

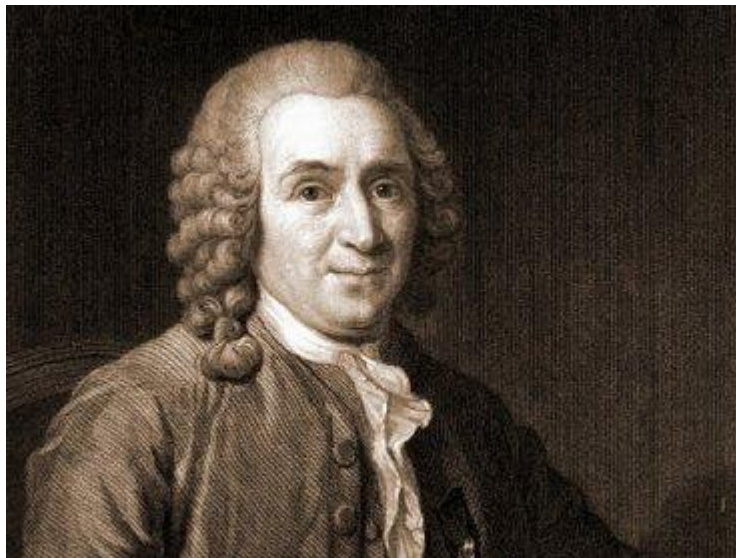
# ЭВОЛЮЦИЯ

**Эволюция** - это необратимое и, в известной мере, направленное историческое развитие живой природы во времени, сопровождающееся изменением генетического состава популяций, возрастанием разнообразия организмов, формированием адаптации, образованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Термин ЭВОЛЮЦИЯ заимствован из латинского языка, где он обозначал "развитие". Этот термин в биологии вначале *использовался эмбриологами. Термин "эволюция" в современном смысле, постепенный, закономерный переход впервые применил Ш. Боннэ в 1762 г.*

**Креационизм** - метафизическая теория, согласно которой мир был из ничего создан неким сверхъестественным существом. Креационистская наука, основанная на креационизме, утверждает, что истории библейской Книги Бытия точно описывают происхождение мира и жизни на Земле.

Креационисты утверждают, что теории Большого взрыва и эволюции абсолютно ложны, а ученые, защищающие теории такого рода, не знают правды о происхождении Вселенной и жизни на Земле. Они также заявляют, что креационизм следует включать в учебные программы в качестве альтернативы теории эволюции.



«Имеется такое количество видов, какое было  
произведено Великим Творцом в самом начале.»

Карл Линней



**Блез Паскаль**, родился 10 июня 1623 года в небольшом французском городке Клермон-Ферран. В возрасте 14 лет, **Блез Паскаль** начал посещать еженедельные лекции по математике. Именно из этих еженедельных собраний математиков позже образовалась Французская Академия Наук. В 16 лет, он написал работу о конических сечениях, которая была признана другими математиками как ‘наиболее значительный и ценный вклад внесённый в математику со времён Архимеда’. Когда он был ещё подростком, он изобрёл первую машину для вычислений — арифметическое устройство, которое могло прибавлять и отнимать, вычислительная машина Паскаля стала важным этапом в последующем развитии калькуляторов и компьютеров.

Одним из прогрессивных течений был **трансформизм** — система взглядов об изменяемости и превращении живого под влиянием естественных причин. Трансформисты были далеки от понимания развития как исторического процесса, но их деятельность имела важное значение в подготовке основы для эволюционизма. Идеи трансформизма отстаивали известные французские философы-материалисты XVIII в, Д. Дидро, Ж. Ламетри, К. Гельвеции, П. Гольбах, Ж. Робине и др. Они пытались доказать, что мир материален и все, от простейших до человека, возникает согласно законам природы, законам движения материи. Положение о развитии природы они распространяли и на органический мир, обсуждали вопрос о непрерывной изменчивости организмов под влиянием внешней среды и постепенном их усовершенствовании. На основе анатомо-физиологического сходства человека с обезьянами и другими животными. Ламетри и Гольбах делают вывод о естественном, животном, происхождении человека.

# Жан-Батист Ламарк



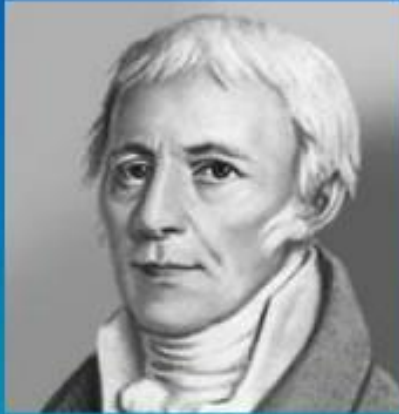
**Вид – это условная  
величина и реально  
не существует**

# Вспомните основные положения теории Ламарка.

- Понятие биологический вид- чистая условность. Есть только непрерывные формы.
- Процесс исторических изменений осуществляется от простого к сложному в соответствии с принципом градации.





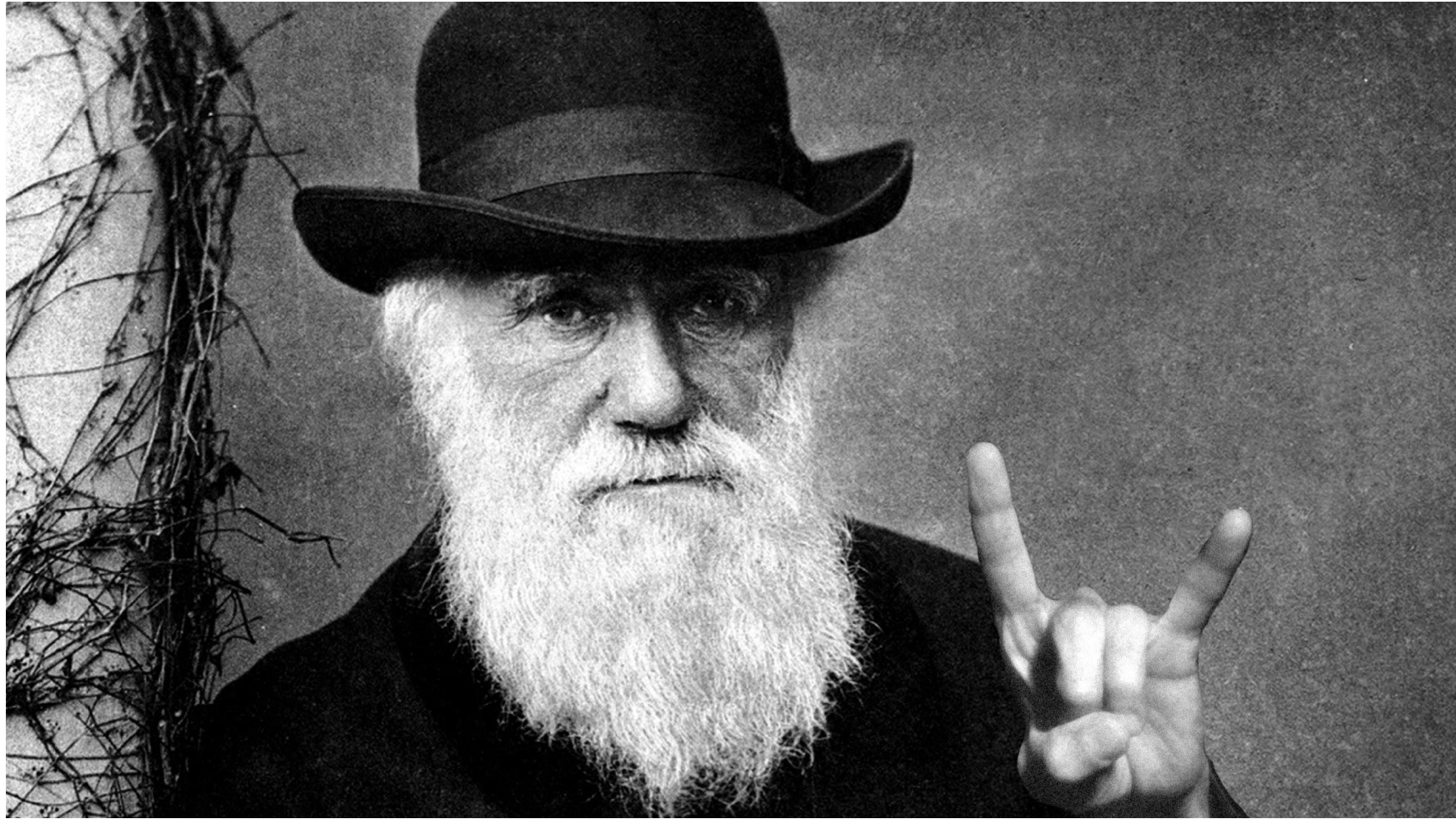


*Жан Батист Ламарк*

*1744 – 1829*

*французский естествоиспытатель*

- **заложил основы зоопсихологии;**
- **ввел термин «биология»;**
- **создатель первой целостной, последовательно разработанной теории эволюции живой природы.**



## **ОСНОВНЫЕ ПОСТУЛАТЫ ТЕОРИИ ДАРВИНА**

Все́му живому свойственна изменчивость. Изменчивость – это основное свойство живого.

Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.

В природе существует избирательное выживание одних и уничтожение других особей. Процесс выживания наиболее приспособленных особей Дарвин назвал естественным отбором.

Длящаяся (наследственная) изменчивость является материалом для естественного отбора.

Отбор в природе действует через механизм прогрессивного размножения и борьбу за существование

# Гуго де Фриз



- - мутации-это дискретные изменения наследственного материала;
- -Мутации – это редкие события;
- -мутации могут устойчиво передаваться из поколения в поколение;
- -мутации возникают не направлено (спонтанно) и, в отличие от модификации не образуют непрерывных рядов изменчивости;
- -мутации могут быть вредными, полезными и нейтральными



# Первый директор института цитологии и генетики СО АН СССР

- Классик современной генетики, основоположник многих направлений науки, автор фундаментальных работ по эволюционной, радиационной, молекулярной и космической генетике, проблемам наследственности человека. Дал научное обоснование селекции сельскохозяйственных животных, растений, микроорганизмов. Внес крупный вклад в развитие медицинской генетики, наметил пути развития генетики в XXI в.
- Составил первый в мировой литературе прогноз отдаленных генетических последствий в случае повышения фона радиации в окружающей среде.
- Герой Социалистического Труда. Лауреат Ленинской премии. Награжден Орденами Ленина, а также другими орденами и медалями.



Академик Николай  
Петрович Дубинин  
(1907-1998)

## Основоположники современной (синтетической) теории эволюции



- **СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ  
ЧЕТВЕРИКОВ  
(1882 – 1959)**

Отечественный ученый,  
эволюционист и генетик.  
Его работы дали начало  
современному синтезу  
генетики и дарвинизма.



Джулиан Хаксли 1887 - 1975

-Синтетическая теория эволюции - современный дарвинизм, учение об эволюции органического мира, разработанное на основе данных современной генетики, экологии и классического дарвинизма в начале 40-х годов XX века.

-Основные постулаты теории были изложены в книге английского эволюциониста Дж. Хаксли «Эволюция: современный синтез» (1942).

-Основой синтеза дарвинизма и генетики стала публикация С. С. Четверикова «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926), позволившая совместить принципы генетики с теорией естественного отбора. Своей работой С.С. Четвериков заложил основы эволюционной генетики.

-Основная идея работ Четверикова в том, что материалом для эволюции служат наследственные изменения – мутации (как правило, рецессивные, генные)



# ОСНОВНЫЕ ПОСТУЛАТЫ СИНТЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ

- Материалом для эволюции служат– мутации.
- Основным движущим фактором эволюции является естественный отбор, возникающий на основе борьбы за существование.
- Наименьшей единицей эволюции является популяция.
- Эволюция носит в большинстве случаев дивергентный характер, т.е. один таксон может стать предком нескольких дочерних таксонов.
- Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюционного процесса представляет собой последовательную смену одной временной популяции чередой последующих временных популяций.
- Вид состоит из множества соподчиненных, морфологически, физиологически, экологически, биохимически и генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц – подвидов и популяций.
- Вид существует как целостное и замкнутое образование. Целостность вида поддерживается миграциями особей из одной популяции в другую, при которых наблюдается обмен аллелями («поток генов»),
- Макроэволюция на более высоком уровне, чем вид (род, семейство, отряд, класс и др.), идет путем микроэволюции. Не существует закономерностей макроэволюции, отличных от микроэволюции.
- Любой реальный (а не сборный) таксон имеет монофилетическое происхождение.
- Эволюция имеет ненаправленный характер, т. е. не идет в направлении какой-либо конечной цели.

## ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ по Ч. Дарвину:

- 1)наследственная изменчивость
- 2)борьба за существование
- 3)естественный отбор

## ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ согласно СТЭ:

- 1)естественный отбор
- 2)мутации
- 3)популяционные волны
- 4)изоляция

- Вид – совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биологических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособившихся к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенный ареал

# Критерии вида

Морфологический



Эколого-географический



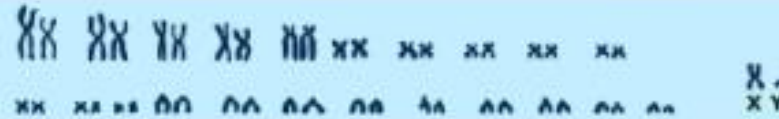
Физиологический



Биохимический



Генетический



Этологический



Для определения вида применяется совокупность критериев

*Популяция* - совокупность особей вида, в течение большого числа поколений населяющих определенное пространство, внутри которого особи могут свободно скрещиваться друг с другом, в то время как обмен особями с соседними популяциями затруднен.

Особь не является единицей эволюции, т.к. отдельная особь не обладает собственной эволюционной судьбой. Особь - это недолговременный хранитель небольшой части генофонда - генотипа. Особь может благодаря мутациям привнести в генофонд несколько измененных или новых генов. Но это почти не изменит частоту генов в генофонде, где их насчитывается миллиарды.

Популяция - элементарная структура эволюции, т.к. она в эволюционном процессе выступает как генетическое (генофонд), репродуктивное (панмиксия), экологическое (экониша) и морфологическое единство.

# Демографические показатели популяции:

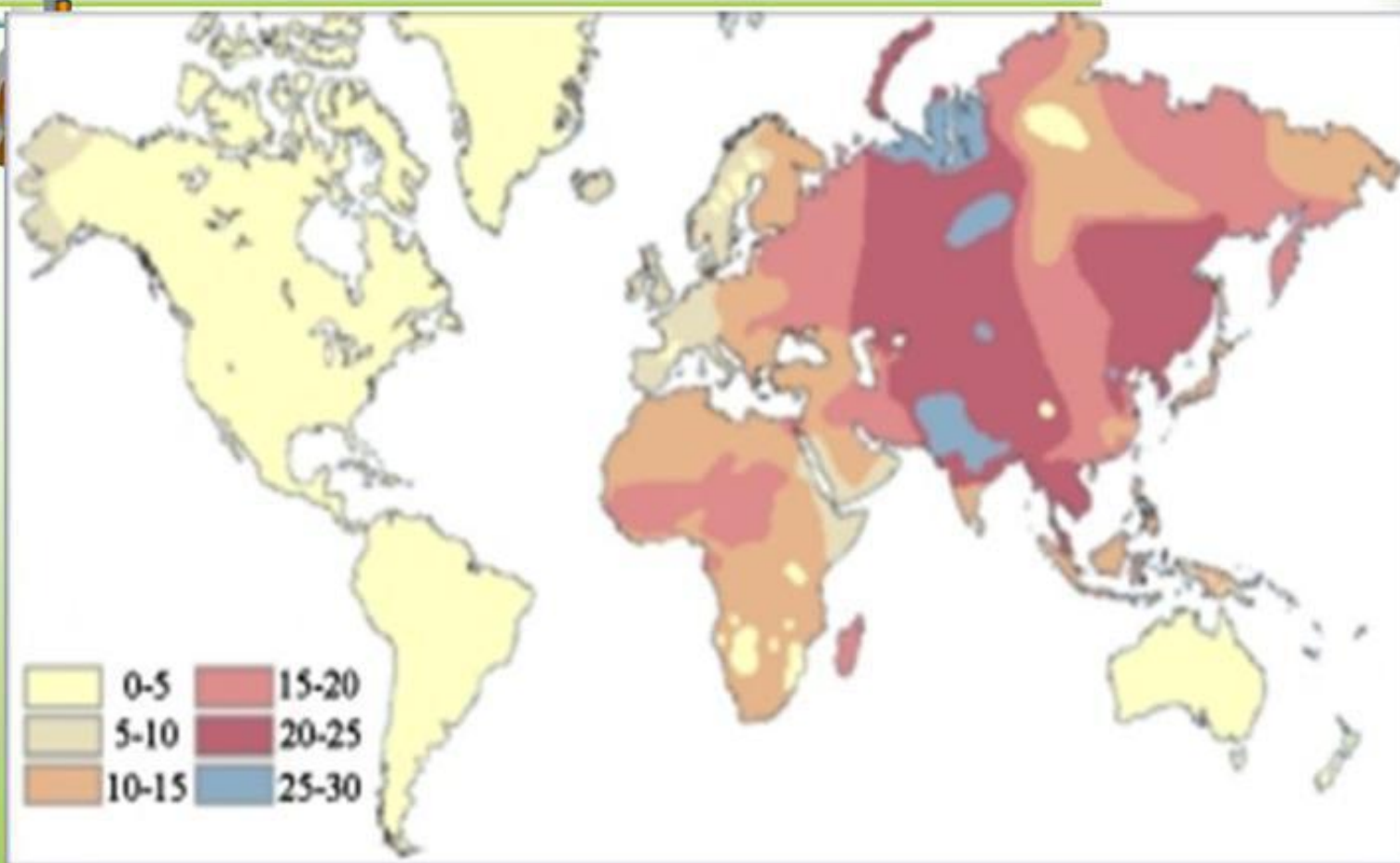
- 1. Численность и плотность
- 2. Половая структура
- 3. Возрастная структура
- 4. Пространственная структура
- 5. Этологическая (поведенческая) структура
- 6. Экологическая структура (сезонность)

# СОГЛАСНО СИНТЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ:

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







- Частота аллеля В по системе групп крови АВ0 в популяциях людей

Образование новых видов - важнейший этап в процессе эволюции. Процесс образования видов осуществляется в результате взаимодействия элементарных ненаправленных эволюционных факторов и естественного отбора.

Элементарные ненаправленные факторы эволюции — факторы, изменяющие частоту встречаемости генов и генотипов в популяции (генетическую структуру популяции).

Выделяют несколько основных элементарных факторов эволюции:

- мутационный процесс,
- популяционные волны,
- дрейф генов,
- изоляция

Пространственная (географическая) изоляция связана с географическими препятствиями

Биологическая изоляция обусловлена невозможностью спаривания и оплодотворения

# · Факторы эволюции

Не направляют  
эволюционный  
процесс

◆ Мутации

◆ Изоляция

◆ Популяционные  
волны

◆ Дрейф генов

Направляет  
эволюционный  
процесс

◆ Естественный  
отбор на основе  
борьбы за жизнь

?

Изменение  
генетического  
состава популяций

## ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Главный результат естественного отбора заключается не просто в выживании более жизнеспособных, а в относительном вкладе таких особей в генофонд дочерней популяции.

На дорепродуктивных стадиях индивидуального развития, например в эмбриогенезе, преобладающим механизмом отбора служит дифференциальная (избирательная) смертность. В конечном итоге отбор обеспечивает дифференциальное (избирательное) воспроизведение (размножение) генотипов.

## ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

Различают стабилизирующую, движущую и дизруптивную формы естественного отбора.

Стабилизирующий отбор сохраняет в популяции средний вариант фенотипа или признака. Он устраняет из репродуктивного процесса фенотипы, уклоняющиеся от сложившейся адаптивной «нормы», приводит к преимущественному размножению типичных организмов.

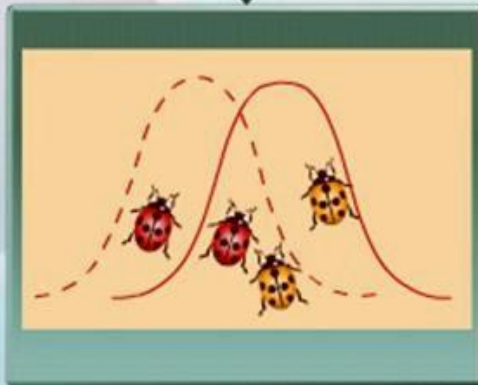
Движущий (направленный) отбор обуславливает последовательное изменение фенотипа в определенном направлении, что проявляется в сдвиге средних значений отбираемых признаков в сторону их усиления или ослабления.

Дизруптивный (разрывающий) отбор сохраняет несколько разных фенотипов с равной приспособленностью. Он действует против особей со средним или промежуточным значением признаков.

# Формы естественного отбора

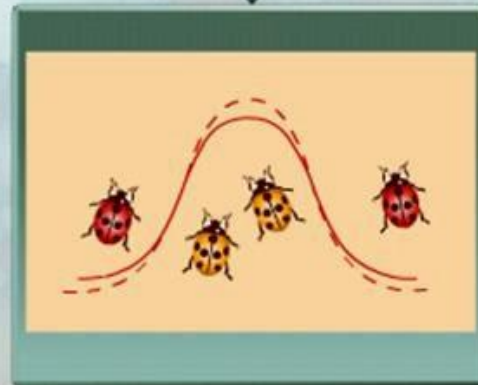
Движущий

Приводит к образованию особей с новыми средними значениями признака



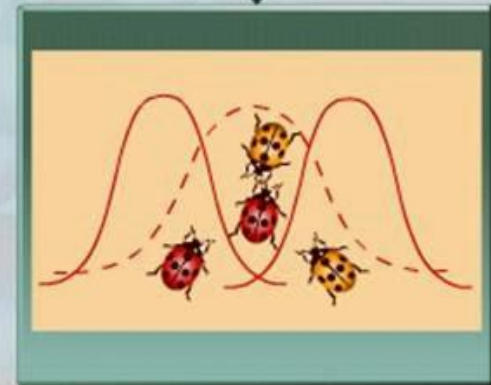
Стабилизирующий

Приводит к устойчивой однородности популяции



Дизруптивный

Образуется два или более фенотипа, приспособленных к разным условиям среды



# ВИДООБРАЗОВАНИЕ

## Географическое

Обострение борьбы за существование между особями вида

Расселение на новые территории (расширение ареала)

Географическая изоляция между популяциями

## Экологическое

Обострение борьбы за существование между особями вида

Освоение новых условий обитания в пределах старого ареала

Экологическая изоляция между популяциями

Естественный отбор, протекающий в каждой из изолированных популяций в своем направлении

Накопление различий между популяциями

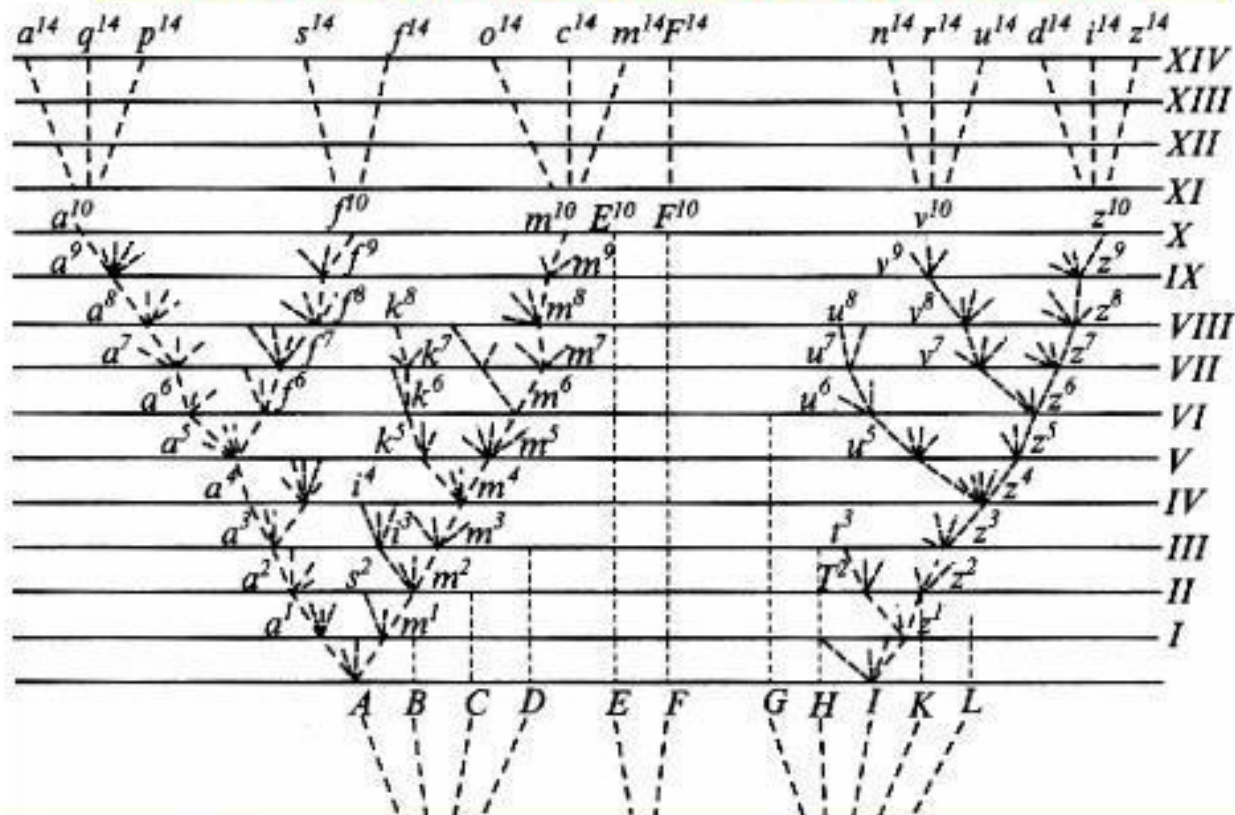
Возникновение и обособление подвидов

Продолжение отбора в разных условиях среды, накопление различий между подвидами

Появление биологической изоляции

Возникновение и становление новых видов

## Возникновение приспособленности



В результате отбора из множества разнообразных, ненаправленных мутаций преимущественно **выживают особи с полезными для данных условий мутациями**. В результате **дивергенции**, расхождения признаков, различия становятся настолько серьезными, что возникает генетическая изоляция, приводящая к образованию новых видов.



**Видообразование** – процесс возникновения новых биологических видов и изменения их во времени.

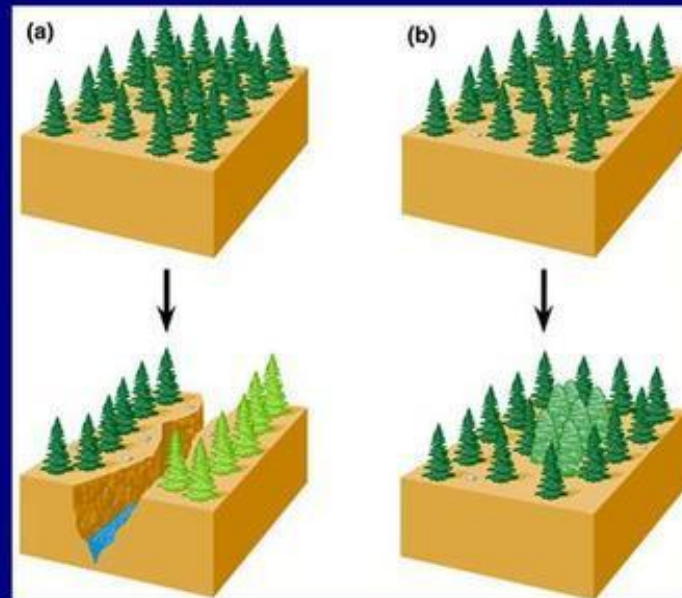


**Аллопатрическое (географическое)**

Между популяциями происходит географическая изоляция. В результате прерывается обмен генами. Возникновение генетических различий постепенно приводит к неспособности особей из разобщённых популяций к скрещиванию, что и становится причиной образования новых видов.

**Симпатрическое (биологическое)**

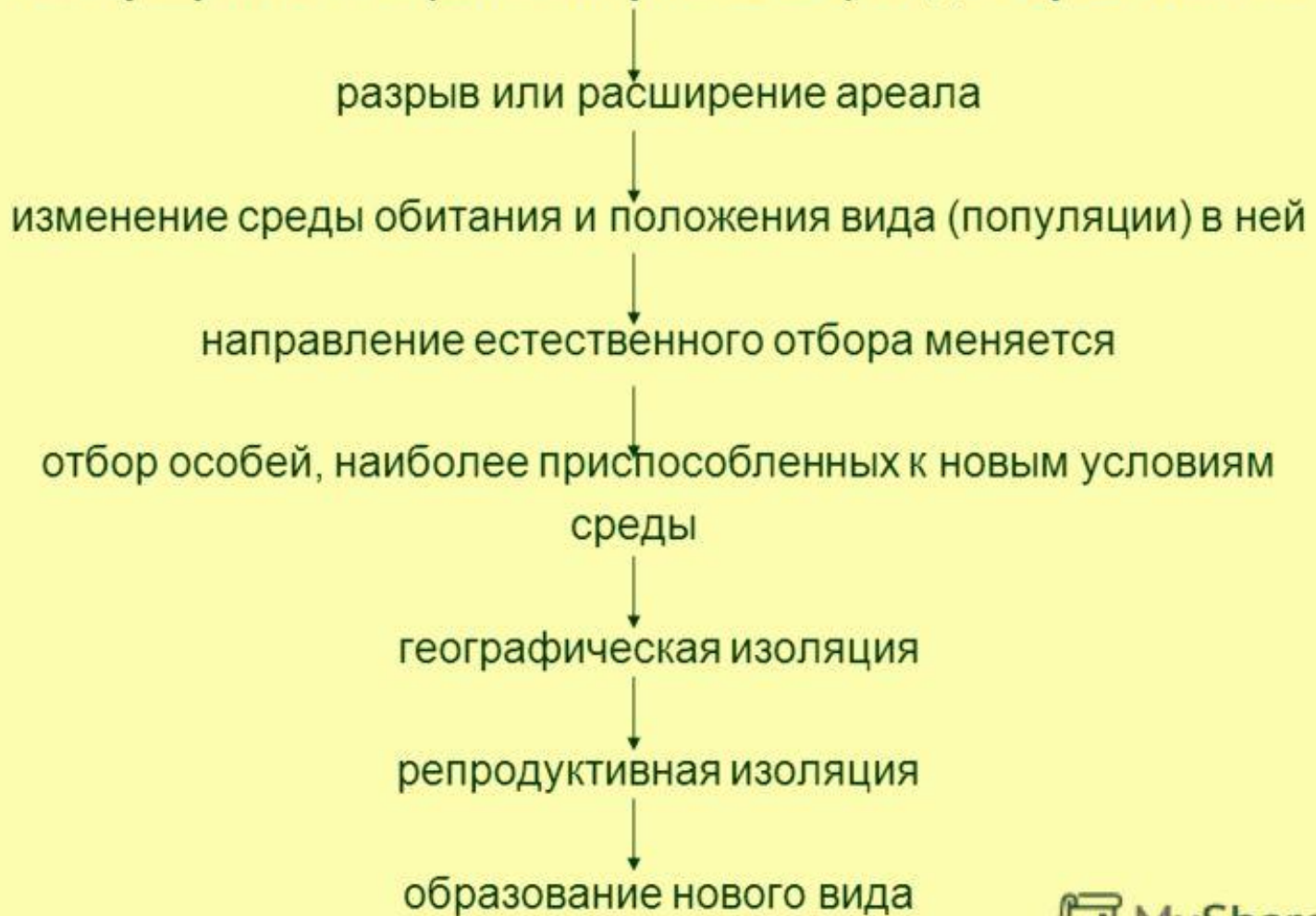
Между популяциями происходит биологическая изоляция: переход на новую кормовую базу; изменение ритма активности, сроков спаривания или генетических качеств (число или структура хромосом).



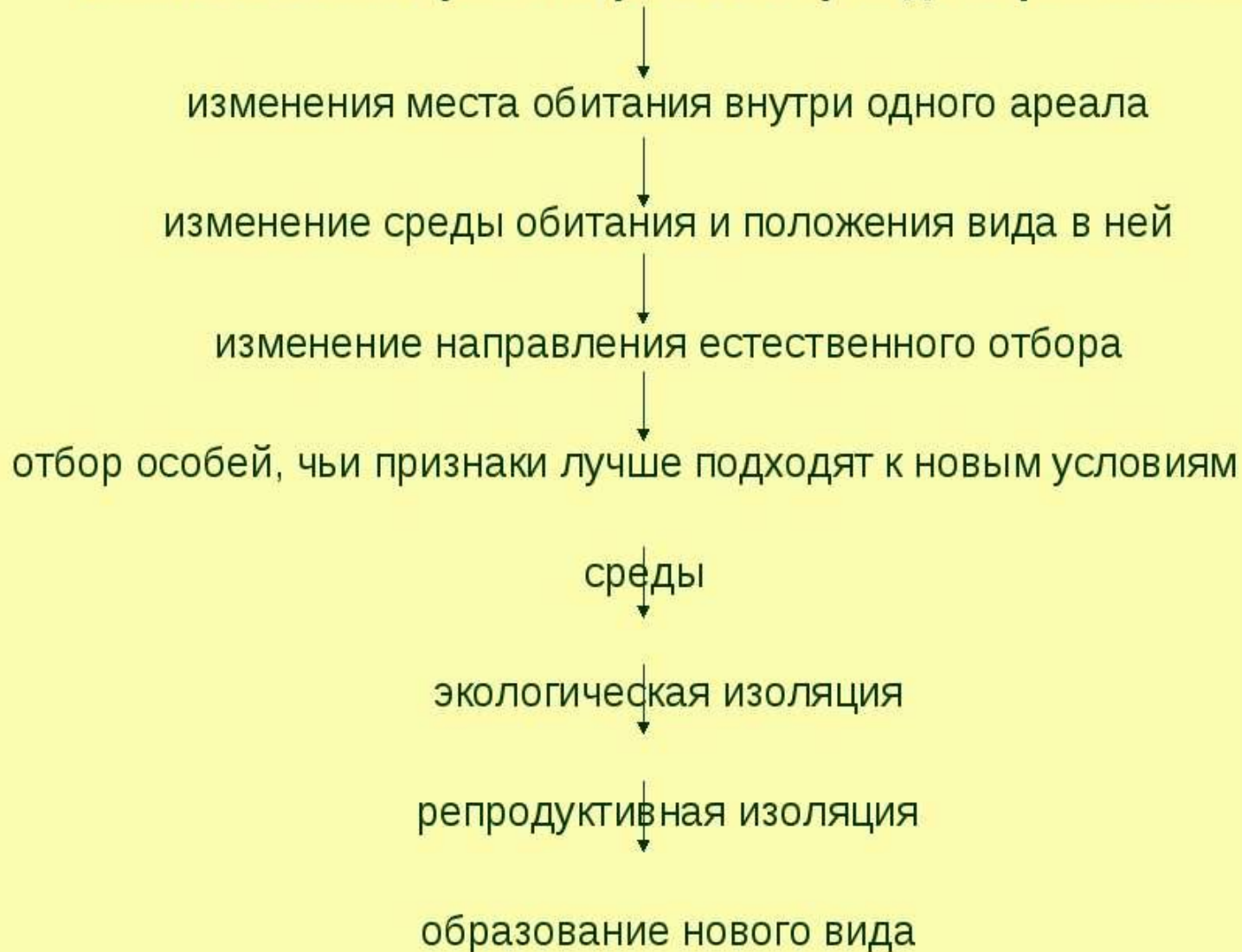
Способы видообразования:

- a) Аллопатрическое
- b) Симпатрическое

## Географическое (аллопатрическое) видообразование



## Экологическое (симпатрическое) видообразование



Микроэволюция – эволюционный процесс, протекающий внутри вида и ведущий к его изменению, завершающийся образованием нового вида. В процессе микроэволюции в результате взаимодействия элементарных эволюционных факторов происходит образование новых видов.

Видообразование

дивергентное - приводит к увеличению количества видов, в результате разделения популяций одного вида на два или более видов

филетическое видообразование - постепенном превращении во времени одного вида в другой. Этот способ наблюдается, если изменения условий захватывают весь ареал.

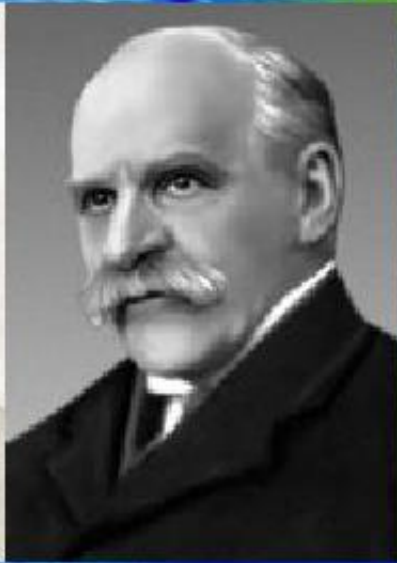
Существуют аллопатрический и симпатрический пути образования видов. аллопатрическое видообразование (географическое), причиной которого есть препятствия к скрещиванию первично обусловлены пространственным разобщением популяций.

симпатрическое видообразование - новый вид образуется внутри ареала исходного вида.

- В разработке концепции микроэволюции большую роль сыграли работы С. С. Четверикова, Дж. Холдейна, Р. Фишера, С. Райта, Н. В. Тимофеева-Ресовского, Е. Форда, Ф. Г. Добжанского, Э.



С. С. Четвериков



Дж. Холдейн



**Рональд Фишер**



Сьюэлл Райт

## Микроэволюция

- МИКРОЭВОЛЮЦИЯ, совокупность эволюционных процессов, протекающих внутри отдельных или смежных популяций вида, приводящих к изменению генетической структуры этих популяций, возникновению различий между организмами и образованию НОВЫХ ВИДОВ.



## **Результат микроэволюции**

- Многообразие видов
- Приспособленность организмов к определенной среде обитания

## Макроэволюция и микроэволюция ( автор терминов- Ю.А.Филипченко, 1927 г.)

- **Микроэволюция — совокупность эволюционных изменений, происходящих в генофондах популяций за сравнительно небольшой период времени и приводящих к образованию новых видов.**
- **Макроэволюция связана с эволюционными преобразованиями за длительный исторический период времени, которые приводят к возникновению надвидовых форм организации живого.**



# Микроэволюция

элементарные эволюционные факторы

## направляющие

1. борьба за существование
2. естественный отбор

## ненаправляющие

1. дрейф генов
2. волны жизни
3. мутация
4. изоляция

элементарная структура –

**популяция**, насыщенная элементарным эволюционным материалом –  
**мутациями**

элементарные эволюционные явления –

## изменение генофонда

финетическая эволюция  
(приводит к возникновению  
приспособления)

видообразование  
(образование новых популяций,  
видов, подвидов и т.д.)

# Макроэволюция в общем

- *Макроэволюция органического мира* — это процесс формирования крупных систематических единиц: из видов — новых родов, из родов — новых семейств и т.д.
- Процессы макроэволюции требуют огромных промежутков времени и непосредственно изучать ее невозможно. Тем не менее, в основе макроэволюции лежат те же движущие силы, что и в основе микроэволюции: наследственность, изменчивость, естественный отбор и репродуктивное разобщение.
- Так же, как и микроэволюция, макроэволюция имеет дивергентный характер.

## **ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА МАКРОЭВОЛЮЦИИ:**

**Правило необратимости** эволюции : «эволюция — процесс необ-ратимый, и организм не может вернуться к прежнему состоя-нию, уже осуществлённому в ряду его предков».

**Правило прогрессивной специализации:** «группа, вступившая на путь специализации, как правило, в дальнейшем развитии будет идти по пути всё более глубокой и глубокой специализации».

**Правило происхождения от неспециализированных предков** : «Обычно новые крупные группы берут начало не от высших представителей предковых групп, а от сравнительно неспециализированных».

**Правило усиления интеграции биологических систем:** «биологические системы в процессе эволюции становятся всё более интегрированными, со всё более развитыми регулятор-ными механизмами, обеспечивающими такую интеграцию».

МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

```
graph TD; A[МАКРОЭВОЛЮЦИЯ] --> B[АРОМОРФОЗ]; A --> C[ИДИОАДАПТАЦИЯ]; A --> D[ДЕГЕНЕРАЦИЯ]; B --> E[ПОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ КРУПНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ТАКСОНОВ]; C --> E; D --> E;
```

АРОМОРФОЗ

ИДИОАДАПТАЦИЯ

ДЕГЕНЕРАЦИЯ

ПОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ КРУПНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ТАКСОНОВ

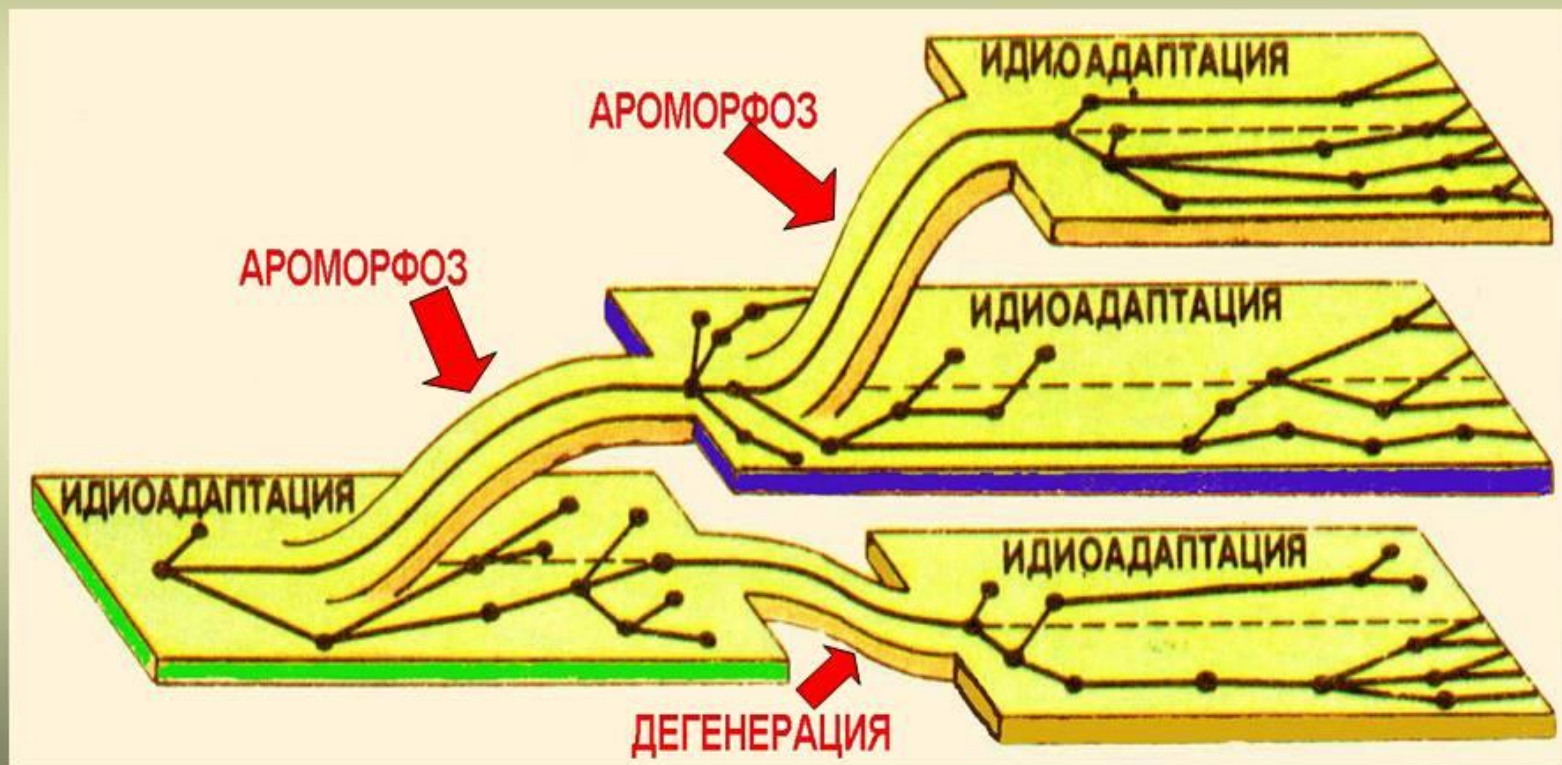
## Пути достижения биологического прогресса

Идея о возможных путях биологического прогресса в процессе эволюции была разработана нашим крупным ученым-эволюционистом ***А.Н.Северцовым*** в 1925 г.



Признаки	Биологический прогресс	Биологический регресс
Выживаемость	Возрастает	Убывает
Смертность	Снижается	Повышается
Численность популяции	Увеличивается	Уменьшается
Площадь ареала	Расширяется	Сужается
Число новых таксономических единиц	Возрастает	Убывает
Примеры	Заяц-русак	Жаба серая

# СХЕМА ГЛАВНЫХ ПУТЕЙ ДОСТИЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА ( по А.Н.Северцову)























## Ароморфоз

это эволюционные изменения, приводящие к качественно новому уровню организации, но не к узкому приспособлению к внешней среде. Ароморфоз даёт возможность к переходу в новую среду обитания, способствует расширению популяции и её местообитания. Благодаря ароморфозу возникают новые крупные таксономические единицы: типы (отделы), классы.



# Ароморфозы у позвоночных животных

Представители позвоночных	Покровы тела	Органы дыхания	Сердце
			
			
			
			
			



# Результаты идиоадаптации

- Приводят к биологическому прогрессу
- Дают преимущества организмам лишь в конкретной среде обитания
- Способствуют появлению более мелких групп – семейств, родов, видов

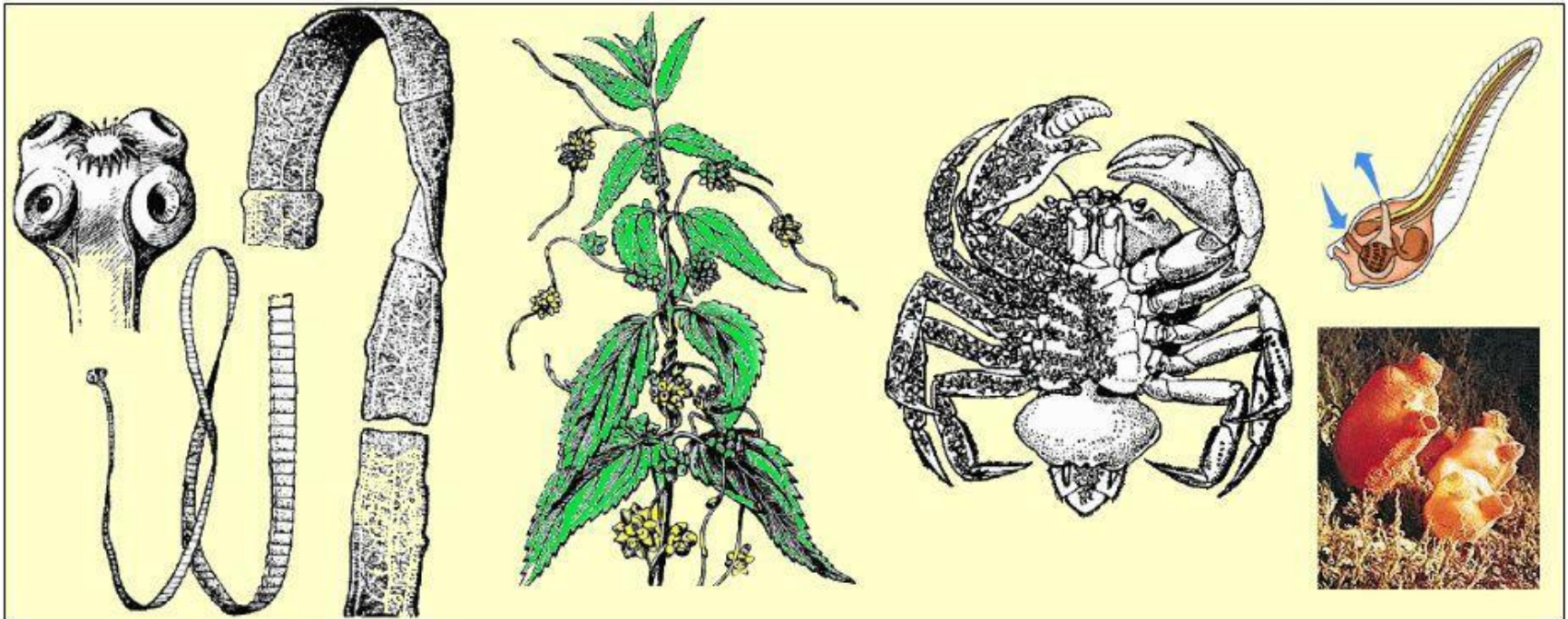
# Идиоадаптация

– частные приспособления организмов к конкретным условиям среды. (Общий уровень организации не изменяется.)



## Дегенерации

*Дегенерация* — третий путь, с помощью которого достигается биологический прогресс. При этом организмы приспосабливаются к более простому образу жизни, в результате происходит упрощение организации.



Свиной цепень

Повилика

Саккулина, рак на крабе

Асцидия

## ПОПУЛЯЦИЯ ЛЮДЕЙ. ДЕМ, ИЗОЛЯТ

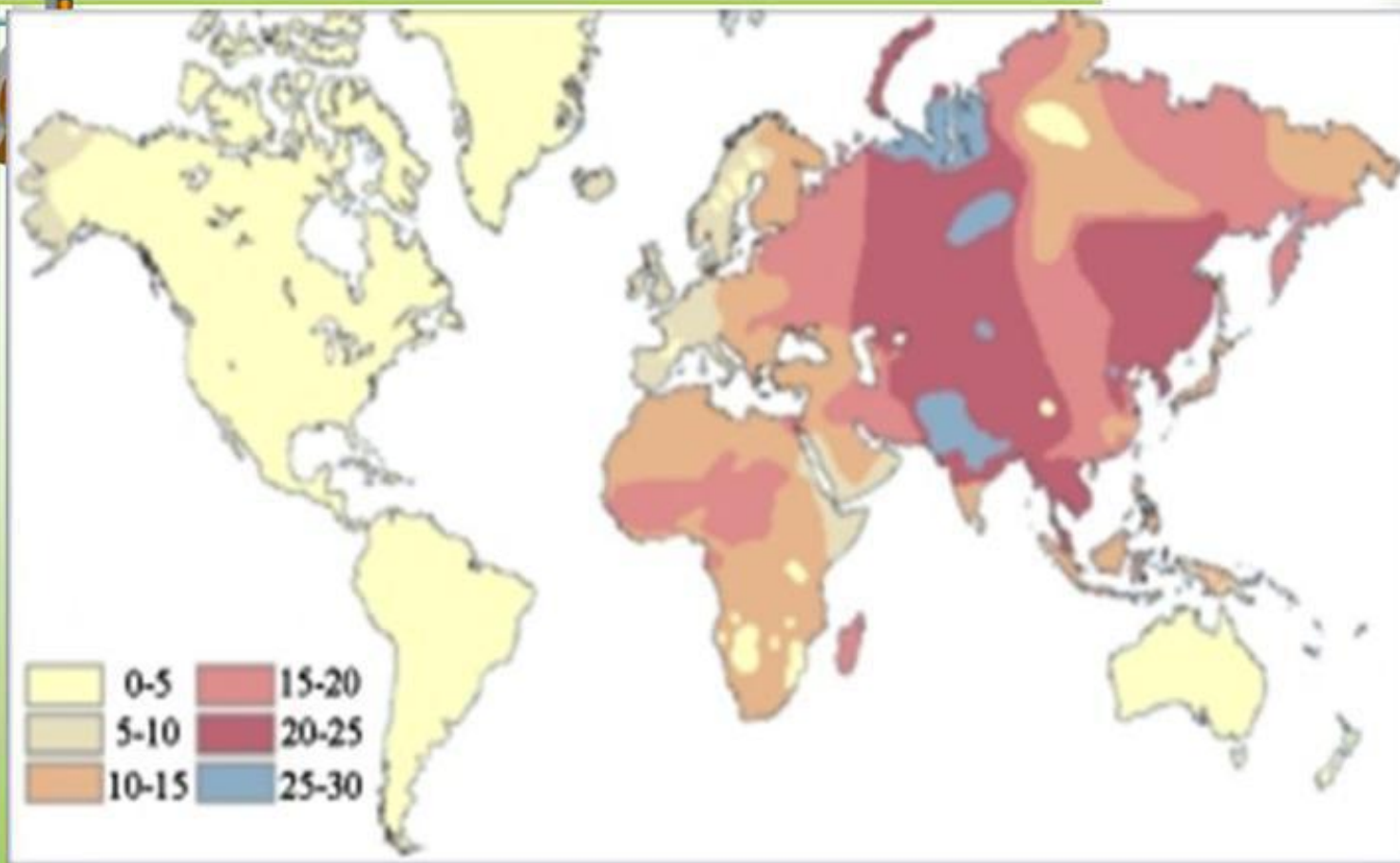
-Все люди принадлежат к одному биологическому виду *Homo sapiens*. Этот вид, как и виды, состоит из популяций.

-Популяцией людей называют группу людей, которые населяют общую территорию и свободно вступают в брак.

-Изоляционные барьеры, препятствующие вступлению в брак, носят выраженный социальный характер (культурные, религиозные, расовые, экономические отличия), поэтому в формировании популяций главную роль играет не общность территории, а родственные связи.

-Демографическими показателями популяции людей являются: величина, уровень рождаемости и смертности, возрастной состав, экономическое состояние, уклад жизни. Генетически человеческие популяции характеризуются генофондами.

◆ Все люди на Земле образуют популяционную систему – человечество. Популяция человека обладает теми же свойствами, что и популяция животных, но характер и форма их проявлений значительно отличаются вследствие действия таких факторов, как искусственная среда, социально-экономические условия и др.



- Частота аллеля В по системе групп крови АВ0 в популяциях людей

# Популяционная структура человечества. Люди как объект действия эволюционных факторов

## Специфика определения популяции человека.

1. Изоляционные барьеры часто социального характера;
2. Главная роль не общность территории, а родственные связи.

**Демы.** Численность 1500 - 4000.  
Внутригрупповые браки 80-90 %

**Изоляты.** Численность не более 1500. Внутригрупповые браки свыше 90%. Через 4 поколения (100 лет) все – не менее, чем троюродные сибсы.



Р и с . 12.2. Схема строения вида как многоуровневой иерархической системы (по А.С. Баранову, 1986)



## Типы малых популяций:

1. Изолят: численность до 1500 человек, частота внутригрупповых браков  $> 90\%$ , процент мигрантов из других групп  $< 1\%$
2. Дем: численность 1500-4000 человек, частота внутригрупповых браков 80-90%, процент мигрантов из других групп 1-2%

**Своеобразие эволюции человека** состоит в том, что **биологические** эволюционные факторы постепенно теряют свое ведущее значение, уступая место **социальным**.

Становление социального человека происходит через преобразование психики животных в сознание человека под влиянием социальных факторов (труда, речи, общественной жизни, воспитания и образования).

В сочетании этих двух задач заключается качественное своеобразие человека как биологического вида,

т.е. человек – **существо биосоциальное**.

## Проявления отбора в популяциях человека:

- внутриутробная гибель плода – 15%
- мертворождение – 3%
- детская смертность – 2%
- не вступают в брак – 20%
- бесплодные браки – 10%

## Генетический груз

- Генетический груз - насыщенность популяции рецессивными генами, снижающими приспособленность отдельных особей к среде обитания, по сравнению со всей популяцией.
- Генетический груз в популяциях человека может иметь фенотипическое проявление (спонтанные аборт, внутриутробная гибель плода, мертворождение, генные и хромосомные болезни, пороки развития), либо не иметь проявления (гетерозиготное носительство патологических рецессивных генов).
- Сегрегационный генетический груз передается из поколения в поколения
- Мутационный – возникает в результате мутагенеза и зависит от степени загрязнения окружающей среды.



- **Генетический груз** – это часть наследственной изменчивости популяции, определяющая появление организмов со сниженными приспособительными признаками
- С течением времени в популяции **накапливаются вредные рецессивные мутации**, носителями которых являются **гетерозиготы**
- Сейчас генетический груз человека **опасно высокий**. Так, человечество имеет 200 млн гетерозиготных носителей гемоглобинопатий, 5% - гена муковисцидоза, 3% - гена врожденного гипотиреоза, 3% - болезнй хромосомной нестабильности, 2% - фенилкетонурии

# Популяционный метод

Исследование частототы распространения в популяции человека различных наследственных изменений

Например: у местных жителей о-вов Мариам и Гуам смертность от заболевания склероза нервных клеток в 100 раз выше по сравнению с другими. Причина - в изолированности популяции в связи с отсутствием миграции, что ведет к близкородственным бракам. Поэтому увеличивается число генов -носителей некоторых наследственных заболеваний.



# Популяционный метод( пример)

- Статистический анализ распространения отдельных наследственных признаков (генов) в популяциях людей в разных странах позволяет определить адаптивную ценность конкретных генотипов. Однажды возникнув, мутации могут передаваться потомству на протяжении многих поколений. Это приводит к полиморфизму (генетической неоднородности) человеческих популяций.
- В гетерозиготном состоянии в популяциях находится значительное количество рецессивных аллелей (генетический груз), обуславливающих развитие различных наследственных заболеваний.

