

Популяционно-видовой уровень организации живого. Эволюция.

Вольдгорн Я.И.
к.б.н, доцент кафедры
биологии им. В.Н.
Ярыгина ПФ



План

- 1) Популяционно-видовой уровень организации живого.
- 2) Критерии вида
- 3) Популяции
- 4) История эволюционных идей и доказательства эволюции
- 5) Микроэволюция
- 6) Элементарные эволюционные факторы в естественных и человеческих популяциях



Популяционно-видовой уровень

Элементарная единица — популяция.

Элементарные явления —
эволюционные изменения.



Определение

Вид — основная структурная единица систематики. Группа особей, обладающих наследственным сходством, способных скрещиваться и давать плодовитое потомство.



Определение

Популяция — элементарная единица вида, совокупность организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории (занимающих определённый ареал) и частично или полностью изолированных от особей других таких же групп.



Критерии вида

- **Физиологический**
- (сходство процессов, протекающих в организмах одного вида; нескрещиваемость разных видов)

- **Биохимический** (сходный химический состав внутриклеточной среды у особей одного вида)

- **Морфологический**
- (сходство признаков внешнего строения у особей одного вида)

• **Критерии**
• **вида**

- **Географический**
- (обитание особей одного вида, как правило, в пределах общего ареала)

- **Экологический**
- (обитание особей одного вида в определенных, сходных экологических условиях)

- **Генетический**
- (определенный набор хромосом у особей одного вида)

- **Этологический**
- (присущие только данному виду животных особенности поведения)



Физиологический критерий

- сходство всех процессов жизнедеятельности: прежде всего размножения, а также обмена веществ, дыхания, выделения, биологических ритмов и т.д.)

Примеры:

- у зайца-беляка в помете бывает от 2 до 7 зайчат, а у зайца – русака – обычно 1-2 зайчонка;
- вид медведь бурый зимой находится в длительной спячке, а у белого медведя зимняя спячка короткая или отсутствует



Биохимический критерий

- сходство биохимических параметров (структуры белков, их состава, структуры нуклеиновых кислот и др.).



вид чайка
серебристая



вид чайка
западная

данные виды-двойники отличаются набором белков

Морфологический критерий

- сходство внешнего и внутреннего строения организмов, относящихся к одному виду



Длина тела: 45-65 см

Вес: 2.5 – 3.5 кг

Сезонная смена окраски меха



Длина тела: 50-70 см

Вес: 5 – 7 кг

Сезонная смена окраски отсутствует



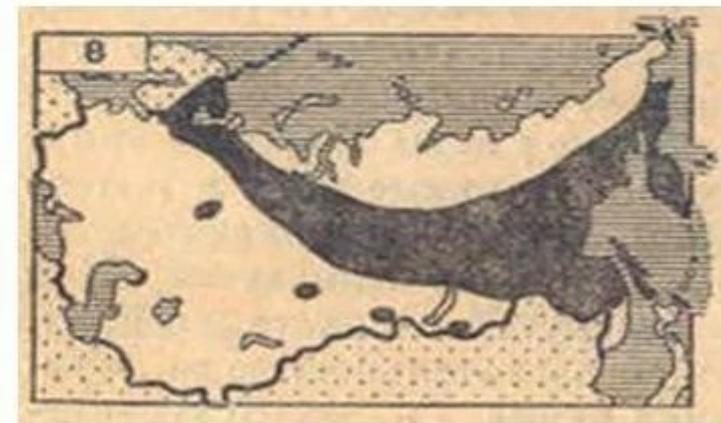
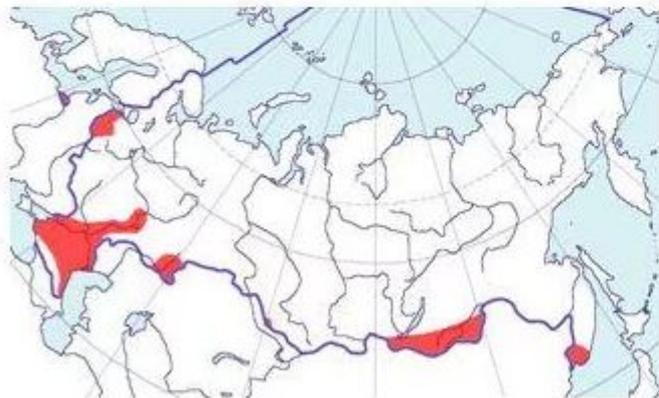
Географический критерий



Лебедь-шипун



Лебедь-кликун



Особи вида занимают определенный ареал.

Экологический критерий



Московка

Заселяет морозобойные трещины в стволах березы и ольхи



Большая синица

Выбирает глубокое дупло в нижней части ствола березы или ольхи

Совокупность характерных факторов среды, необходимых для существования вида



Этологический критерий

**Сходство в поведении, особенно в брачный период
(ритуалы ухаживания, брачные песни и т.д.)**

Исключения существуют виды с близким поведением.



Глухарь на току



Тетерев в брачный период



Конвергенции в поведении



Ритуальное
кормление



Дарение цветов



Поцелуй



Генетический (репродуктивный) критерий



Полевка
обыкновенная
 $2n=46$



Полевка
восточноевропейская
 $2n=54$

- Каждый вид имеет определенный набор хромосом – кариотип, который отличается количеством хромосом, их формой, размерами, строением.

Межвидовые гибриды

ЛЕВ + ТИГРИЦА = ЛИГР
(400кг)

Самцы стерильны,
самки обычно
фертильны



Межвидовые гибриды

ЛЕВ + ЛИГРИЦА = ЛИЛИГР



Цитогенетический критерий

Каждый вид имеет определенный набор хромосом – кариотип, который отличается количеством хромосом, их формой, размерами, строением

ХРОМОСОМНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ (греческий *chroma* цвет, окраска + *soma* тело; *polymorphos* многообразный) — особенности строения хромосом, которые свойственны всем клеткам организма, отличают один организм от другого, передаются потомству и, как правило, не оказывают патологического эффекта. Хромосомный полиморфизм не выходит за рамки характерного для каждого биологического вида постоянства числа и морфологии хромосом.



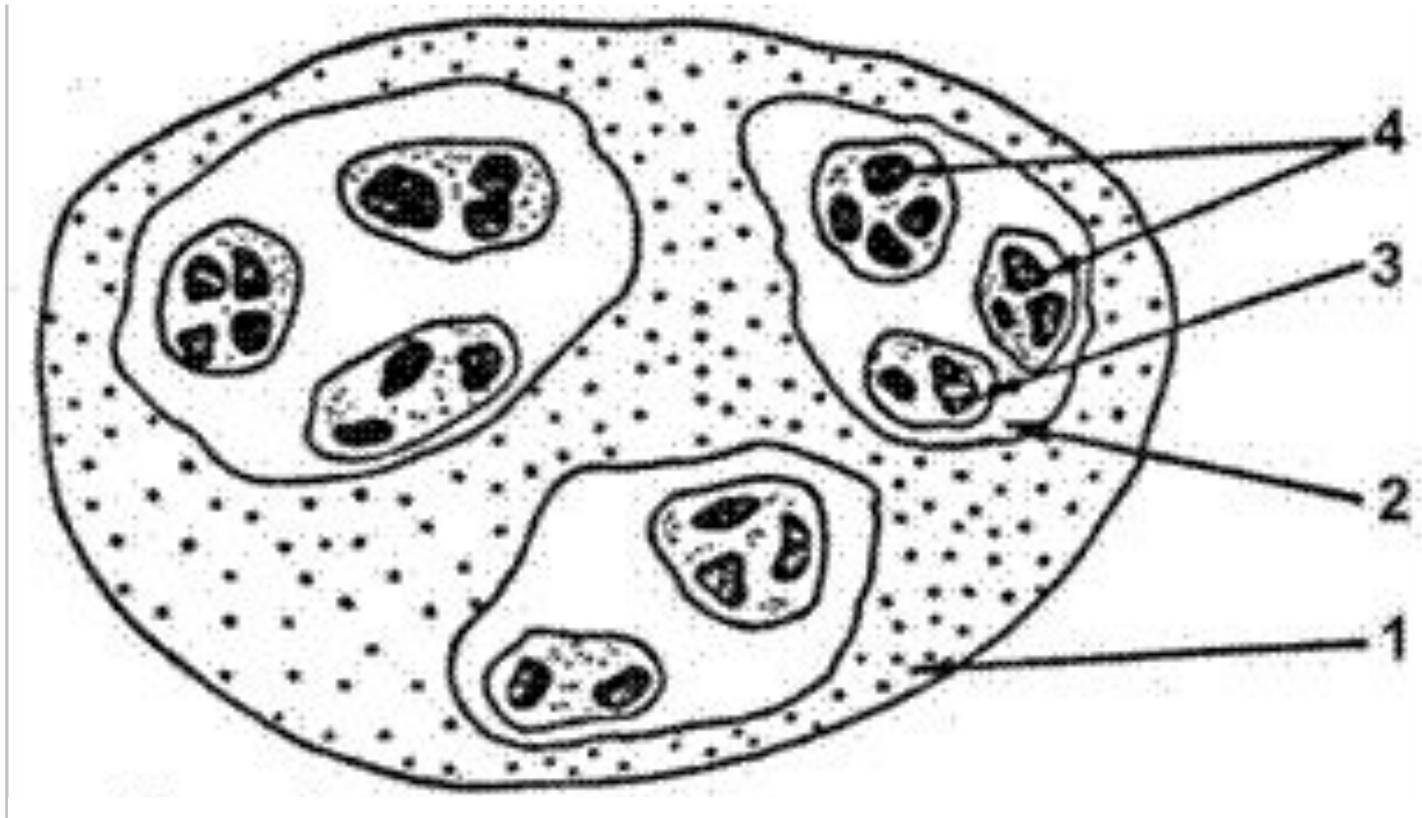
Вид и популяция

Каждый вид представляет собой генетически замкнутую систему, репродуктивную изолированную от других видов.

В связи с неодинаковыми условиями среды особи одного вида в пределах ареала распадаются на более мелкие единицы — **популяции**. Реально вид существует именно в виде популяций.



Вид и популяция



1 – ареал вида, 2, 3, 4 - различные популяции



Популяции и эволюция

- **Популяция** – это элементарная эволюционирующая **единица**
- **Изменение генофонда популяции** – это элементарное эволюционное **событие**
- **Фактор**, способный влиять на генофонд популяции – **элементарный эволюционный фактор**



Характеристики популяции

- **Статические**
- **Динамические**
- **Генетические**
- **Экологические**



I. Статические характеристики

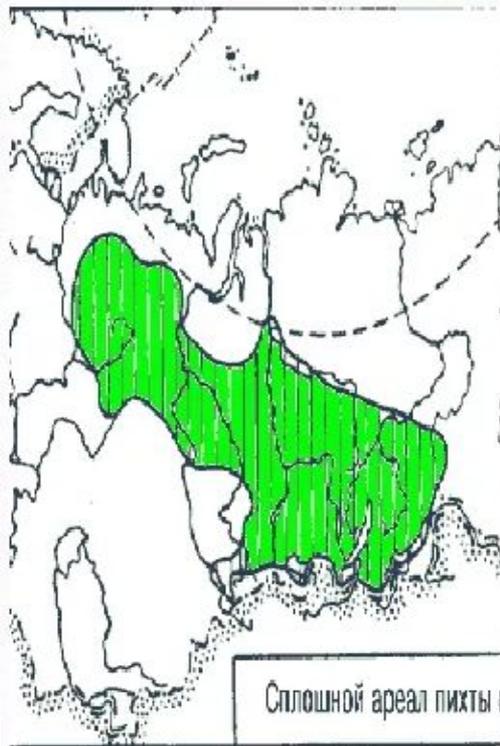
- **Ареал (территория)**
- **Численность (сколько особей)**
- **Плотность (численность разделённая на ареал)**
- **Половой и возрастной состав**



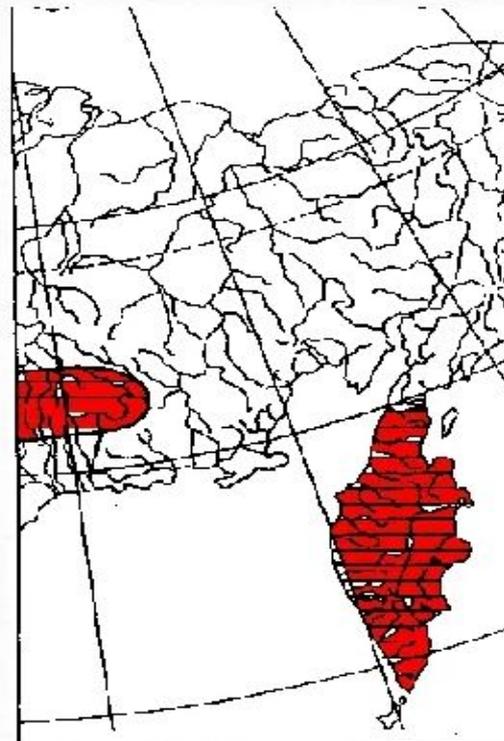
Ареал

Ареалы

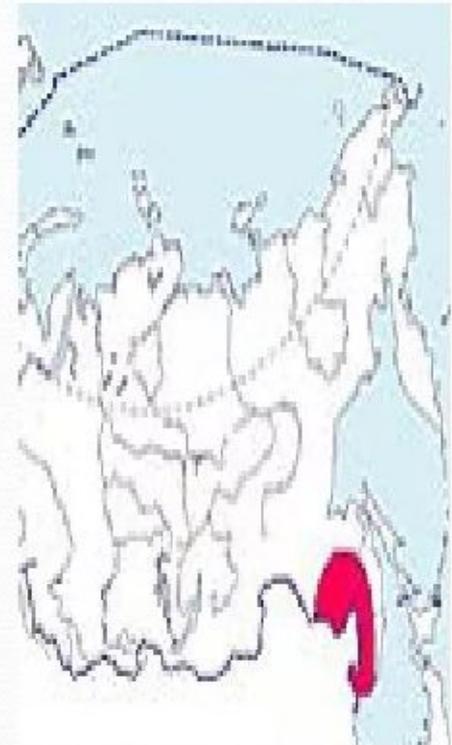
Сплошные



Разорванные



Реликтовые



Ареал

- **Сплошной** - распространение вида во всех подходящих для него местообитаниях (Белый медведь за Полярным кругом).
- **Разорванный** - разобщение сплошного ареала на два или несколько изолированных участков (Сорока голубая на Пиренейском полуострове и Дальнем Востоке).
- **Реликтовый** - занимается видами, сохранившимися со времени прошлых геологических эпох (Гаттерия на островах Новой Зеландии)



Классификация видов по ареалу

Виды

Космополиты

- Широко распространены
- Встречаются повсеместно
- Хорошо приспосабливаются к среде обитания
- Многочисленны

Эндемики

- Узкий ареал обитания
- Редко встречаются
- Приспособлены только к определённой среде
- Малочисленны



Территориальность

Мечение территории животными часто производится с целью информации о себе для других особей своего же или других видов.

Что служит меткой?

- Пахучие вещества
- Моча и кал
- Крики и пение
- Высокие заборы, сигнализация
- Государственные границы



Численность популяции

- Эффективная численность – число особей реально, участвующих в размножении.
- Минимальная численность – число особей, достаточное для поддержания популяции. Обычно считается не менее 1000 особей



Плотность популяции

Плотность популяции -

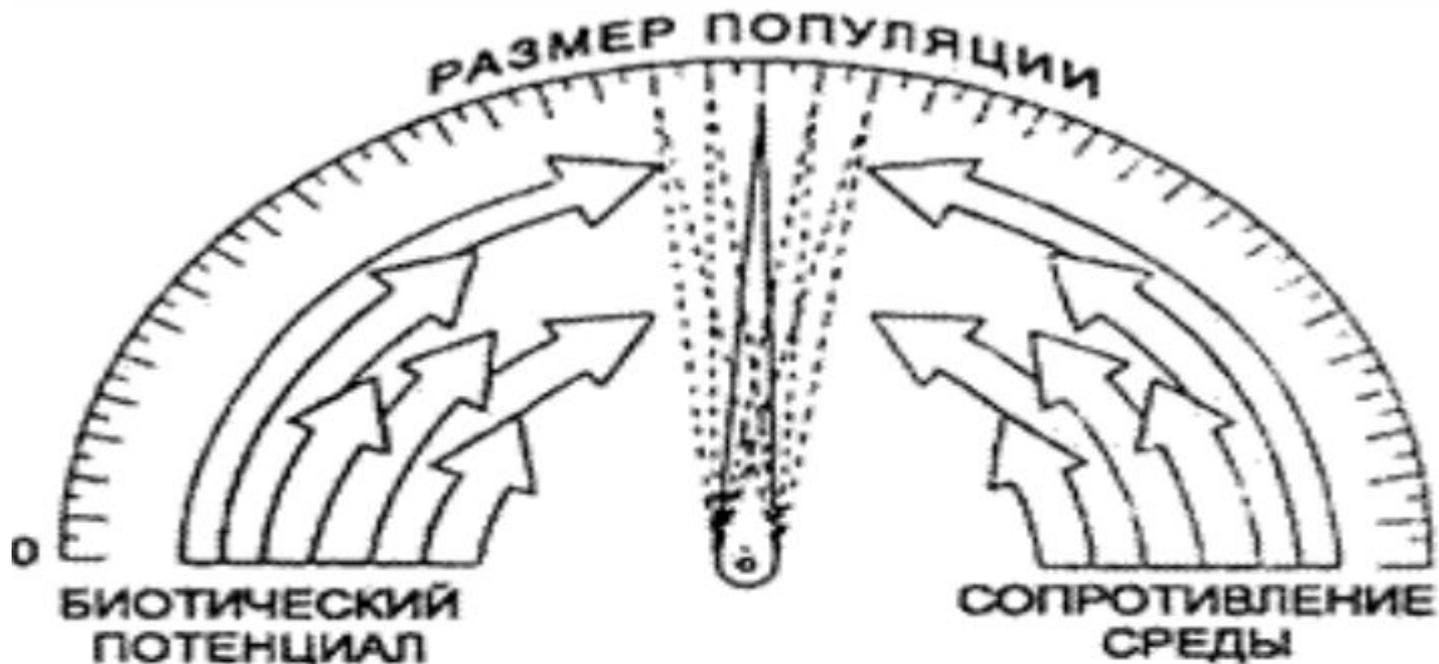
это численность особей или биомасса, на единицу площади или объема жизненного пространства.



На плотность влияют

1. Рождаемость – число особей родившихся за определенный промежуток времени.
2. Смертность – число особей умерших своей смертью или погибших от хищников или болезней за определенный промежуток времени.
3. Скорость миграции особей – число особей, мигрировавших в данную популяцию из других популяций за определенный промежуток времени.
4. Скорость эмиграции особей - число особей, покинувших данную популяцию за определенный промежуток времени.

От чего зависит размер популяции



Рождаемость.
Способность к расселению.
Способность к захвату
новых местообитаний.
Защитные механизмы.
Способность выдерживать
неблагоприятные условия.

Нехватка питания.
Нехватка воды.
Нехватка подходящих
местообитаний.
Неблагоприятные
погодные условия.
Хищники.
Болезни.
Паразиты.
Конкуренция.



II. Динамические характеристики

Рождаемость

Смертность

Естественный прирост (рождаемость минус смертность)



Рождаемость и смертность в России



Особенности человеческих популяций

- Большой радиус индивидуальной активности
- Границы часто социальные в большей степени, чем географические
- *Специальные термины:*
- Изолят: до 1500 человек
- Дем: от 1500 до 4000



III. Генетические характеристики

Генофонд (аллелофонд) – совокупность всех аллелей всех особей популяции. Его можно описать как

ассортимент аллелей, т.е., какие варианты генов есть в популяции - генетическая гетерогенность популяции

частота встречаемости аллелей, т.е., как часто встречаются аллели - генетический полиморфизм



Генетический полиморфизм

Генетический полиморфизм – наличие отдельных аллелей с частотой выше 1 %, т.е. с частотой заведомо более высокой, чем частота спонтанных мутаций



Генетический полиморфизм



Генетический полиморфизм у мышей



Закон Харди-Вайнберга

Закон Харди–Вайнберга – основной закон популяционной генетики (по сути - закон Менделя, но приложенный к популяции гласит, что в идеальной популяции

существует постоянное соотношение частот аллелей и генотипов, которое описывается уравнением:

$$(p A + q a)^2 = p^2 AA + 2 \cdot p \cdot q Aa + q^2 aa = 1,$$

pA – частота встречаемости доминантного аллеля;
 qa – рецессивного. $pA+qA=1$



Закон Харди-Вайнберга: общая формула

Таблица 3.6

	Женские гаметы	
Мужские гаметы	pT	qt
pT	p^2TT	$pqTt$
qt	$pqTt$	q^2tt



Закон Харди-Вайнберга

Число особей велико (иначе закон Менделя не будет выполняться из-за статистических погрешностей)

Панмиктическая (свободно скрещивающаяся)

В ней нет мутаций

Нет миграций

Нет естественного отбора



Идеальная против реальной

<u>Идеальная популяция</u>	<u>Реальные популяции</u>
1. Численность популяции бесконечно большая	1. Популяция состоит из конечного числа особей
2. Наличие панмиксии – свободного скрещивания;; равновероятность встречи гамет и образования зигот	2. Существует избирательность при образовании брачных пар, при встрече гамет и образования зигот
3. В популяции отсутствуют мутации	3. Мутации происходят всегда
4. В популяции отсутствует естественный отбор	4. Действует естественный отбор
5. Популяция изолирована от других популяций этого вида	5. Существуют миграции – <i>поток генов</i>

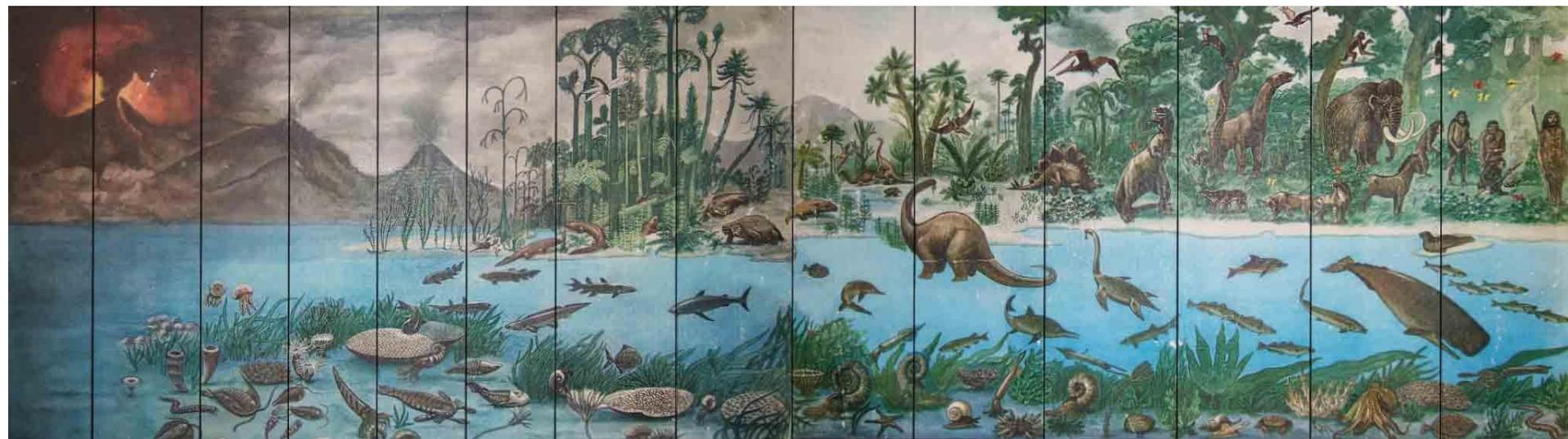


IV. Экологические характеристики

Экологическая ниша – совокупность всех экологических факторов, описывающих место популяции в экосистеме



Эволюция



Эволюция

Evolutio (lat.) – развёртывание, то есть постепенное развитие живой природы.



Н. В. Тимофеев-Ресовский:

Суть жизни на Земле когда-то выразил

Н. В. Тимофеев-Ресовский в виде двух слов: **конвариантная редупликация**, что означает **самовоспроизведение с вариациями**.

То, как конкретно это происходит, и изучает наука об эволюции.



Ж.Б.Ламарк

Виды изменяются, но так медленно, что мы не успеваем заметить это.

Причина изменений в стремлении к совершенству, свойственном всему живому.

Достижения родителей наследуются, поэтому потомки немного отличаются от родителей



Ж.Б.Ламарк

Виды изменяются, но так медленно, что мы не успеваем заметить это.

Причина изменений в стремлении к совершенству, свойственном всему живому.

Достижения родителей наследуются, поэтому потомки немного отличаются от родителей



Ж.Б.Ламарк

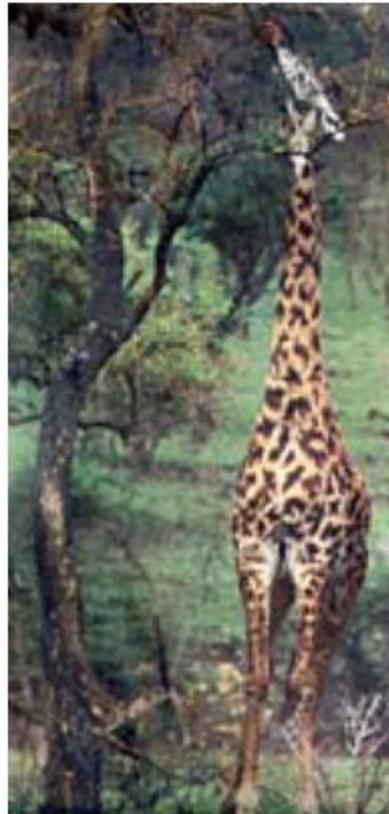
Примеры Ламарка

– на растения среда действует непосредственно



Листья водяного лютика
– в воде рассеченные, на поверхности - цельные

-- на животных опосредованно, путем упражнения или неупражнения



Шея жирафа



Глаза крота



Конечности у змеи



Ч.Р.Дарвин

1.В пределах каждого вида живых организмов существует индивидуальная **наследственная изменчивость**.

2.Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.

3.Жизненные ресурсы для любого вида живых организмов ограничены, и поэтому возникает **борьба за существование**.

4.В условиях борьбы за существование выживают и дают потомство наиболее приспособленные особи. Выживание и преимущественное размножение приспособленных особей Дарвин назвал **естественным отбором**.

5.Естественный отбор постепенно ведет к **дивергенции** (расхождению) и, в конечном счете, к видообразованию.



XX век – синтетическая теория ЭВОЛЮЦИИ

Дарвин не понимал механизмов наследственности.

Грегор Мендель жил в одно время с Дарвином, но о его работах мир узнал только в 1900 году.

Вот тогда и начался синтез генетики и дарвинизма, который дал **синтетическую теорию эволюции (СТЭ)**.



СТЭ

Синтетическая теория эволюции включает следующие положения:

1. Наименьшая элементарная единица эволюции – популяция.
2. Элементарный эволюционный материал – мутации, которые носят случайный, ненаправленный характер, а также новые комбинации генов.
3. Элементарное эволюционное явление – изменение генофонда популяции.
4. Элементарные факторы эволюции – мутационный процесс, изоляция, популяционные волны, дрейф генов. Направляющий фактор эволюции – естественный отбор.
5. Образование новых видов в природе может проходить как постепенно, так и внезапно.

Основные работы, легшие в основу СТЭ

С.С. Четвериков. "О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики" (1926 г.).

Дж. Хаксли "Эволюция: современный синтез", 1942 г.



Основные работы, легшие в основу СТЭ

Дж. Холдейн ввел понятия коэффициента селекции, скорости отбора и др. В 1928 г. **Р. Фишер** выступил с математической гипотезой эволюции доминантности, утверждая, что рецессивность и доминантность — результат отбора. В 30-40-х годах **С. Райт** и **А.А. Малиновский** показали, что естественный отбор оказывается наиболее эффективным в случае попеременного частичного соединения и разъединения небольших популяций.

40-е годы XX в. ознаменовались переосмыслением с новых позиций работ по генетике, систематике, экологии, биогеографии. Она нашла свое отражение в работах **Ф.Г. Добржанского**, **Э. Майра**, **Б. Ренша**, **Н.В. Тимофеева-Ресовского** и др.



Доказательства эволюции

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ: В XIX веке



1. Морфологические



2. Эмбриологические



3. Палеонтологические



4. Биохимические



5. Биогеографические

В XX веке добавились

6. Молекулярно-генетические доказательства



Морфологические доказательства

Рудименты и атавизмы

Аналогичные и гомологичные органы

Живые переходные формы



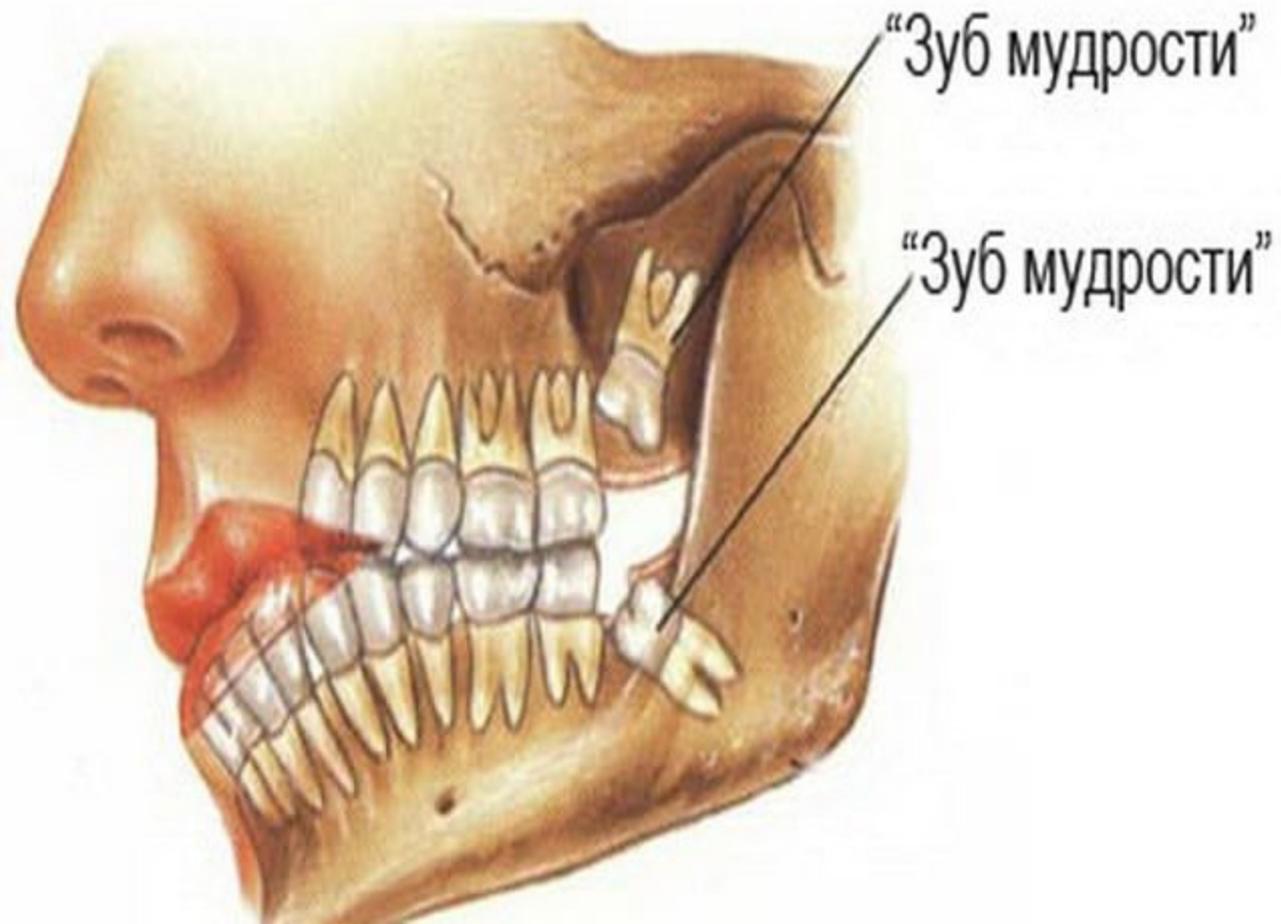
Рудименты

Рудименты – органы уменьшившиеся в ходе эволюции.

Можно найти у всех особей вида.



Рудименты



Рудименты



Атавизмы

Атавизмы – возврат к признакам предков, встречаются только у отдельных представителей вида.



Атавизмы

Атавизмы человека: хвост



Атавизмы



Гомологичные органы

Гомологичные органы имеют общее происхождение и план строения, но могут выполнять разные функции (возникают как результат дивергенции)



Аналогичные органы

Аналогичные органы – имеют разное происхождение и план строения, при этом выполняют одни функции.
(Возникают в результате конвергенции)



Крыло птицы и бабочки



Переходные формы

Переходные формы - это формы организмов, сочетающие признаки более древних и молодых групп организмов.

➤ археоптерикс (пресмыкающиеся → птицы)

от пресмыкающихся – длинный хвост, зубы, пальцы на крыльях

от птиц – перья, цевка, 4 пальца на ногах

➤ зверозубый ящер (пресмыкающиеся → млекопитающие)

➤ латимерия (рыбы → земноводные)

➤ семенные папоротники (папоротники → голосеменные)

➤ эвглена зеленая (животные – растения)

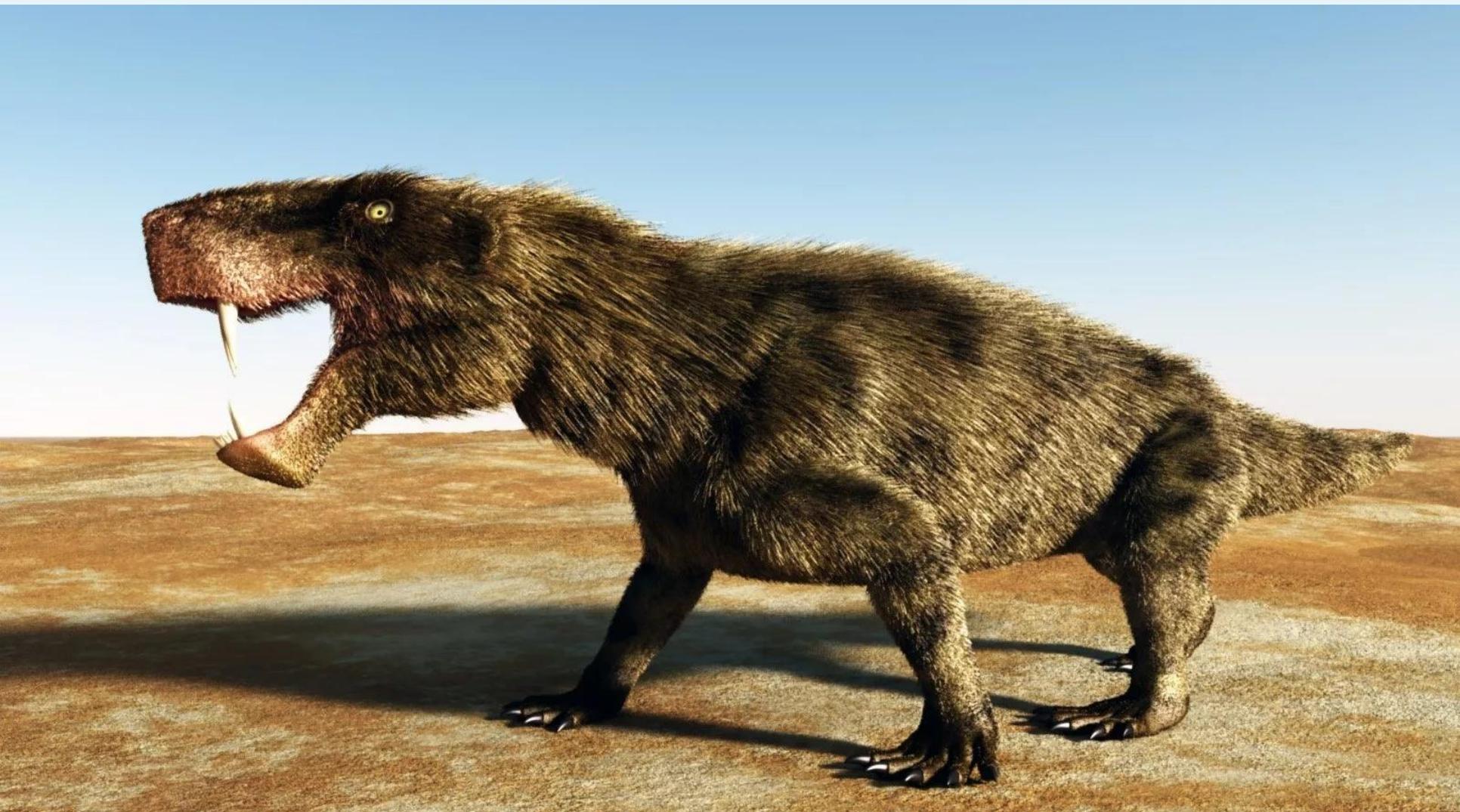


Археоптерикс



ALL RIGHTS RESERVED

Зверозубый ящер



Латимерия



Семенные папоротники



Эмбриологические доказательства

Закон зародышевого сходства
Биогенетический закон

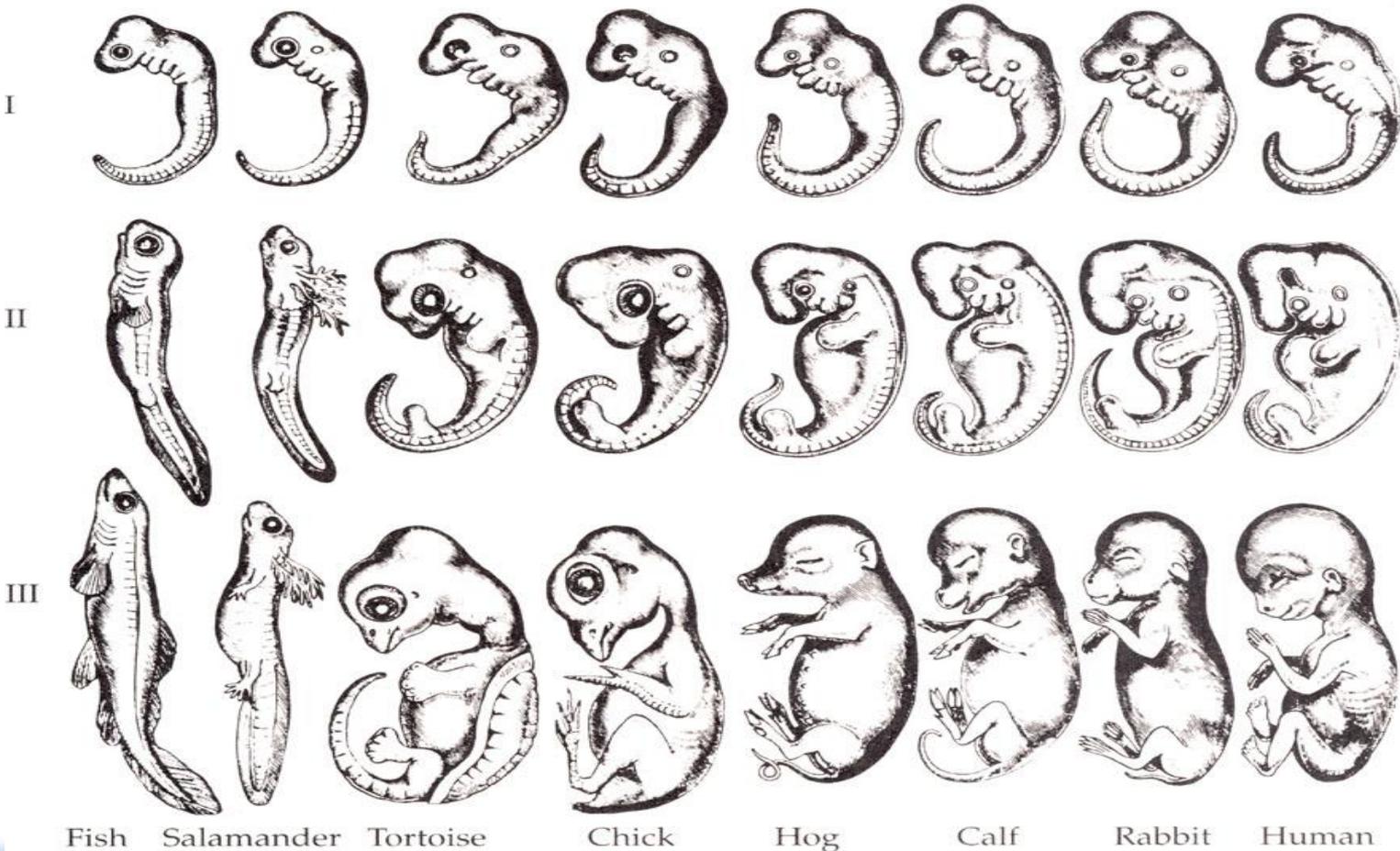


Закон зародышевого сходства К. Бэра

- В 1928 году Карл Бэр сформулировал "закон зародышевого сходства" : чем более ранние стадии индивидуального развития исследуются, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами"



Закон зародышевого сходства К. Бэра



Биогенетический закон Геккеля-Мюллера

В процессе индивидуального развития (онтогенеза) эмбрионы последовательно повторяют черты строения предковых форм, иначе говоря,

**онтогенез есть краткое повторение
филогенеза.**

Повторение – рекапитуляция (повторение глав).

При этом могут происходить гетеротопии и гетерохронии, а также возникать ценогенезы – зародышевые приспособления



Теория филэмбриогенезов А.Н.Северцова

- **Северцов** Алексей Николаевич (11/23.09.1866, Москва – 19.12.1936, там же), Окончил Московский университет (1890). С 1899 профессор Юрьевского (ныне Тартуского) университета, с 1902 – Киевского университета, в 1911–30 – Московского университета. Автор многих работ, в том числе разработал теорию филэмбриогенеза, согласно которой эволюция совершается путём изменения хода онтогенеза



Теория филэмбриогенезов А.Н.Северцова

Филэмбриогенез

(от греч. phýlon – племя, род, вид и эмбриогенез) эволюционное изменение хода индивидуального развития организмов.

Термин введён в 1910 А. Н. Северцовым.

Основным положением теории филэмбриогенезов является представление о первичности онтогенетических изменений по отношению к филогенетическим (эволюционным) изменениям.

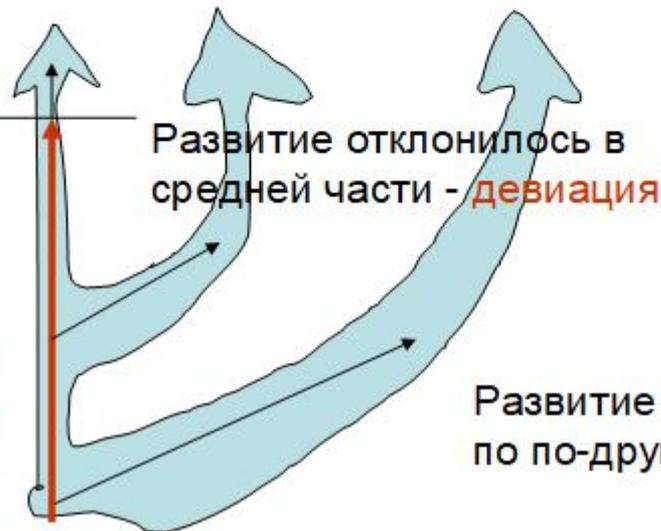


Теория филэмбриогенезов А.Н.Северцова

Существует несколько модусов
(способов) филэмбриогенеза
важнейшими из них являются: анаболия
(надставка конечных стадий развития),
девиация (изменение на средних
стадиях) и архаллакис (изменение
первичных зачатков).

Добавилась
новая стадия -
анаболия

Так
было у
предка



Палеонтологические доказательства



Эпоха и возраст	Род, внешний вид и высота (в холке)	Кости правой передней ноги	Образ жизни и изменения в строении тела
Современная эпоха и плейстоцен 1 x 10 ⁶ лет	Лошади  До 1,6 м		Адаптированы к жизни в сухих степях. Очень быстро бегают. Пясть и плюсневые кости удлинены. Расширенная 3-я фаланга покрыта роговым копытом (видоизменённый коготь)
Миоцен 26 x 10 ⁶ лет	Мерикгиппус  До 1,0 м		Очень сухая среда – прерии. Быстрота бега становится важнее. Редукция 2-го и 4-го пальцев. При беге опора на 3-й палец. Удлинение оставшихся пястных и плюсневых костей
Олигоцен 38 x 10 ⁶ лет	Мезогиппус  До 0,6 м		Сухая среда – леса и прерии. Быстрота передвижения важна для бегства от врагов. Хорошо различимы только три пальца. 3-й палец сильно увеличен
Эоцен 54 x 10 ⁶ лет	Эогиппус  Примерно 0,4 м		Величиной с лисицу. Обитал на мягкой почве вблизи рек. Четыре пальца на передних и три на задних ногах увеличивали площадь опоры



Биохимические доказательства

- Все организмы имеют сходный химический состав
- Универсальность генетического кода
- Сходные процессы жизнедеятельности
- Деление клеток путем митоза или мейоза



Биогеографические доказательства

- Все организмы имеют сходный химический состав
- Универсальность генетического кода
- Сходные процессы жизнедеятельности
- Деление клеток путем митоза или мейоза

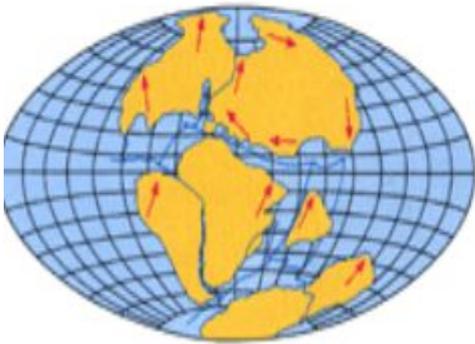


Биогеографические доказательства

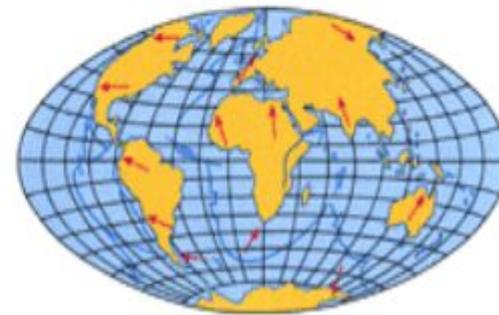
Исследуется история расселения живых организмов по Земле

Карта расположения материков

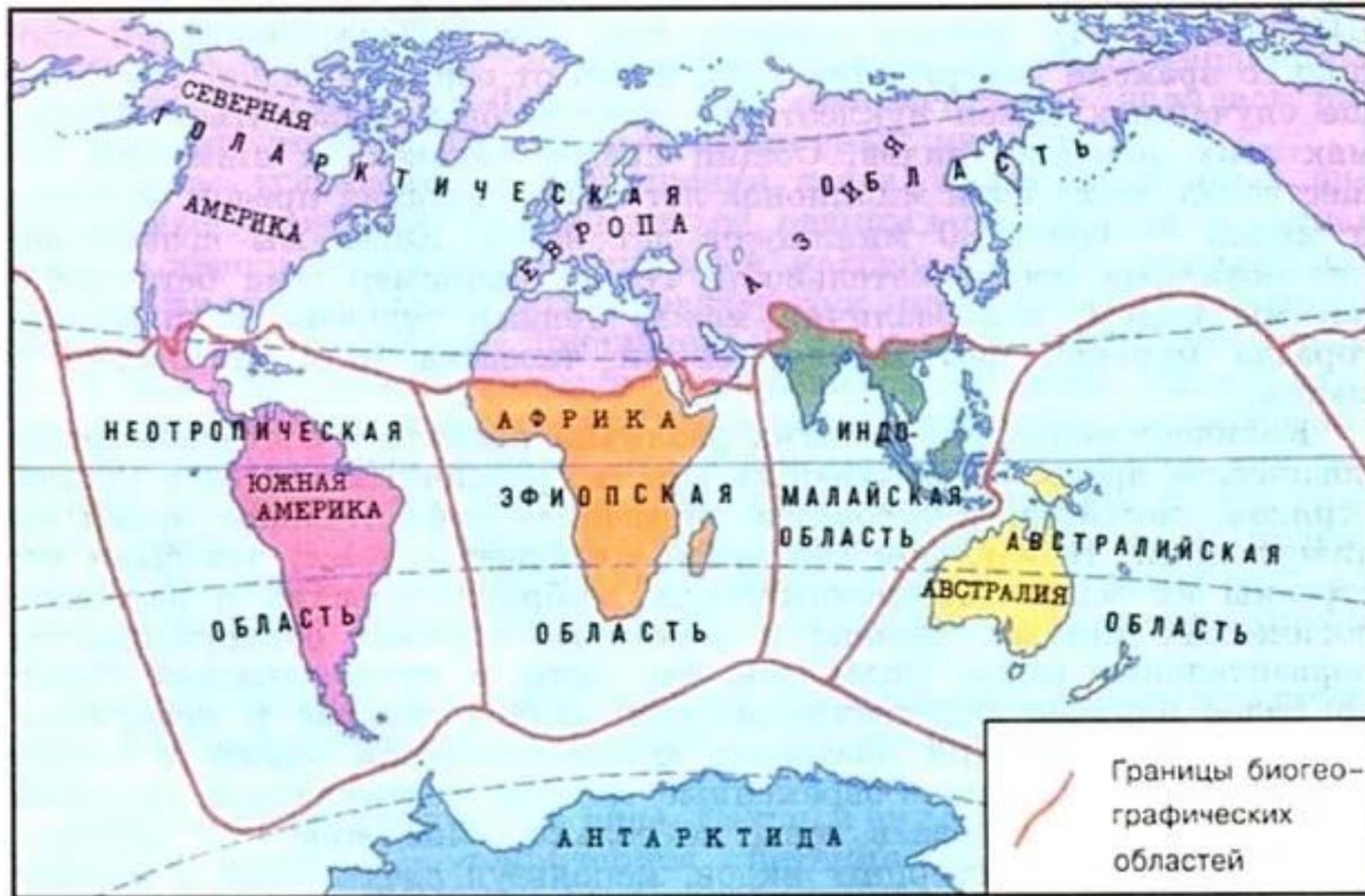
135 млн лет назад



Сегодня

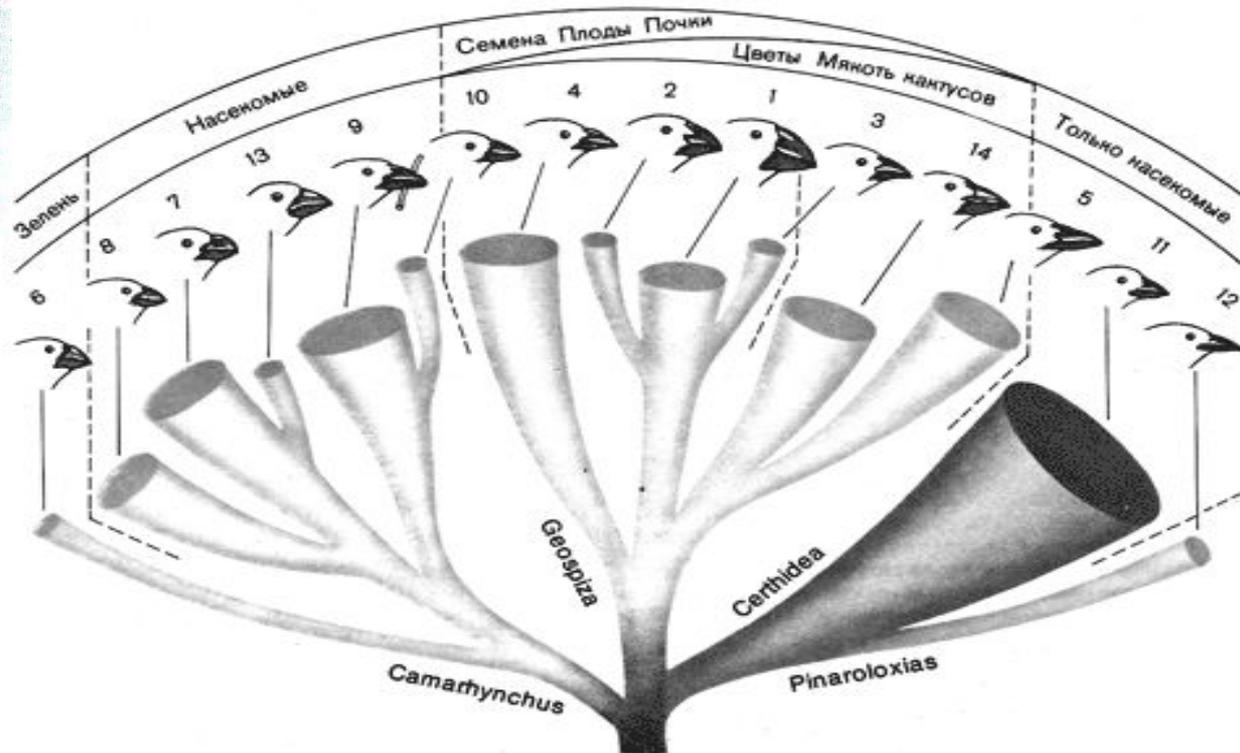
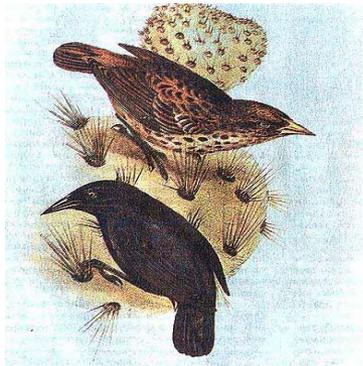


Биогеографические доказательства



Биогеографические доказательства

Дарвиновы (галапагосские) вьюрки

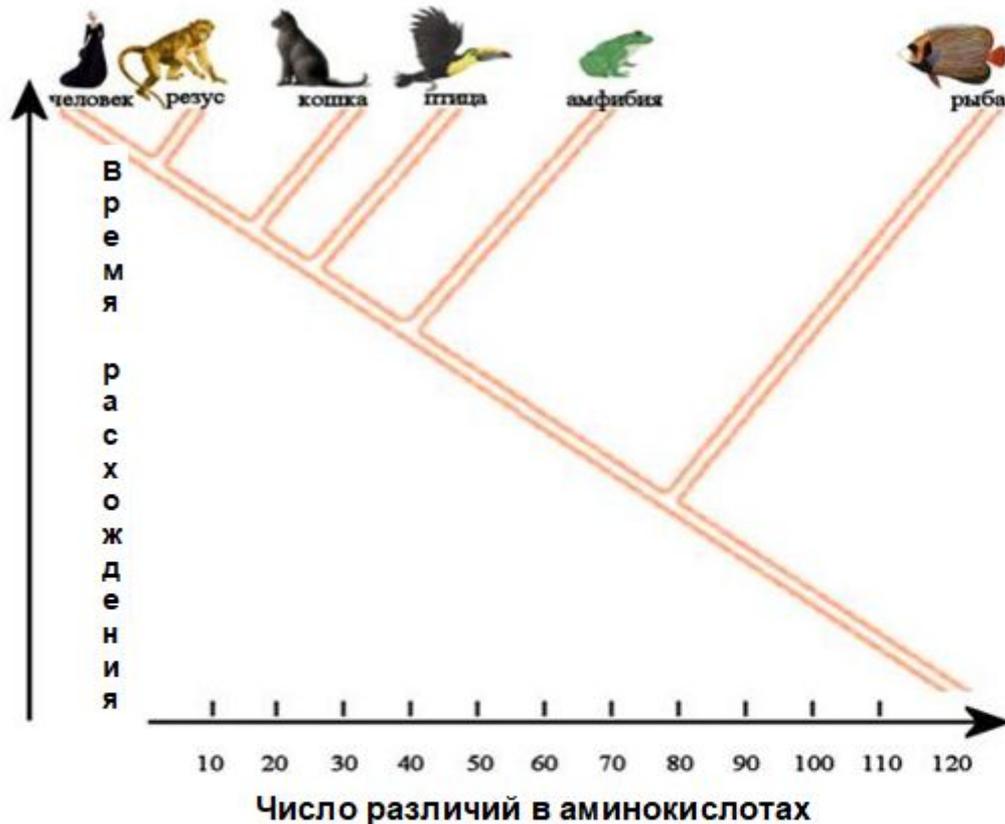


Молекулярно-генетические доказательства

Молекулярно-генетические
доказательства –
в XX веке появилась
возможность устанавливать
родство и происхождение
организмов на основе
сравнения строения их ДНК и
белков



Молекулярно-генетические доказательства



Нейтральная теория молекулярной эволюции была разработана **М. Кимура** в конце 1960-х годов. Она утверждает, что подавляющее число мутаций на молекулярном уровне носит нейтральный по отношению к естественному отбору характер. По ним можно оценивать время расхождения (дивергенции) видов.



Виды эволюции

Условно эволюционный процесс подразделяют на



Микроэволюцию

эволюцию на уровне вида и ниже.

Методы изучения микроэволюции – полевые наблюдения и эксперимент

Макроэволюцию –

эволюцию на надвидовом уровне.

- Методы изучения макроэволюции –

- Палеонтология

- Сравнительная анатомия

- Сравнительная эмбриология

Тройной параллелизм



Примеры микроэволюции

- Промышленный меланизм у бабочки берёзовой пяденицы



Примеры микроэволюции

• Ящерицы на Багамах. На 6 островах из 12 провели эксперимент



Ввезли хищных ящериц другого вида. Уже через год под действием отбора выжили либо длинноногие бегуны, либо коротконогие с когтями, которые залезали от врагов на деревья. На контрольных 6 островах ничего не изменилось.



Элементарные факторы эволюции

- Наследственная изменчивость
- Миграции (поток генов)
- Естественный отбор
- Дрейф генов
- Изоляция
- Популяционные волны



Наследственная изменчивость

Наследственная изменчивость –
(материал для эволюции).

Мутационная

мутации бывают:

- **Генные** (истинные)
- **Хромосомные**
(делеции, дубликации,
транслокации и др.)
- **Геномные**
(полиплоидия,
анеуплоидия)

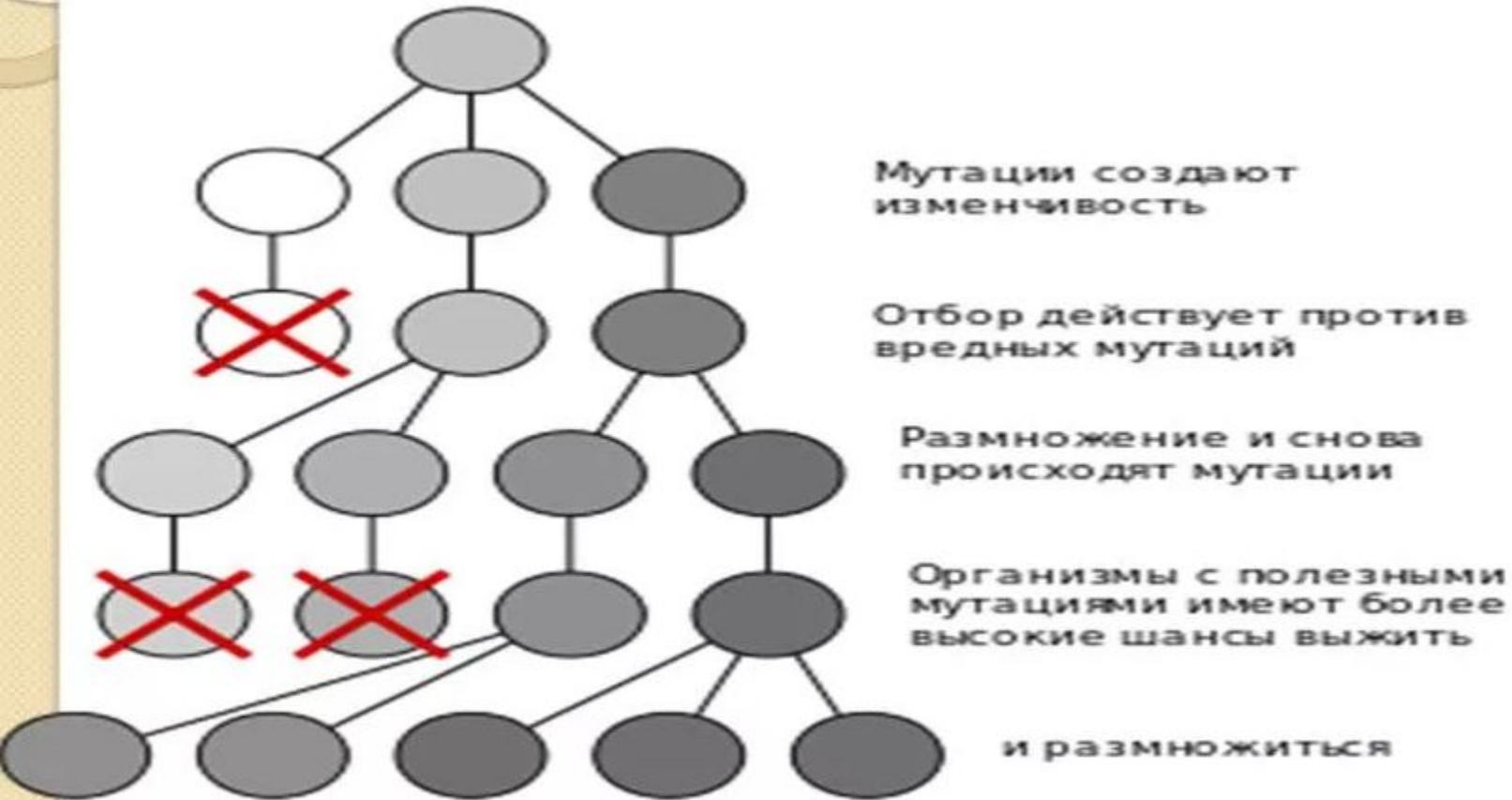
Комбинативная

появляется с возникновением
полового процесса

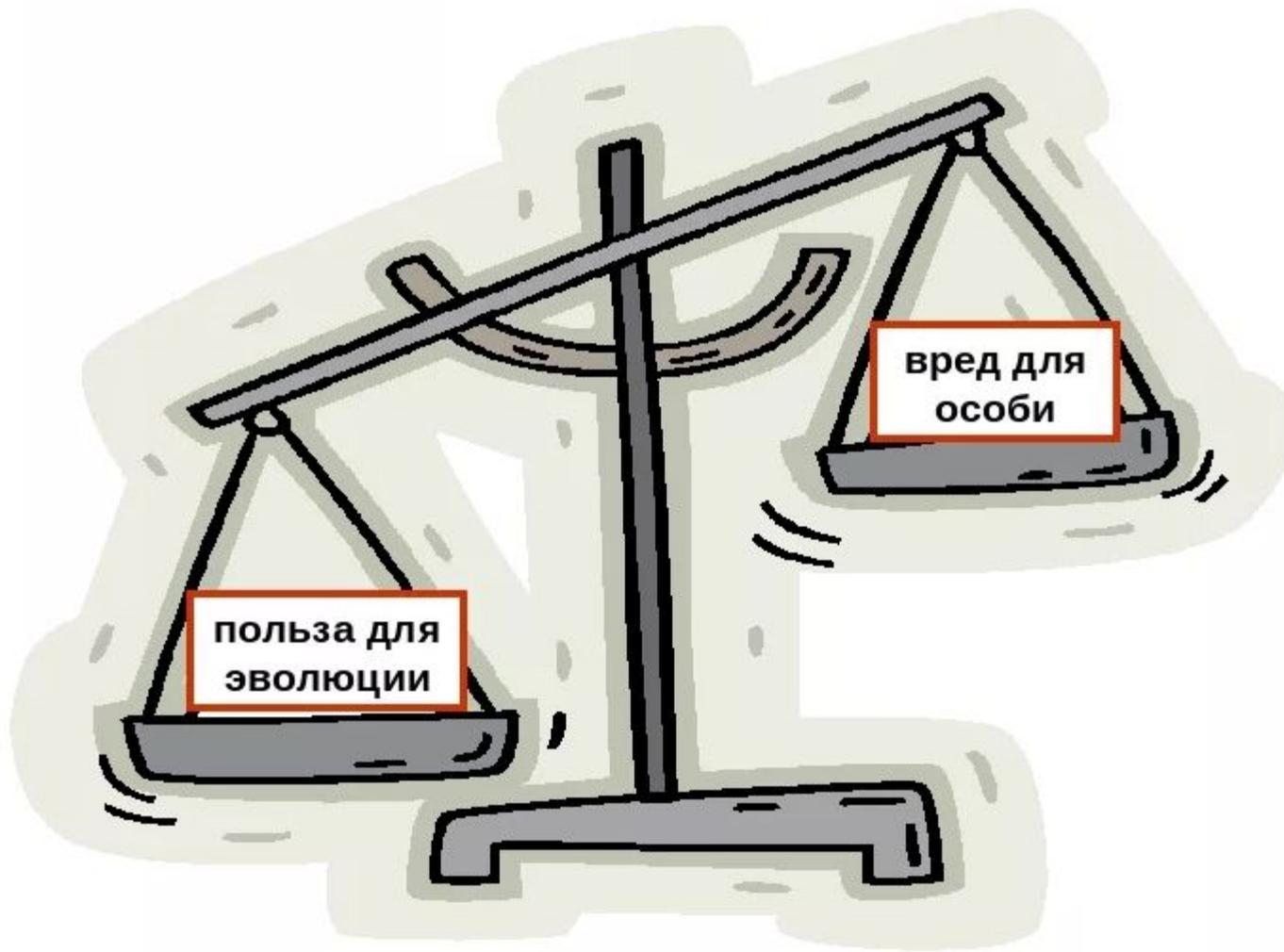
- **Кроссинговер**
- **Независимое расхождение**
хромосом в анафазе
мейоза
- **Оплодотворение**



Мутации — материал для отбора



Мутации — материал для отбора



Теория нейтрализма

М. Кимура - автор теории
***нейтрализма**. Она
подчёркивает роль мелких,
нейтральных мутаций,
которые накапливаясь и
комбинируясь, дают новые
признаки.



Motoo Kimura (木村資生 (November 13, 1924 - November 13, 1994) was a Japanese biologist best known for introducing the neutral theory of molecular evolution in 1968. He became one of the most influential theoretical population geneticists.



Генетический груз

Генетический груз - это те вредные рецессивные мутации, которые накапливаются в популяциях.

Генетический груз складывается

- из мутаций, которые пришли от предков
- и новых, возникших у данного организма.
- **Медицина**, сохраняя вредные мутации, способствует увеличению генетического груза человечества.

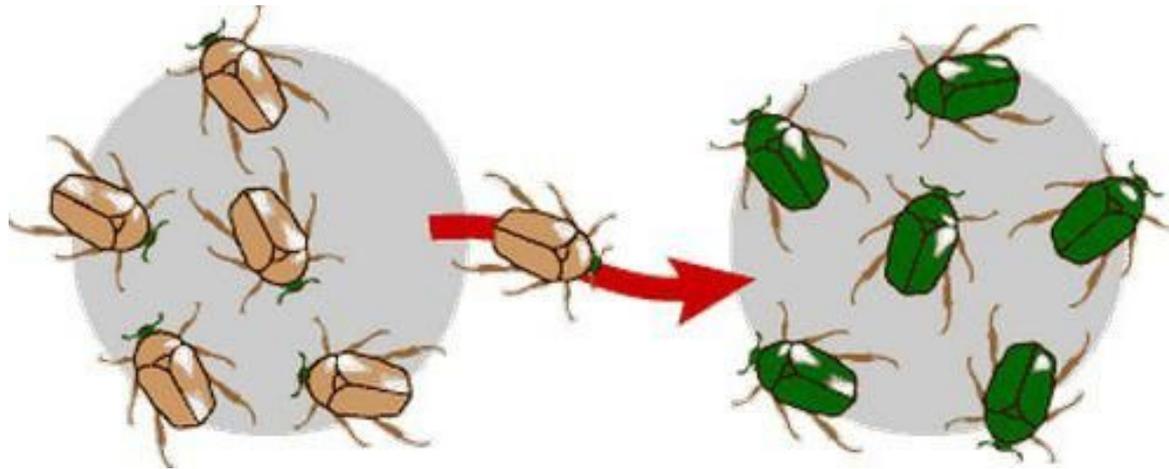


Закон Вавилова

Виды и роды, генетически близкие между собой, характеризуются тождественными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм для одного вида, можно предвидеть нахождение тождественных форм у других видов и родов



Миграции



Миграции

Поток генов: в США частота у белых аллеля «Rh –» составляет 0,028, в Африке – 0,630, у современных американских негров – 0,446. Прошло примерно 10 поколений с тех пор, как негров вывозили из Африки и началось смешение популяций.



Генетическая гетерогенность

Наследственное разнообразие, возникающее в популяциях под действием мутаций, рекомбинаций и миграций



Естественный отбор

- т.е. выживание и размножение наиболее приспособленных особей в каждом поколении. Важны:
- **Борьба за существование**
- **Половой отбор**

Если особь не оставила потомства её значение для эволюции равно нулю.



Формы естественного отбора

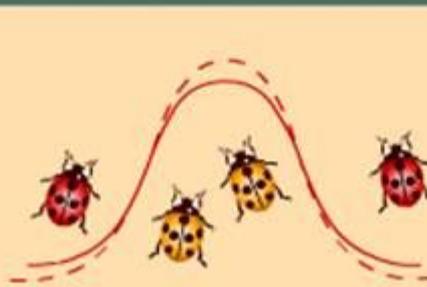
Движущий

Приводит к образованию особей с новыми средними значениями признака



Стабилизирующий

Приводит к устойчивой однородности популяции



Дизруптивный

Образуется два или более фенотипа, приспособленных к разным условиям среды



Основные формы естественного отбора (согласно СТЭ)

Признак	Движущий отбор	Стабилизирующий отбор	Дизруптивный отбор
Условия действия	При постепенном и нерезком изменении условий существования организма	В неизменных, постоянных условиях существования организма	При резких изменениях существования организма
Направленность	В пользу особей, имеющих отклонения от средней нормы признака, благоприятствующие для выживания в новых условиях	Против особей с крайними значениями признака	Против особей со средними значениями признака
Изменения, вызываемые в генетической структуре популяции	Отсев группы мутантов с одним средним значением признака и замещением группой мутантов с другим средним значением признака	Замещение группы мутантов с широкой нормой реакции группой мутантов с более узкой нормой реакции (при сохранении прежнего среднего значения признака)	Отсев группы мутантов с прежним средним значением признака. Формирование двух отдельных популяций с новыми средними значениями признака
Результат действия	Возникновение новой средней нормы признака , более соответствующей изменившимся условиям	Сохранение и поддержание значения средней нормы признака	Формирование двух новых средних норм (вблизи прежних крайних значений признака) вместо одной
Примеры	Возникновение у насекомых и грызунов устойчивости к ядохимикатам, у микроорганизмов — к антибиотикам. Индустриальный меланизм	Сохранение у насекомоопыляемых растений размеров и формы цветка, так как цветки должны соответствовать размерам тела насекомоопылителя. Сохранение реликтовых видов	При частых сильных ветрах на океанических островах сохраняются насекомые либо с хорошо развитыми крыльями, либо с рудиментарными

Движущий отбор

- Берёзовая пяденица
- Бактерии и антибиотики

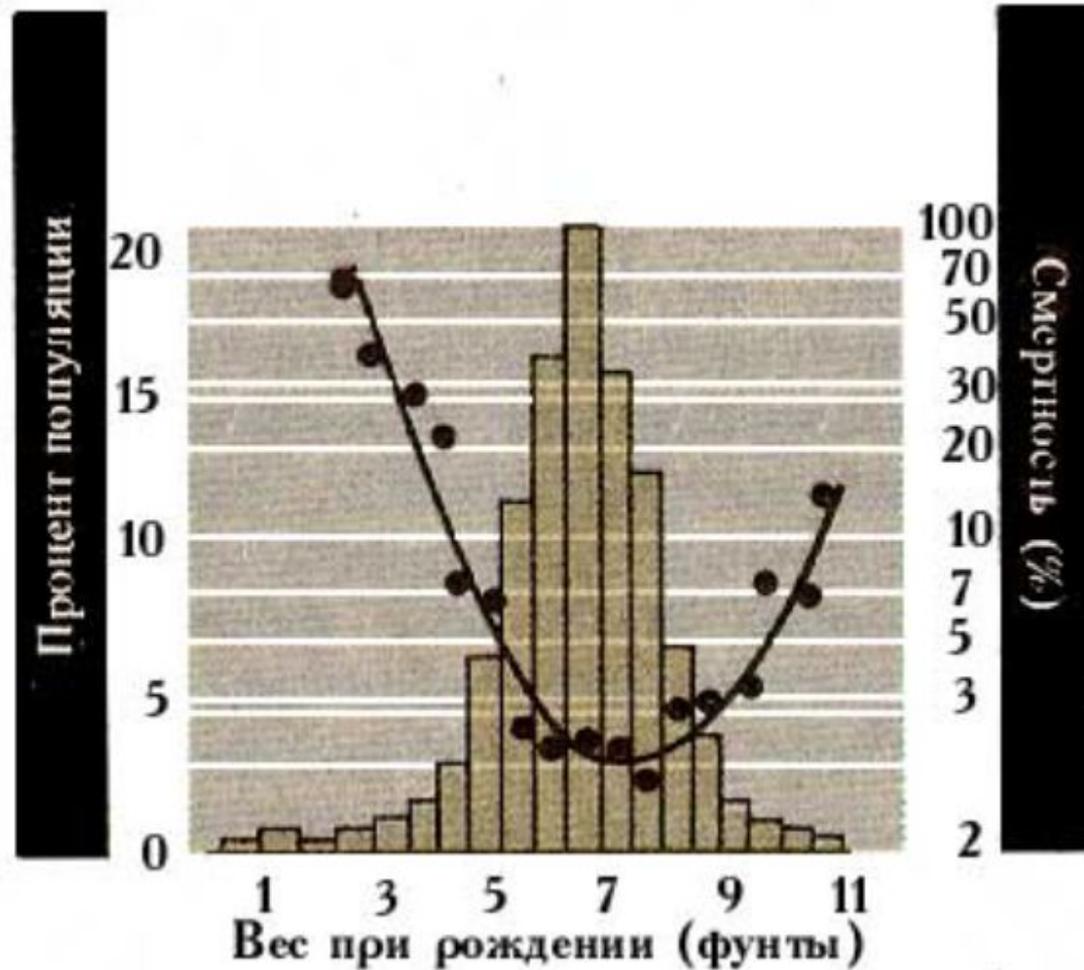


Разрывающий отбор

- Цвета раковин соответствуют основным оттенкам почвы
- Два типа половых клеток – мелкие подвижные и большие неподвижные



Стабилизирующий отбор



Разные направления отбора

Одновременно действуют различные формы отбора. Так, S-гемоглобин вреден, т.к. вызывает анемию, но он полезен, т.к. не даёт погибнуть от тропической малярии.

Разнонаправленные векторы отбора приводят к генетическому полиморфизму популяции.



Дрейф генов

Изменение частоты генов популяций в результате случайных причин:

- миграций
- природных катастроф
- волн жизни



Дрейф генов

Экспериментальные доказательства роли дрейфа генов



N – число особей в популяции. Видно, что при 25 особях после 40-го поколения один аллель исчезает, при 250 – соотношение аллелей меняется, а при 2500 – остается близким к исходному.



Дрейф генов может приводить

Росту гомозиготности

популяции;

Сохранению вредных аллелей
вопреки отбору;

Размножению редких аллелей;

Полному исчезновению каких-
либо аллелей.



Эффект основателя

Эффект основателя — явление снижения и смещения генетического разнообразия при заселении малым количеством представителей рассматриваемого вида новой географической территории.



Иллюстрация эффекта.

Слева — исходная популяция,

Справа — три возможные дочерние колонии, имеющие одного или немногих основателей.



«Эффект основателя» - термин Э. Майера



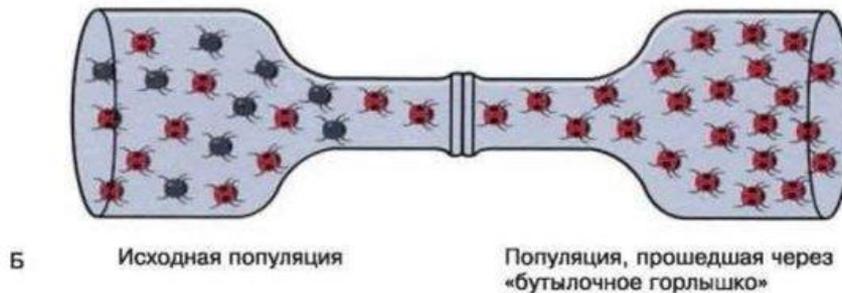
Эффект основателя

Секта меннонитов в Пенсильвании, США насчитывает сейчас около 8 000 человек, все - потомки трёх супружеских пар, эмигрировавших в 1770 году. 13% из них страдают редкой формой карликовости с многопалостью. Видимо, один из предков был гетерозиготным носителем этой мутации.



Эффект бутылочного горлышка

Эффект «бутылочного горлышка» - это такое явление, при котором популяция проходит через период малой численности



Эффект бутылочного горлышка

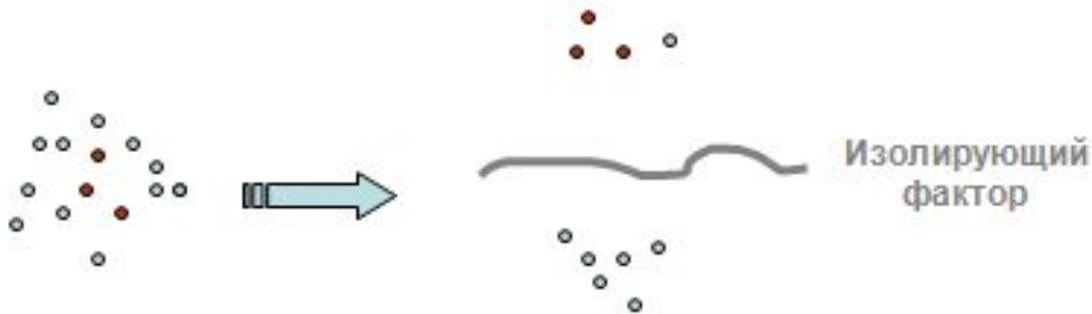
- **Пример:**

- Ситуация с гепардами – представителями кошачьих. Ученые обнаружили, что генетическая структура всех современных популяций гепардов очень сходна. При этом генетическая изменчивость внутри каждой из популяций крайне низка. Эти особенности генетической структуры популяций гепардов можно объяснить, если предположить, что относительно недавно данный вид прошел через очень узкое горлышко численности, и все современные гепарды являются потомками нескольких (по подсчетам американских исследователей, 7) особей.



Изоляция

Изоляция – нарушение свободы скрещивания. В изолированной группе частоты аллелей окажутся иными, чем в большой популяции. **Изоляция приводит к дрейфу генов,** и также является пусковым моментом **видообразования.**



Изоляция обеспечивается

Изоляция обеспечивается

- Прекопулятивными
 - Посткопулятивными
- } механизмами



Изоляция

Прекопулятивные

I. потенциальные партнеры не встречаются	↗	Географи- ческая изоляция	живут в разных местообитаниях
	↘	Экологи- ческая (сезонная) изоляция	размножаются в разные сроки
II. потенциальные партнеры встречаются, но не спариваются		Поведен- ческая изоляция	отличаются по окраске, брачным ритуалам, песне или запаху
III. копуляция не приводит к осеменению		Механи- ческая изоляция	различное строение копулятивных органов



Изоляция

Посткопулятивные

IV. осеменение происходит, но яйца не оплодотворяются	гибель гамет	иммунологическая реакция на чужеродную сперму
V. яйца оплодотворяются, но зародыш гибнет	гибель зигот	несовместимость геномов родителей приводит к нарушению эмбрионального развития
VI. зародыш развивается нормально, но гибриды менее приспособлены	неполноценность гибридов	у гибридов нарушаются эволюционно сложившиеся связи между генами родителей
VII. гибриды вполне жизнеспособны, но частично или полностью стерильны	бесплодность гибридов	различия в количестве и форме хромосом приводит к затруднению или невозможности созревания половых клеток у гибридов



Изоляция у человека

- Те же механизмы, что и в природе,
- Плюс различные социальные барьеры, например, сословные, религиозные или имущественные (о чём создано много художественных произведений – «Ромео и Джульетта», «Анна Каренина», «Юнона и Авось» и др.
- В наше время изолирующие барьеры быстро разрушаются.



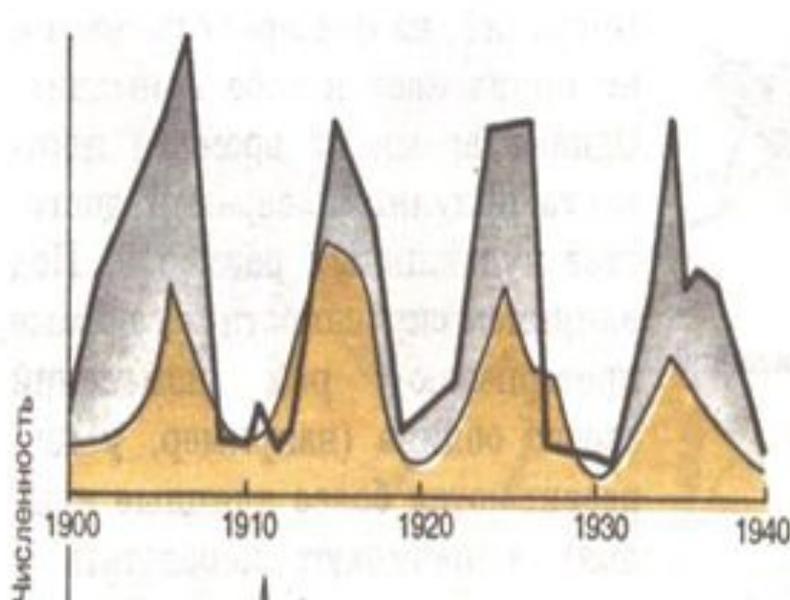
Видообразование

- **Аллопатрическое** происходит на основе географической, пространственной изоляции (от *allos* – другой, *patria* – родина).
- **Симпатрическое** происходит на основе экологической изоляции (от латинских слов *sim* - вместе и *patria* - родина). Часто сперва возникают изменения кариотипа (робертсоновские перестройки, полиплоидия и др.) что предотвращает скрещивание.



Популяционные волны

В нижней точке кривой численности наблюдается «эффект бутылочного горлышка». Сквозь него проходят немногие особи и в новой популяции соотношение аллелей будет другим.



Популяционные волны

- **Периодические** (например, сезонные колебания численности насекомых, однолетних растений, вирусов гриппа)
- **Непериодические** (зависят от многих факторов). Примеры: колебания численности хищник – жертва, вспышки численности леммингов в Арктике, пролёты саранчи, размножение кроликов в Австралии, чумные эпидемии в Европе в прошлом.

