

**Микроэволюция.  
Макроэволюция**

# План урока

1. Концепция вида, его критерии.
2. Популяция — структурная единица вида и эволюции.
3. Движущие силы эволюции. Синтетическая теория эволюции.
4. Микроэволюция. Современные представления о видообразовании (С. С. Четвериков, И. И. Шмальгаузен). Макроэволюция. Доказательства эволюции.
5. Причины вымирания видов.
6. Основные направления эволюционного прогресса.
7. Биологический прогресс и биологический регресс.

# Вид

**- это совокупность особей, сходных по морфологическим и физиологическим признакам, живущих в одинаковых условиях, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.**

# Внутривидовые

## Самки и самца



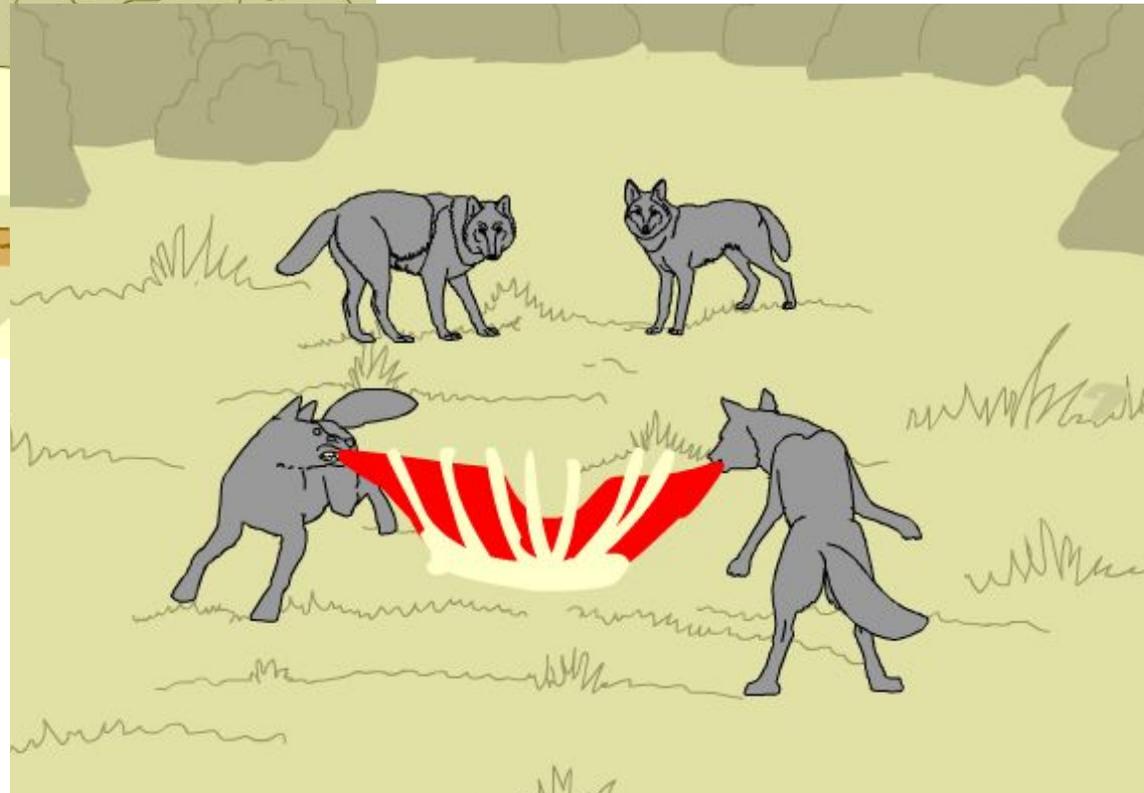
# Внутривидовые взаимоотношения

Родителей и  
потомства



# Внутривидовые

## Конкуренция за территории и пищевые ресурсы



# Механизмы защиты генофонда

Репродуктивная  
изоляция

Гибель зиготы  
или эмбриона

Появление нежизнеспособного  
или стерильного организма



зеброид



мулы



лошак



# Репродуктивная изоляция

**предотвращает возможность скрещивания организмов, относящихся к разным видам, и сохраняет генофонд вида**

## Примеры репродуктивной изоляции

1 — сезонная изоляция  
(на примере двух близких видов  
сосны, растущих в Калифорнии)

*Pinus radiata*



Пыльца созревает и разносится ветром  
в феврале.

*Pinus attenuata*



У этой сосны пыльца созревает  
и разносится ветром  
в апреле.



# Примеры репродуктивной изоляции

2 — этологическая (поведенческая) изоляция



Брачные танцы разных видов журавлей



# Примеры репродуктивной изоляции

## 3 — морфологическая изоляция



огарь



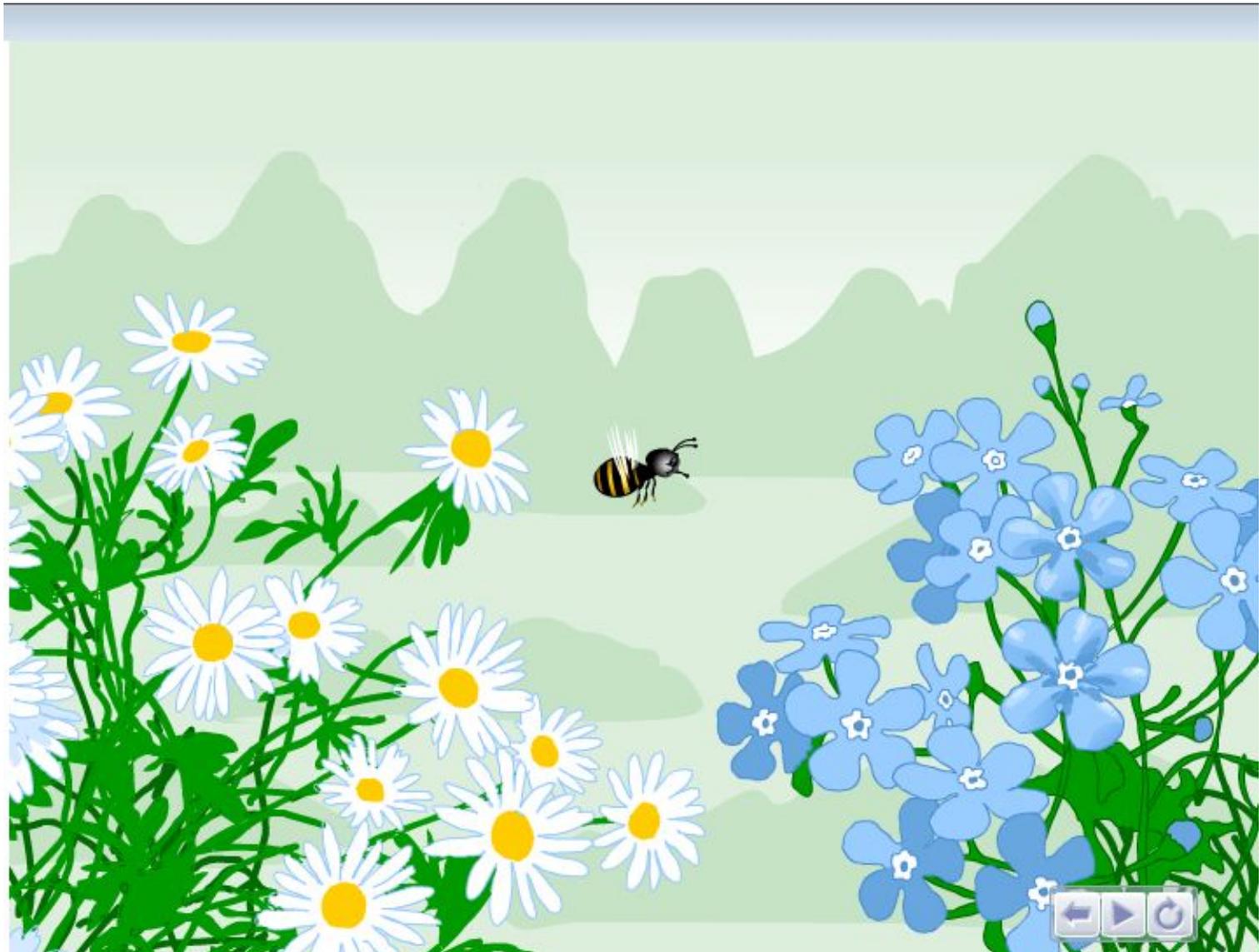
ШИЛОХВОСТЬ



крякva

**Специфическая окраска, размеры партнеров, строение репродуктивных органов**

# Репродуктивная изоляция у растений



У растений чужеродная пыльца не

# Критерии вида

# Морфологический критерий вида

## Морфологический критерий

Одуванчик лекарственный



Одуванчик японский



Одуванчик беловатый



Одуванчик калифорнийский

Божья коровка семиточечная



Линдор



Божья коровка бахчевая



Родолия



# Морфологический критерий вида

## Виды двойники



Журчалка  
шмелевидная



Шмель



Филиппинский  
таракан



Божья коровка



Оса



Журчалка  
осовидная



# Генетический критерий вида

Генетический критерий  
(позволяет распознавать виды-двойники)



Полевка обыкновенная

$$2n = 46$$



Полевка восточноевропейская

$$2n = 54$$

Не абсолютный критерий, так как хромосомные мутации могут изменить кариотип

# Физиологический критерий вида



Озерная лягушка мечет икру в первой декаде мая,



НО при ранней весне — в конце апреля.



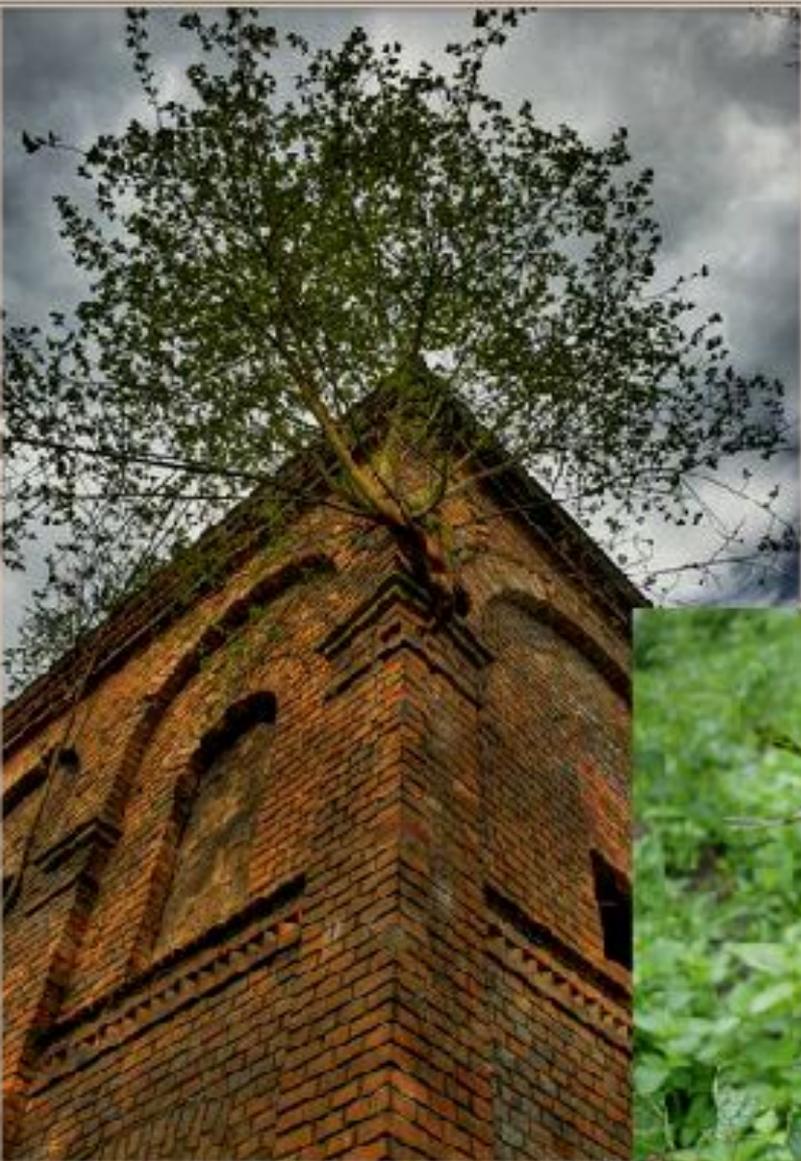
Чайки питаются рыбой,



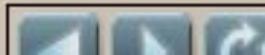
НО вблизи городов кормятся на свалках.

# Эколого-географический критерий вида

Дерево, растущее на здании



Семья кабанов в городе



**При определении видовой принадлежности необходимо учитывать несколько критериев.**

# Ареал распространения вида

единичные особи

Береза бородавчатая



популяции



**Популяция** – группа особей одного вида, занимающая определенную территорию, свободно скрещивающаяся и дающая плодовитое потомство.

**Популяция** – единица вида.

# Популяция – единица вида

Береза бородавчатая



Факторы, объединяющие представителей одного вида в популяцию:  
1) условия окружающей среды; 2) стремление особей к размножению



## Характеристики популяции

```
graph TD; A[Характеристики популяции] -.- B[Ареал]; A -.- C[Численность]; A -.- D[Возрастной и половой состав];
```

Ареал

Численность

Возрастной  
и половой состав

## Ареал популяции



Ареал популяции волка —  $65 \text{ км}^2$

## Ареал популяции



Ареал популяции ковыля — 1600 км<sup>2</sup>



## Ареал популяции



Ареал популяции муравья —  $200 \text{ м}^2$



# Размеры ареалов не постоянны, они могут меняться в зависимости от условий среды

Ареал популяции



Ареал популяции рогоза —  $6 \text{ м}^2$



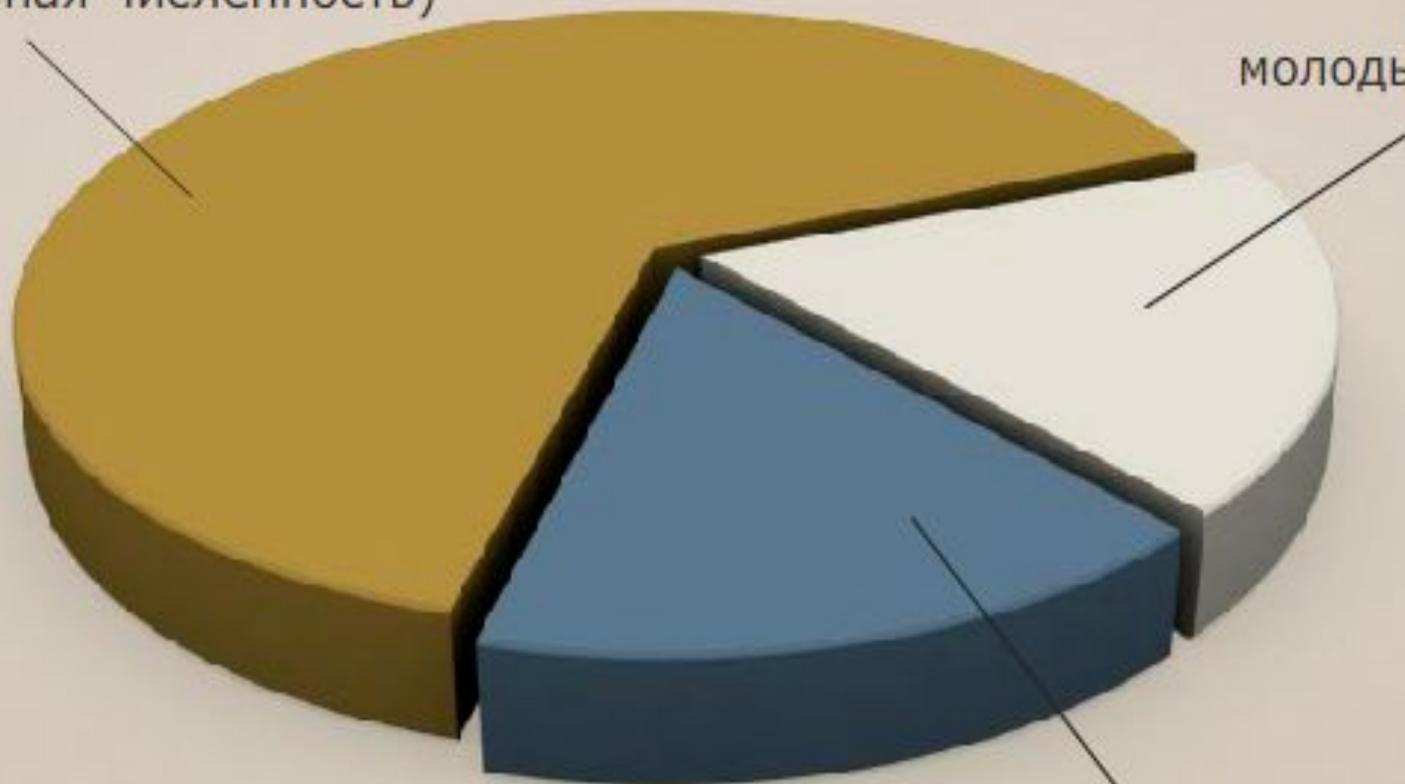
# Численность популяции зависит:



# Эффективная численность популяции

половозрелые особи  
(эффективная численность)

молодые особи



старые особи

# Популяция обладает способностью регулировать свою численность



**Сдерживающие механизмы:**

- 1. Возрастающая агрессивность;**
- 2. Изменение полового поведения;**
- 3. Уменьшение частоты спаривания;**
- 4. Увеличение количества выкидышей.**

# Возрастной состав популяции

Разновозрастная популяция более устойчива к катаклизмам.



# Половая структура популяции

Соотношение самок и самцов 50% : 50%



# Половая структура популяции

Обоеполые растения



Гермафродиты



# Половая структура популяции

Размножаются путем партеногенеза



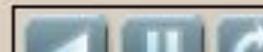
тли



пчелы



дафнии



# Популяция

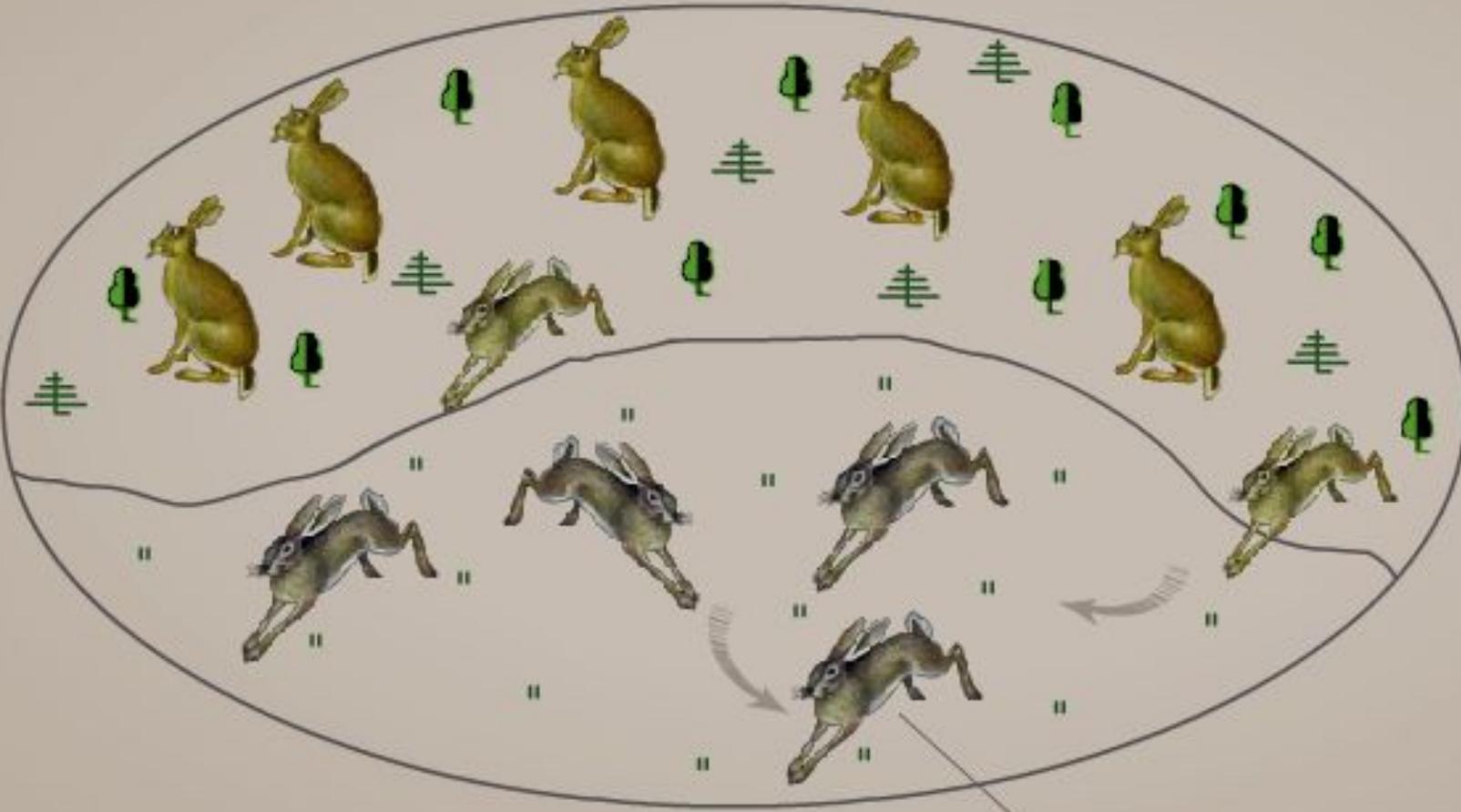


Популяция — элементарная единица надорганизменного уровня организации живой природы.

# Эволюционные преобразования в популяции

Популяция зайца-русака

Генофонд (А)



Естественный отбор

Генофонд (Б)

Факторы эволюции

Наследственная  
изменчивость

Популяционные  
волны

Естественный  
отбор

Изоляция



# **Наследственная изменчивость**

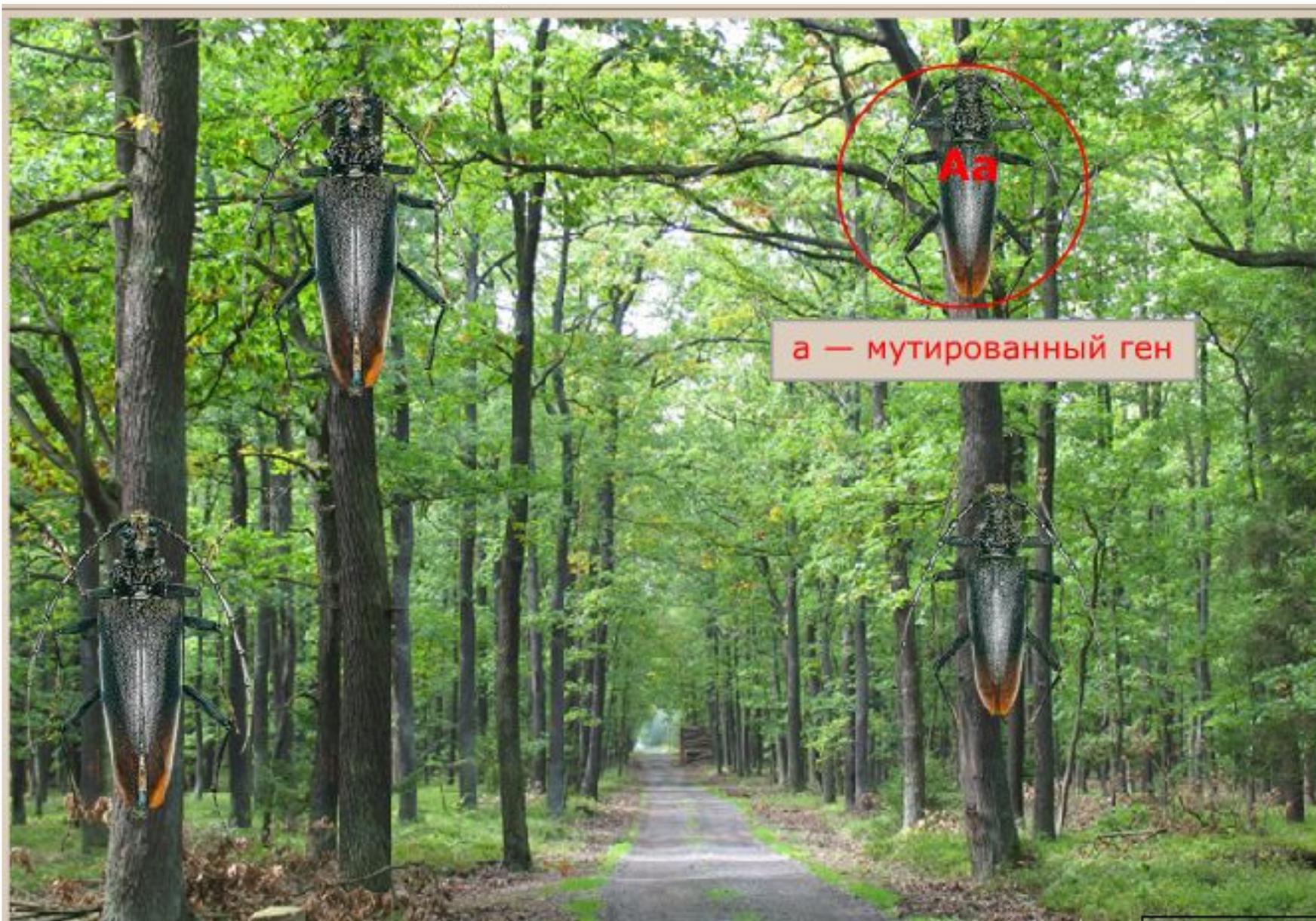
# Судьба рецессивных мутаций в популяции.



Проследим судьбу рецессивных мутаций на примере популяции жуков усачей дубравных. На следующих кадрах для наглядности изображение жуков сильно увеличено.



# Рецессивная мутация в скрытом гетерозиготном состоянии.

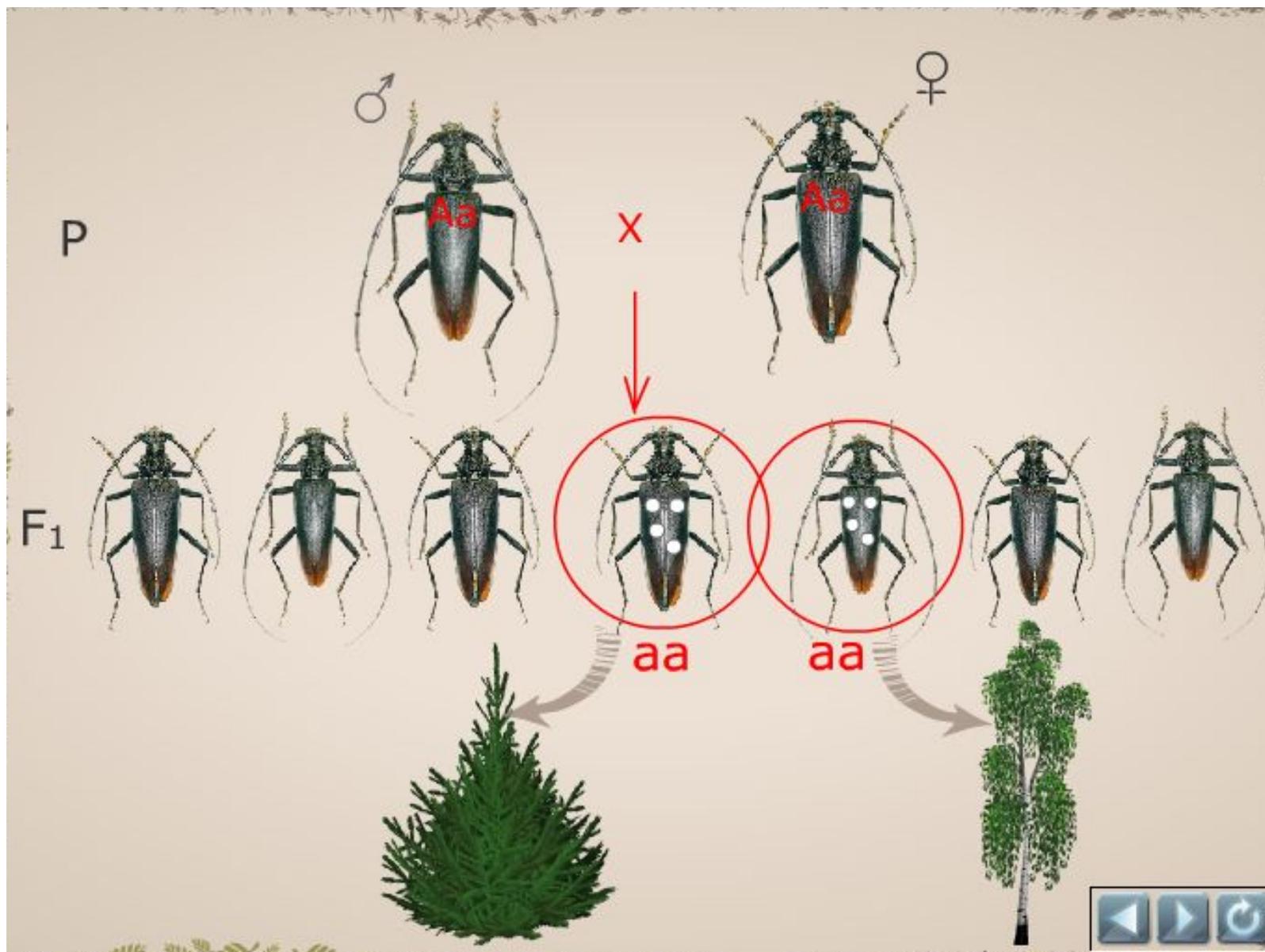


a — мутированный ген

# Рецессивная мутация в скрытом гетерозиготном состоянии через 10 лет.



# Мутированный рецессивный ген переходит в гомозиготное состояние.



# Значимость мутации определяется условиями среды.



**В результате мутации изменяются сначала  
генотипы отдельных особей, а затем и популяции  
в целом**



**Aa**

дубрава



**aa**

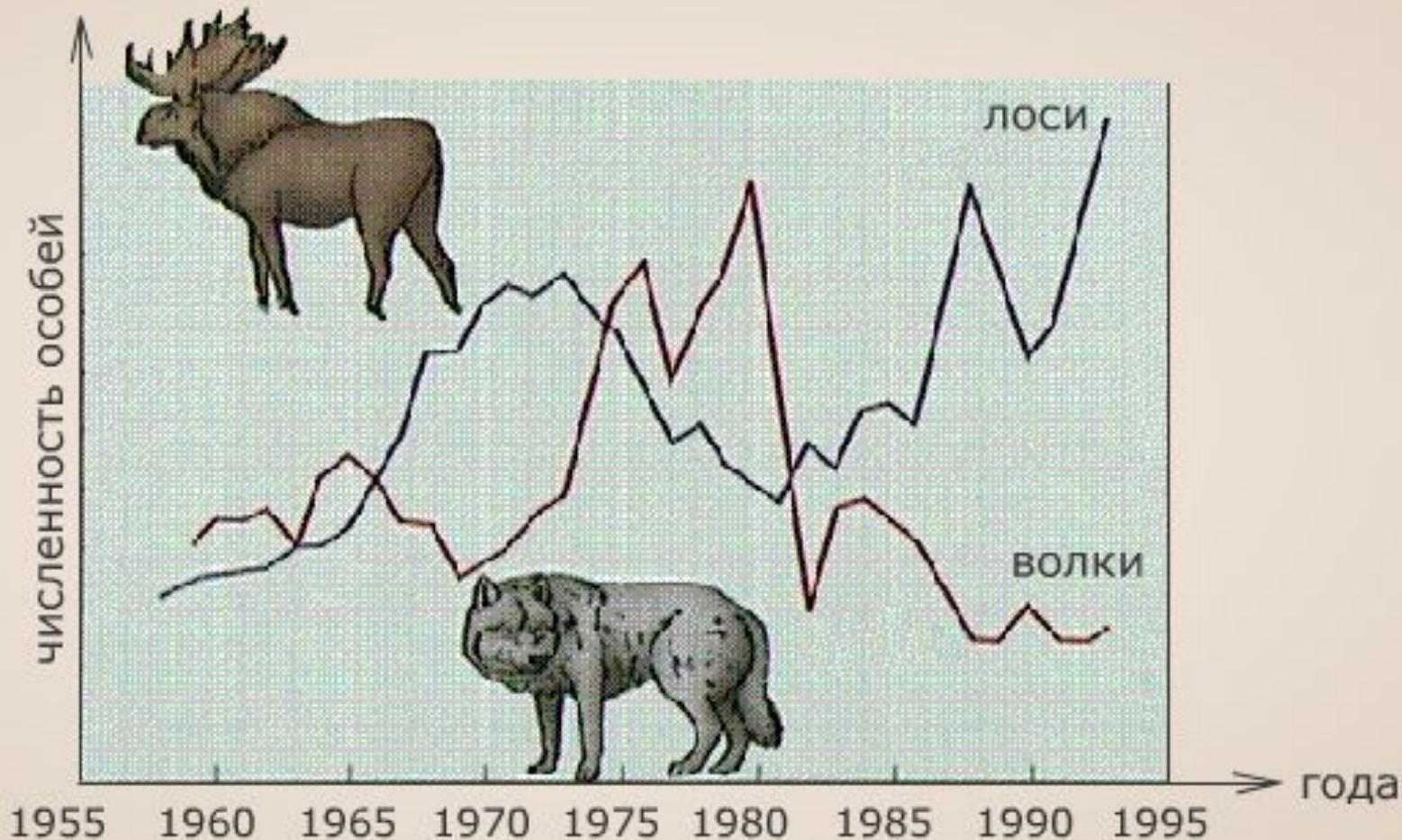
смешанный лес



# Популяционные волны

## Популяционные волны

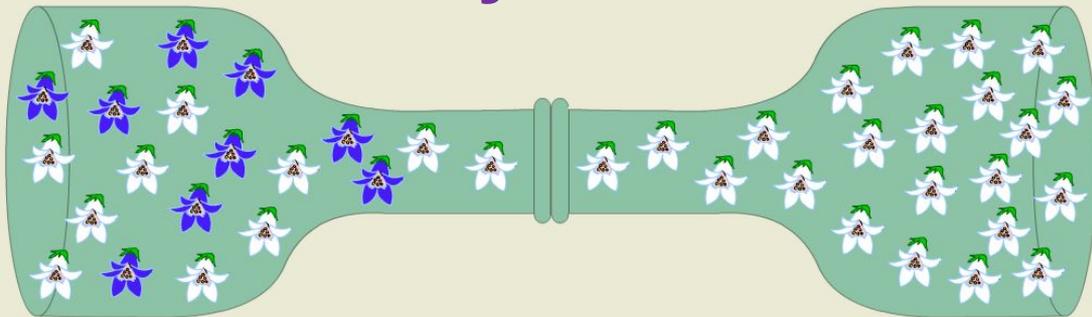
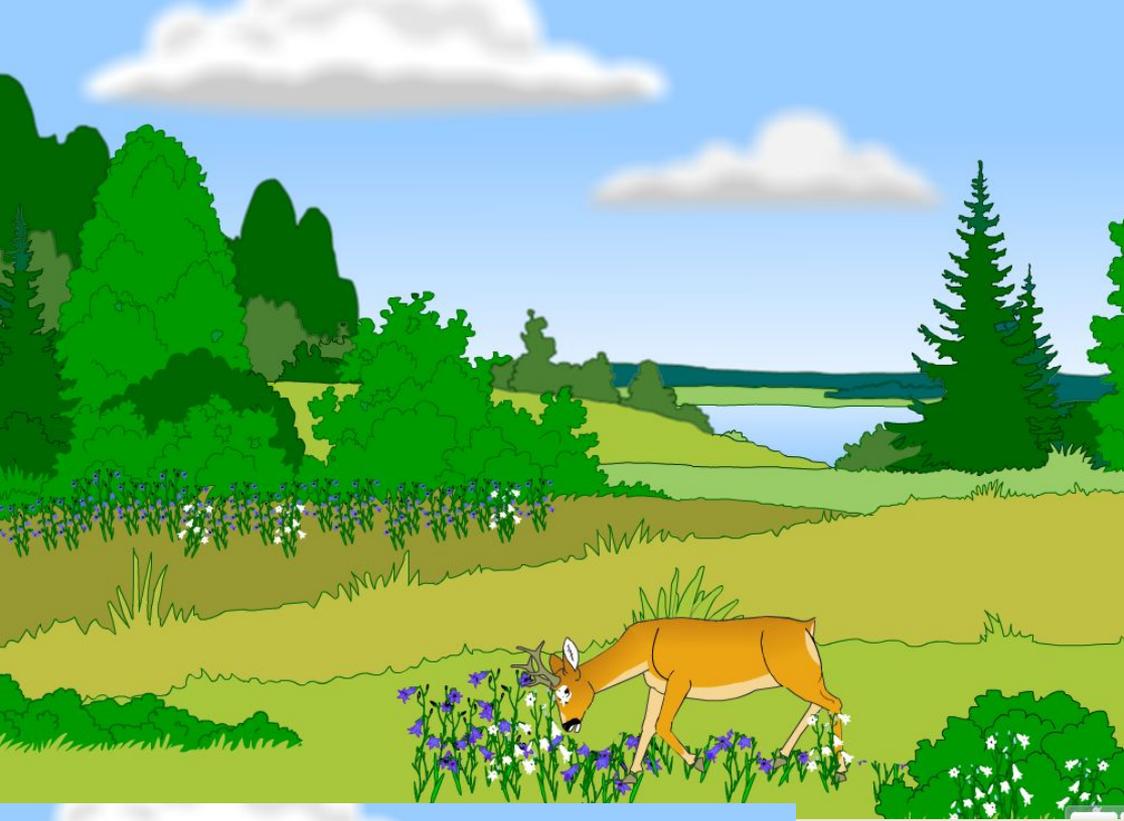
На численность влияет: наличие корма, эпидемии, хищники, природные катаклизмы



- колебания численности волков
- колебания численности лосей

**Дрейф генов**  
- процесс случайного  
ненаправленного  
изменения частот  
аллелей в популяции

**Популяционные  
волны влияют на  
изменение  
генофонда  
популяции**



Исходная популяция

Популяция, прошедшая  
через  
"бутылочное горлышко"

# **Изоляция. Типы изоляций.**

# Изоляция

– ограничение или полное отсутствие скрещивания особей, относящихся к разным популяциям.

## Типы изоляций

```
graph TD; A[Типы изоляций] --> B[Географическая (пространственная), или аллопатрическая]; A --> C[Экологическая, или симпатрическая];
```

**Географическая  
(пространственная), или  
аллопатрическая**

**Экологическая,  
или  
симпатрическая**

# Географическая (пространственная)



Географические барьеры между популяциями и

# Экологическая изоляция

Разные сроки и места размножения, например, форели в озере Севан



**Естественный отбор – основной движущий фактор эволюции.**

# Естественный отбор

- это процесс выживания и размножения наиболее приспособленных особей и гибель наименее приспособленных в результате борьбы за существование на основе наследственной изменчивости.

# Формы естественного отбора

Движущая  
форма отбора

Стабилизирующая  
форма отбора

в изменяющихся  
условиях среды

в постоянных  
условиях среды



# Движущая форма отбора



# Движущий отбор



# Пример движущей формы естественного отбора



березовая пяденица



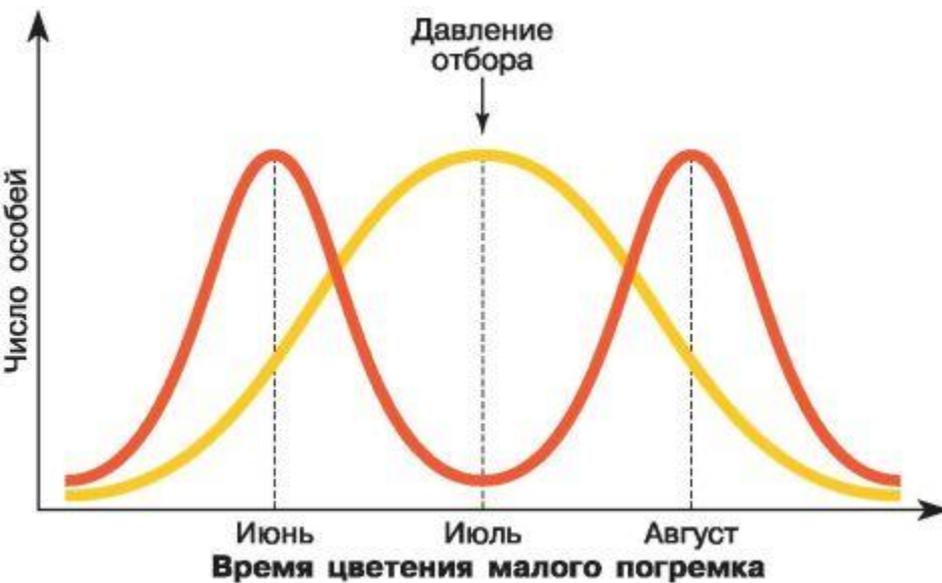
Стабилизирующий отбор наблюдается при длительно сохраняющихся постоянных условиях среды и ведет к фенотипической однородности популяции.



древовидные папоротники

# Расщепляющий (дизруптивный) отбор

- благоприятствует более чем одному фенотипу и направлен против средних промежуточных форм, ведет к расширению нормы реакции.



На сенокосных лугах получают преимущества те растения погремка лугового, которые успевают отцвести и дать семена до покоса, и те, которые дают семена в конце лета, после покоса.

**В ходе эволюции естественный отбор не прекращается, но его формы сменяют друг друга.**

# Закрепление



Названия видов лютиков соответствуют бинарной номенклатуре, которую создал..

- а) К. Линней
- б) Ч. Дарвин
- в) Ж.Б. Ламарк

## Определите форму отбора.

1. Исчезновение глаз у крота.
2. Неизменность размеров и форм цветка у насекомоопыляемых растений.
3. Изменение вредителей под воздействием ядохимикатов.
4. Кистеперая рыба латимерия.
5. У большинства зайцев в популяции средний размер ушей.
6. Насекомые, попавшие на океанический остров, стали бескрылыми.

# Определите форму отбора.

1. Исчезновение листьев у растений – паразитов.
2. На острове Средиземного моря в конце третичного периода попали слоны. В условиях ограниченных ресурсов островных лесов преимущество имели особи с небольшими размерами, слоны нормальных размеров гибли. Так возникли карликовые слоны.
3. Существование в Африке в долине реки Семилики древовидных папоротников.

# 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.**

# **Формы микроэволюции**

- 1. Филетическая;**
- 2. Видообразование.**

# Филетическая эволюция

Это постепенные изменения, происходящие с течением времени в пределах одного вида, популяции или группы популяций.

В результате таких изменений **приспособленность** организмов к среде возрастает.

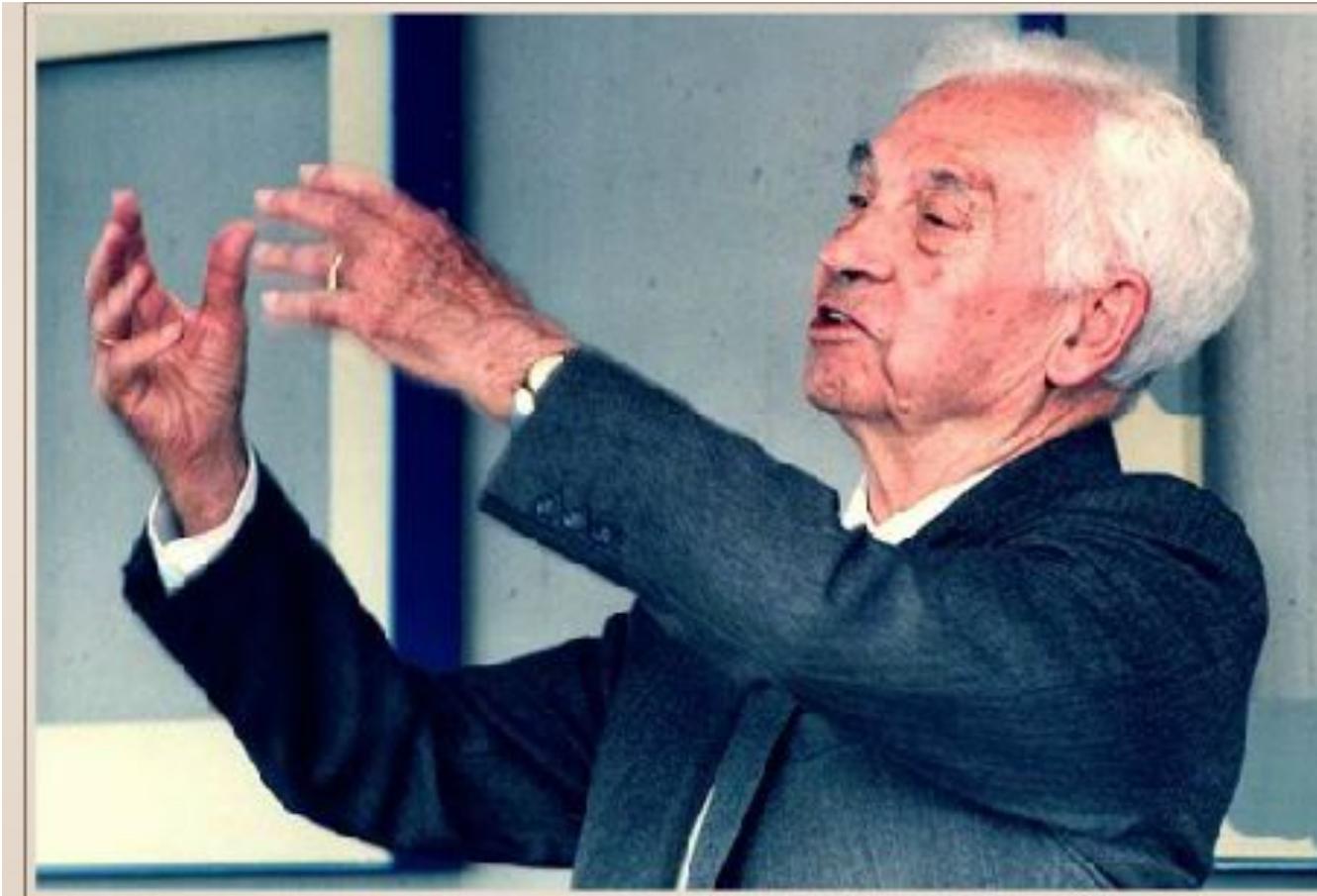
# Видообразование

- это процесс возникновения **НОВЫХ ВИДОВ** в результате эволюции популяций исходного вида.

Происходит в тех случаях, когда биологические виды расщепляются на два или более новых вида.

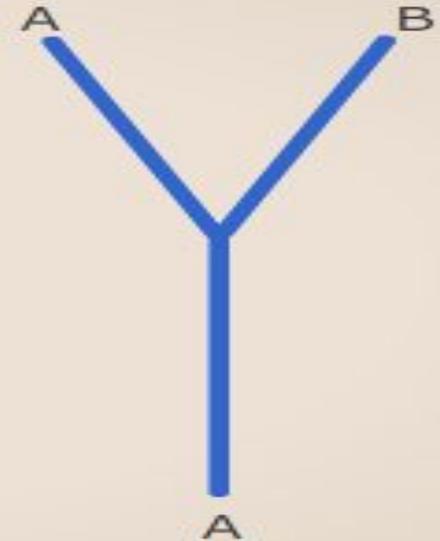
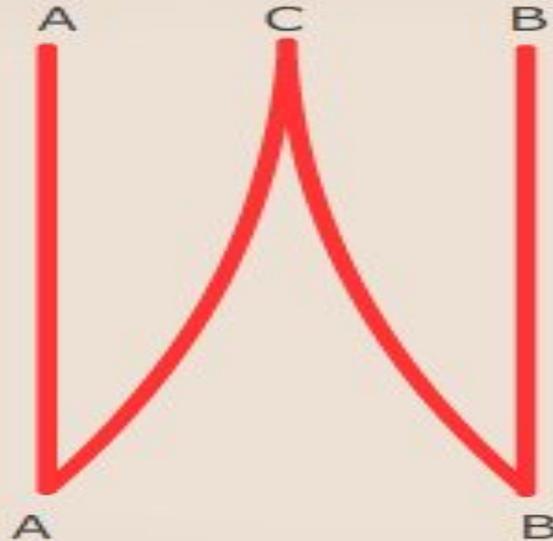
# Способы видообразования

Американский ученый Эрнст Майер  
определил три способа видообразования



Эрнст Майр  
1904-2005

# Способы видообразования



**Преобразование одного вида в другой, при этом число видов не меняется.**

**Слияние двух видов в новый третий вид, при этом иногда родительские виды будут исчезать, тогда число видов сократиться.**

**Третий способ происходит путем дивергенции, то есть происходит расхождение признаков и образование из одного вида двух **НОВЫХ****

# Дивергенция, или расхождение признаков

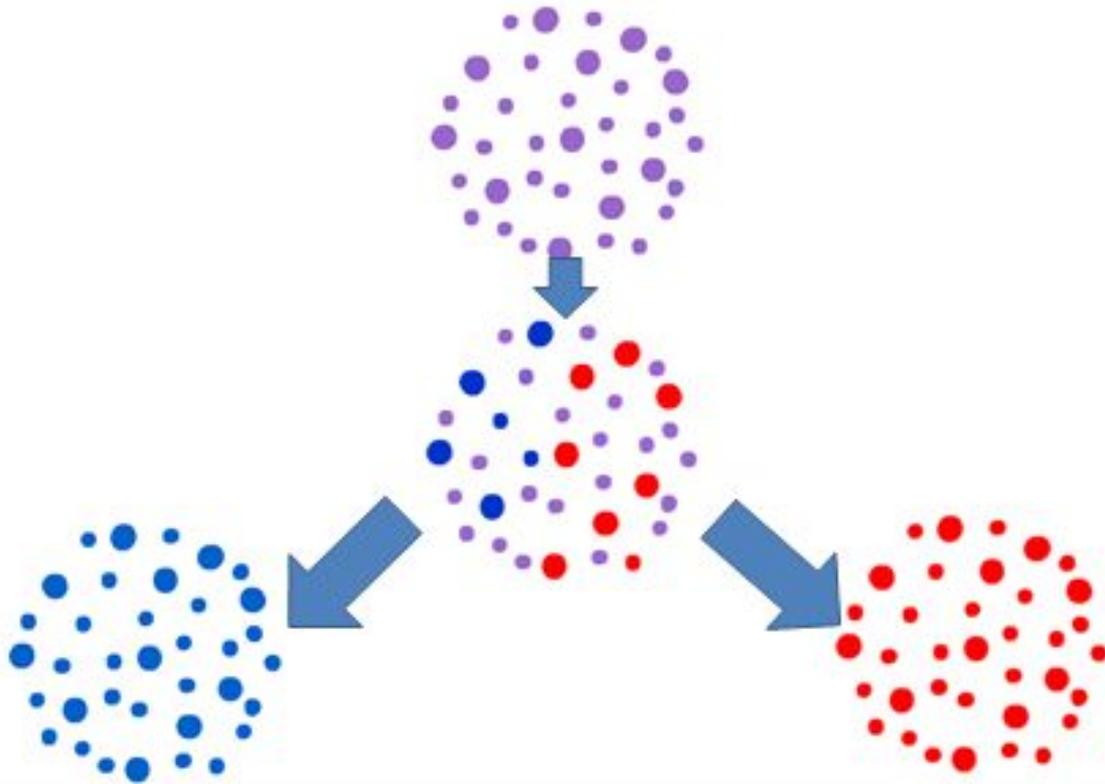
- разделение одной родоначальной формы на несколько дочерних и внучатых видов.



**Причина дивергенции:**  
**обострения конкуренции между родственными формами за сходные условия существования.**

## Условия осуществления видообразования

- 1) естественный отбор, приспособляющий популяции к условиям среды их обитания,
- 2) репродуктивная изоляция – одна из причин дивергенции



# Пути видообразования



Географическое  
видообразование



Экологическое  
видообразование

# **Аллопатрическое (географическое) видообразование**

**- это видообразование на разных территориях , обусловленное географической (пространственной) изоляцией.**

Причиной такой изоляции могут быть большие реки для сухопутных животных, горы — для равнинных и тому подобные препятствия, затрудняющие миграцию животных или разнос семян растений. Большие расстояния, разделяющие популяции, имеют такое же значение.

# Географическое видообразование



Популяция 1



Популяция 2



Популяция 1



Прошли  
тысячи лет →

# Примеры географического видообразования

## Кумжа

- Проходная рыба семейства лососей. Длина до 1 м, весит до 13 кг; каспийский лосось — до 51 кг. Обитает в прибрежных водах морей Европы, в том числе — в Черном, Каспийском, Балтийском и Аральском морях. На нерест идет в реки. Ценный объект промысла и разведения. Пресноводные формы кумжи — форели.



### Подвиды кумжи

- Балтийский;
- Черноморский;
- Каспийский

# Примеры географического видообразования



- Например, в 1930-х годах несколько десятков зайцев-русаков, отловленных в Башкирии, акклиматизировали на юге Западной Сибири — в Барабинской лесостепи. Огромное расстояние, Уральские горы и непригодные для жизни русаков засушливые степи нижнего Поволжья и Прикаспия обусловили полную географическую изоляцию западносибирской популяции.

**Произошла дивергенция, и в 1956 году сибирских зайцев пришлось выделить в отдельный подвид.**

# **Симпатрическое (экологическое) видообразование**

- Начинается с разделения первоначально единой популяции на две или более группы организмов, которые затем продолжают дивергировать.**
- Это может происходить в результате экологической специализации, при этом ареал обитания общий.**

# Примеры экологического видообразования

**Лесной конек**



**Луговой конек**



Экологическая изоляция наблюдается при несовпадении мест обитания различных форм одного вида или нескольких близких видов, например лесного (слева) и лугового (справа) коньков.

# Примеры экологического видообразования

**В широколиственных лесах и парках**

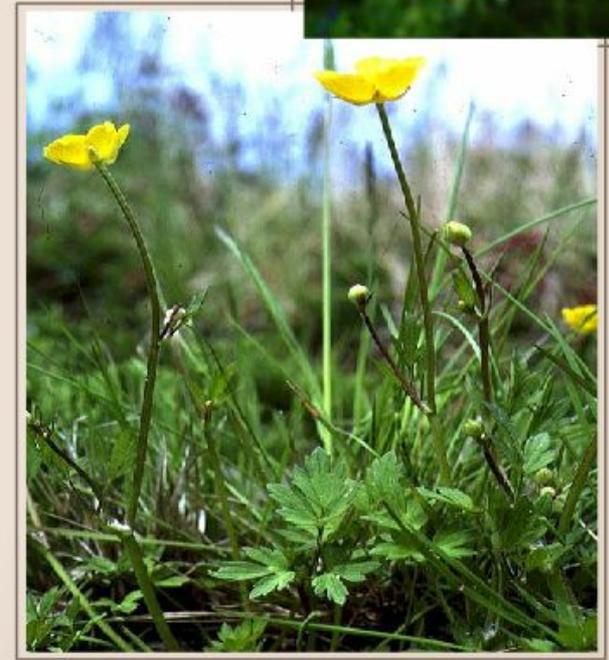


лютик едкий

**В более сухих местах**



лютик кашубский



лютик ползучий

**На кислых влажных почвах**



# Экологическое видообразование



лютик альпийский



лютик  
анемонолистный



лютик близкий



лютик  
борецелистный



лютик  
выдающийся



лютик  
жестколистный

Приспособился к водной

# Примеры экологического видообразования

## Синица большая



- Долбит ветви и древесные стволы. Питается крупными насекомыми.

# Примеры экологического видообразования Лазоревка

- Долбит только стебли травянистых растений. Добывает мелких насекомых в щелях коры и почках.



# Примеры экологического видообразования

## Московка и гаичка

- Обследуют в поисках корма концевые ветви деревьев. Питаются мелкими насекомыми.



Московк

а



Гаичк

а

# **Сетчатое видообразование**

- связано с гибридизацией близких видов.**

**Такое видообразование доказано для некоторых видов ящериц, рыб и цветковых растений. Изоляция гибридов от родительских видов обусловлена полиплоидностью гибридов**

# Сетчатое видообразование

## Полиплоидия

- Новые виды могут образоваться в результате полиплоидизации - внезапного увеличения числа хромосом. Так, культурная слива возникла в результате скрещивания терна и алычи, с последующим удвоением числа хромосом у гибридов.



Терн



Алыча



Слива

# Полиплоидия



Роза большелистная с 14  
хромосомами



Роза большелистная с 28  
хромосомами

# Глодовитые гибриды

## ЖИВОТНЫХ

### Лигр



# Глободовитые гибриды

## ЖИВОТНЫХ

### Косаткодельфин



# Плодовитые гибриды

## ЖИВОТНЫХ

### Полярный гризли



# Плодовые гибриды

## ЖИВОТНЫХ

### Волкособака

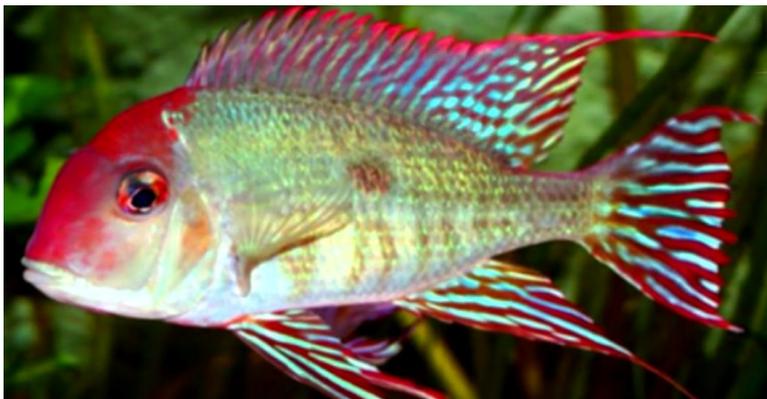


# Глодовитые гибриды

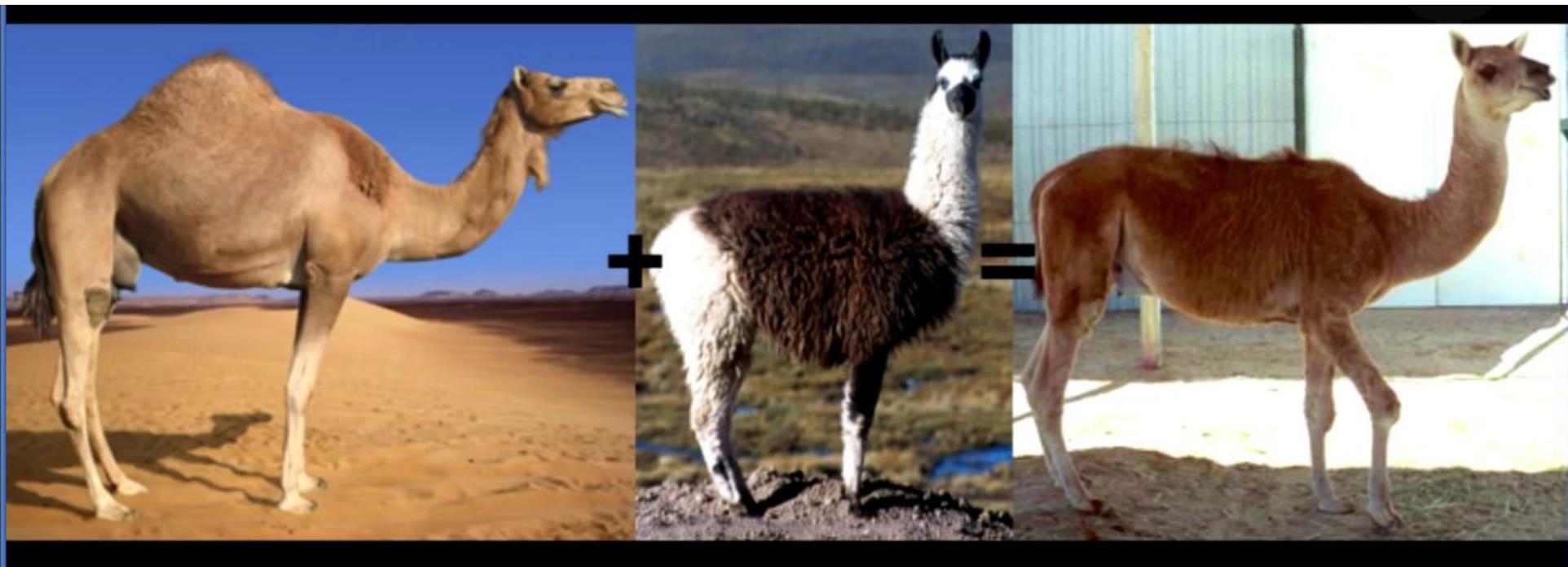
## ЖИВОТНЫХ Дзо (як+корова)



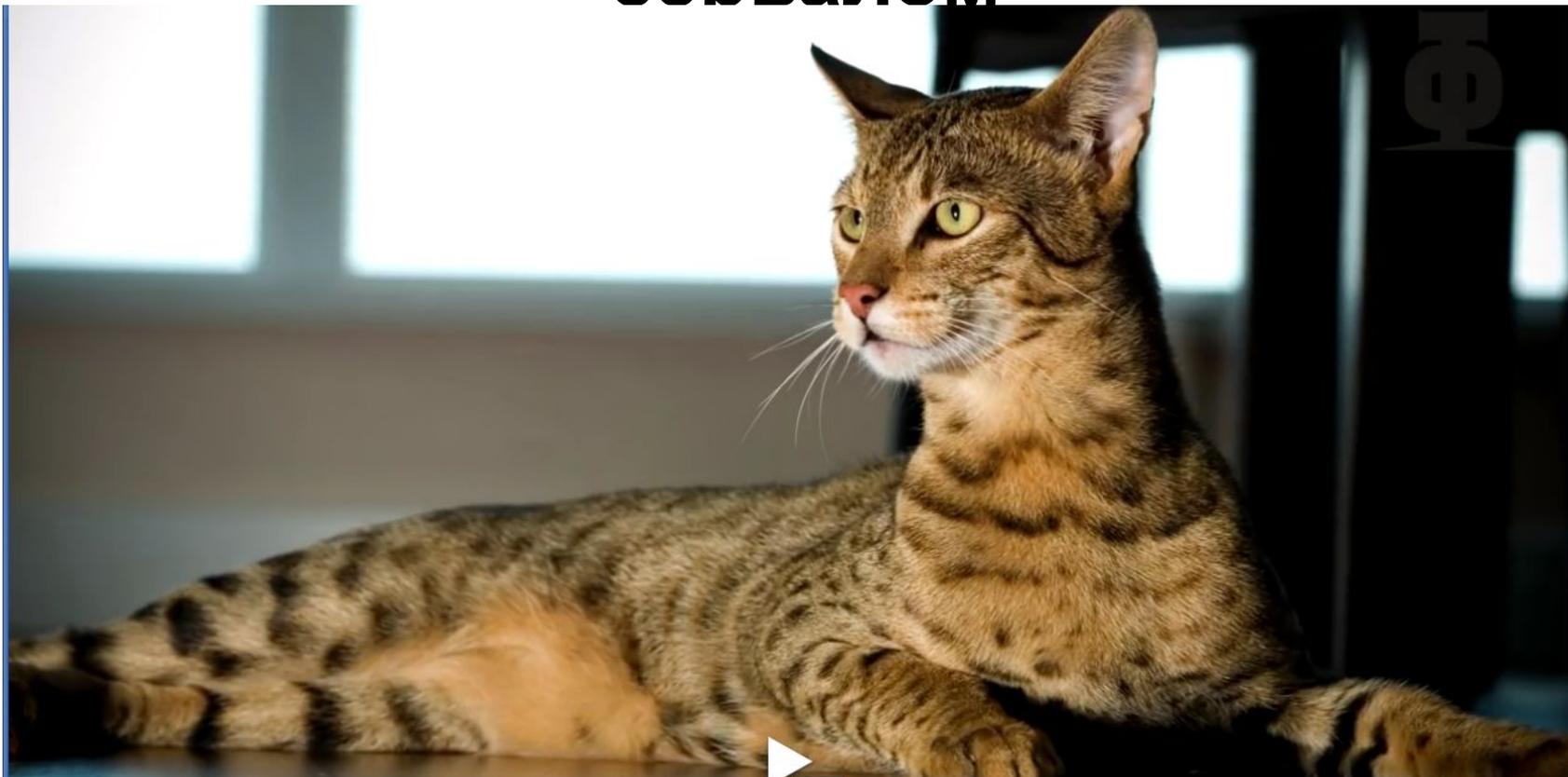
# Красный попугай – гибрид южноамериканских цихлид



# Кама – гибрид одногорбого верблюда с ламой



# Саванна – гибрид африканской кошки с сервалом



Дружелюбные, преданные, самые высокие и прыгучие кошки с характерными пятнами, как у сервала, а окраска может быть любой

# Пчелы – убийцы – гибрид южноамериканских и африканских пчел.



**Очень агрессивны,  
атакуют группами,  
могут преодолевать  
большие расстояния.**

# Видообразование



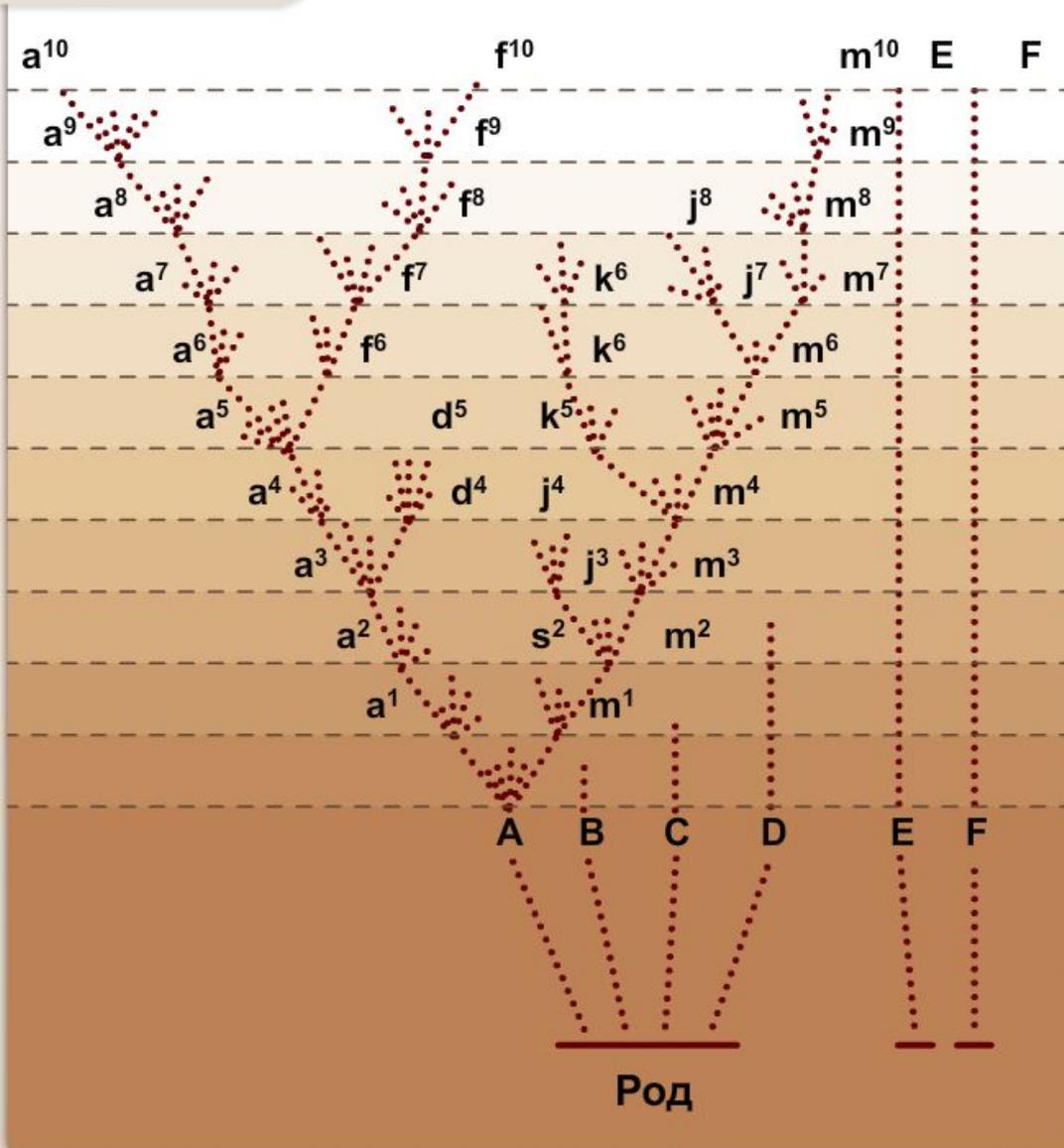
Рассмотрите схему эволюции, ответьте на вопросы

Задание ▾

1 ВОПРОС ИЗ 10

1. Что обозначено буквами – А, В, С, D, E, F?

- вид
- особь
- семейство

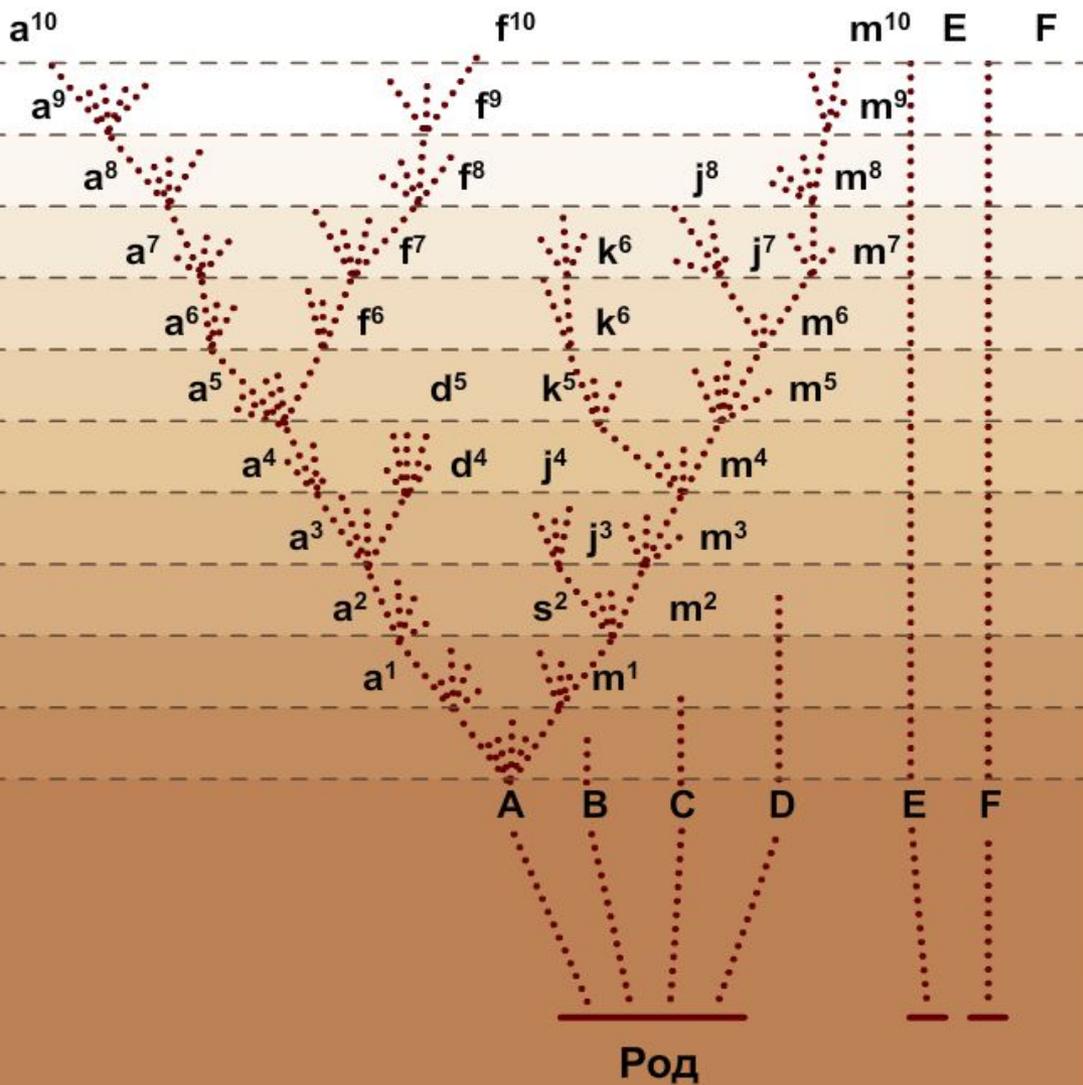


# Видообразование



Рассмотрите схему эволюции, ответьте на вопросы

Задание ▾



2 ВОПРОС ИЗ 10

**2. Какие виды в ходе эволюции исчезли?**

- A, B, E
- B, D, F
- B, C, D



# Видообразование



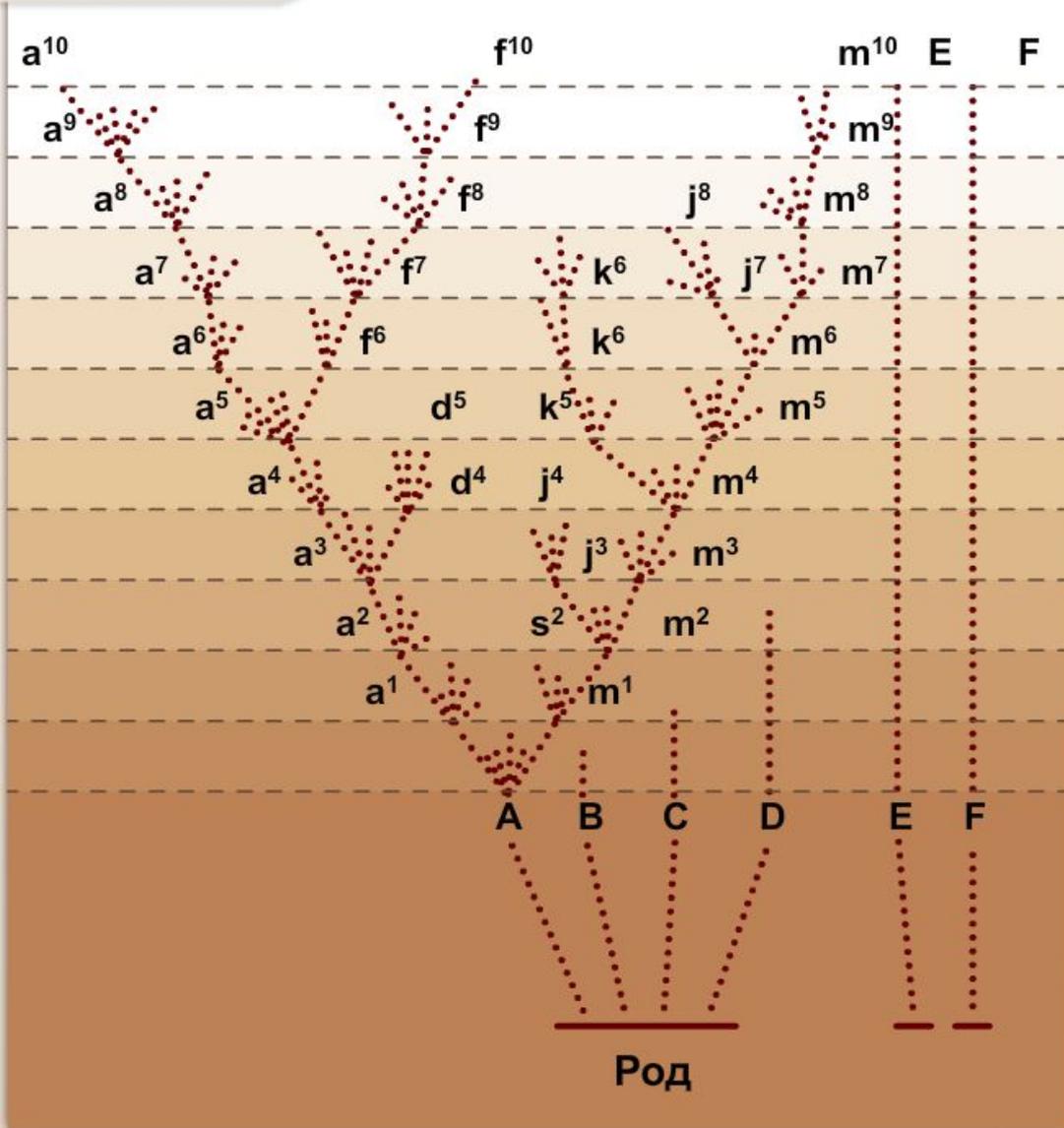
Рассмотрите схему эволюции, ответьте на вопросы

Задание ▾

3 ВОПРОС ИЗ 10

3. Какие виды в ходе эволюции не изменились?

- A, E
- E, F
- D, E





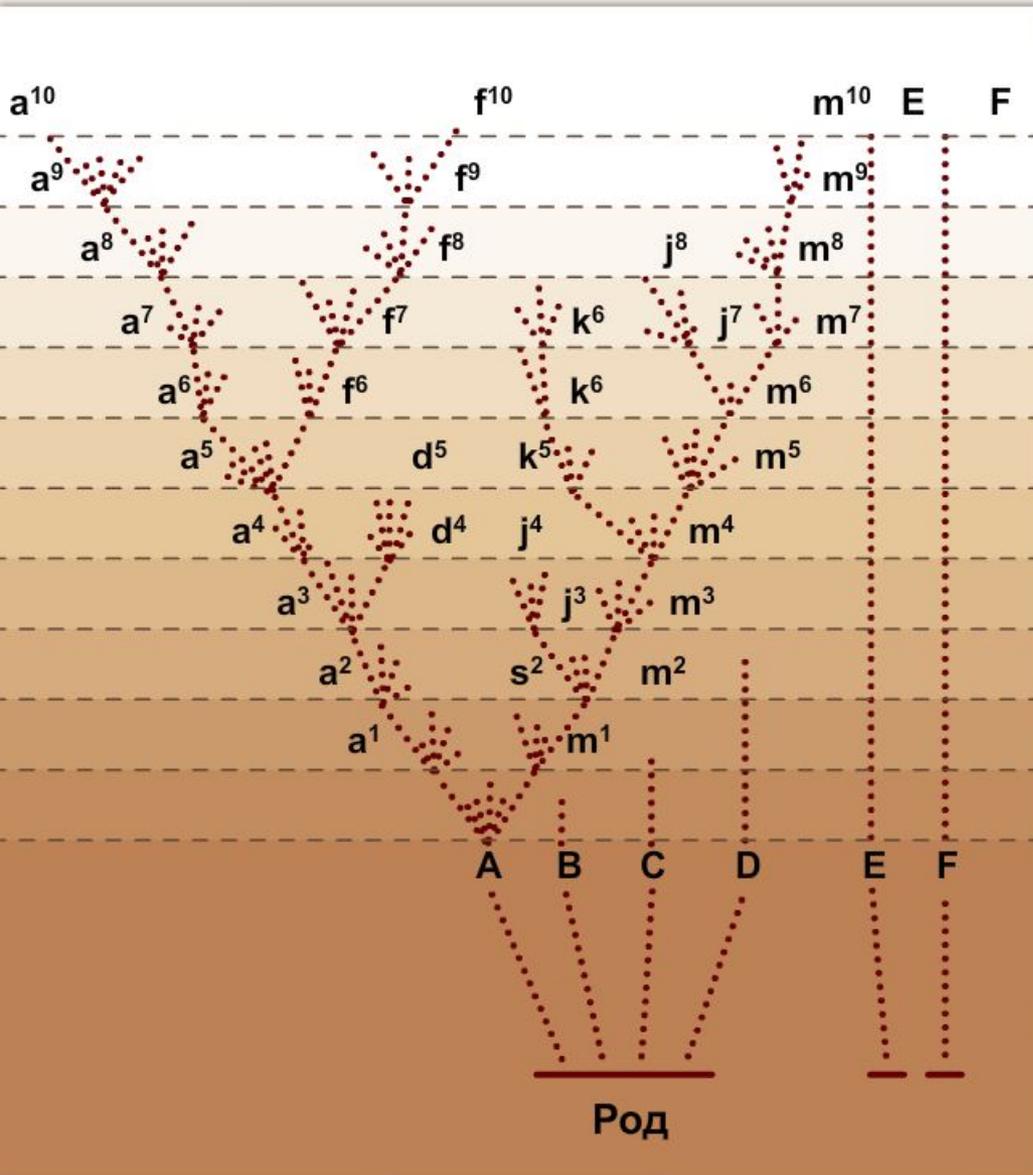


Задание ▾

6 ВОПРОС ИЗ 10

**6. Какой форме естественного отбора подвергся вид A?**

- стабилизирующей
- сначала стабилизирующей, потом движущей
- движущей



# **Макроэволюция. Направления эволюции.**

Эволюция

Микроэволюция

Макроэволюция

Сопровождается  
образованием  
подвидов и  
видов

Сопровождается  
образованием  
крупных таксонов:  
отрядов, классов  
и т. д.

**Механизмы  
объяснил Ч.  
Дарвин**

Направления эволюции

```
graph TD; A[Направления эволюции] -.-> B[Биологический прогресс]; A -.-> C[Биологический регресс];
```

Биологический  
прогресс

Биологический  
регресс

# Характеристика биологического прогресса:

- увеличение численности;
- расширение ареала;
- образование новых подчиненных групп (популяций, подвидов и т. д.);
- процветание данного таксона.

**На современном этапе эволюции прогрессируют:**

**млекопитающие**



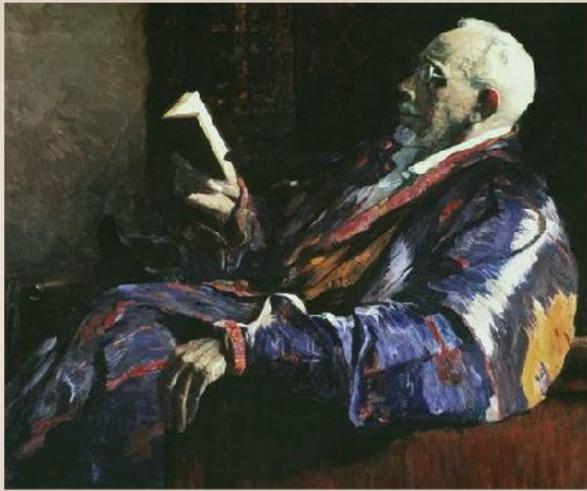
**птицы**



**покрытосеменные**



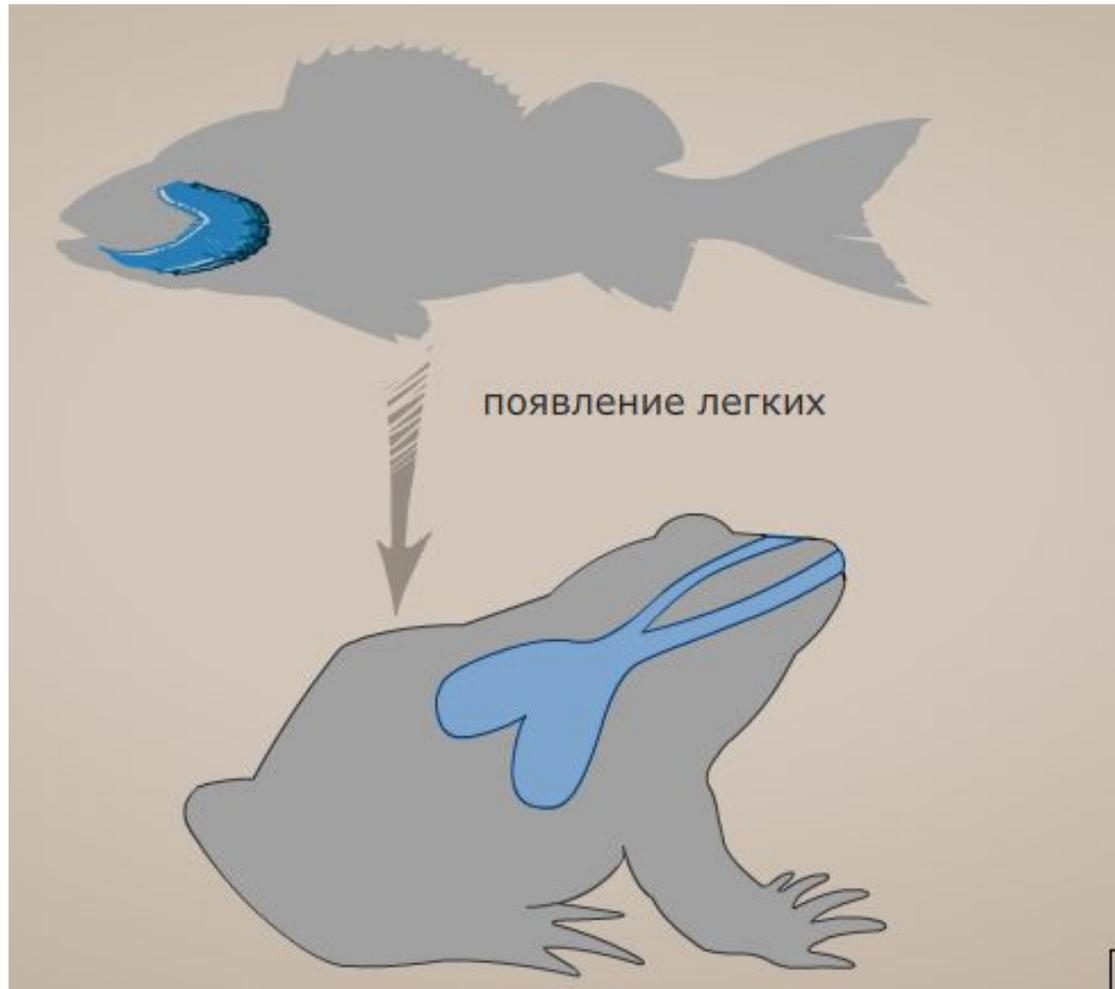
# Пути биологического ПРОГРЕССА по А. Н.



**Алексей  
Николаевич  
Северцов**

# Ароморфоз

- это появление у организмов значительных изменений в строении, что приводит к образованию крупных систематических групп



# Идиоадаптации

- характеризуются появлением у организмов мелких изменений в строении, которые помогают лучше приспособиться к различным условиям

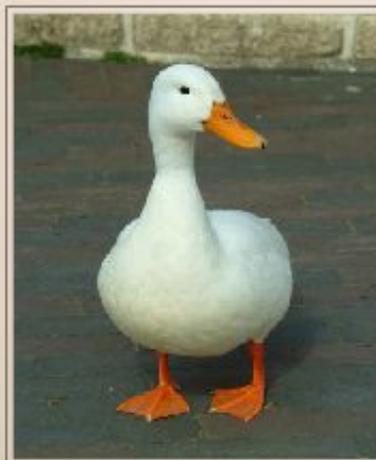
**обитания**  
Например,  
разнообразии  
конечностей и  
клювов птиц.



цапля



тукан



утка



желна



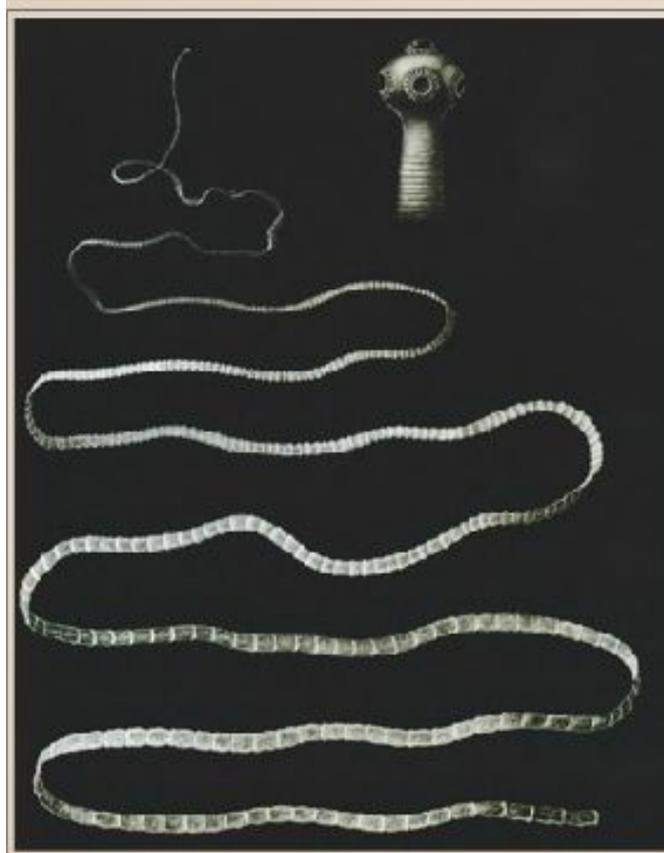
орел



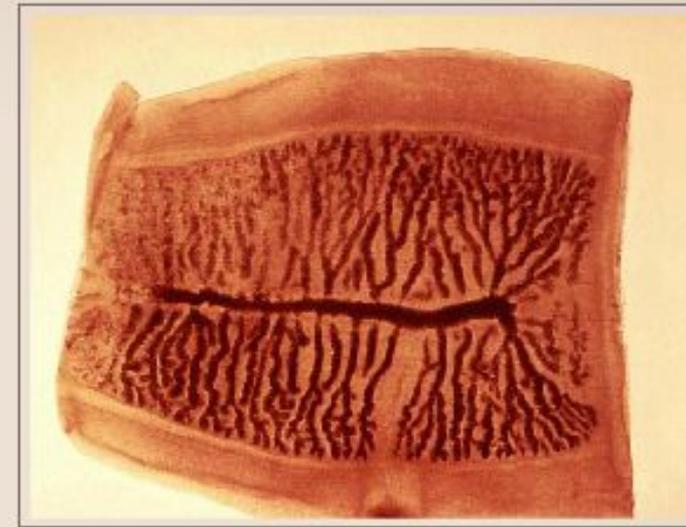
# Общая дегенерация

- характеризуется упрощением организма вплоть до исчезновения отдельных органов или систем

**органов**  
У ленточного червя исчезла пищеварительная система, упростились нервная система и органы чувств, но при этом паразит биологически процветает.



свиной цепень



членик свиного цепня

# Биологический РЕГРЕСС

- наблюдается, если таксономическая группа не смогла приспособиться к меняющимся условиям среды и ее численность и ареал уменьшились.

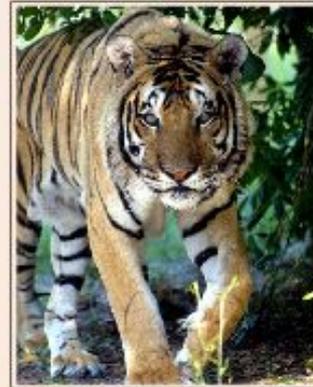
Как правило, биологическому регрессу подвергаются **узко специализированные организмы.**

— уменьшение численности;



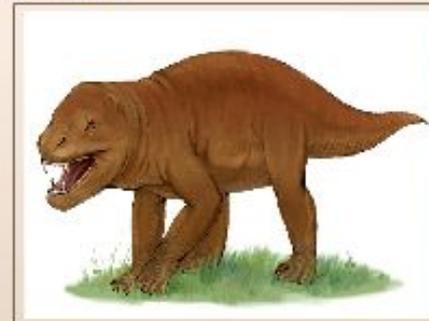
дальневосточный леопард

— сужение ареала;



суматранский тигр

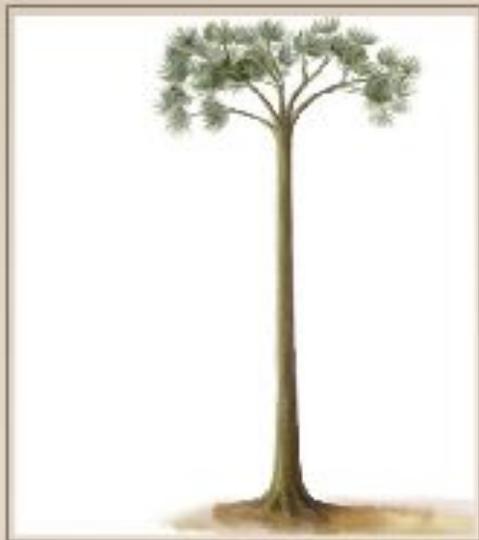
— исчезновение (вымирание) данной группы организмов.



циногнат



# Представители вымершей флоры и фауны



лепидодендрон



диатрипа



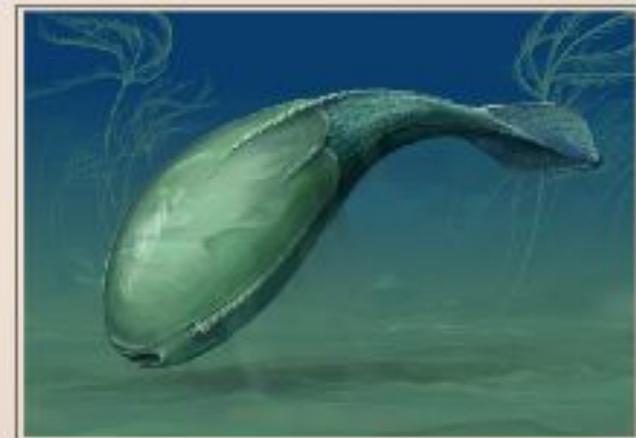
ракоскорпион



сигиллярия



мегатерий



бесчелюстные

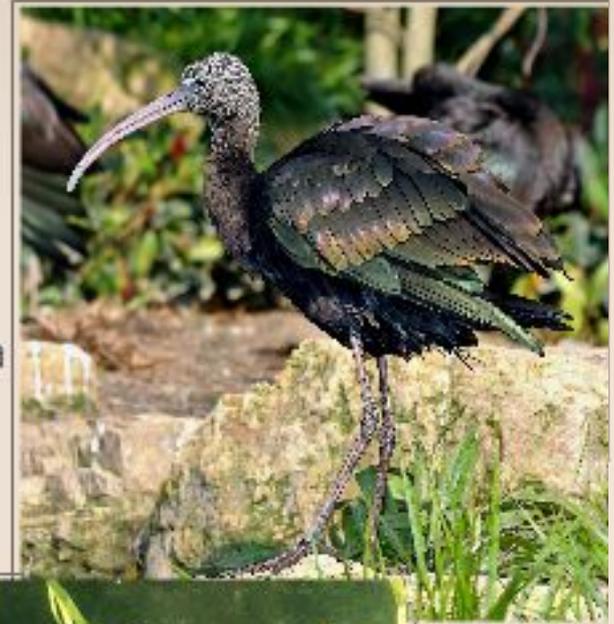


# Животные и растения, занесенные в Красную

книгу



кавказский  
камышовый  
КОТ



каравайка



кошачья змея



тритон Карелина



# Основные причины вымирания животных и растений

Узкая  
специализаци  
я

Гигантские  
размеры

Антропогенные  
факторы

# Узкая специализация



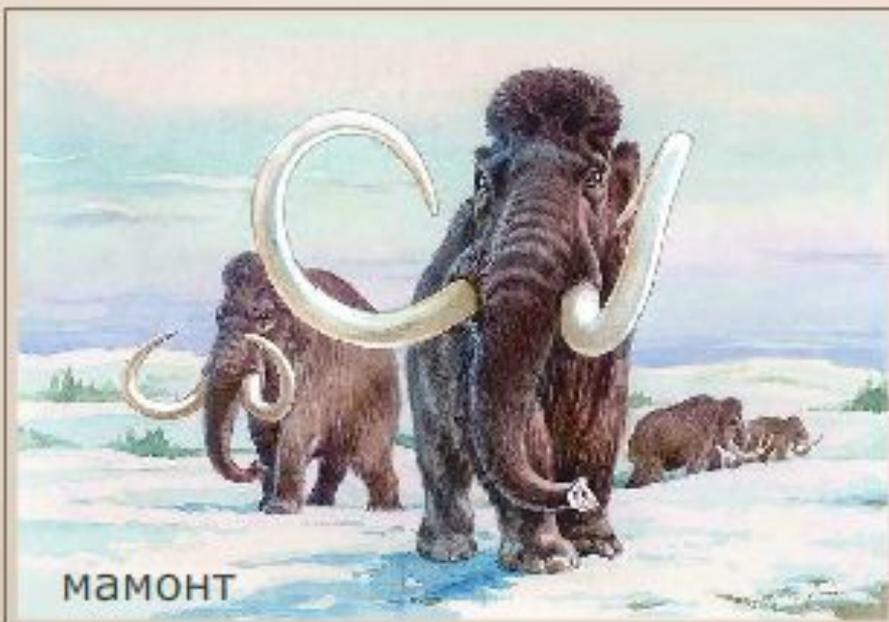
# Гигантские размеры



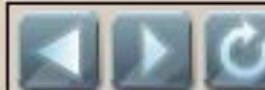
игуанодон



мегалозавр



мамонт



## Антропогенные факторы



# Биосфера



**Чем больше разнообразие, тем более устойчива**