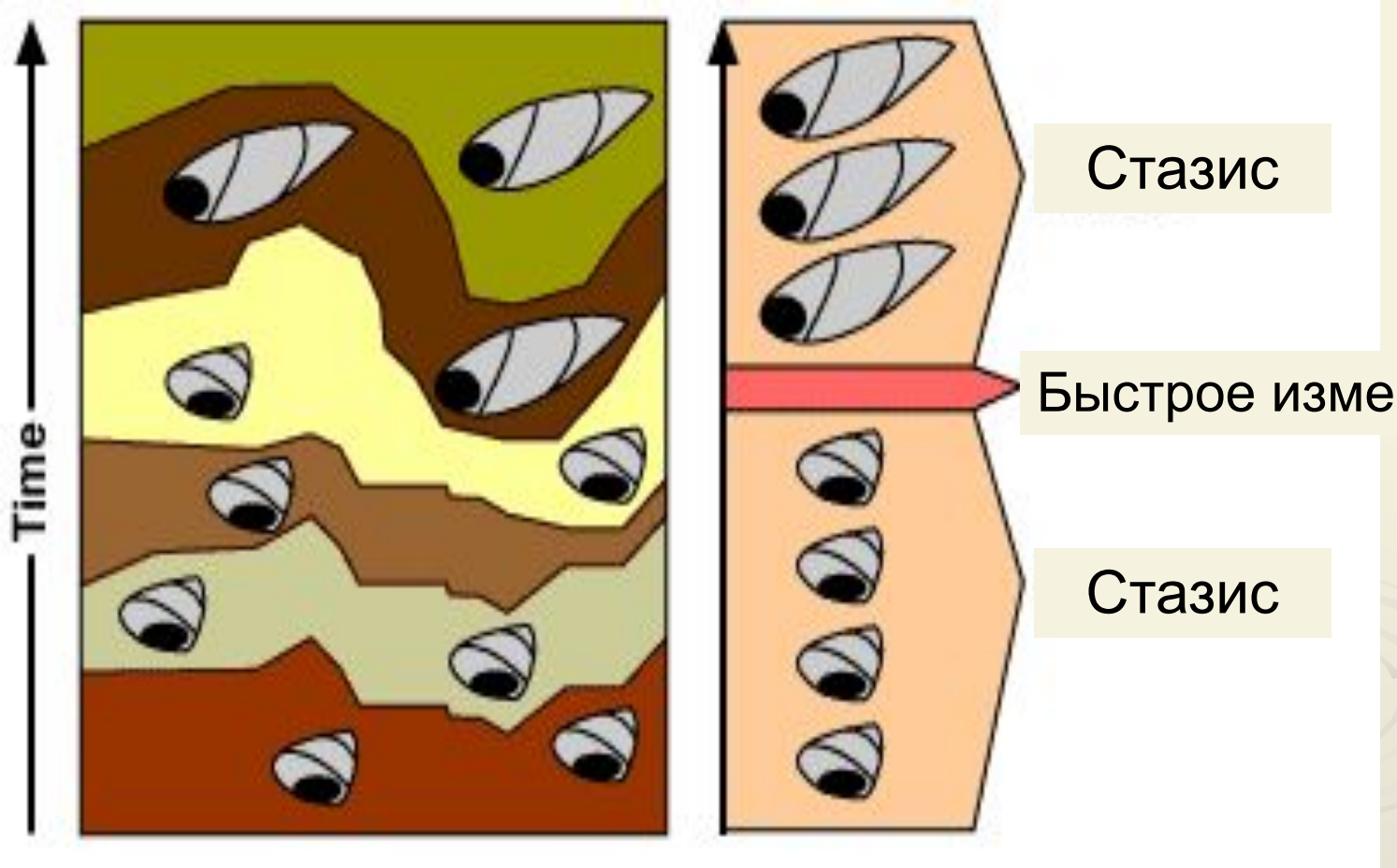
Примеры градуализма – видообразование у белок и чаек, описанное выше.



Прерывистое равновесие

Градуализм

- Палеонтологическая летопись говорит о том, что виды могут долгое время существовать неизменными, а потом быстро исчезать или превращаться в другие.
- «Быстро» в геологическом масштабе времени означает сотни-тысячи поколений – тем не менее, этот период намного короче, чем средний срок существования вида.



- Вид может долго оставаться неизменным, если стабильны условия среды существования.
- Если же среда резко меняется – начинает действовать интенсивный движущий или дизруптивный отбор.
- Прежде максимально приспособленная видовая норма оказывается в проигрыше – а отбираются крайние фенотипы.
- Гены, отвечающие за эти фенотипы, не сбалансированы с остальными – они вызывают резкие отклонения в нормальном онтогенезе и его дестабилизацию.
- Вид входит в генетически неравновесное состояние, которое очень опасно – в большей части случаев заканчивается вымиранием.

Если же разбалансированность генов удается преодолеть, через ряд поколений наступает состояние нового равновесия – и образуется новый биологический вид.

Эту теорию видообразования предложил в 1970-х гг. американский эволюционист Стефан Гоулд –

Теория прерывистого равновесия

Stephen Jay Gould & Niles Eldredge. 1993. Punctuated equilibrium comes of age. Nature: 366: 223-227.

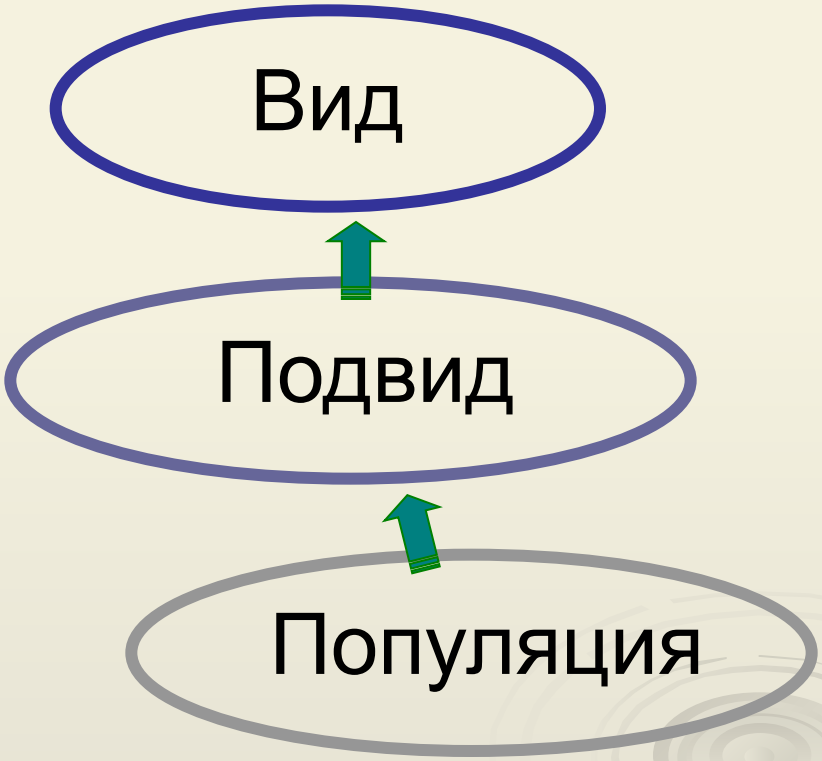
Макроэволюция

Закономерности выявляемые на уровне выше видового,

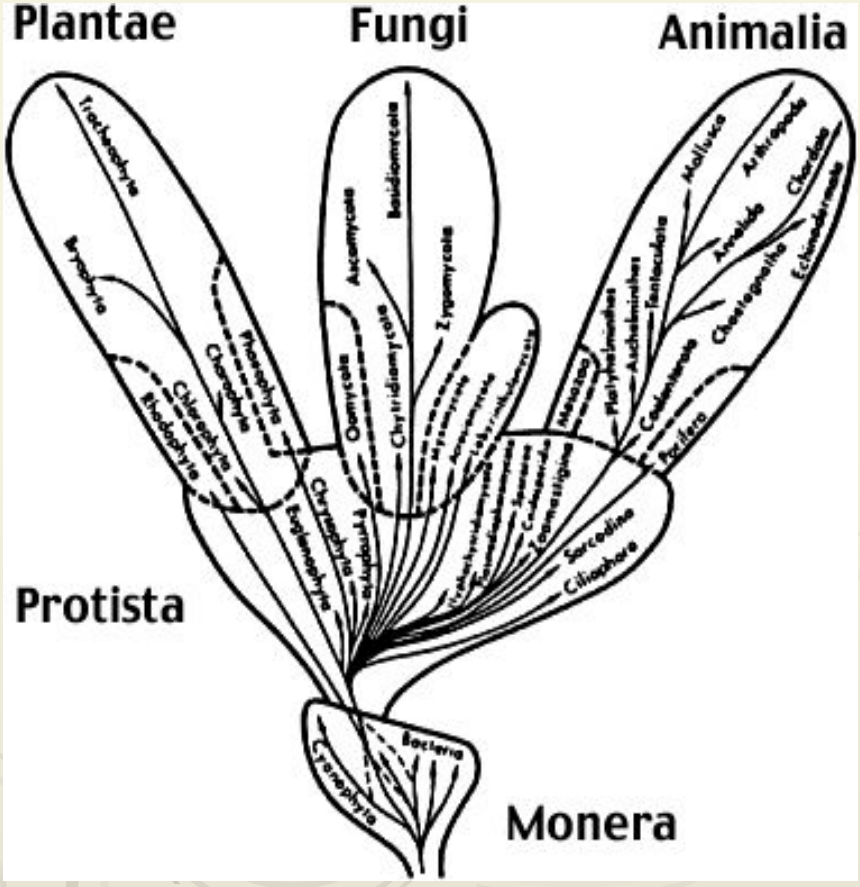
в масштабах, измеряемых миллионами лет

Макроэволюция = микроэволюция + время

Микро –
уровень вида и ниже



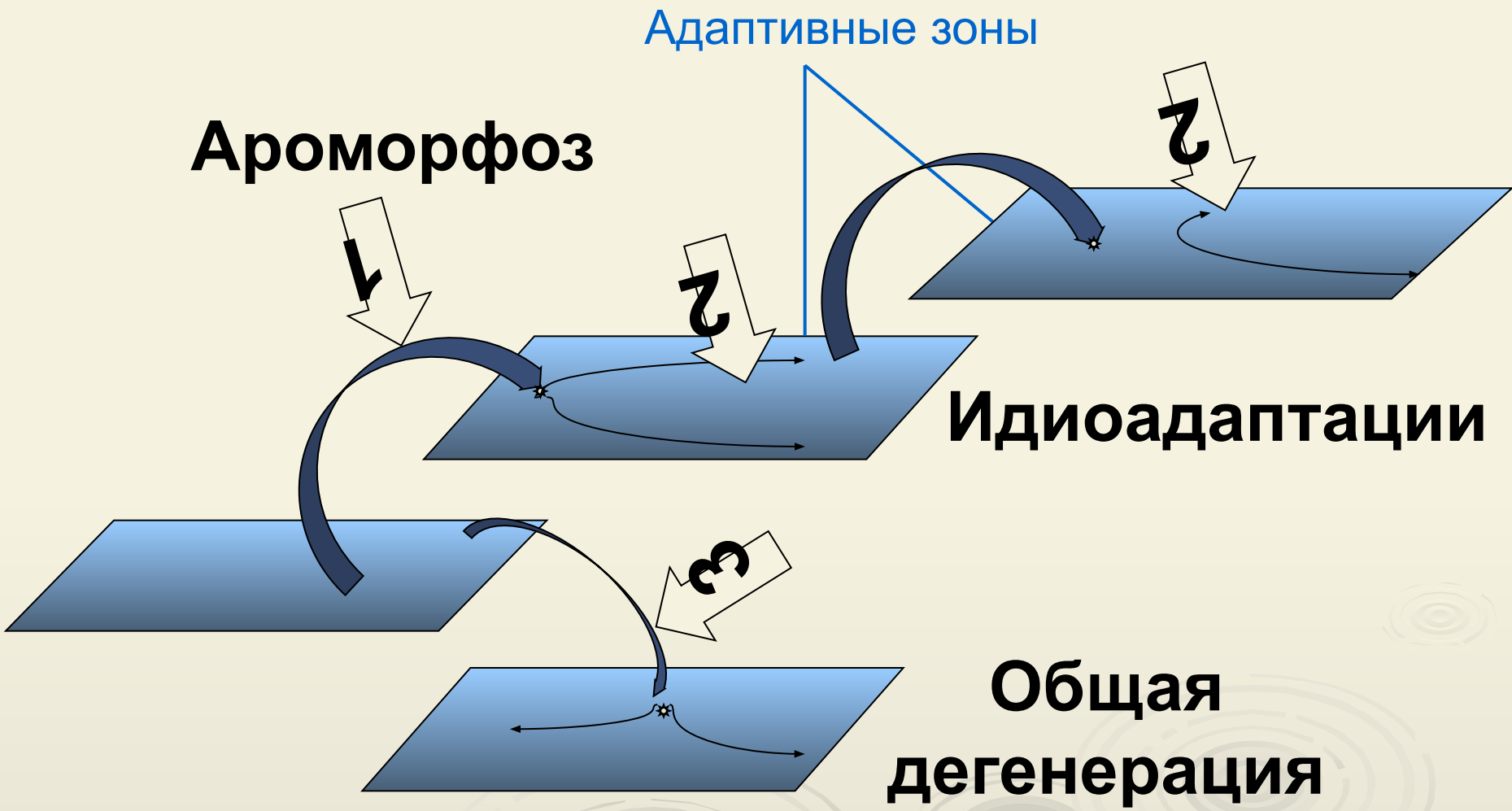
Макро-



Закономерности макроэволюции

- Биологический прогресс вида – это повышение его приспособленности к среде и → увеличение численности и ареала.
- Для крупных таксонов (классов, типов) – это увеличение числа видов и их общей численности.
- Биологический регресс – уменьшение численности и ареала, вплоть до вымирания.

Направления эволюции (биологического прогресса)

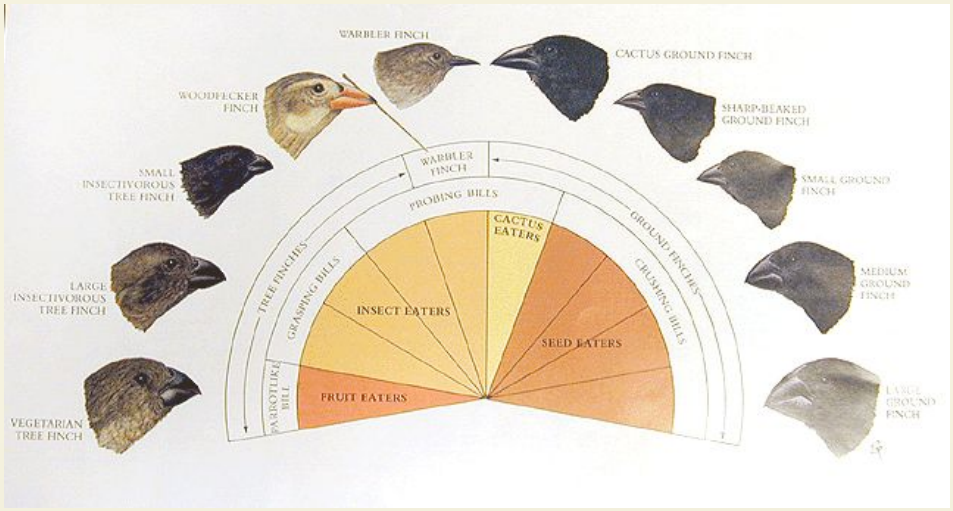


Ароморфозы

- Крупные изменения организации, позволяющие виду занять новую адаптивную зону (границы условий, в которых данная группа организмов может существовать).
- К ароморфозам относят все новшества, давшие начало крупным таксонам – царствам, типам и классам.
- Ароморфозы возникают вначале как идиоадаптации – и станет ли это ароморфозом, зависит от наличия адаптивных зон.

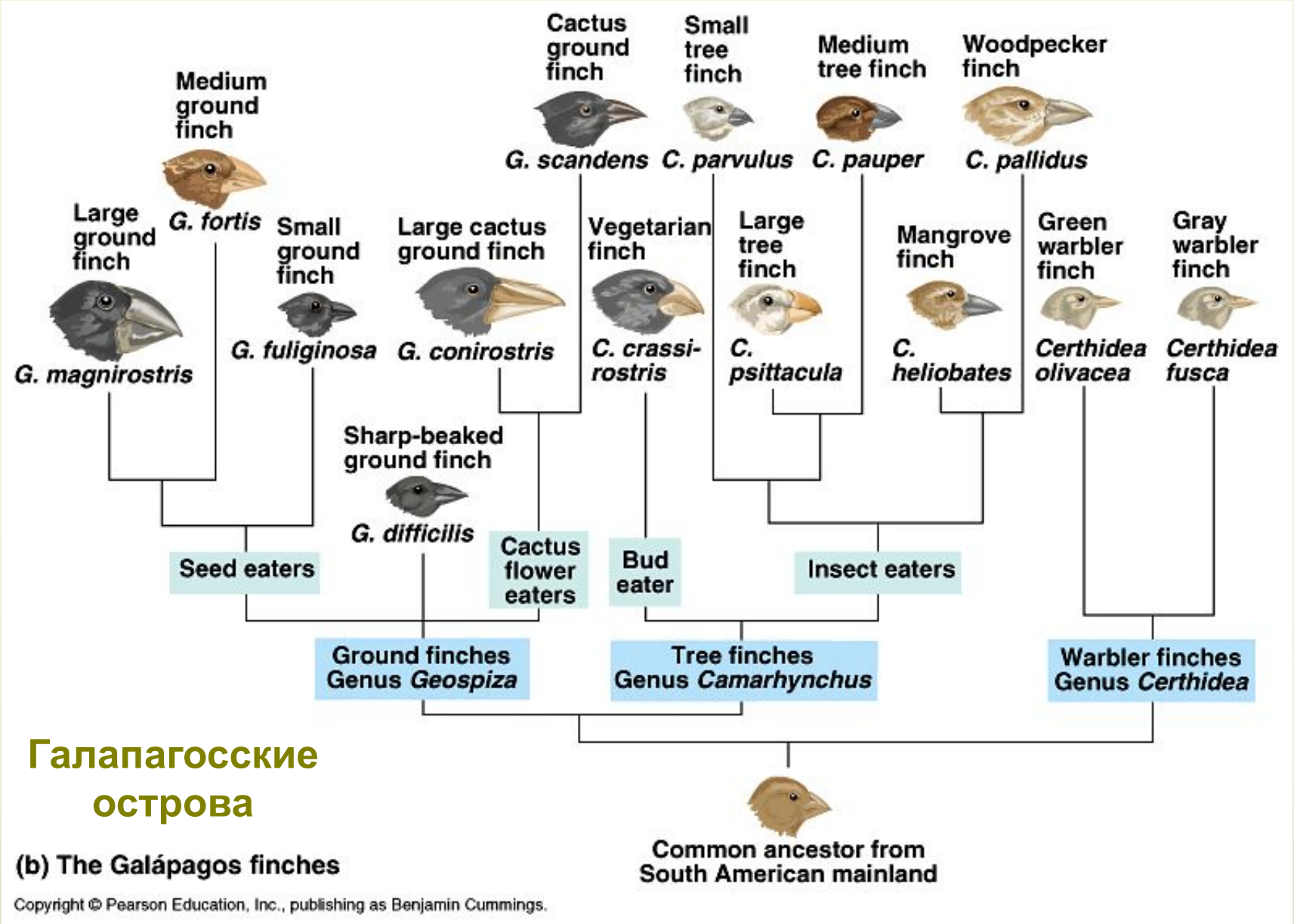
Адаптивная радиация - быстрая дивергенция предкового вида на много новых

- Возникает, когда вид попадает на новую территорию, где много экологических ниш, которые он может занять.
- Часто наблюдается на островах.



Дарвиновские вьюрки на Галапагосах

Дарвиновские вьюрки



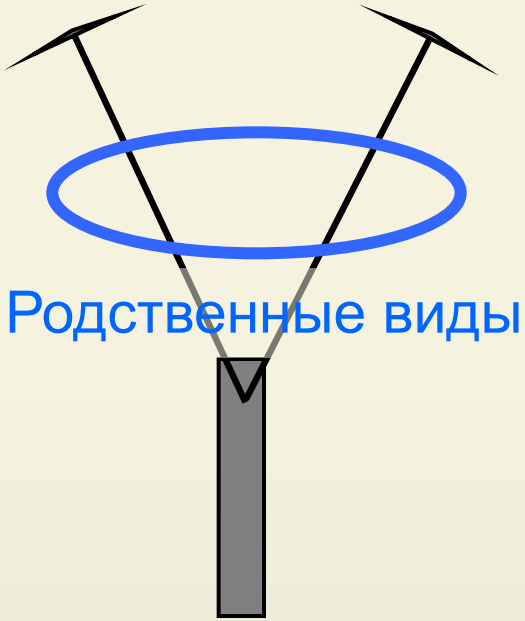
Галапагосские острова

Закономерности эволюции

Гомологи:

Одно происхождение

Разные функции



Дивергенц ия

Аналоги:

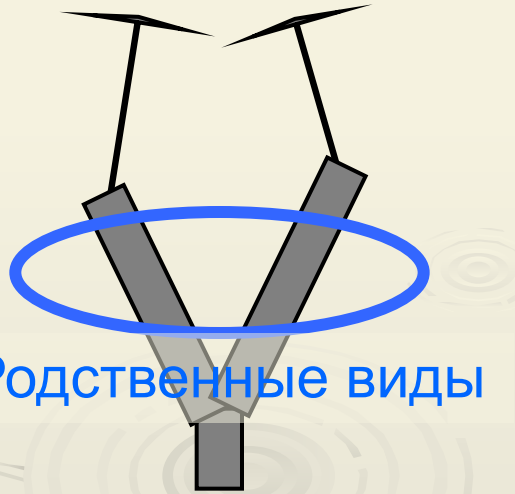
Разное происхождение

Одна функция

Конвергенция

Гомологи + аналоги

Одна функция развивается независимо из гомологичных (общих по происхождению) структур у родственных видов

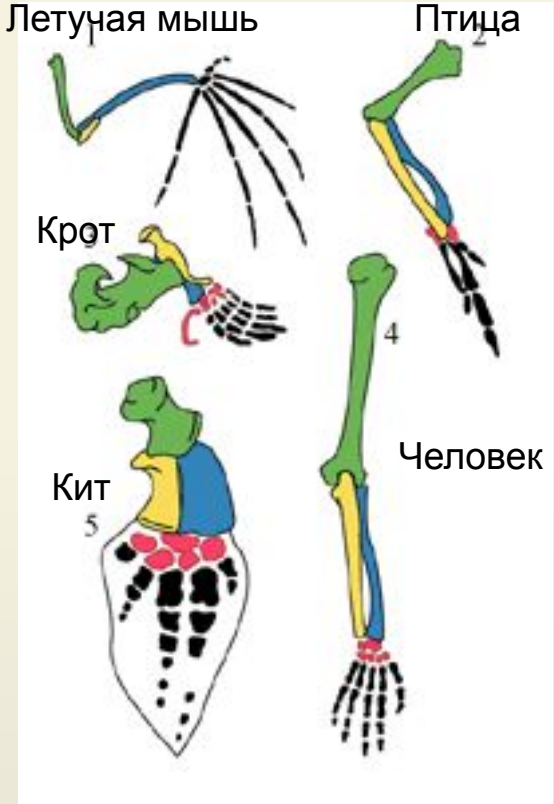


Параллелизм

Закономерности эволюции

Дивергенция

Гомологи

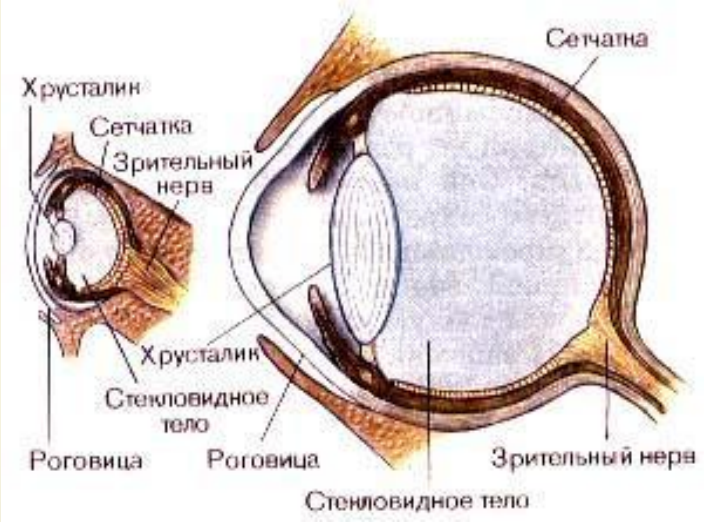


Передние конечности позвоночных

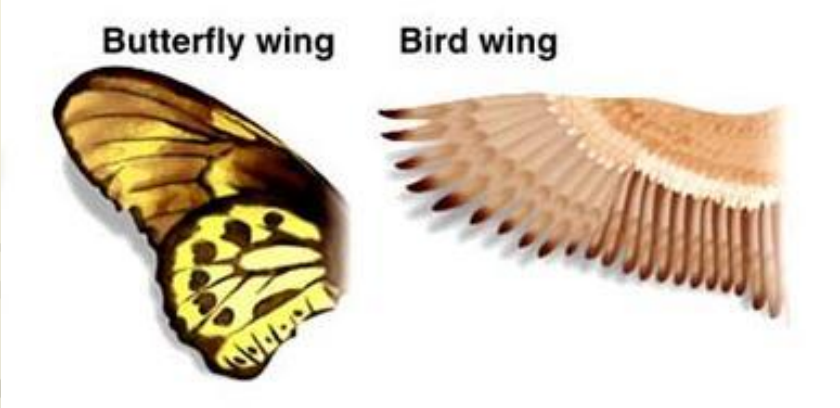
Конвергенция

Аналоги

Глаз моллюска и млекопитающего

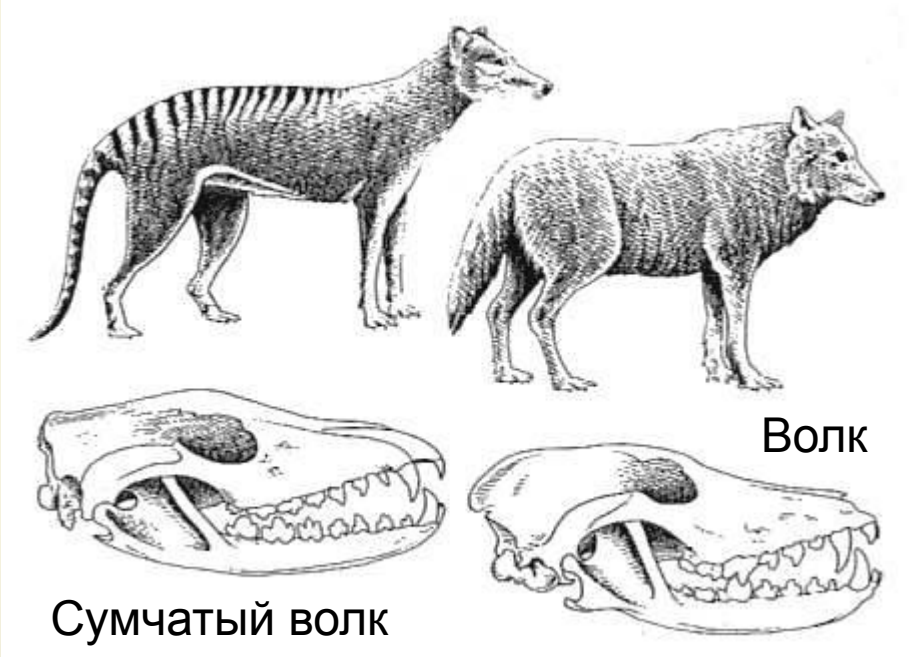


Крыло бабочки и птицы



Конвергенция на основе гомологичных органов и генов

Параллелизм



Форма тела тюленя, котика, моржа

Параллелизм форм сумчатых и плацентарных млекопитающих

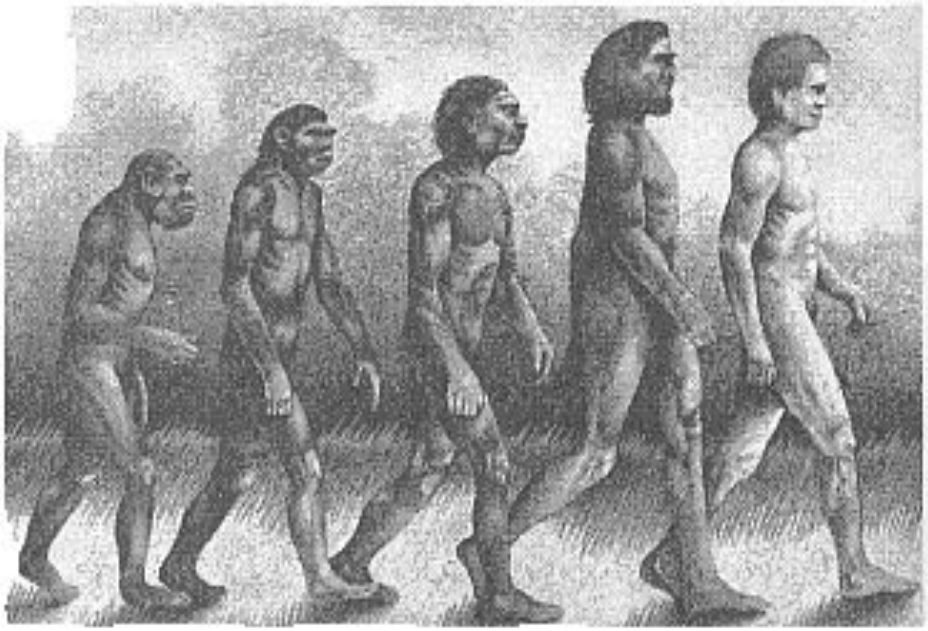
Необратимость эволюции

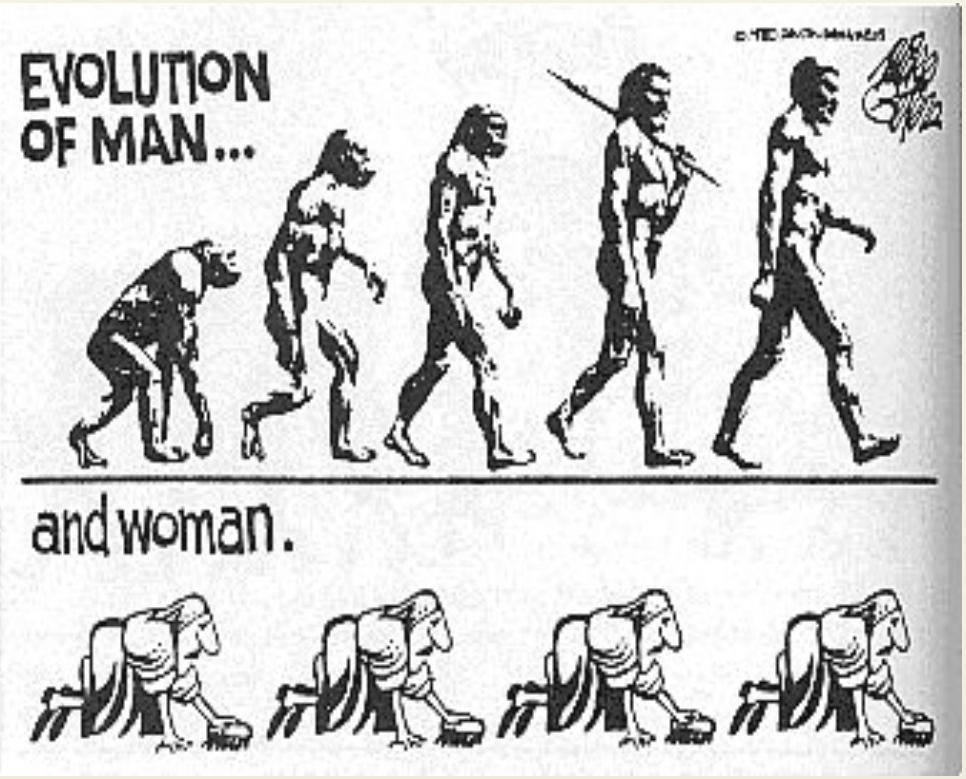
- вымерший вид никогда не возникнет заново.

У эволюции нет конечной цели –

нельзя предсказать, какие виды появятся в будущем.

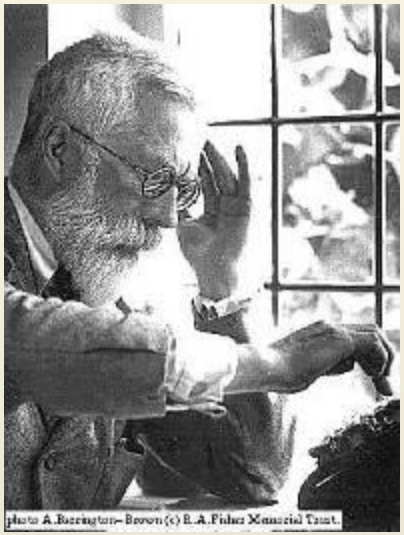
Gould (1989) "Wonderful Life"



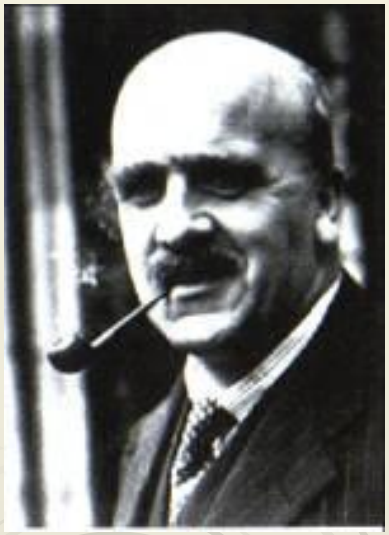


The Modern Synthesis of Biology

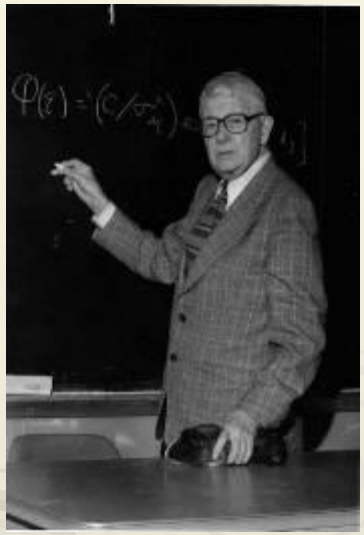
GENES
EVOLVE!



R. A. Fisher



J. B. S. Haldane



Sewall Wright