

ЭВОЛЮЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ

«Nothing in biology makes sense except in the light of evolution» (Dobzhansky, Th. 1973)

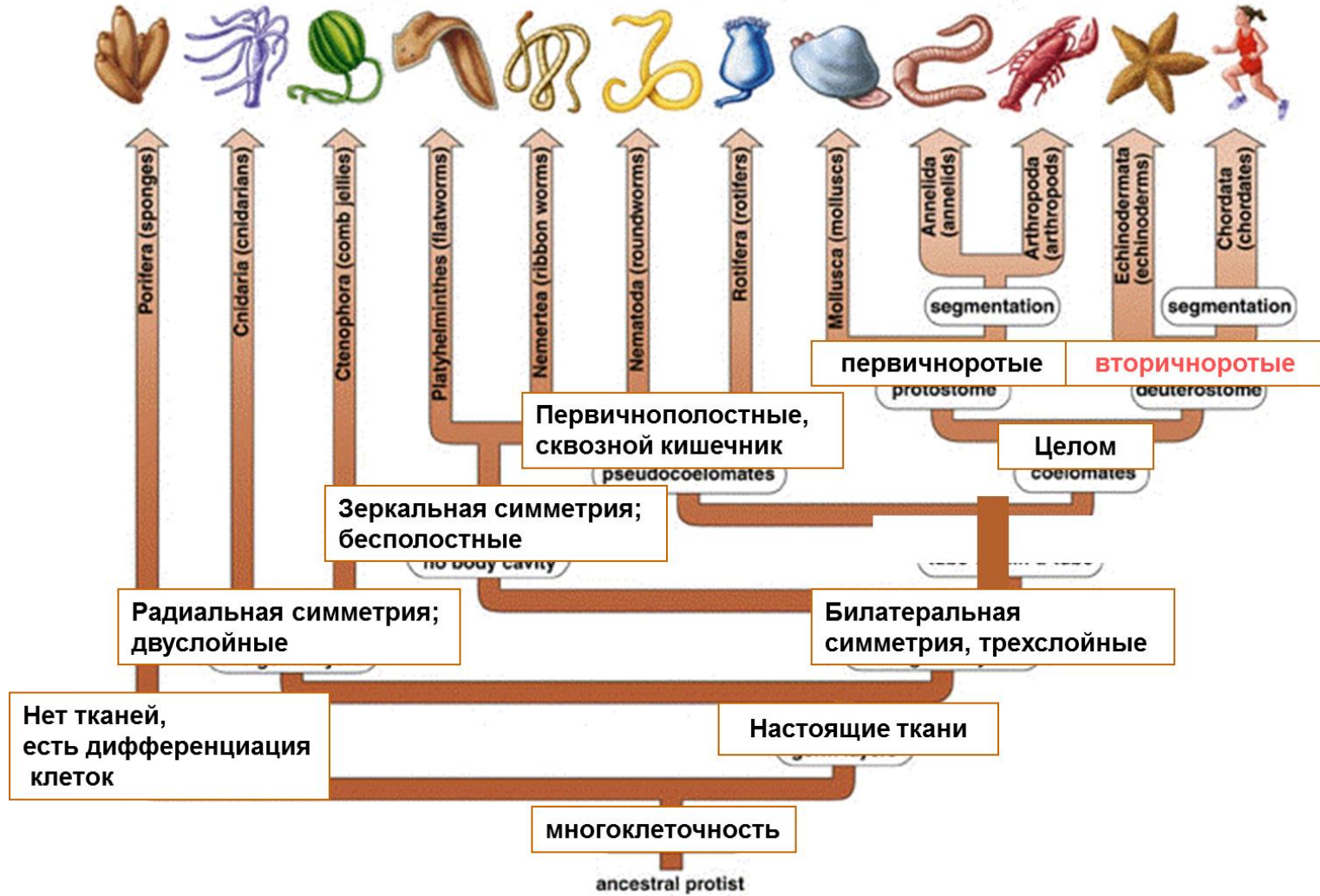


Жан Батист Ламарк
(1744-1829)

по Ж.Б.Ламарку- развитие идет по *вертикали*
(от простого к сложному) и по *горизонтали*
(адаптируясь к среде)

«лестница существ»:Примеры ароморфозов

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





Жан Батист Ламарк
(1744-1829)

НО Ж.Б.Ламарк привлекал для объяснения адаптационной эволюции мистические сущности, такие как «**СТРЕМЛЕНИЕ К СОВЕРШЕНСТВУ**»

Первый закон Ламарка: «упражнение органов» (совр.ред.) [*изменения вследствие упражнения у всякого животного, не достигшего предела своего развития*]

[FIRST LAW

In every animal which has not passed the limit of its development, a more frequent and continuous use of any organ gradually strengthens, develops and enlarges that organ, and gives it a power proportional to the length of time it has been so used; while the permanent disuse of any organ imperceptibly weakens and deteriorates it, and progressively diminishes its functional capacity, until it finally disappears.]



У.Пейли (1743-1805)-
«Natural Theology: or, Evidences of the Existence and Attributes of the Deity, Collected from the Appearances of Nature»



Второй закон: «наследование благоприобретенных признаков»

[SECOND LAW

All the acquisitions or losses wrought by nature on individuals, through the influence of the environment in which their race has long been placed, and hence through the influence of the predominant use or permanent disuse of any organ; **all these are preserved by reproduction to the new individuals** which arise, provided that the acquired modifications are common to both sexes, or at least to the individuals which produce the young.]




Ч.Дарвин (1809-1882)

Не первый в истории биологии ЭВОЛЮЦИОНИСТ

НО первый в истории биологии ЭВОЛЮЦИОНИСТ,
который не привлекал «мистические» сущности

Четыре базовых принципа эволюции:

- 1) Репродуктивный потенциал видов высок, но не реализуется АБСОЛЮТНО,  т.к. ограничен конкуренцией **борьбой за существование**
- 2) Существуют внутри вида индивидуальные отличия – изменчивость
- 3) Эти инд.отличия могут наследоваться
- 4) Наследуемые инд.отличия определяют допуск к репродукции **Естественный отбор**

"But with regard to the material world, we can at least go so far as this—we can perceive that events are brought about not by insulated interpositions of Divine power, exerted in each particular case, but by the establishment of general laws."

W. WHEWELL: *Bridgewater Treatise*.

"To conclude, therefore, let no man out of a weak conceit of sobriety, or an ill-applied moderation, think or maintain, that a man can search too far or be too well studied in the book of God's word, or in the book of God's works; divinity or philosophy; but rather let men endeavour an endless progress or proficience in both."

BACON: *Advancement of Learning*.

Dover, Brouley, Kent,
October 1st, 1859.

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, LINNEAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE
ROUND THE WORLD.'

LONDON:

JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.

1859.

The right of Translation is reserved.

1859

Versuche

über

Pflanzen-Hybriden,

VON

Gregor Mendel.

(Ergänzung zu dem 17. Bande der Verhandlungen des naturforschenden Vereines.)

Im Verlage des Vereines.

Brünn, 1865.

Am Georg-Straße's Buchhandlung, Prag, No. 444.

Abhandlungen [Трактаты] 1865

1900 г.- вторичное открытие и подтверждение законов Менделя



Хуго де Фриз
(Голландия)



Карл Корренс
(Германия)



Эрих Чермак-Зейзенегг
(Австрия)

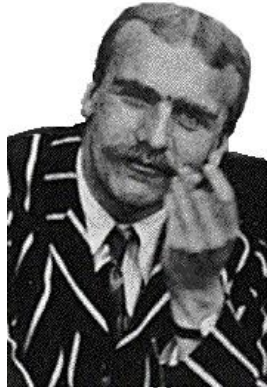
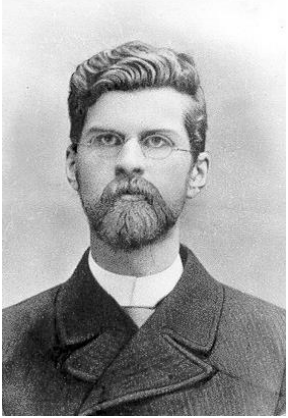
1910-1913 - хромосомная теория Т.Морган, А.Стёртевант, К.Бриджес

- Гены локализованы в хромосомах. **Набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.**
- **Аллельные гены занимают одинаковые локусы в гомологичных хромосомах.**
- Гены расположены в хромосоме в **линейной последовательности.**
- Гены, которые наследуются совместно, т.к. находятся в одной хромосоме, образуют **группу сцепления**
- Сцепление нарушается в результате кроссинговера, частота которого прямо пропорциональна расстоянию между генами в хромосоме
- Каждый биологический вид характеризуется определенным набором хромосом — кариотипом.

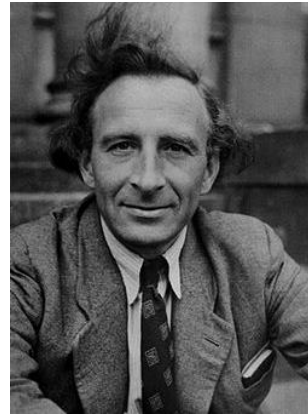
СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ добавлены данные генетики

С.С.ЧЕТВЕРИКОВ новатор эволюционной генетики - организовал экспериментальное изучение наследственных свойств у естественных популяций животных.

1926- «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики»- **основа синтетической теории эволюции.**



ДЖ.ХОЛДЕЙН



Н.В.ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ



Феодосий Григорьевич ДОБРЖАНСКИЙ
1930. *Genetics and the Origin of Species*. Один из самых значительных трудов по **синтетической теории эволюции.**

РОНАЛЬД ФИШЕР

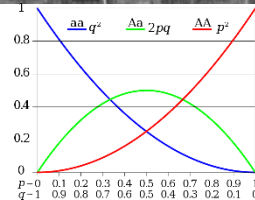


1930 «Генетическая теория естественного отбора» -зложил основы популяционной генетики. В качестве единицы эволюции Фишер рассматривал не отдельные организмы, а популяции, содержащие **случайное распределение генов** (унаследованных или мутантных).

Главным содержанием модели стала «Основная теорема Фишера о естественном отборе» [ОДНО ИЗ СЛЕДСТВИЙ: чем разнообразнее генетика популяции, тем быстрее идёт её эволюция]



СЬЮАЛЛ ГРИН РАЙТ
Популяционная генетика. Открыл коэффициент инбридинга и методы его расчёта. Распространив эту работу на популяции, пришёл к модели **дрейфа генов**



СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ синтез данных сравнительной анатомии, эмбриологии, биогеографии, палеонтологии с принципами генетики



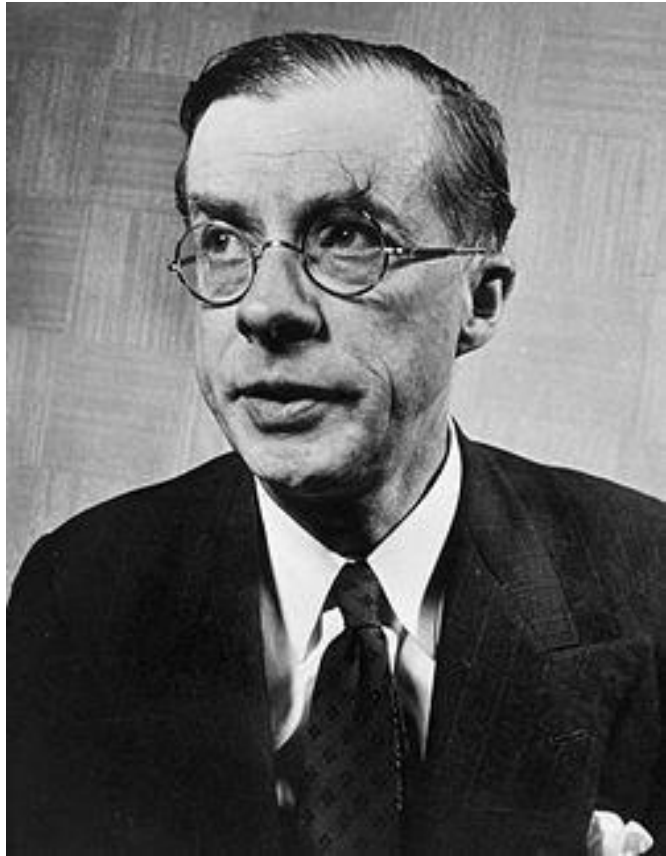
АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ СЕВЕРЦОВ
Теория филэмбриогенеза.
Теория о четырех типах
эволюционного процесса (АИДЦ)



И.И. ШМАЛЬГАУЗЕН, 1939
*«Пути и закономерности
эволюционного процесса»*



А. Л. ТАХТАДЖЯН, 1943
*«Об эволюционной
гетерохронии
признаков»*





ДЖУЛИАН ХАКСЛИ, 1942
«*Evolution: The Modern synthesis*»

- Направленные эволюционные изменения создаются **совместным действием мутаций и естественного отбора**.
- Отбор в природных популяциях чаще всего действует не на отдельные гены, а **на комплексы генов**. Мутации **не могут быть полезными или вредными**, но их селективная ценность варьирует в разных средах.
- Механизм действия отбора зависит от **внешней и генотипической среды**, а вектор его действия от фенотипического проявления мутаций.
- Репродуктивная изоляция — **главный критерий**, свидетельствующий о **завершении видообразования**.
- В природных популяциях широко распространены потенциально преадаптивные мутации. Этот тип мутаций играет важнейшую роль в макроэволюции, особенно в периоды резких средовых перемен.

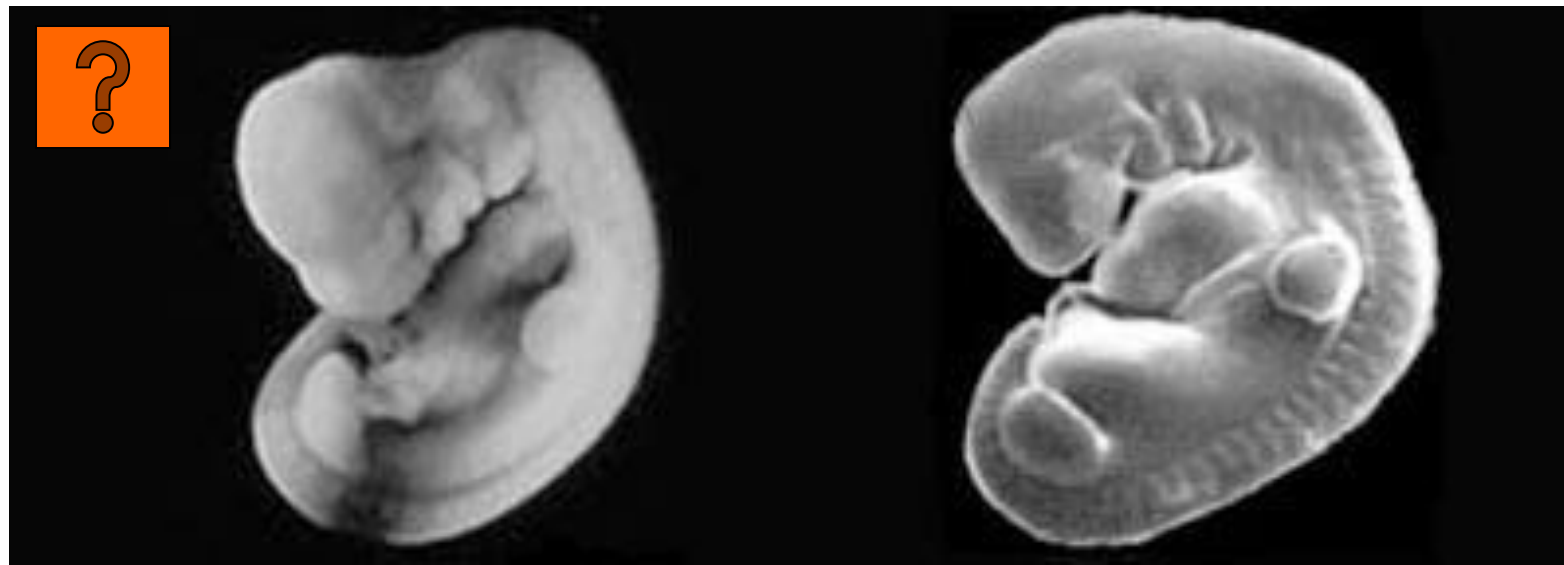
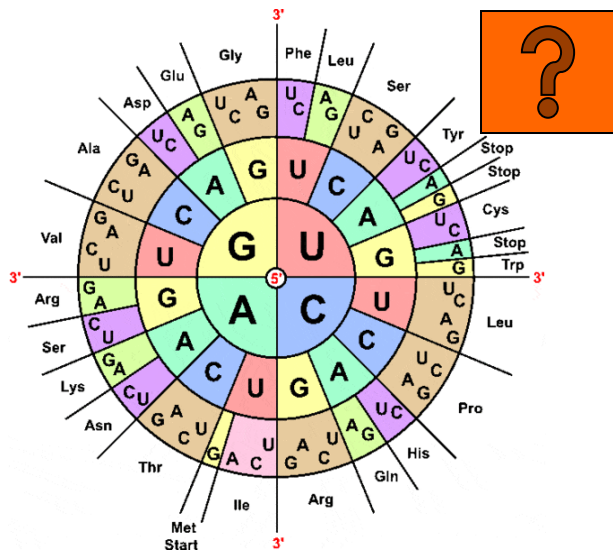
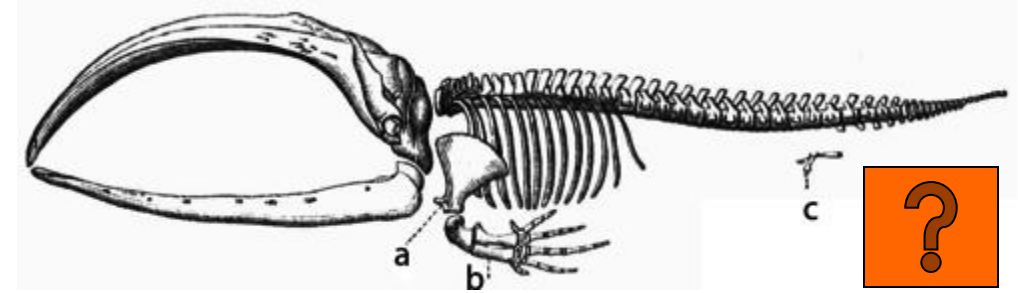
- элементарной единицей эволюции считается локальная **популяция**;
- вид** есть система популяций, репродуктивно изолированных от популяций других видов, и каждый вид экологически обособлен;
- материалом для эволюции являются **мутационная и комбинативная изменчивость**;
- естественный отбор** рассматривается как главная причина развития адаптаций, **видообразования** и происхождения надвидовых таксонов;
- видообразование** заключается в возникновении генетических изолирующих механизмов;
- дрейф генов** и **принцип основателя** выступают причинами формирования нейтральных признаков

Синтетическая теория эволюции

- Борьба за существование
- Наследственная изменчивость 
- Естественный отбор (формы) 
- Дрейф генов 
- Изоляция 

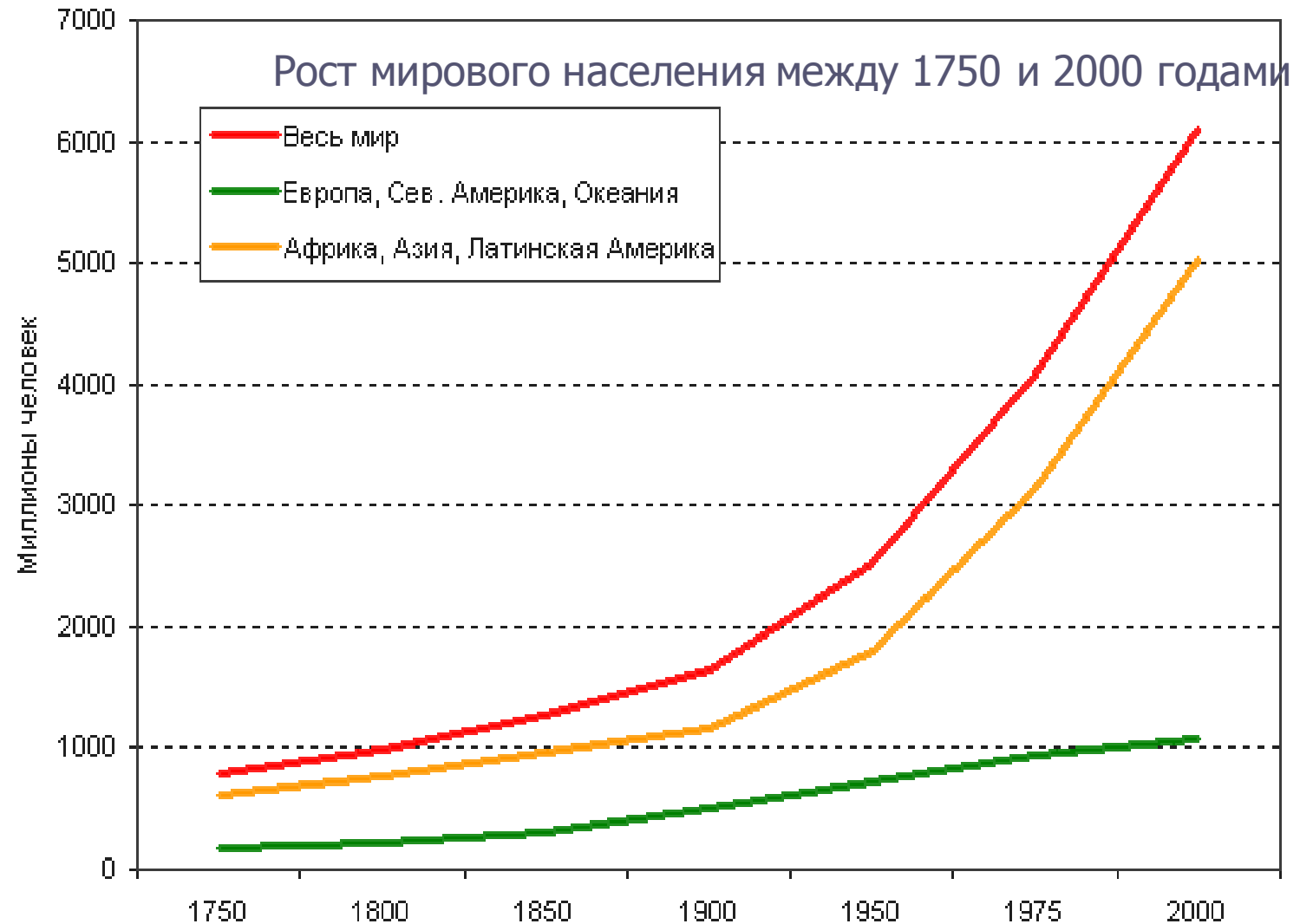
Группы доказательств эволюции:

1. Наблюдаемая эволюция
2. Эволюционное дерево
3. Палеонтологические доказательства
4. Морфологические доказательства
5. Эмбриологические доказательства
6. Молекулярно-генетические и биохимические доказательства
7. Биогеографические доказательства

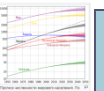


-от одной пары слонов при обычном темпе размножения через 740-750 лет должно появиться около 19 млн животных.

- Плодовитость аскариды 10^6 яиц в месяц;
- серая крыса – 5 пометов в год по 8 крысят, которые начинают размножаться через 3 месяца;
- осетр – 2 000 000 икринок;
- лягушка – 10 000 икринок;
- мак – 30-40 000 семян;
- одна бактерия за 3 суток может дать потомство, масса которого 10000 тонн



А. ВИШНЕВСКИЙ **Мировой демографический взрыв и антропогенное давление на климат**
(опубликовано в книге: Изменения климата и здоровье населения России в XXI веке. Сборник материалов международного семинара (5-6 апреля 2004 г.) / Под ред. Н.Ф. Измерова, Б.А. Ревича, Э.И. Коренберга. М.: Издательское товарищество "АдамантЪ", 2004. с. 34-43)



Наследственность и изменчивость – важнейшие свойства живого

- Наследственность – свойство живых организмов передавать свои признаки потомству
- Изменчивость – свойство живых организмов приобретать новые признаки

Изменчивость

- **Генотипическая**
(наследственная)

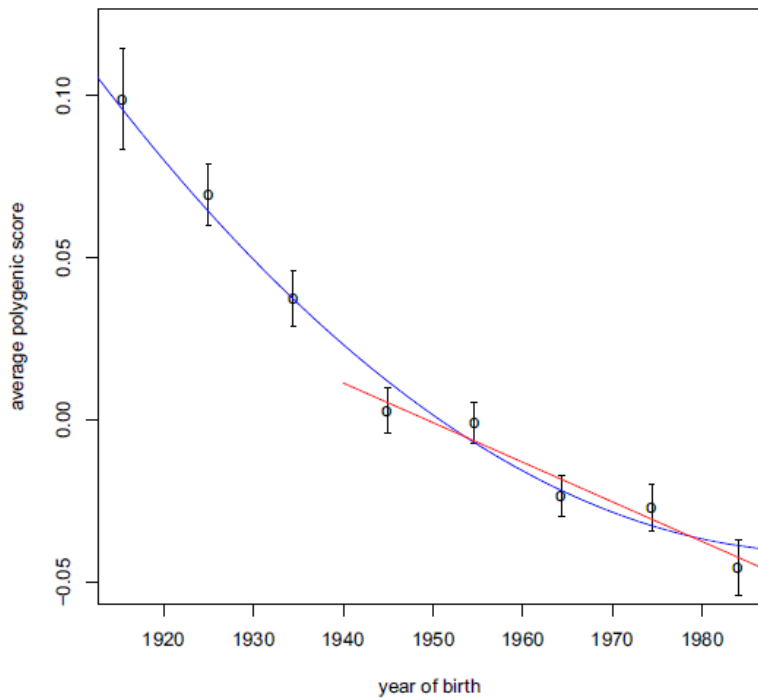
1. **Комбинативная**

(СВЯЗАНА С ПОЛОВЫМ
РАЗМНОЖЕНИЕМ)

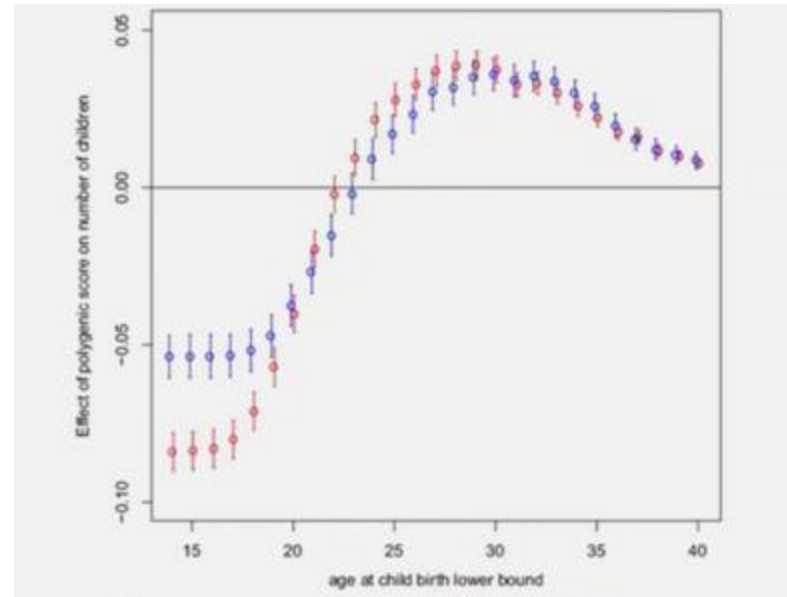
2. **Мутационная**
(СПОНТАННАЯ)

- **Фенотипическая**
(ненаследственная,
модификационная)

Обусловлена
факторами внешней
среды



Selection against variants in the genome associated with educational attainment
 Augustine Kong, Michael L. Frigge, Gudmar Thorleifsson, Hreinn Stefansson, Alexander I. Young, Florian Zink, Gudrun A. Jonsdottir, Aysu Okbay, Patrick Sulem, Gisli Masson, Daniel F. Gudbjartsson, Agnar Helgason, Gyda Bjornsdottir, Unnur Thorsteinsdottir, and Kari Stefansson
 PNAS January 31, 2017 114 (5) E727-E732; published ahead of print January 17, 2017 <https://doi.org/10.1073/pnas.1612113114>



График, показывающий совокупное влияние «генов образования» на количество детей, рожденных после возраста, показанного на горизонтальной оси. Красные значки - матери, синие — отцы. Самые левые значения (14 лет) показывают влияние «генов образования» на общее число детей, рожденных за всю жизнь. Самые правые значения показывают влияние «генов образования» на число детей, рожденных в 40 лет и позже.

Смысл графика: «гены образования» резко снижают плодовитость в молодости (до 30 лет). После 30 люди с высоким $POLY_{EDU}$ выходят вперед по плодовитости, но догнать уже не могут. Поэтому суммарный эффект $POLY_{EDU}$ – сильно отрицательный.

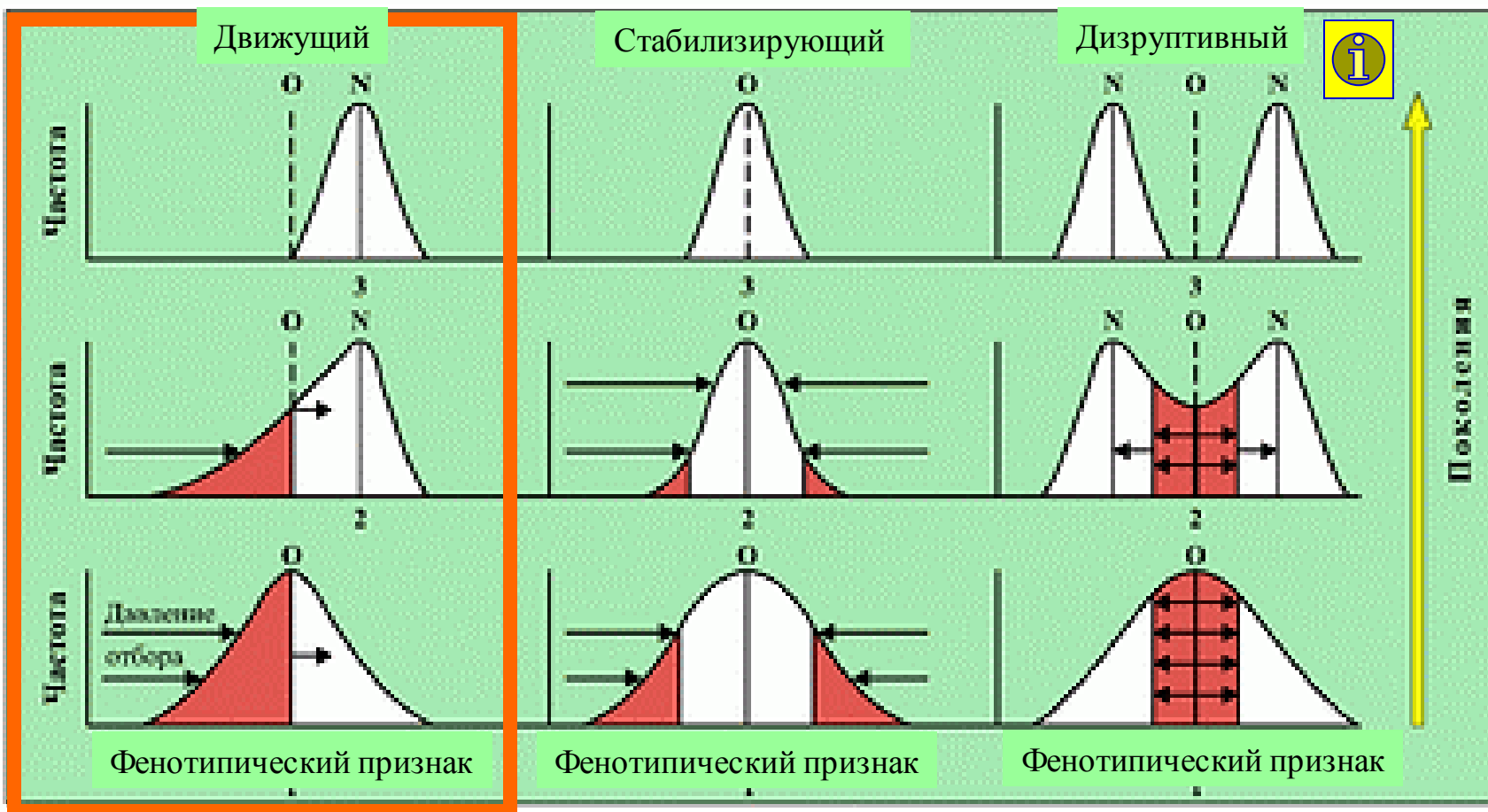
КАРТА ЛАКТАЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

LACTASE HOTSPOTS

Only one-third of people produce the lactase enzyme during adulthood, which enables them to drink milk.



ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

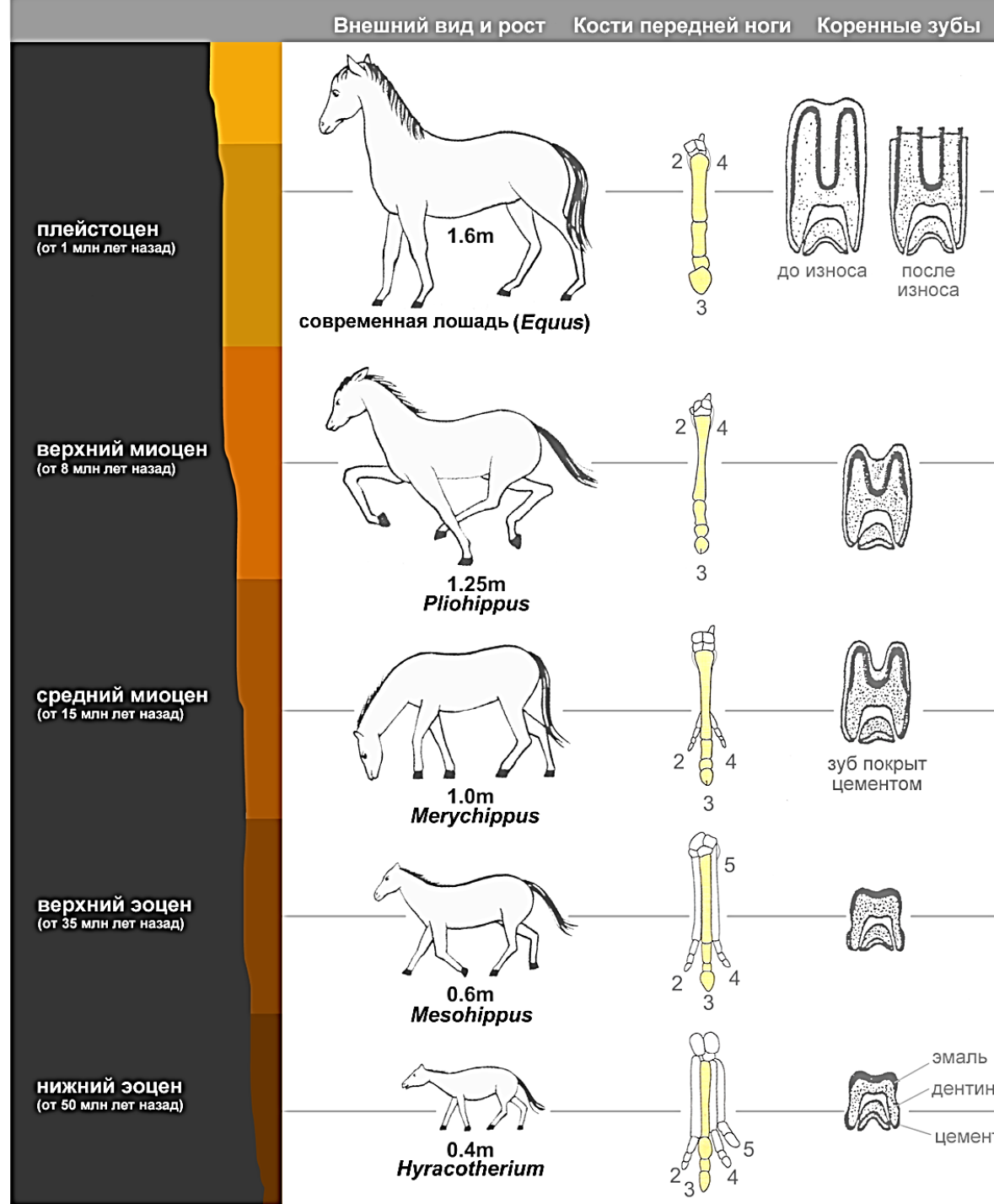


О- исходное положение точки оптимального соответствия фенотипа условиям среды

Н- новое положение точки оптимального соответствия фенотипа изменившимся условиям среды

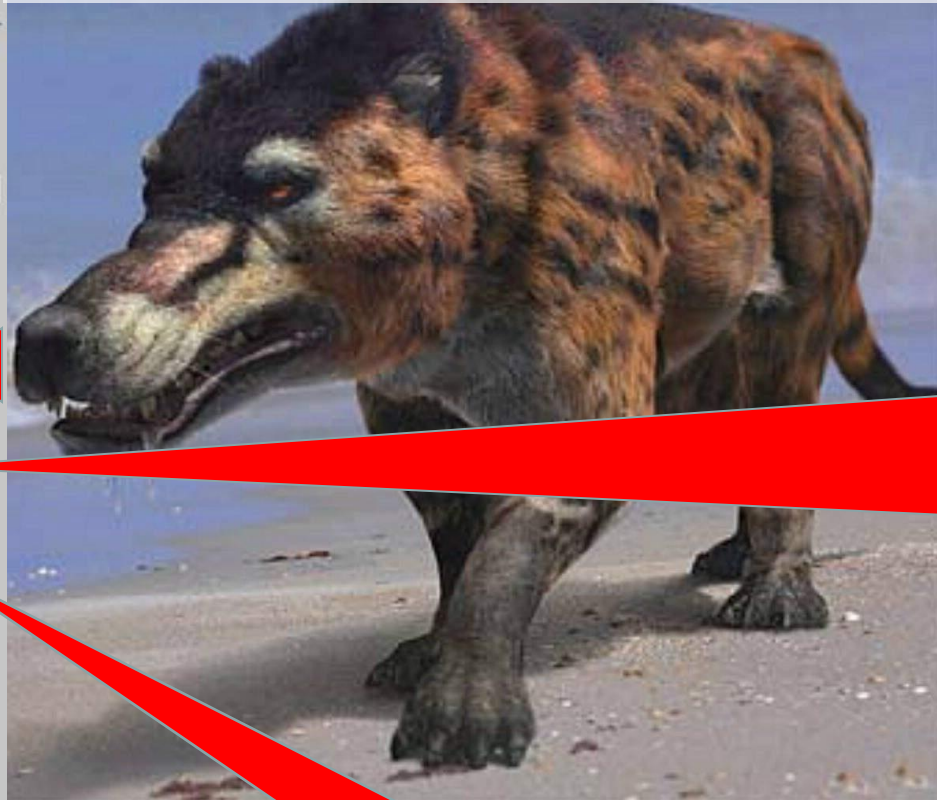


Какая форма отбора,



ЭНДРЮСАРХ (Хищные КОПЫТНЫЕ)

Какая форма отбора?

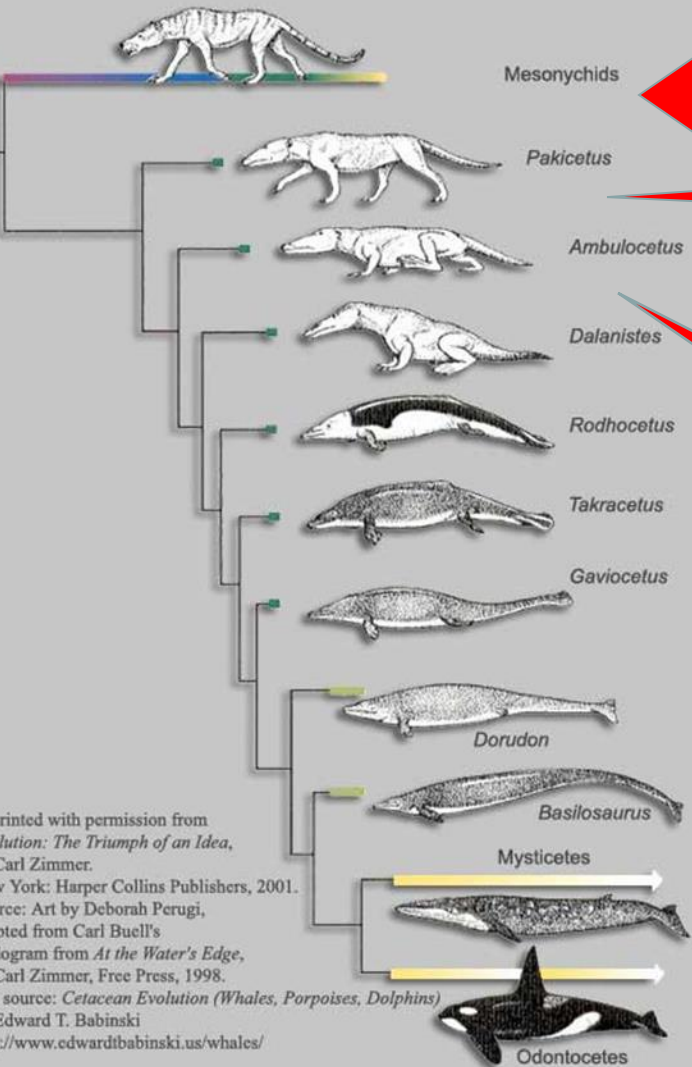
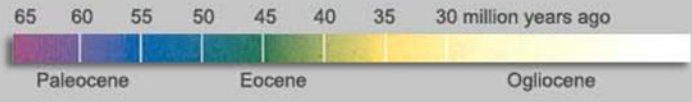


ПАКИЦЕТУС

АМБУЛОЦЕТУС



Important Update on this very useful and instructive illustration:
"Pakicetid fossils were important in determining what whales were related to, and they were used to rebuke the idea that whales were closely related to an extinct group of hoofed mammals called mesonychians. These fossils confirmed what was already suggested by scientists studying the DNA of modern whales: that whales' closest relatives are even-toed ungulates (artiodactyls, such as pig, hippo, camel, deer, and cows)."
Source: <http://darla.neoucom.edu/DEPTS/ANAT/TheWissen/>



Reprinted with permission from
Evolution: The Triumph of an Idea,
by Carl Zimmer.
New York: Harper Collins Publishers, 2001.
Source: Art by Deborah Perugi,
adapted from Carl Buell's
cladogram from *At the Water's Edge*,
by Carl Zimmer, Free Press, 1998.
File source: *Cetacean Evolution (Whales, Porpoises, Dolphins)*
by Edward T. Babinski
<http://www.edwardtbabinski.us/whales/>

Сверчок *Teleogryllus*
oceanicus и сидящая на
нем муха *Ortia ochracea*

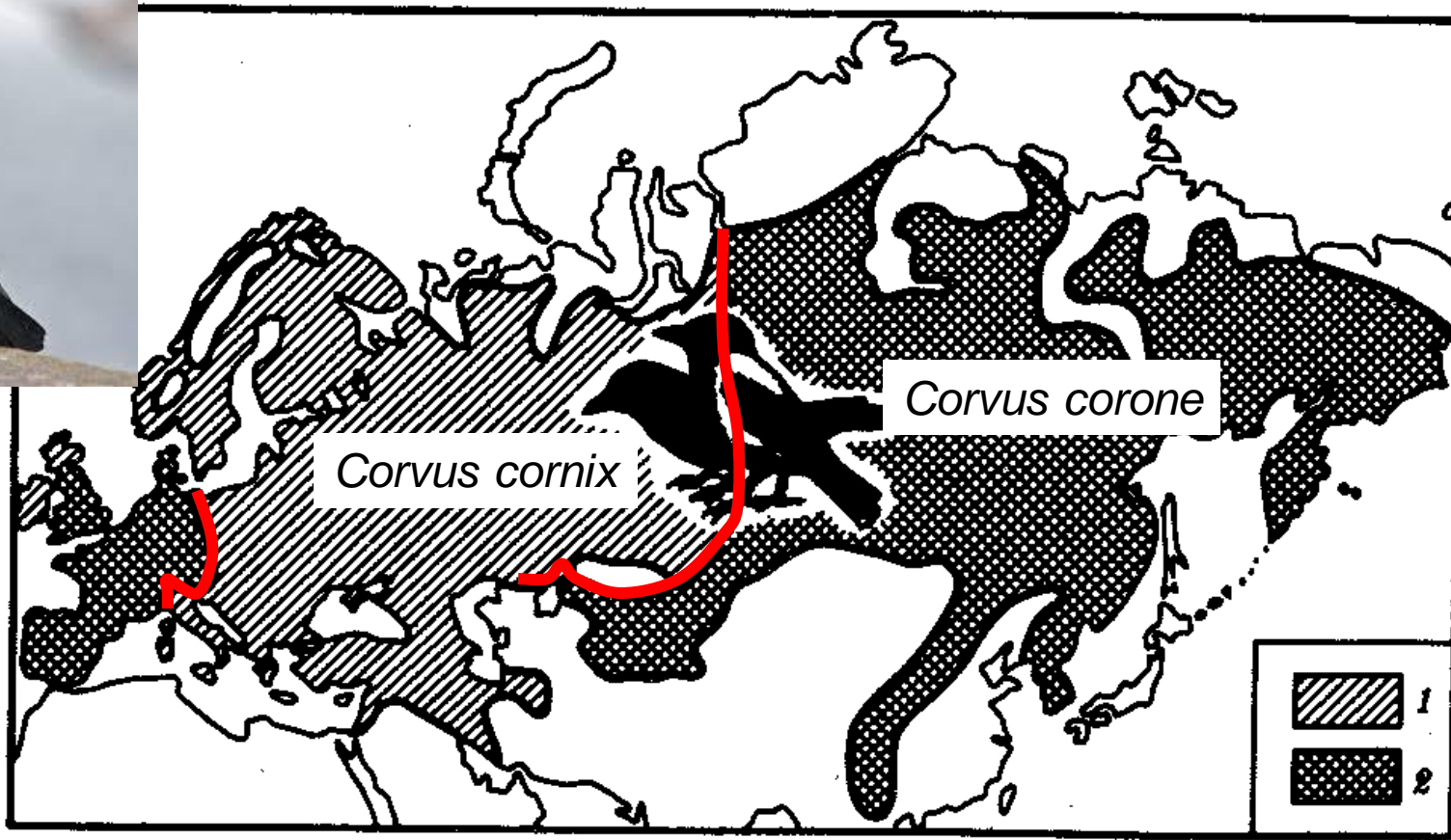


О.Кауаи (Гавайи)



Какая форма отбора?

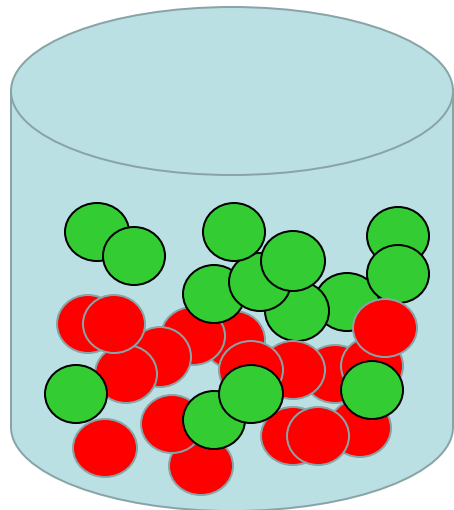




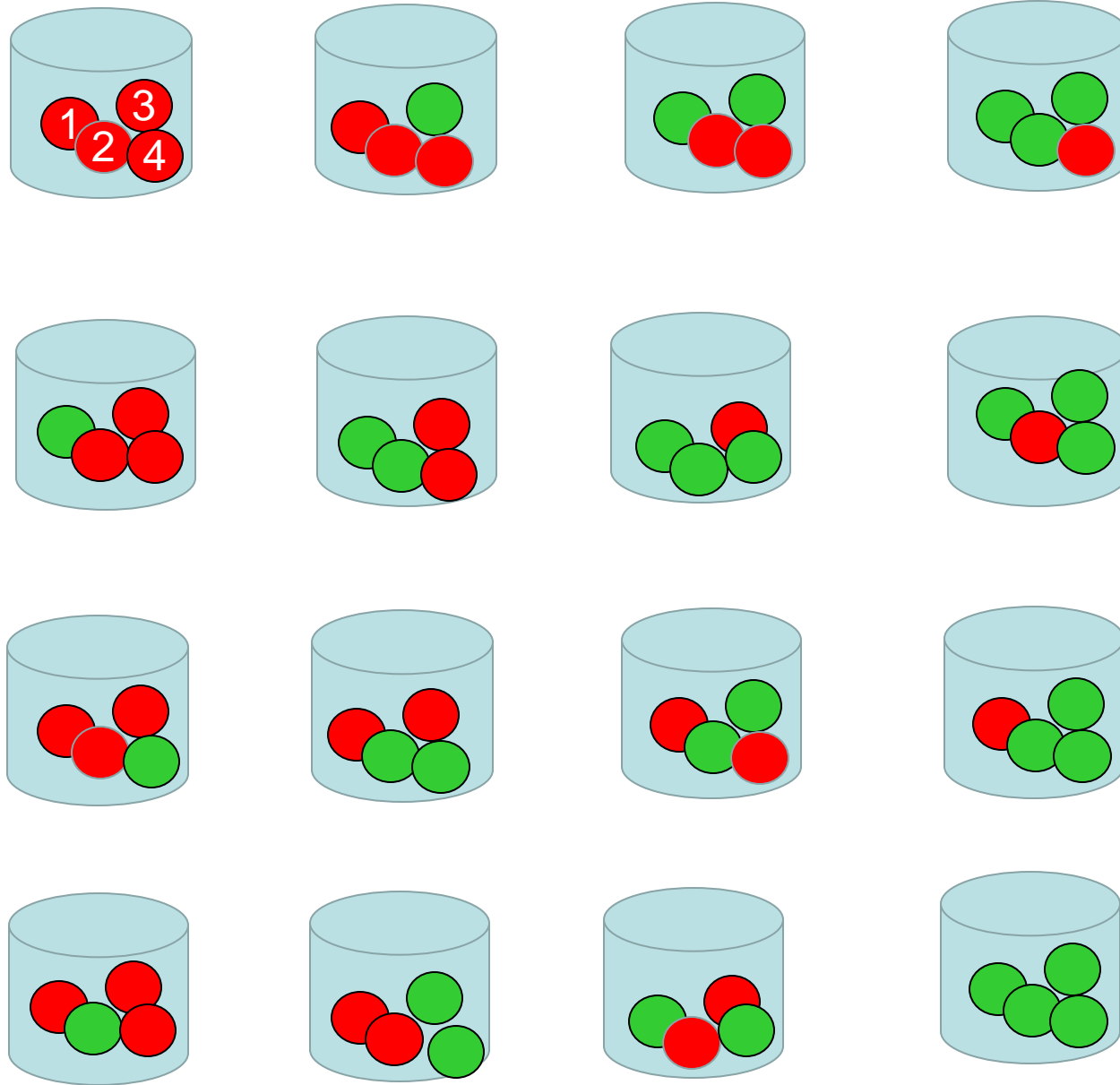
— Изоляция за счет гибридной зоны

Corvus cornix
Corvus corone



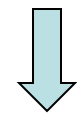


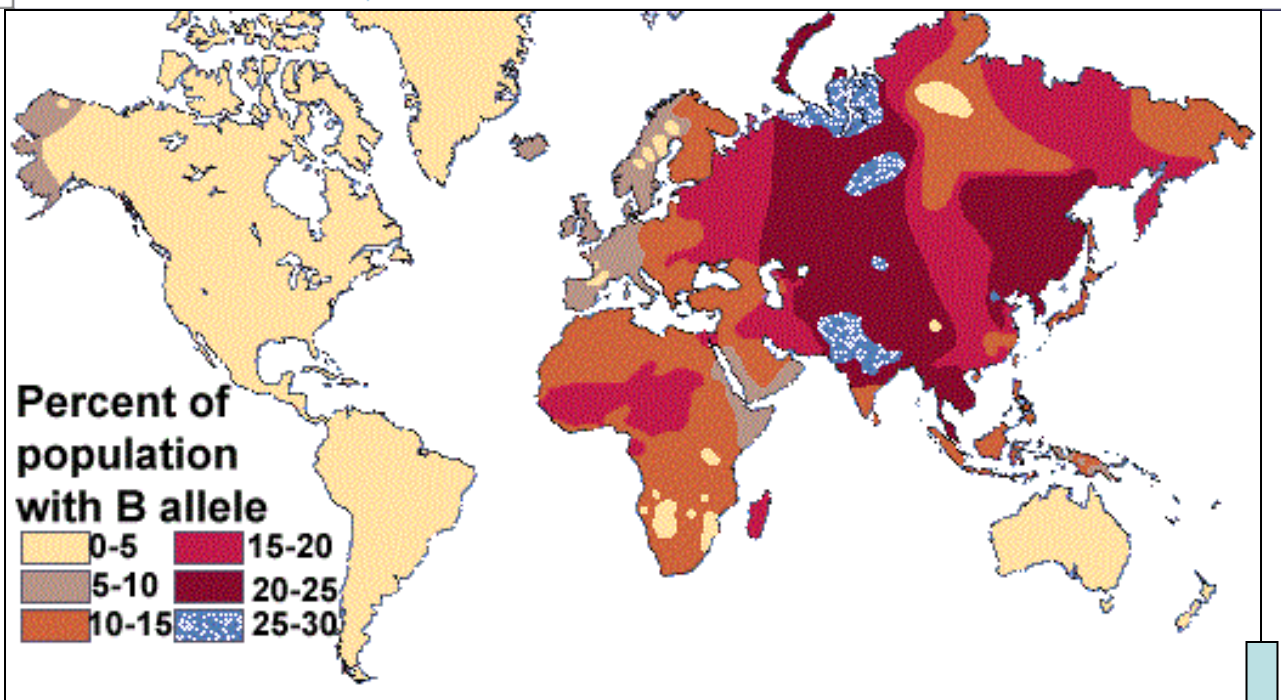
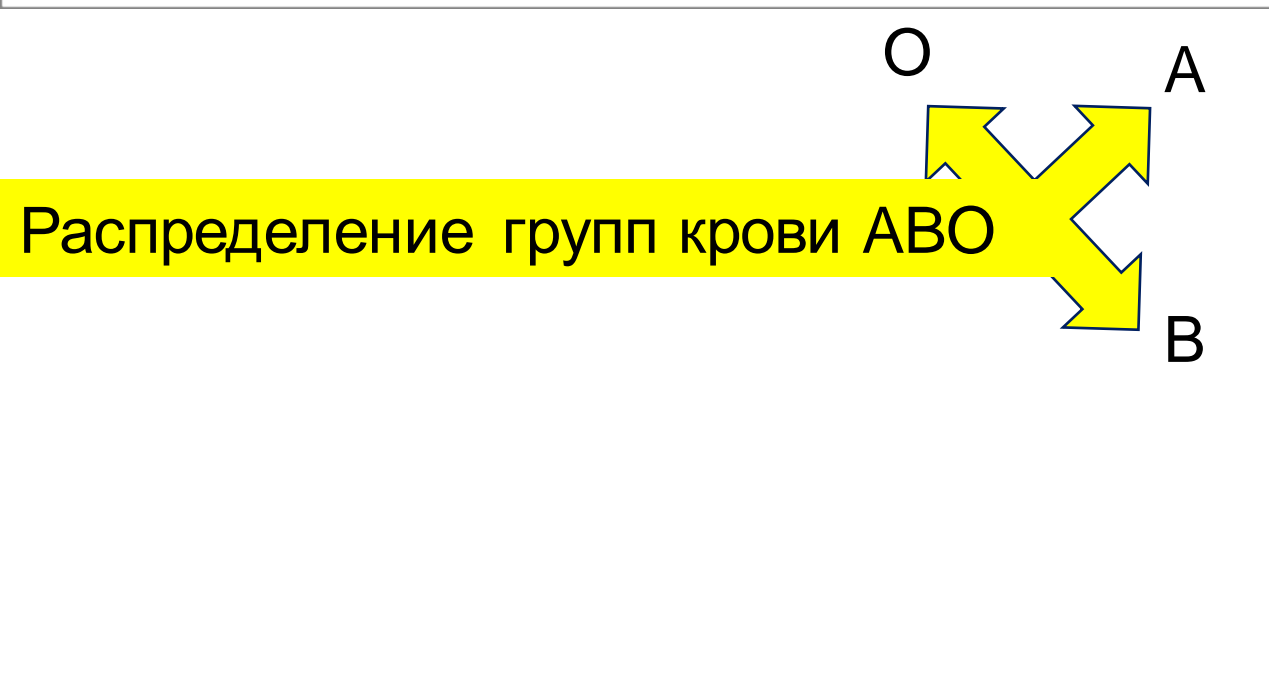
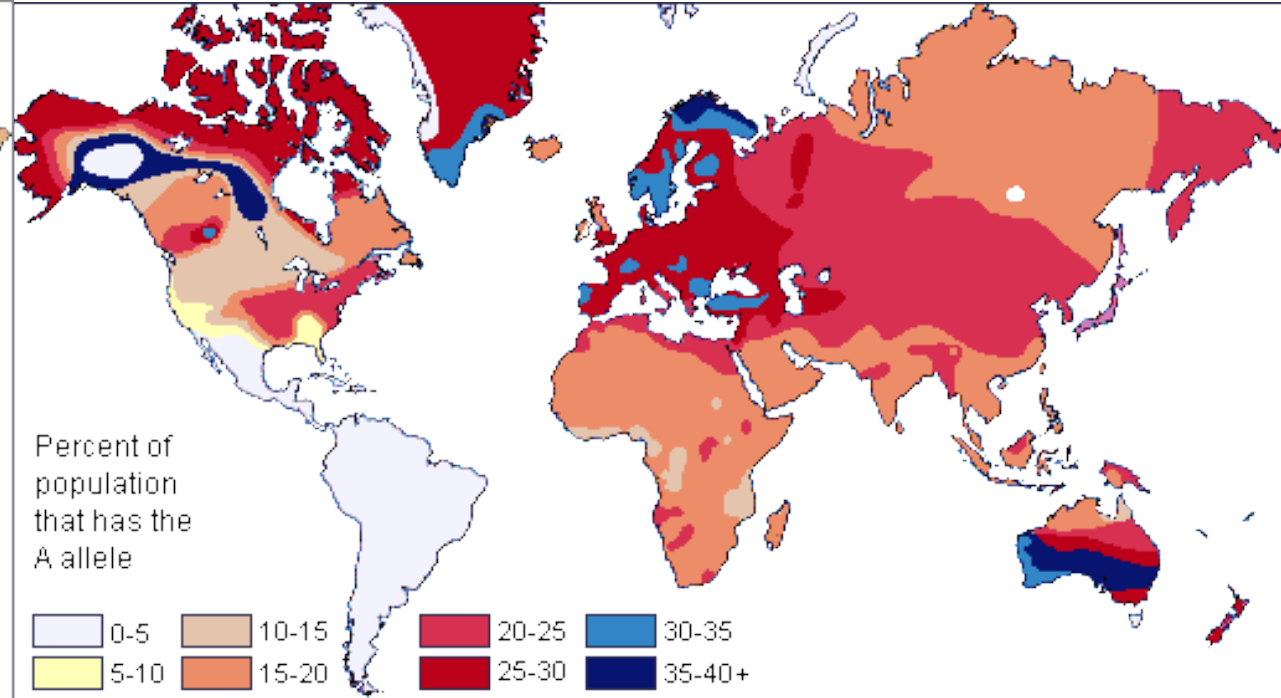
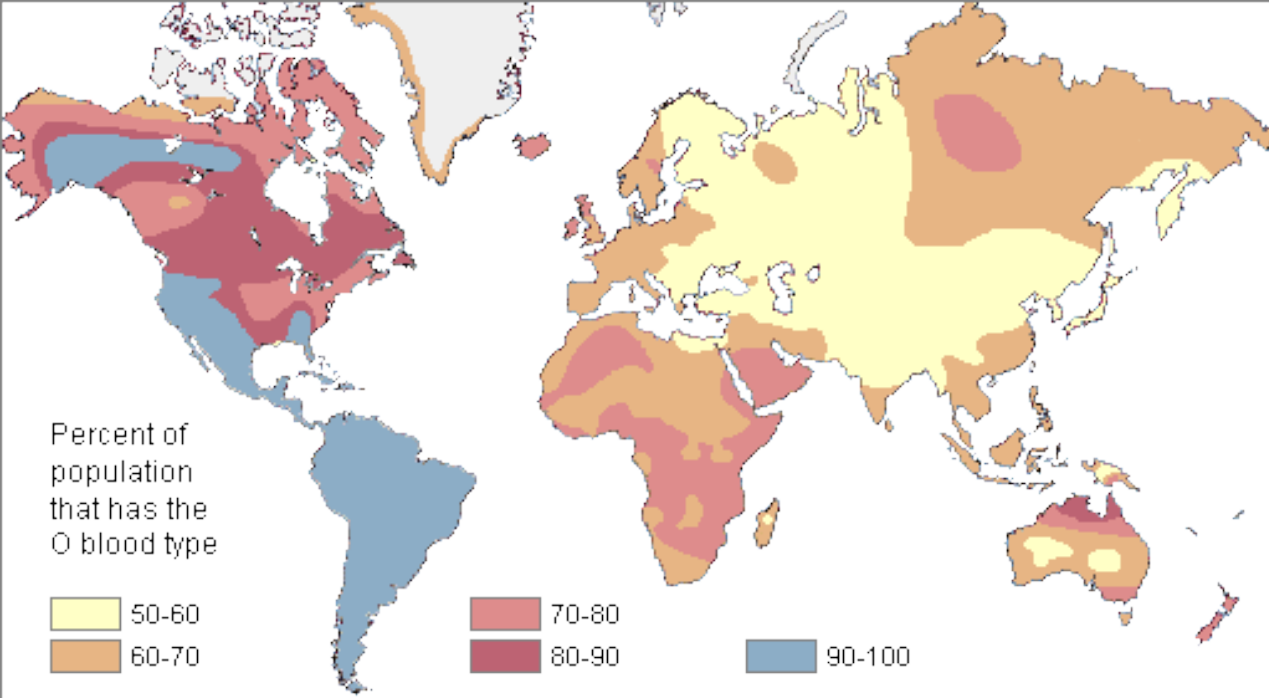
1/2 ● 1/2 ●



1/16	1/16	1/16	1/16
4:0	3:1	2:2	1:3
1/16	1/16	1/16	1/16
3:1	2:2	1:3	1:3
1/16	1/16	1/16	1/16
3:1	2:2	2:2	1:3
1/16	1/16	1/16	1/16
3:1	2:2	2:2	0:4

Дрейф генов:
 • при гаметогенезе
 • эффект «бутылочного горла»
 • эффект «основателя»







Изоляция

 • Географическая (постзиготическая изоляция)

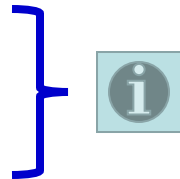
 • Репродуктивная (презиготическая изоляция) :

- экологическая,

- сезонная,

- поведенческая,

- механическая



Аллопатрическое видообразование

Симпатрическое (экологическое) видообразование

Исходная популяция

Начало видообразования

Возникновение репродуктивной изоляции

Завершение видообразования



Разработаны модели эволюции в рамках теории
ПОЛОВОГО ОТБОРА:

- ✓ Модель фишеровского убегания
- ✓ Индикаторы приспособленности
- ✓ Принцип гандикапа, *Амоц Захави, 1975)*



Надхвостье павлина



Нет адаптационной пользы

Рога Мегалоцероса



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ

специальный раздел медицинской генетики

«**ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА**»

изучает распространенность наследственной патологии в зависимости от **демографической, этнической** и других особенностей популяции, а также **различий факторов внешней среды**

популяционный подход необходим, т.к. распространенность наследственных заболеваний не одинакова по разным регионам мира

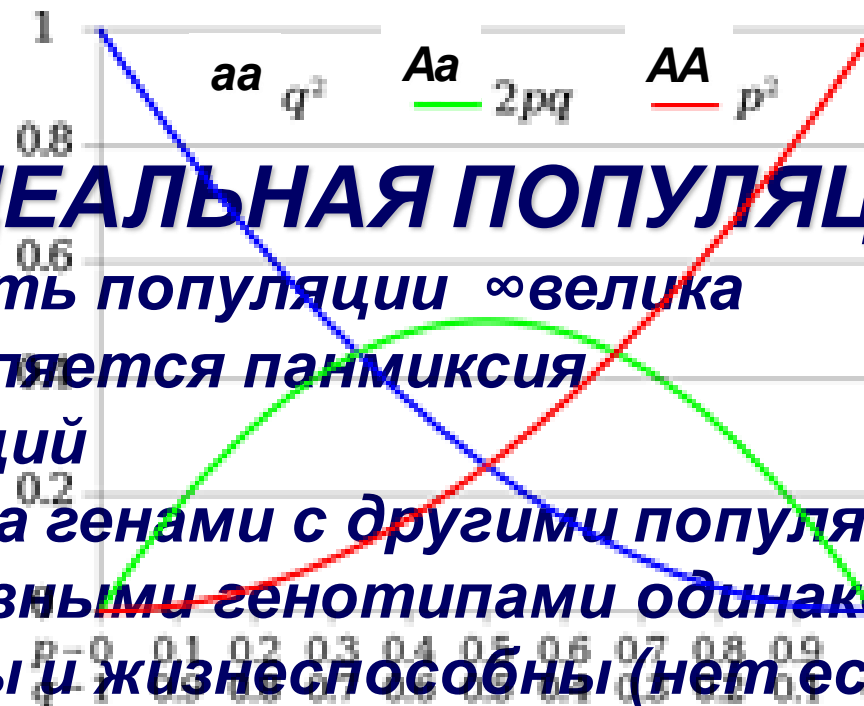
**соотношение генотипов AA, Aa, aa
в идеальной популяции описывается уравнением:**

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

где p - частота встречаемости аллеля A ,

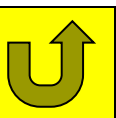
q - частота встречаемости аллеля a ,

$$p+q=1$$



ИДЕАЛЬНАЯ ПОПУЛЯЦИЯ:

1. Численность популяции ∞ велика
2. Осуществляется панмиксия
3. Нет мутаций
4. Нет обмена генами с другими популяциями
5. Особи с разными генотипами одинаково плодовиты и жизнеспособны (нет естественного отбора)



ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Ursus arctos



Ursus maritimus



1. Физический изолирующий барьер
2. Накопление генетических различий
3. Неизбежно нарастает генетическая несовместимость

В конце 30-х — начале 40-х годов прошлого века Добржанский и Мёллер предложили простую модель, согласно которой постзиготическая несовместимость разобщенных популяций развивается как неизбежный побочный эффект их разобщенности.

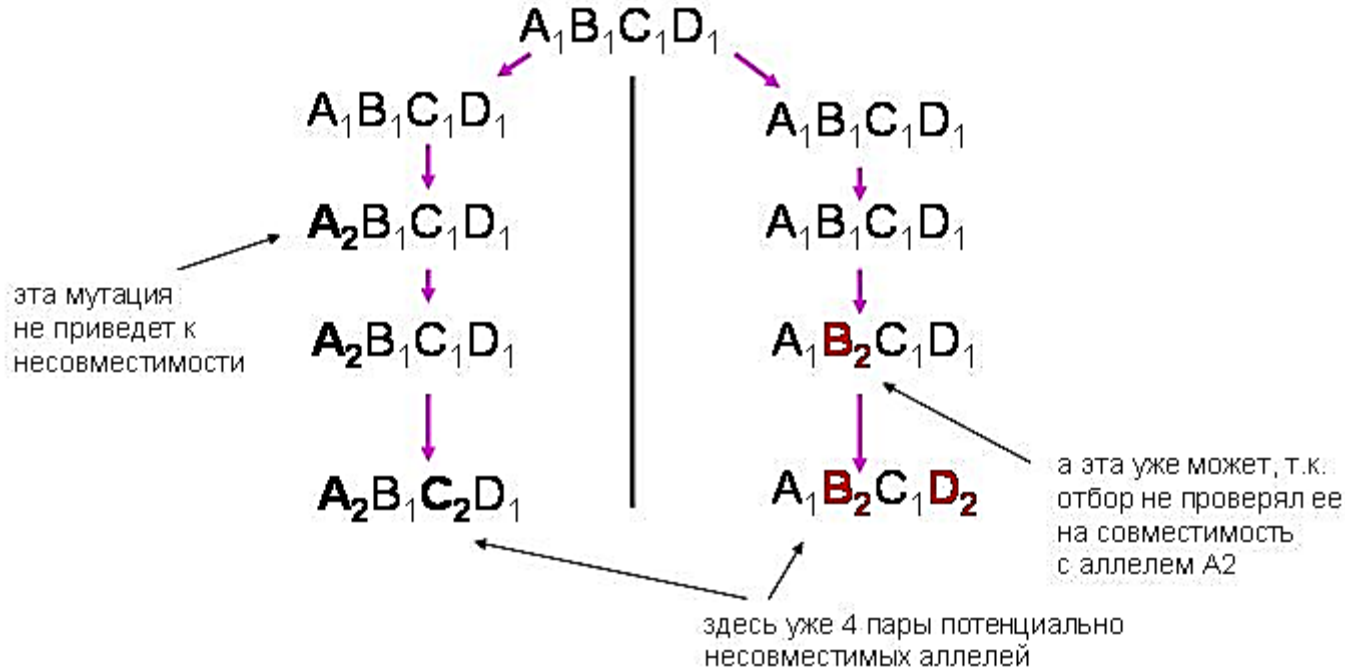


ПОСТЗИГОТИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ Правило Добржанского-Мёллера

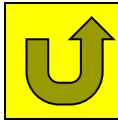
Герман Джозеф
МЁЛЛЕР

Ф.Г. ДОБРЖАНСКИЙ

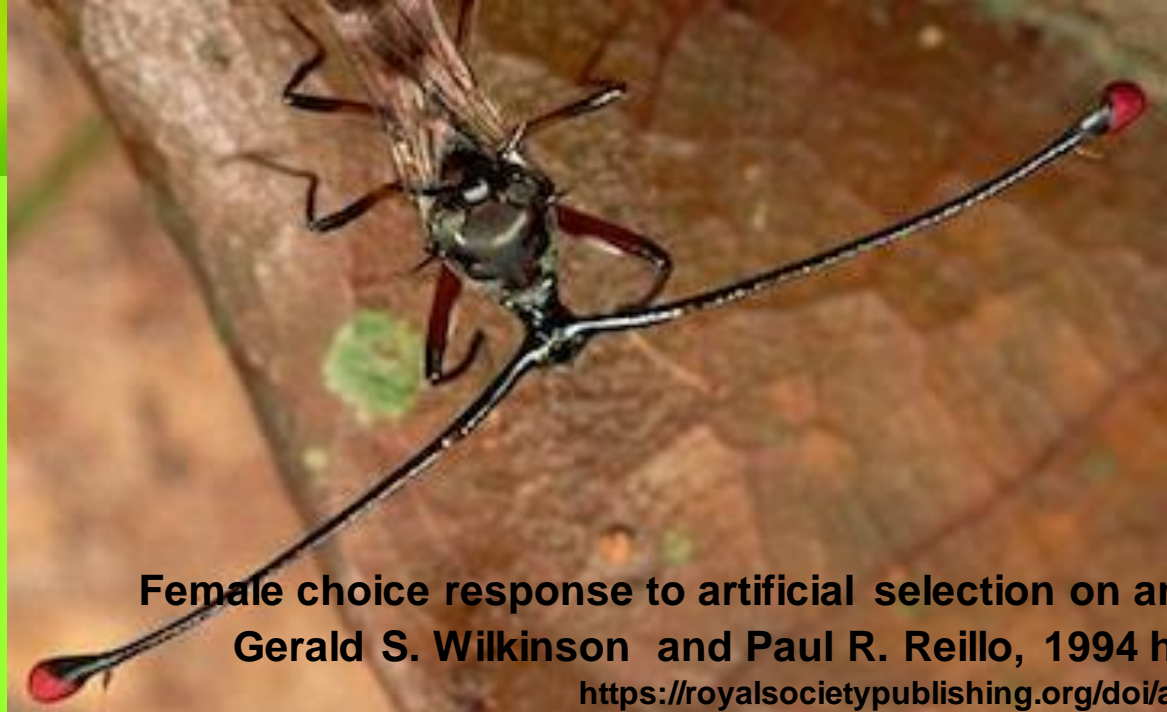
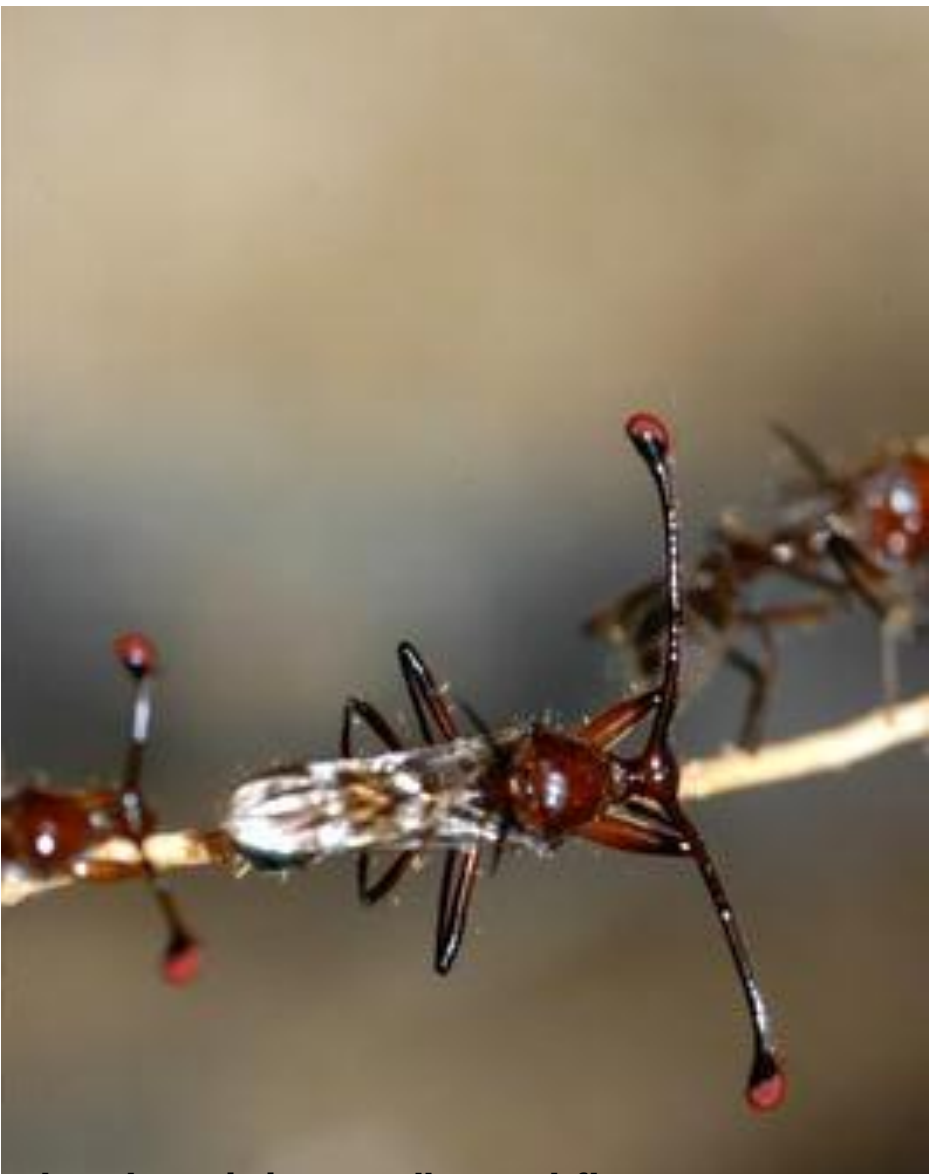
**ВЕРОЯТНОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ
ПАРЫ НЕСОВМЕСТИМЫХ ГЕНОВ
В ДВУХ ПОПУЛЯЦИЯХ РАСТЕТ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНО КВАДРАТУ
ЧИСЛА РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ
ГЕНОВ**



**А потом развивается и
ПРЕЗИГОТИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ**



Cyrtodiopsis dalmanni



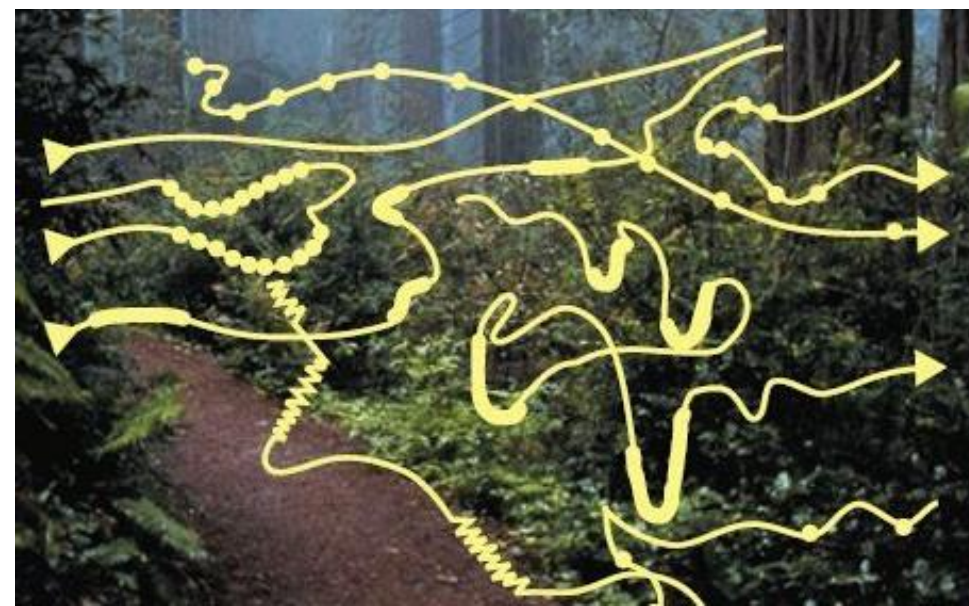
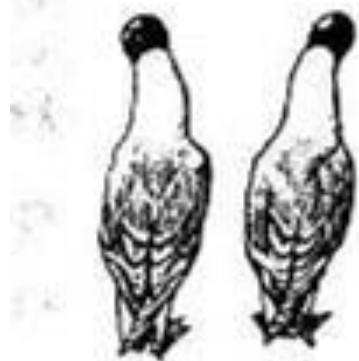
Female choice response to artificial selection on an exaggerated male trait in a stalk-eyed fly
Gerald S. Wilkinson and Paul R. Reillo, 1994 <https://doi.org/10.1098/rspb.1994.0001>
<https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.1994.0001>



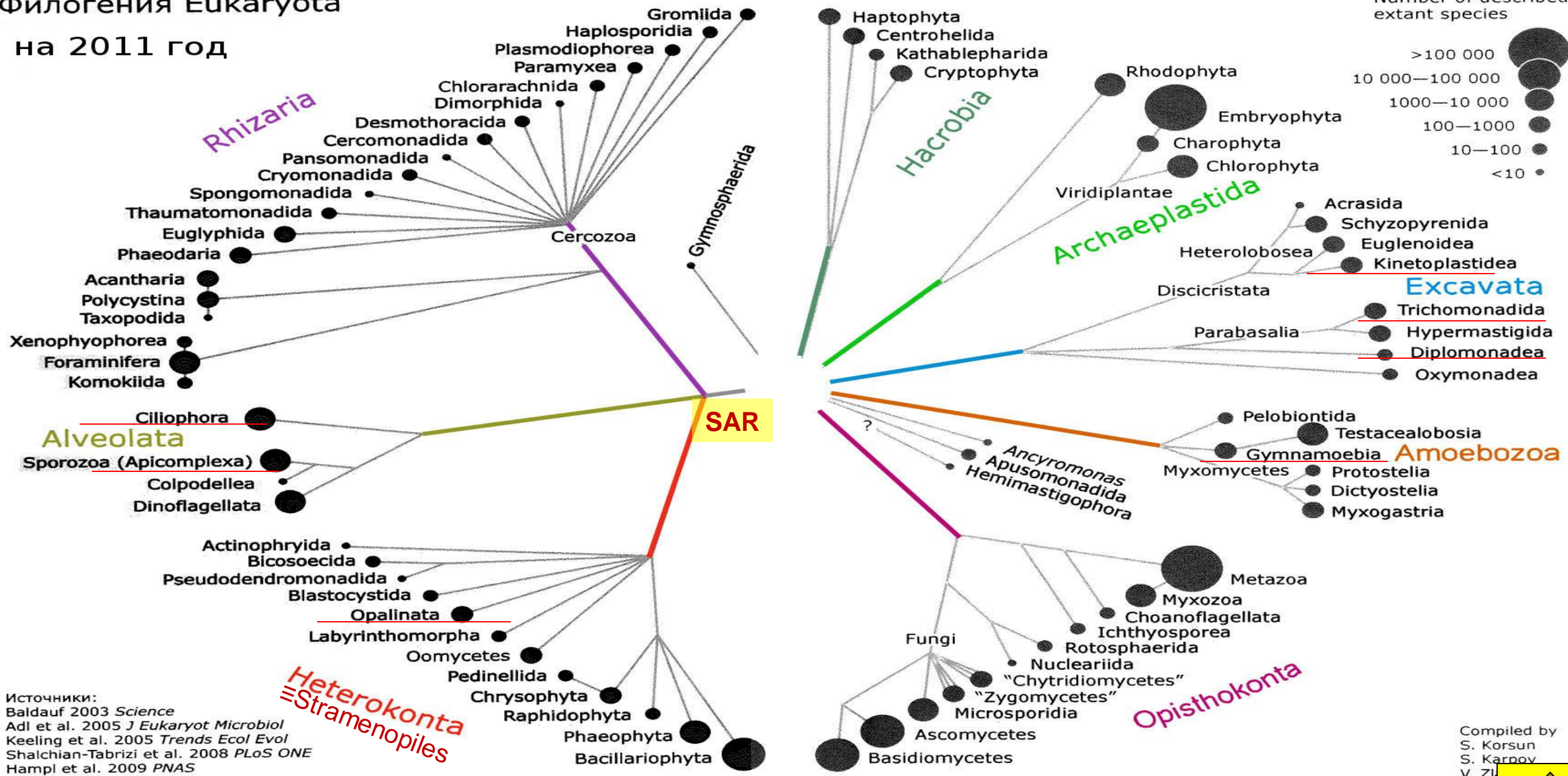
Чайка обыкновенная



Малая чайка



Филогения Eukaryota на 2011 год



Источники:
 Baldauf 2003 *Science*
 Adl et al. 2005 *J Eukaryot Microbiol*
 Keeling et al. 2005 *Trends Ecol Evol*
 Shalchian-Tabrizi et al. 2008 *PLoS ONE*
 Hampl et al. 2009 *PNAS*
 Howe et al. 2011 *Protist*



