

Факторы эволюции

ЭВОЛЮЦИЯ

```
graph TD; A[ЭВОЛЮЦИЯ] --> B[МИКРОЭВОЛЮЦИЯ]; A --> C[МАКРОЭВОЛЮЦИЯ]; B --> D[Образование ВИДОВ]; C --> E[Образование более крупных таксономических единиц ( род, семейство, класс и т.д.)];
```

МИКРОЭВОЛЮЦИЯ

МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

Образование
ВИДОВ

Образование более
крупных
таксономических
единиц (род,
семейство, класс и т.д.)

Видообразование –
результат
МИКРОЭВОЛЮЦИИ

Синтетическая теория эволюции –
популяция (дем) – элементарная
единица эволюции



КОЛМОГОРОВ
Андрей Николаевич
(1903-87)

Выдающийся советский математик Колмогоров разработал модель эволюции системы полуизолированных популяций с ограниченной численностью и непостоянным потоком генов.

Со второй половины 30-х годов теория эволюции концептуально не изменилась. В очень короткий срок – менее 10 лет была создана *теория микроэволюции*. Факторы микроэволюции, вскрытые в это время, остаются единственными и достаточными для объяснения видообразования

Факторы эволюции

направленные

ненаправленные

Естественный
отбор

мутация

изоляция

популяционные
волны

дрейф генов

Факторы эволюции:

- мутации – увеличение внутрипопуляционной изменчивости
- рекомбинации – увеличение внутрипопуляционной изменчивости
- миграция – увеличение внутрипопуляционной изменчивости
- изоляция – снижение внутрипопуляционной изменчивости
- дрейф генов – случайное ненаправленное изменение частот генов, снижение внутрипопуляционной изменчивости
- отбор – адаптивное направленное изменение частот генов, снижение внутрипопуляционной изменчивости

Факторы эволюции: рекомбинации

Рекомбинация осуществляется в ходе полового размножения

Экзотические формы рекомбинации – плазмиды у бактерий, микроДНК у кинетопластид, размножение инфузорий

У некоторых животных и растений (преимущественно пионерные формы) половое размножение вторично исчезает

У некоторых животных (коловратки, дафнии, тли) ведущим является партеногенез, половой процесс возобновляется при резком ухудшении условий обитания

У ряда растений преобладает самоопыление

У ряда растений имеется ген самонесовместимости (до 50 аллелей), препятствующих самоорлодотворению

Выгода от рекомбинации – ускорение направленного отбора благодаря высокому генетическому разнообразию.

Выгода от рекомбинации – гетерозиготность и гетерозис

Издержки рекомбинации – мутационный груз

Издержки полового размножения – затраты на поиск полового партнера

Издержки полового размножения - гаметогенез

Мутационный процесс

Это процесс в котором совершаются внезапные, естественные или вызванные искусственно наследственные изменения в генетическом материале, приводящие к изменению отдельных признаков организма.

Факторы эволюции: мутации

- Частоты мутаций гена – 10^{-4} - 10^{-8} на поколение
- В каждом поколении хотя бы одну мутацию имеют от нескольких процентов до нескольких десятков процентов особей
- Большинство мутаций – рецессивны
- Более 90% мутаций снижают выживаемость гомозигот или летальны
- некоторые мутации повышают выживаемость гомозигот или гетерозигот *в определённых условиях*: устойчивые к антибиотикам микроорганизмы, устойчивые к инсектицидам насекомые при обычных обстоятельствах уступают обычным особям



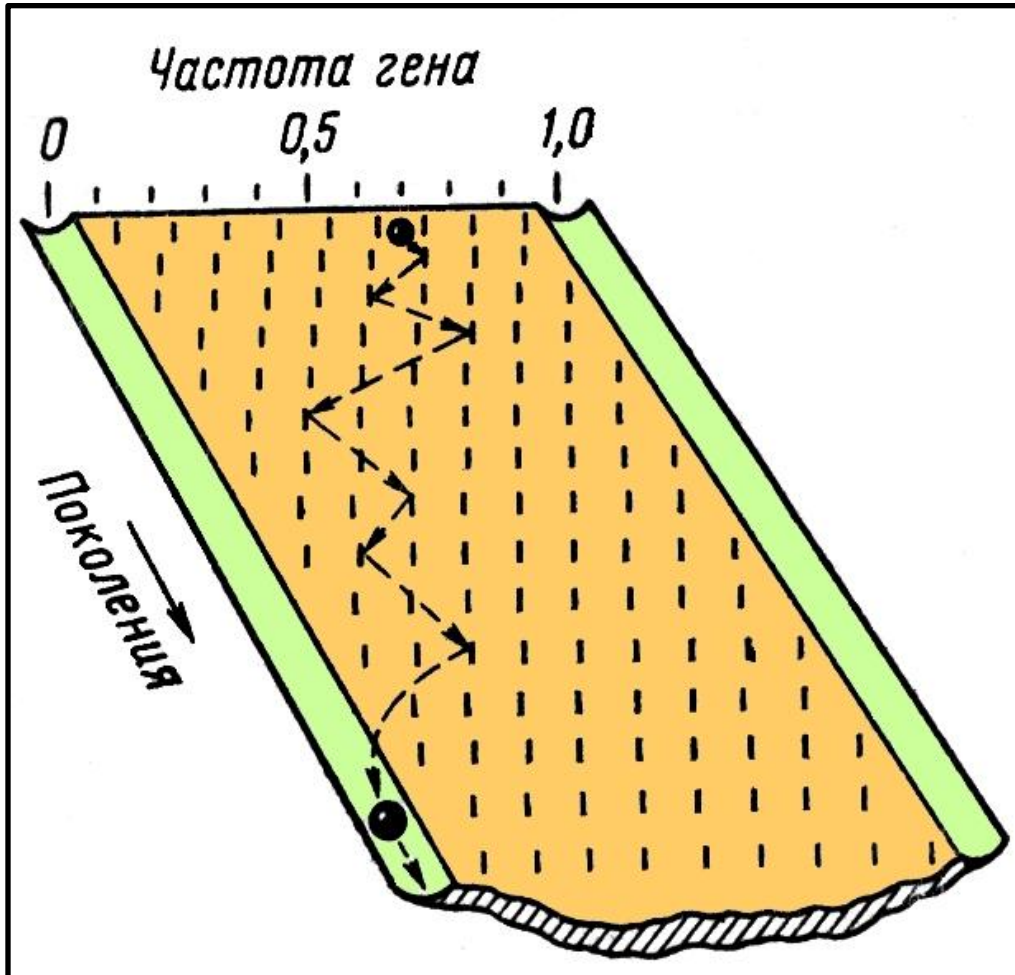
ДУБИНИН
Николай
Петрович
(1906—1998)

Случайные колебания частот генов в малых популяциях впервые были изучены Райтом (1931), который назвал их *«дрейфом генов»* и разработал соответствующую математическую модель.

Независимо от него сходные процессы были описаны Дубининым (1930) и смоделированы им совместно с Ромашовым (*«Генетическое строение вида и его эволюция»*, 1932) под названием *«генетико-автоматические процессы»*.

«До открытия генетико-автоматических процессов дарвинизм опирался только на приспособительные явления. Теперь стало ясно, что кроме отбора, мутаций, скрещивания есть ещё один, ранее неизвестный основной фактор эволюции, который обеспечивает разнообразие популяций по нейтральным особенностям» (Н. Дубинин).

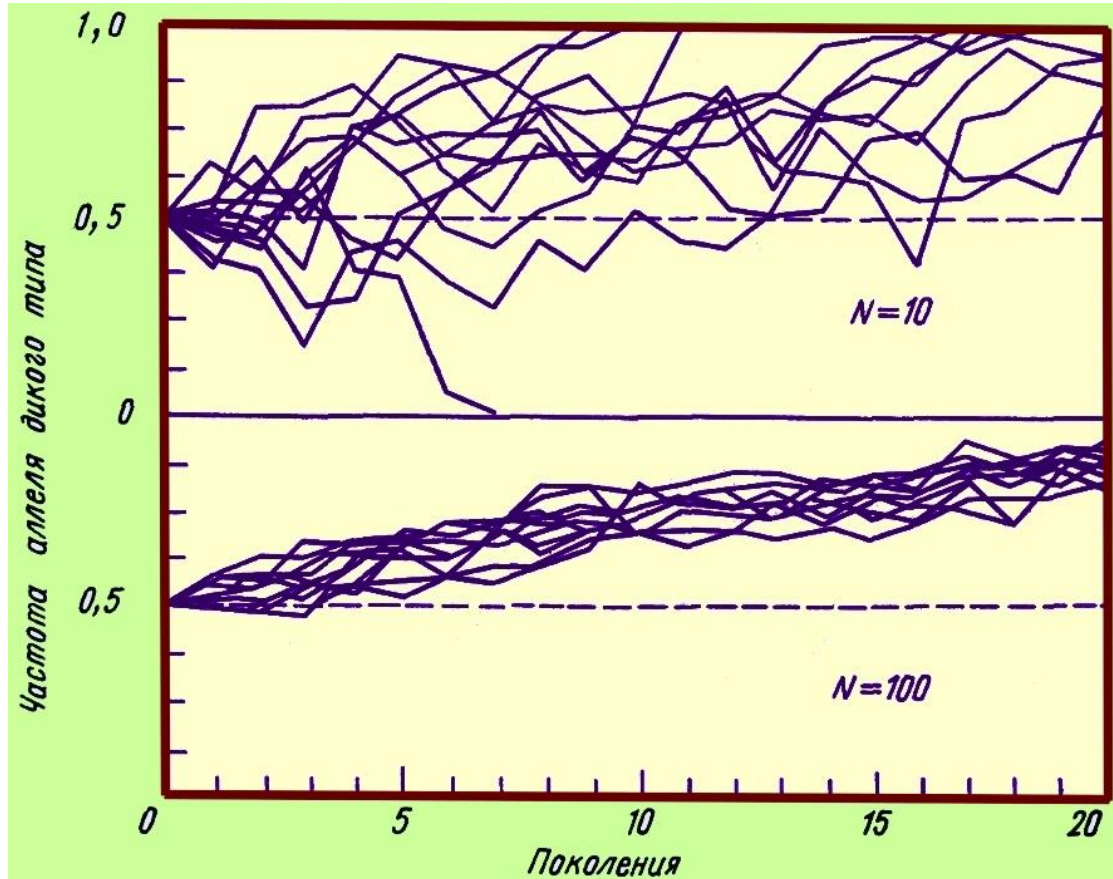
Факторы эволюции: дрейф генов



Самое значимое проявление дрейфа генов – случайное выпадение одного из аллелей. В малой популяции постоянно идут процессы снижения генетического разнообразия, накопления гомозигот.

Дрейф генов – случайные колебания частот генных комбинаций в небольших популяциях.

Факторы эволюции: дрейф генов

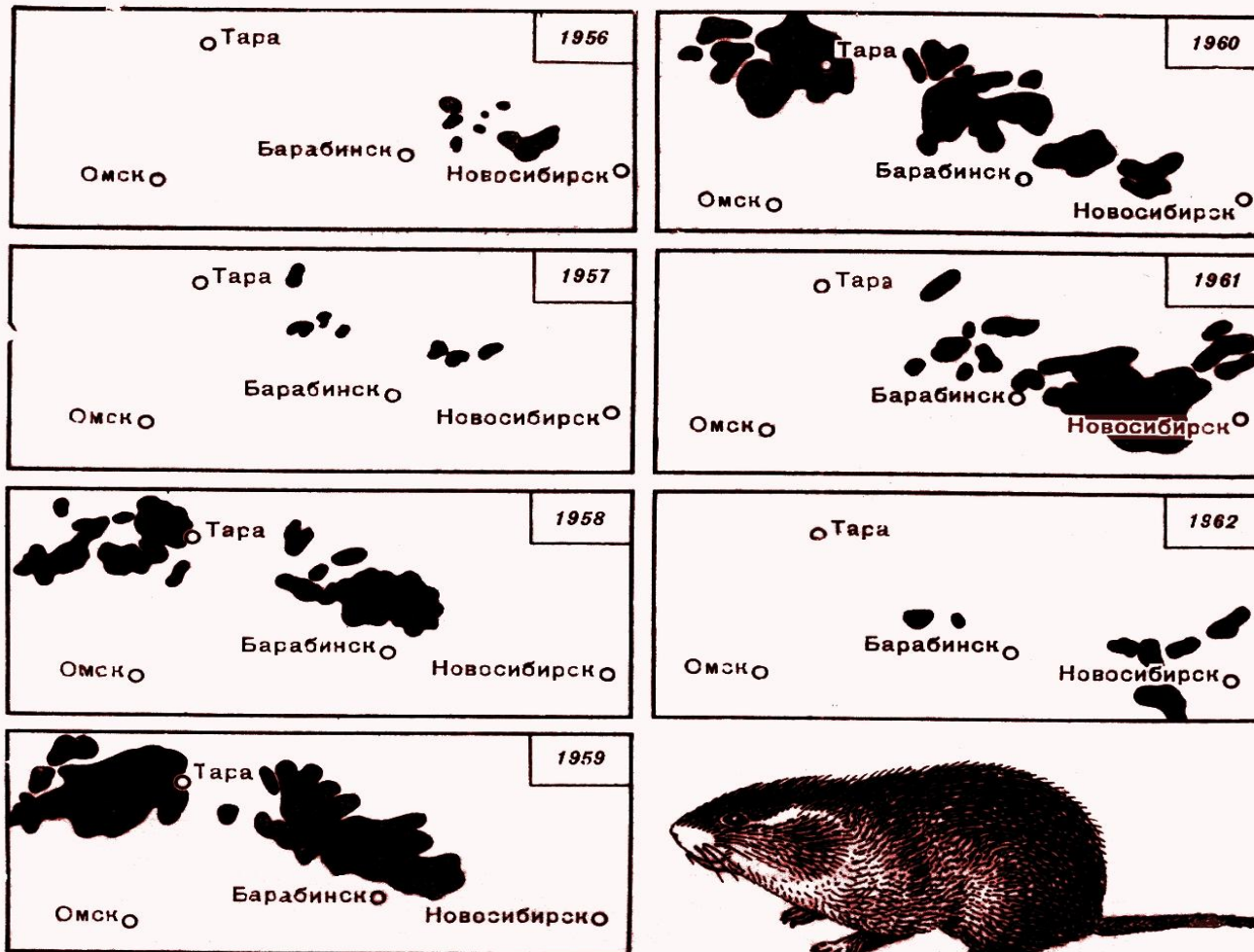


Взаимодействие отбора и дрейфа при конкуренции жуков дикого типа и гена «black» у *Tribolium*. Эксперимент проводился при двух численностях популяций: N=10 N=100

Эффект дрейфа генов выражается тем сильнее, чем меньше численность популяции. При $N > 100$ им можно пренебречь

Факторы эволюции: дрейф генов

«Прохождение через бутылочное горлышко»



Распределение и величина очагов массового размножения водяной полёвки в лесостепной зоне Западной Сибири на протяжении семи лет.

Факторы эволюции: дрейф генов

«Прохождение через бутылочное горлышко»



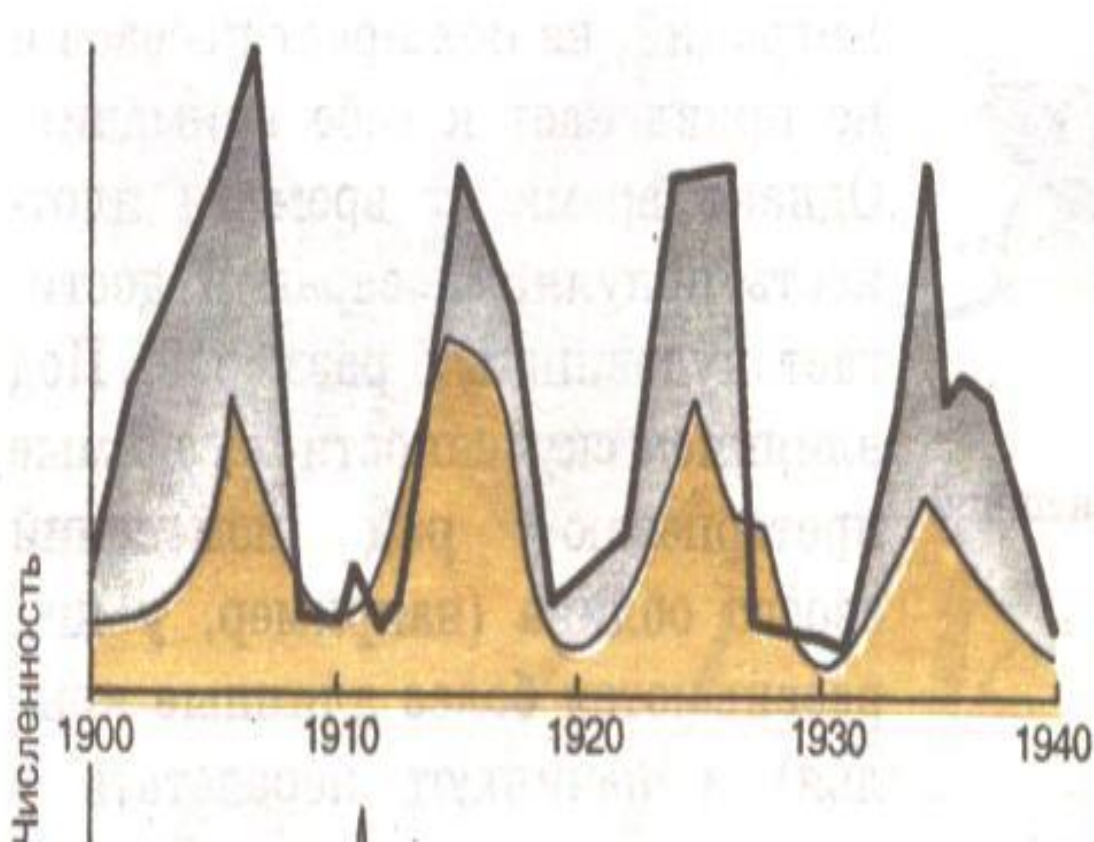
Схема колебаний численности на границе ареала вида с образованием и исчезновением отдельных популяционных островков.

Стрелки – направления миграций из основной части ареала, пунктир – кратковременные объединения групп.

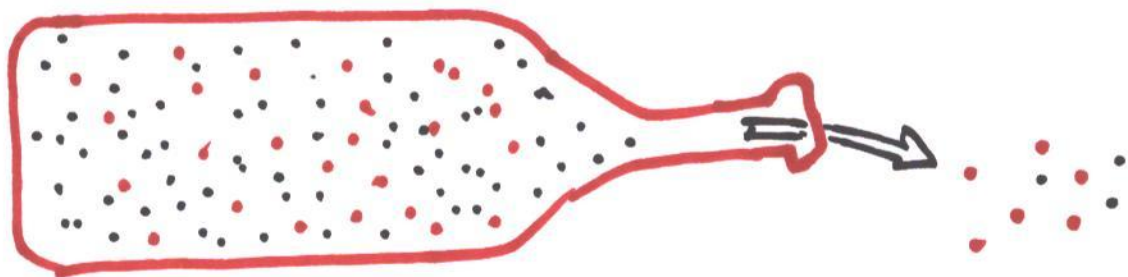


Богомолы – периодически появляющаяся в Комсомольске-н/А и окрестностях группа насекомых, стабильно обитающая южнее Малмыжа.

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

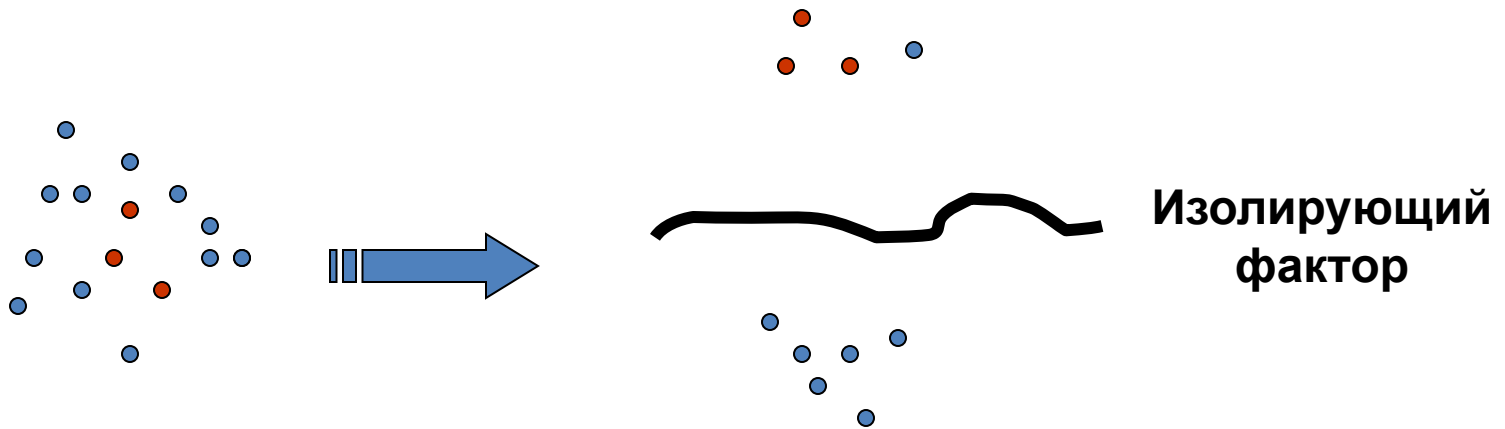


«Только весенние воды нахлынут, и без того они
сотнями гинут...»
Некрасов

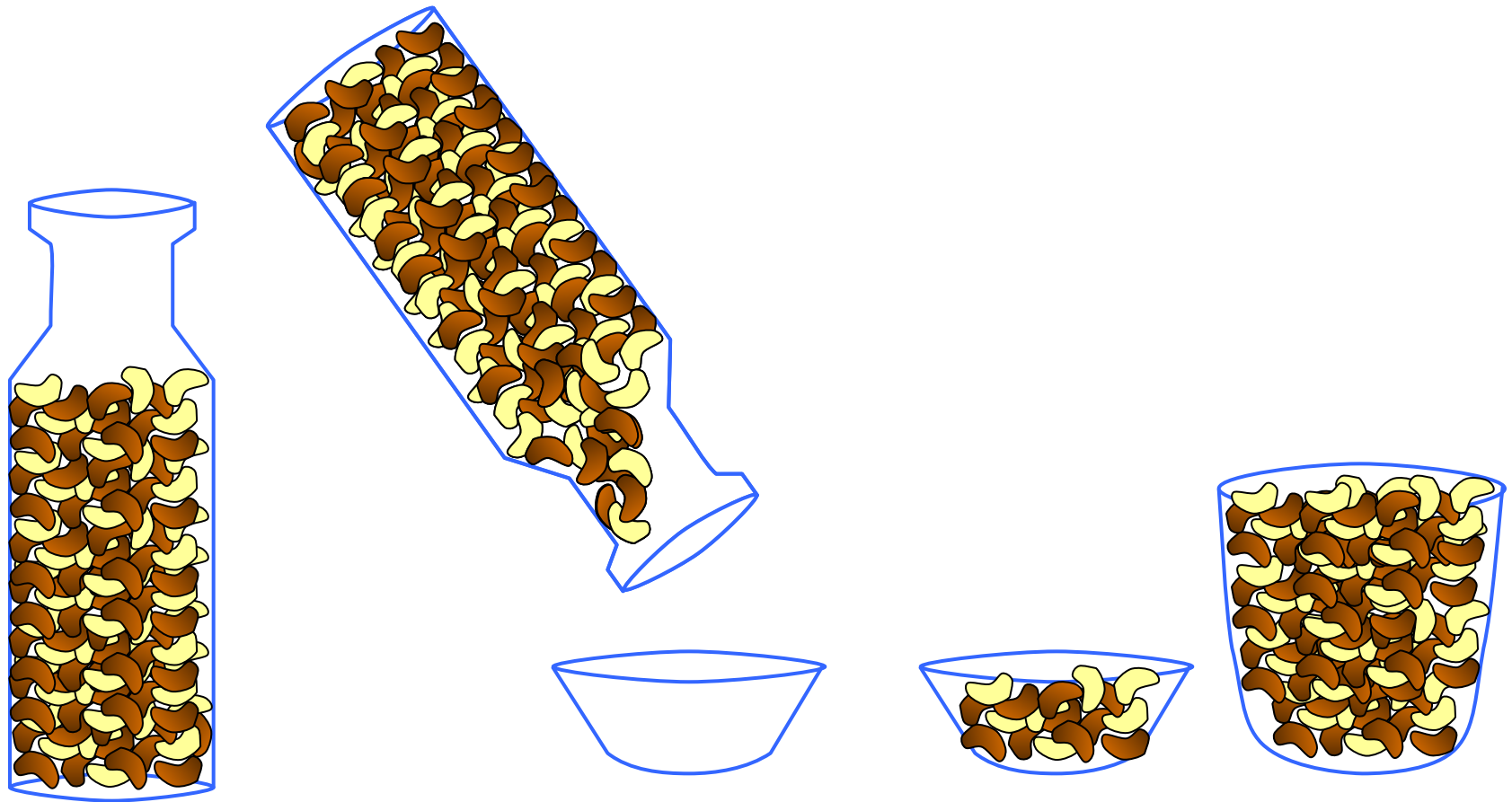


Выживают лишь немногие
особи, и
приспособленность не
играет роли, скорее
случай (в лице д.Мазая)

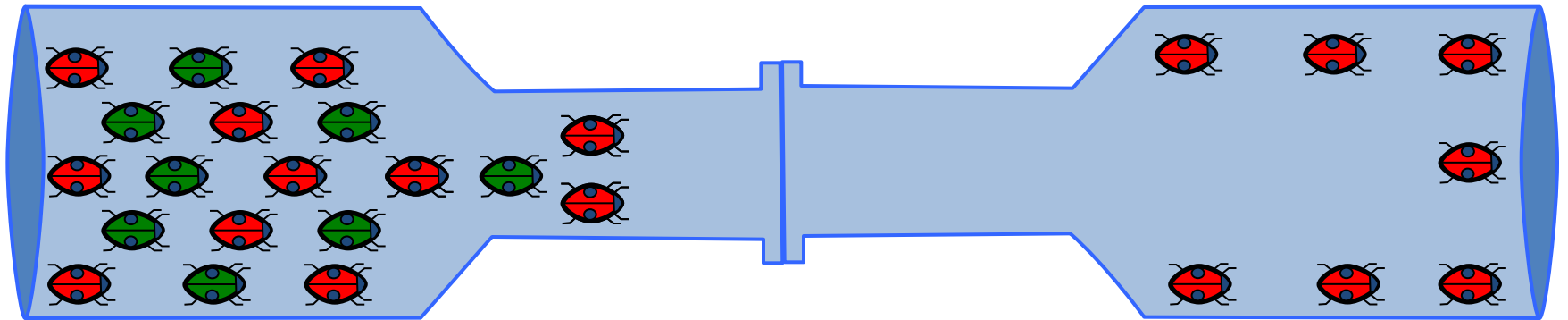
Изоляция – нарушение свободы скрещивания. В изолированной группе частоты аллелей окажутся иными, чем в большой популяции. **Изоляция приводит к дрейфу генов, и также является пусковым моментом видообразования.**



Эффект «бутылочного горлышка» на примере популяции различных семян фасоли



Эффект «бутылочного горлышка» на примере популяции насекомых

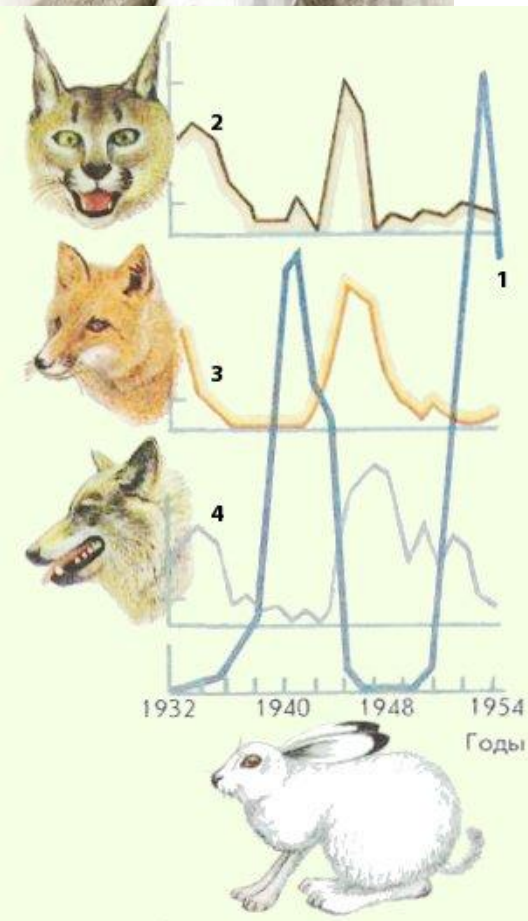




- С.С. Четвериков был одним из первых, кто обратил внимание на периодические колебания численности особей, составляющих популяцию.

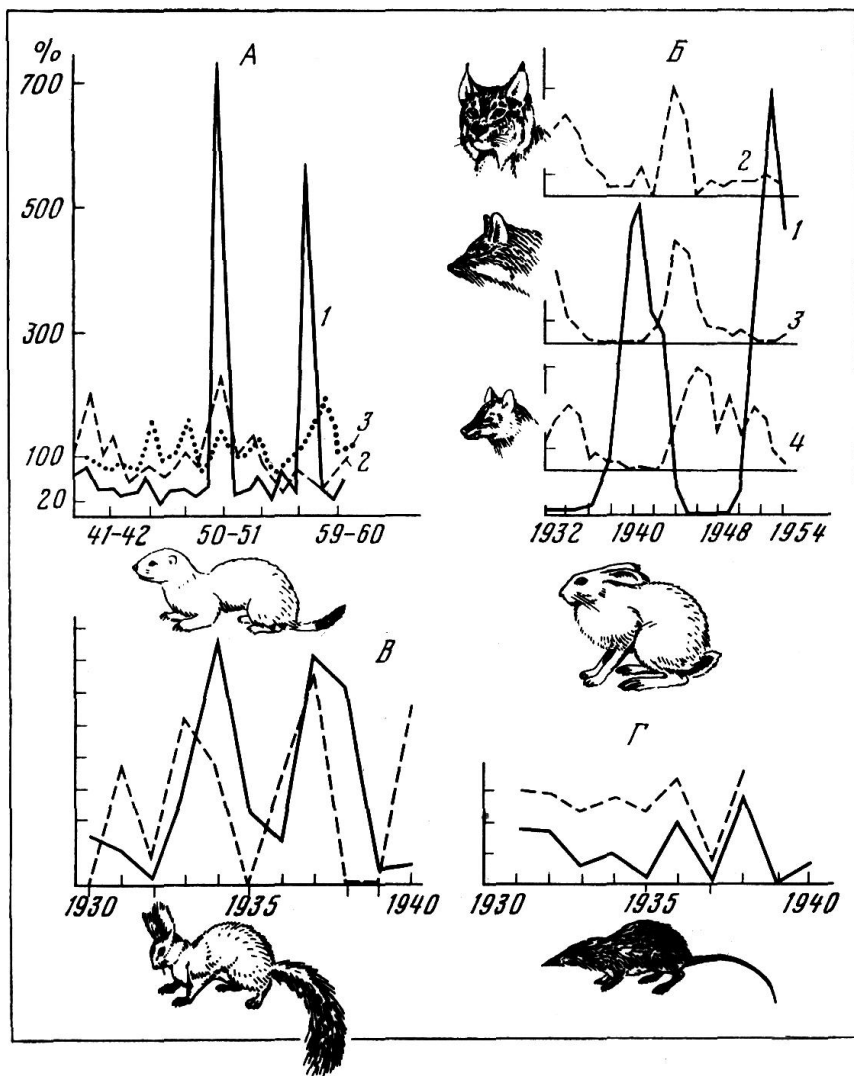
Такое **КОЛЕБАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ОСОБЕЙ ПОПУЛЯЦИИ** получило название "**ПОПУЛЯЦИОННЫХ ВОЛН**" или "**ВОЛН ЖИЗНИ**".

- Причины изменения численности популяции могут быть самыми разными: резкое изменение климата, наличием кормовой базы, стихийные бедствия, хозяйственная деятельность человека и др.



Факторы эволюции: дрейф генов

«Популяционные волны»



Колебания численности некоторых млекопитающих

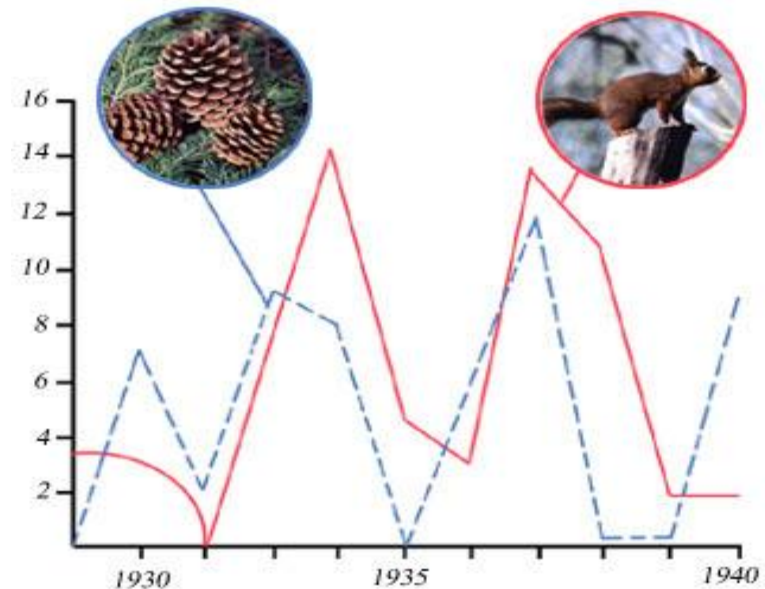
А – горноста́й (*Mustella nivalis*): 1 – северные популяции, 2 – 3 – южные районы,

Б – заяц-беляк (*Lepus timidus*): хищники (2 – рысь, 3 – волк, 4 – лисица) в центральных районах европейской части СССР

В – обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*) (сплошная линия) и величина урожая семян ели (*Picea excelsa*) в Костромской области

Г – землеройки рода *Sorex* и максимальная высота паводков в разные годы в той же области

- Волны могут совершенно случайно и резко изменять в популяции концентрацию редко встречающихся генов или целых генотипов.
- В период резкого снижения численности популяции некоторые гены (генотипы) могут полностью исчезнуть, при том независимо от их биологической ценности.
- При нарастании волн другие гены резко повысят свою концентрацию. Волны жизни, как и мутационный процесс, поставляют случайный ненаправленный генетический материал для естественного отбора.



Виды популяционных волн:

- **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.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Изоляция

```
graph TD; A[Изоляция] --> B[Географическая]; A --> C[Экологическая]; D[Усиливается генетическое различие между популяциями] --> E[Образование отдельных видов];
```

Географическая

Экологическая

Усиливается генетическое различие
между популяциями

Образование отдельных видов

**I. потенциальные
партнеры не
встречаются**

**Географическая
изоляция**

**живут в разных
местообитаниях**

**Экологическая
(сезонная) изоляция**

**размножаются в
разные сроки**

**II. потенциальные
партнеры
встречаются, но не
спариваются**

**Поведенческая
изоляция**

**отличаются по
окраске, брачным
ритуалам, песне
или запаху**

Географическая изоляция

Райские сороки живут в тропических лесах Новой Гвинеи. Каждый из пяти видов обитает на своем горном хребте, отделенном от остальных саванной. Морфологические различия между видами настолько существенны, что изначально они были описаны в качестве отдельных родов.

БЛИЗКИЕ ВИДЫ РАЙСКИХ СОРОК



Экологическая изоляции

Озеро Тана (Эфиопия) заселено комплексом
близкородственных видов рыб-барбусов.

Поскольку других видов рыб в озере очень мало,
то барбусы освоили все доступные экологические
НИШИ.



Форма, питающаяся смешанной пищей

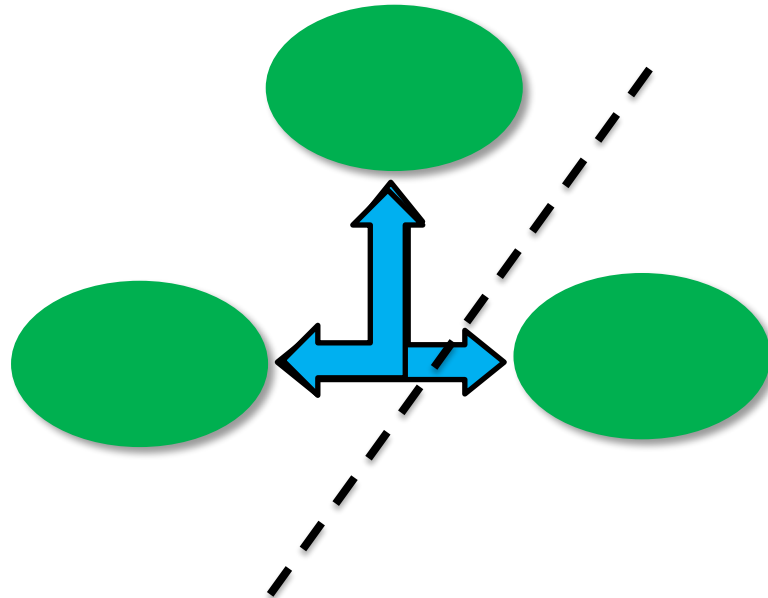


Добывает насекомых, планктон и мальков рыб у поверхности воды



Хищник

видообразование – это разделение генетически открытой системы (такими являются по отношению друг к другу популяции и их группы внутри вида) на генетически закрытые (или обязательно устойчивые) системы.

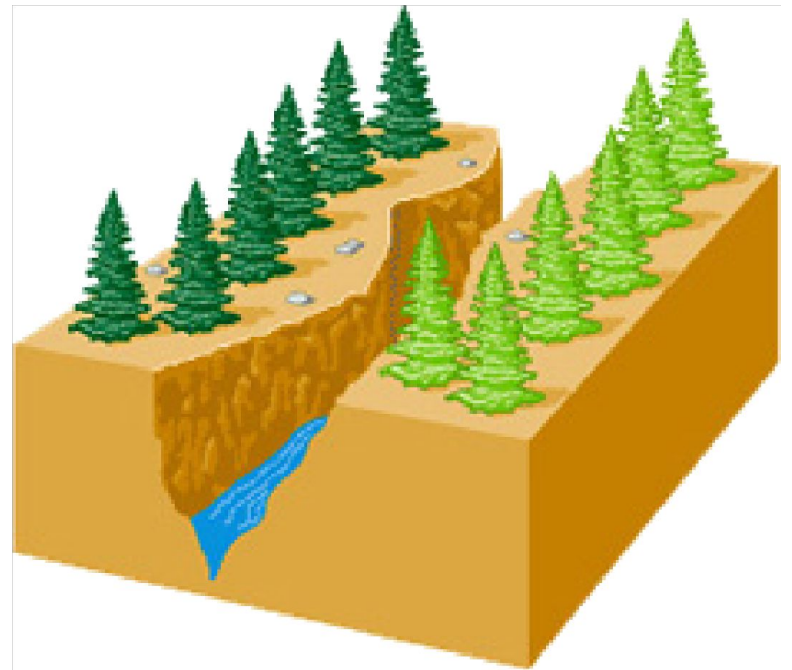
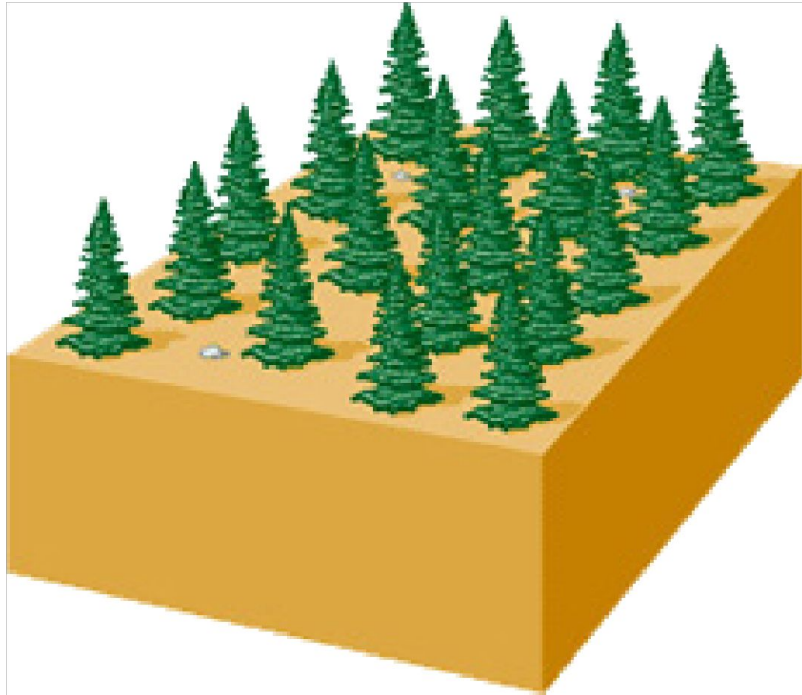


Изоляция как пусковой механизм видообразования

Каждый вид – это замкнутая генетическая система. Особи одного вида могут друг с другом скрещиваться и давать плодовитое потомство, а представители разных видов не скрещиваются вовсе, а если и скрещиваются, то потомства не дают, а если и дают, то потомство это бесплодно.

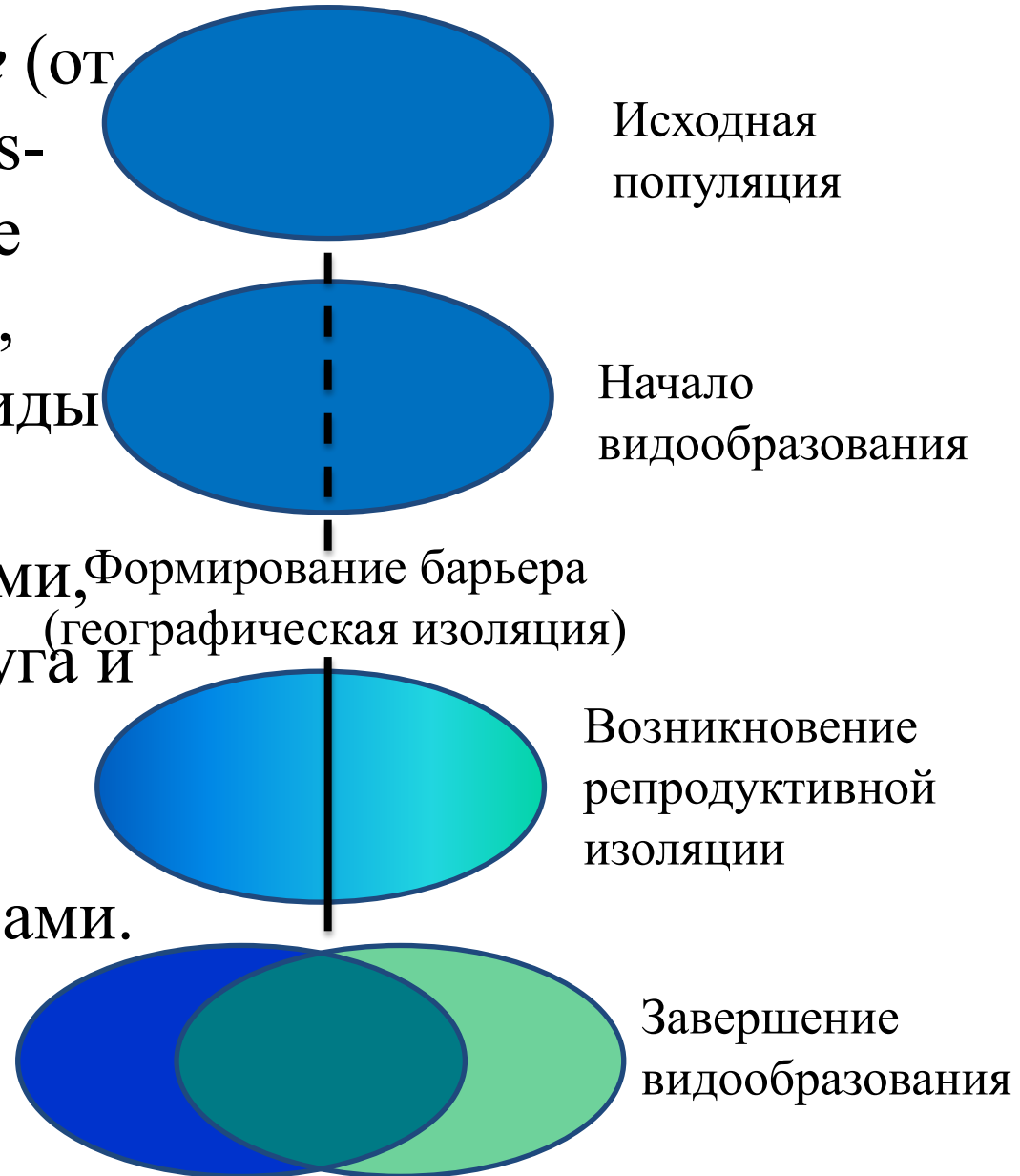
Существуют разные формы внутривидовой изоляции.

Типы видообразования: симпатрическое

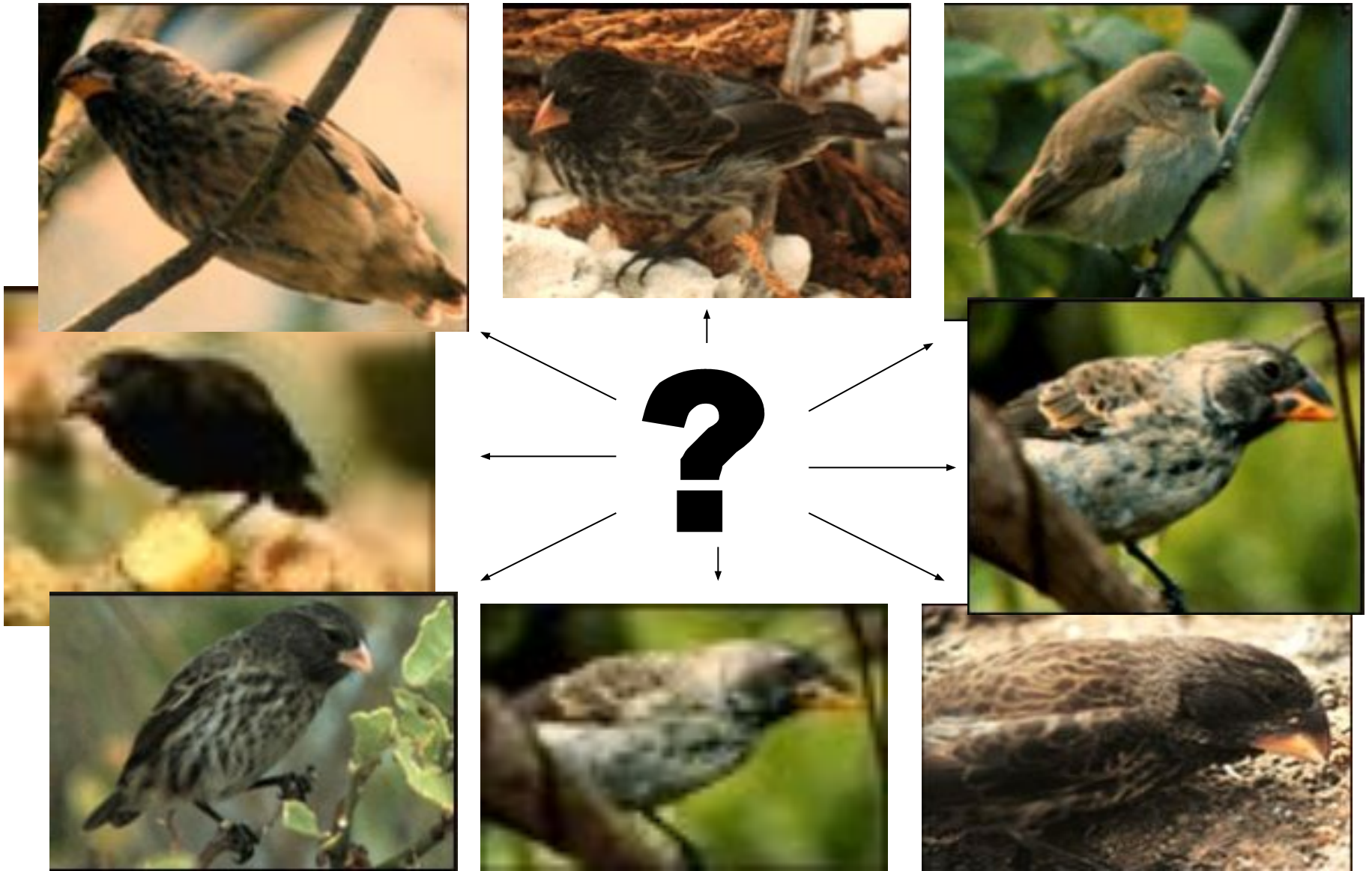


Основные способы видообразования

*эколог***Аллопатрическое** (от греч. *allos* – другой, *patris* – родина) видообразование происходит в том случае, когда нарождающиеся виды оказываются пространственно разобщенными, отделенными друг от друга и от исходного вида труднопреодолимыми географическими барьерами.

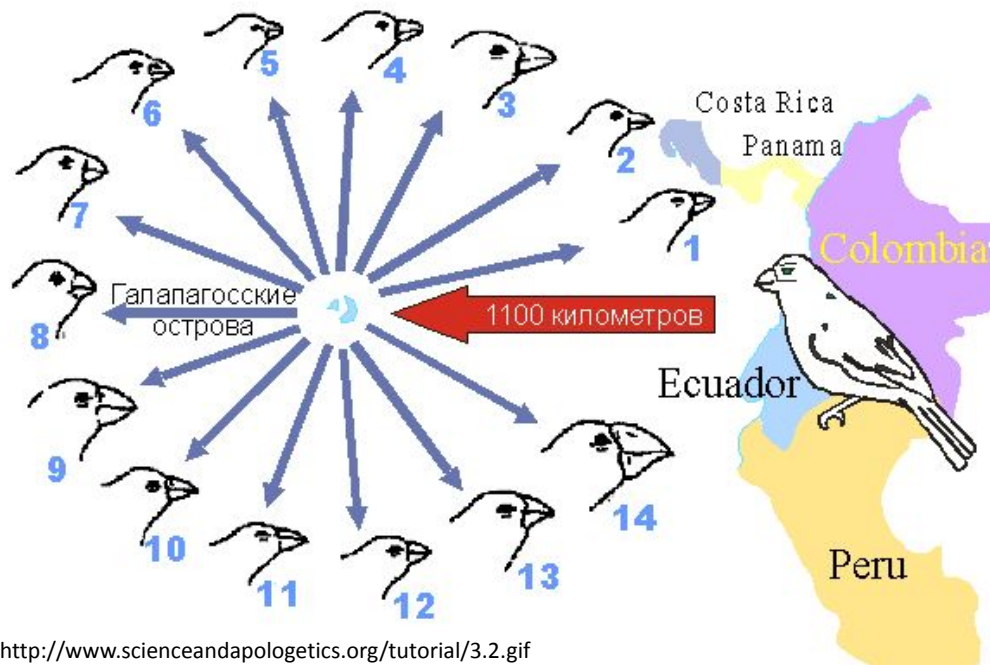


Галапагосские вьюрки



Аллопатрическое видообразование

Вьюрки на Галапагосских островах, описанные впервые Ч. Дарвином, — свидетельство эффективности аллопатрического видообразования. Молекулярный анализ их ДНК показывает, что при всем удивительном морфологическом многообразии видов Дарвиновых вьюрков, все они являются потомками одного единственного континентального вида. Его представители попали на Галапагоссы несколько миллионов лет назад и дали начало четырём основным линиям.



Аллопатрическое видообразование

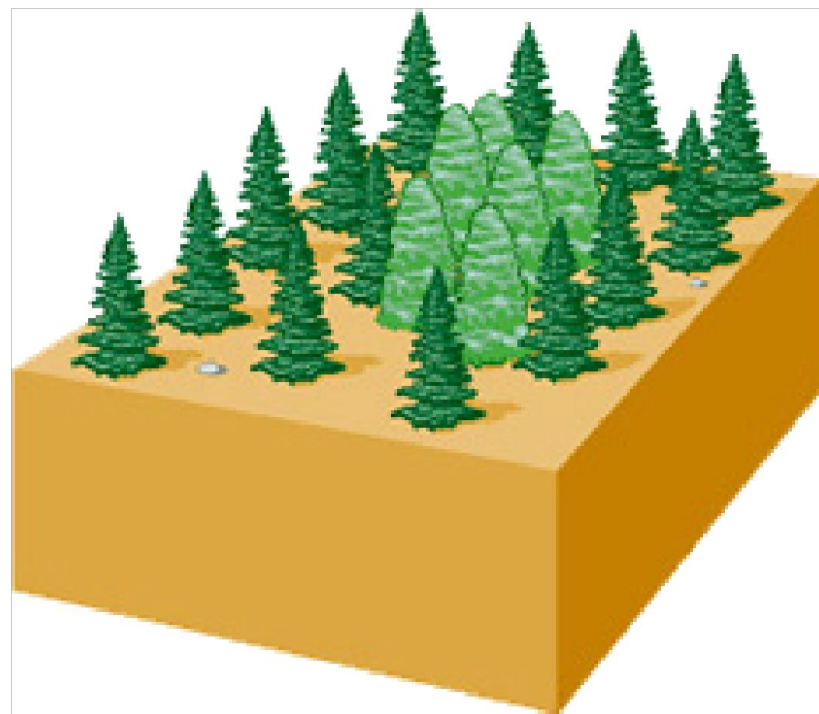
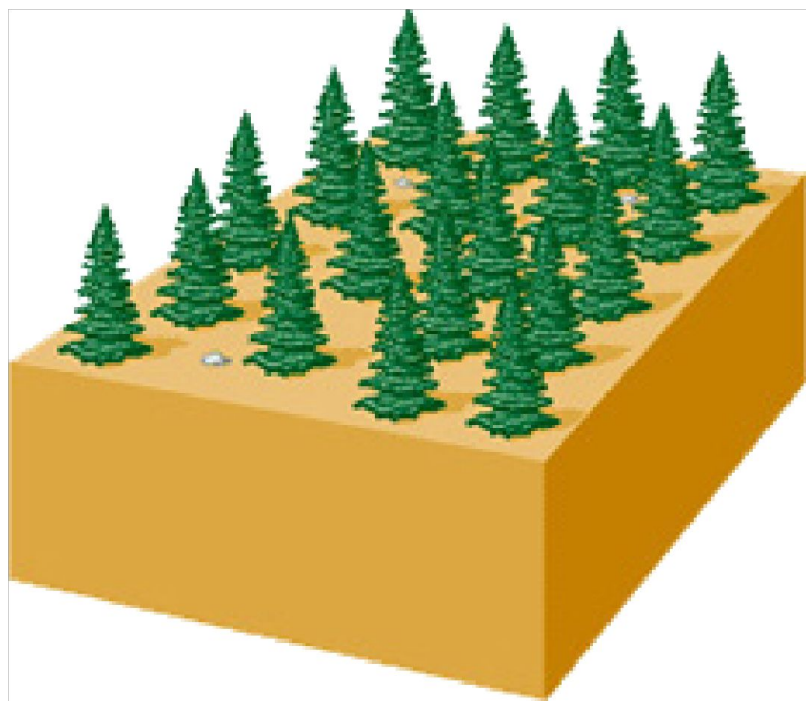


**РАСШИРЕНИЕ
АРЕАЛА**

**МНОГООБРАЗИ
Е
ВИДОВ ЗАЙЦЕВ**

Типы видообразования:

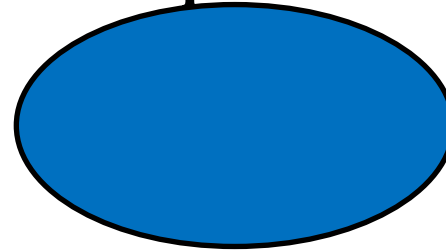
Симпатрический



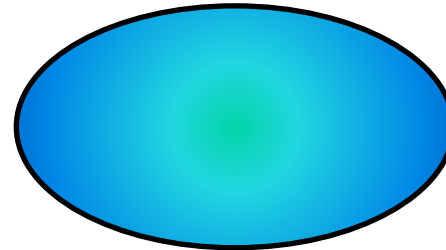
Экологическое

Ученые предполагают, что в особых случаях репродуктивная изоляция может возникнуть между определенными особями и всей остальной популяцией в пределах одной территории. Такой способ видообразования называют *симпатрическим* (от греч. *syn* – вместе, *patris* – родина).

Симпатрическое видообразование

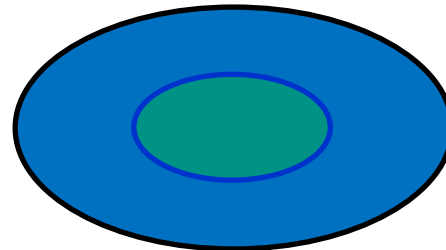


Исходная популяция

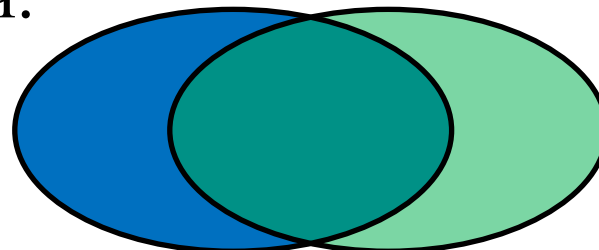


Начало видообразования

Экологическая специализация внутри вида

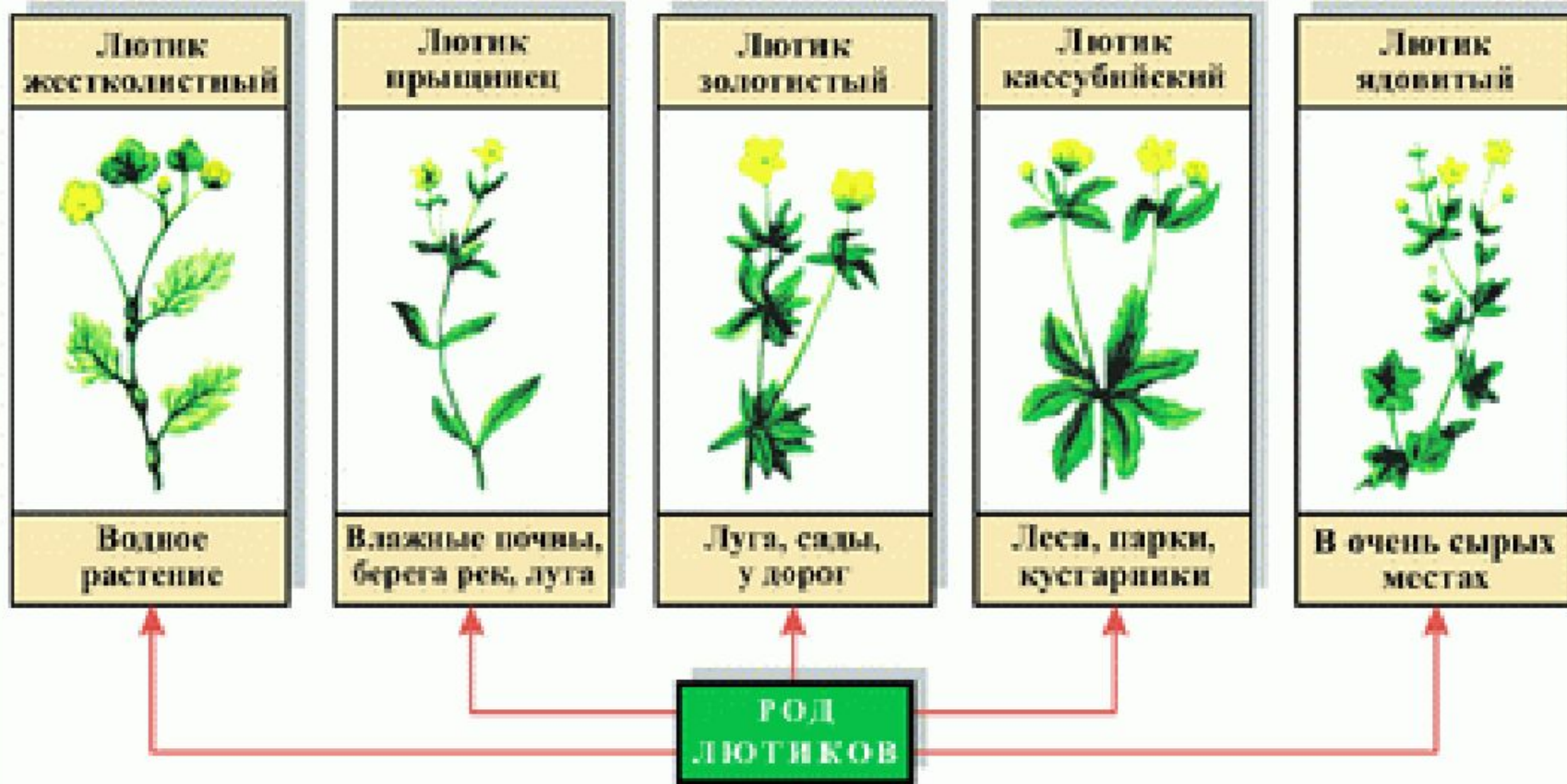


Возникновение репродуктивной изоляции



Завершение видообразования

МНОГООБРАЗИЕ ВИДОВ ЛЮТИКОВ - РЕЗУЛЬТАТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА
Видообразование в роде лютиков в связи с освоением различных мест обитания





МНОГООБРАЗИЕ ВИДОВ СИНИЦ - РЕЗУЛЬТАТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

Видообразование в роде синиц в связи с пищевой специализацией



Основа видообразования

?

Репродуктивная ИЗОЛЯЦИЯ

ВИДООБРАЗОВАНИЕ

ПОСТЕПЕННОЕ

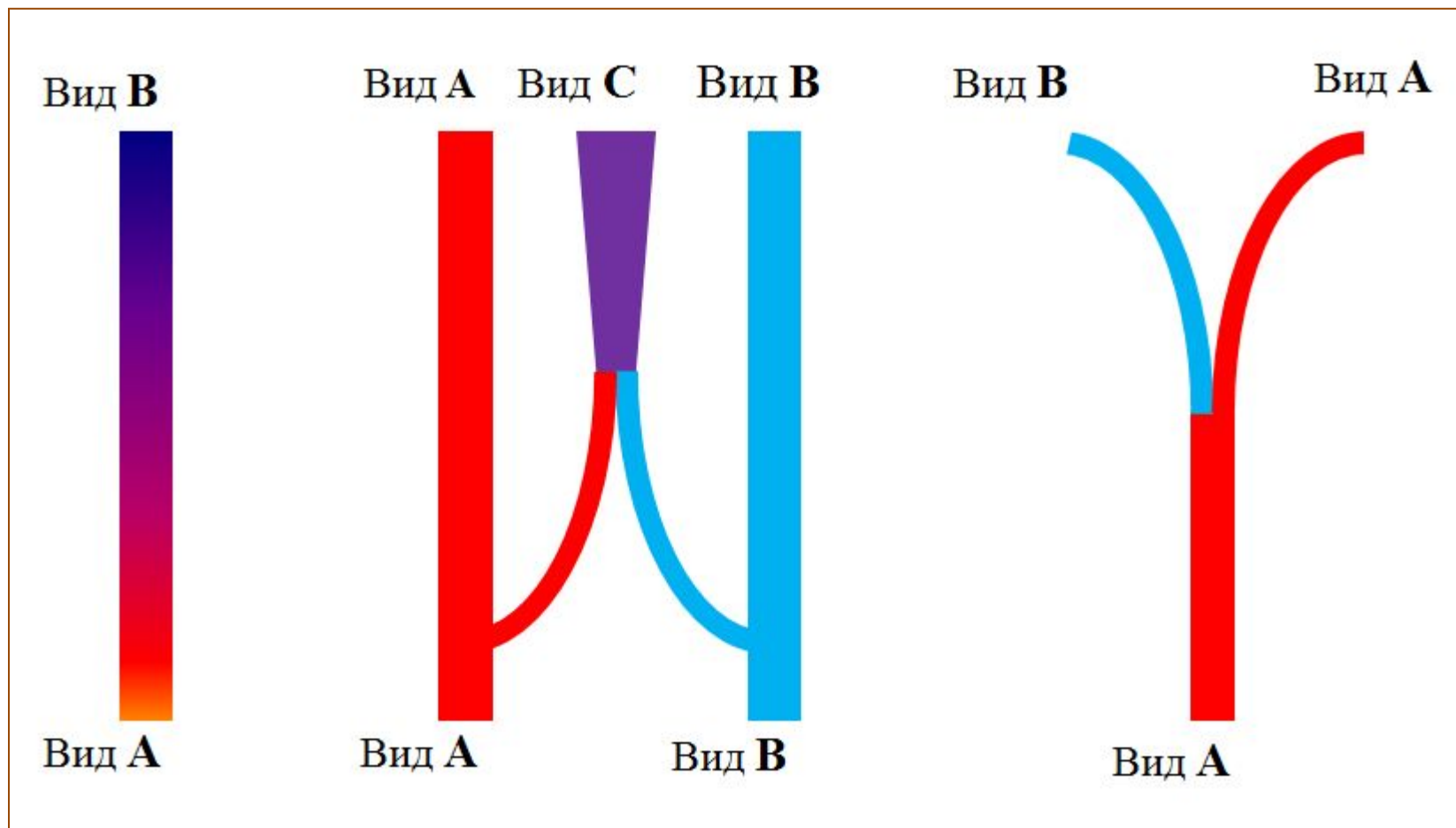
ВНЕЗАПНОЕ

ДИВЕРГЕНТНОЕ

ФИЛИТИЧЕСКОЕ

ГИБРИДОГЕННОЕ

Пути видообразования



Филетическое
видообразование

Гибридогенное
образование вида С

Дивергентное
видообразование



Результат микроэволюции

- Многообразие видов
- Приспособленность организмов к определенной среде обитания

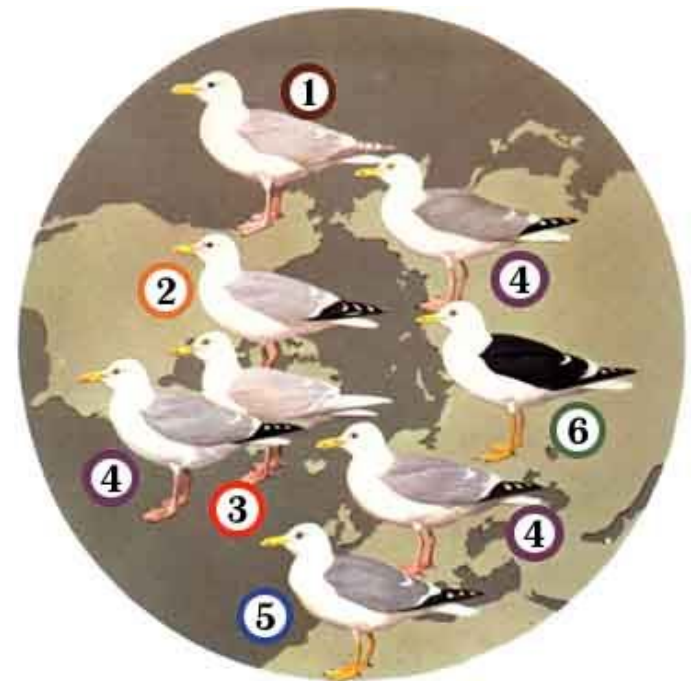
ВЫВОД:

**Без видообразования
немыслимо
разнообразие и
прогресс в природе.**

Пространственная изоляция возникает между популяциями, далеко отстоящими друг от друга или разделенными географическими барьерами.



http://evolution2.narod.ru/evo19_files/image008.jpg



<http://www.darwin.museum.ru/expos/floor2/img/krug2.jpg>

Кольцевой ареал чаек. На берегах Северного и Балтийского морей обитают два вида чаек – серебристая чайка и клуша-хохотунья. Эти два вида объединяются друг с другом на другом краю ареала, образуя цепь связанных популяций.

Экологическая изоляция.

Эта форма биологической изоляции основывается на разнообразии организмов по экологии их размножения и предпочтительному местообитанию. Обычно они имеют предпочтение к размножению либо в определенных местах, либо в определенные сроки. Например, в озере Севан обнаружено 6 изолированных популяций одного вида форели, имеющих различные места нереста в реках и ручьях, питающих озеро.

http://www.profi-forex.org/system/news/A09-12_4.jpg



Севанская форель

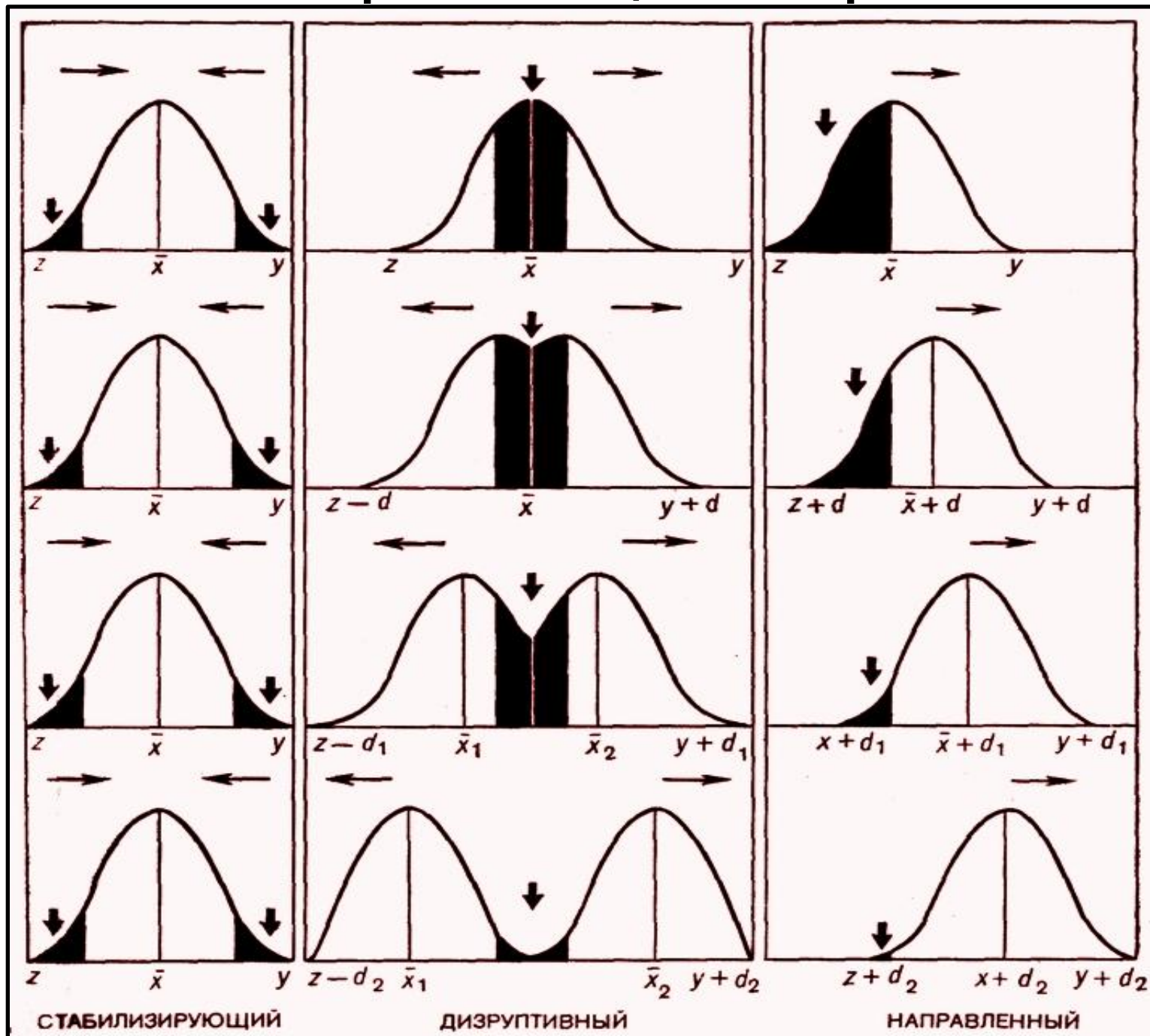
Экологическая изоляция.

В других случаях решающее значение имеет временная изоляция. Убедительным примером служат популяции четных и нечетных лет у тихоокеанских лососей. Цикл развития этих рыб составляет два года, после чего они поднимаются в верховья рек, впадающих в океан, нерестятся и погибают. Популяции четных и нечетных лет могут жить по соседству друг с другом, но, тем не менее, они практически никогда не скрещиваются.



Нерка во время нереста

Факторы эволюции: отбор



Три главных типа отбора

При *стабилизирующем отборе* среда благоприятствует организмам, признаки которых близки к средним для данной популяции; соответственно изменений в популяции либо не происходит, либо они невелики.

Дизруптивный отбор благоприятствует крайним значениям признаков и вызывает разделение популяции на две.

Направленный отбор благоприятствует одному из крайних значений и приводит к сдвигу среднего для данной популяции в сторону крайнего значения. Кривые отражают частоту особей с определенным диапазоном изменчивости от x до y ; зачерненные области — фенотипы, элиминированные отбором; тонкие стрелки — направление эволюционного изменения; d — величина

Результат длительной внутривидовой изоляции

Длительная внутривидовая изоляция приводит к тому, что каждая популяция эволюционирует независимо. Мутации, возникающие в одной популяции, не могут проникнуть в другую. Дрейф генов приводит к тому, что в разных популяциях фиксируются разные наборы аллелей. Естественный отбор перестраивает генетическую структуру каждой изолированной популяции на свой лад, приспособляя каждую из них к локальным условиям.

Независимая эволюция изолированных популяций ведет к тому, что между ними увеличиваются генетические различия. Они становятся все менее похожими друг на друга по ряду морфологических, физиологических и поведенческих признаков. Это в свою очередь ведет к возникновению биологических механизмов изоляции и к видообразованию. Возникает *репродуктивная изоляция*.

Симпатрическое видообразование

http://evolution2.narod.ru/evo19_files/image006.jpg



Цихлиды оз. Виктория

В африканском озере Виктория, которое образовались всего 12 тыс. лет назад, обитают более 500 видов рыб-цихлид, отличающиеся друг от друга по морфологии, образу жизни, поведению и ряду других признаков. Молекулярно-генетический анализ показывает, что все они произошли от одного общего предка.

Механизмы симпатрического видообразования

1. Быстрое изменение кариотипа, например автополиплоидия



http://www.naturalist.if.ua/wp-content/chrysanthemum_diversity_st_naturalist.jpg

В роде хризантем все формы имеют число хромосом, кратное 9, 18, 27, 36, 45....90.

Механизмы симпатрического видообразования

2. Гибридизация с последующим удвоением числа хромосом



http://data4.su/perhry.cz/superhry/TSO_40e1f8z/1600/019/19156-1600.jpg

Тёрн ($2n = 32$)

X



http://www.isdmos.ru/images/price/photo_1212.jpg

Алыча ($2n = 16$)



http://www.sowor.ru/uploads/posts/2011-07/1311101760_30.jpg

Слива ($2n = 48$)

Механизмы симпатрического видообразования

3. Возникновение хромосомных перестроек

Хорошим примером служит пара видов, Кларкия двудольная и Кларкия язычковая, — однолетние травы, произрастающие в горах Сьерра-Невада (Калифорния). Совершенно ясно, что широко распространенный вид К. двудольная ($2n=16$), судя по его хромосомам и экологии, является предковым, а узкоэндемичный вид К. язычковая ($2n = 18$), распространенный по южной границе ареала, — производная форма.

http://farm5.static.flickr.com/4006/4708782147_1129df927a.jpg



Кларкия двудольная

http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000_0000/1209/0171.jpeg



Кларкия язычковая

Механизмы симпатрического видообразования

Указанные два вида различаются кариотипически по двум независимым транслокациям, инверсии и по основному числу хромосом. Эти различия создают между ними преграду хромосомной стерильности. Одна из транслокаций связана с дополнительной девятой хромосомой у *К. двудольной*. Отличительные признаки цветка *К. язычковой* также связаны с этой девятой хромосомой.

http://farm5.static.flickr.com/4006/4708782147_1129df927a.jpg



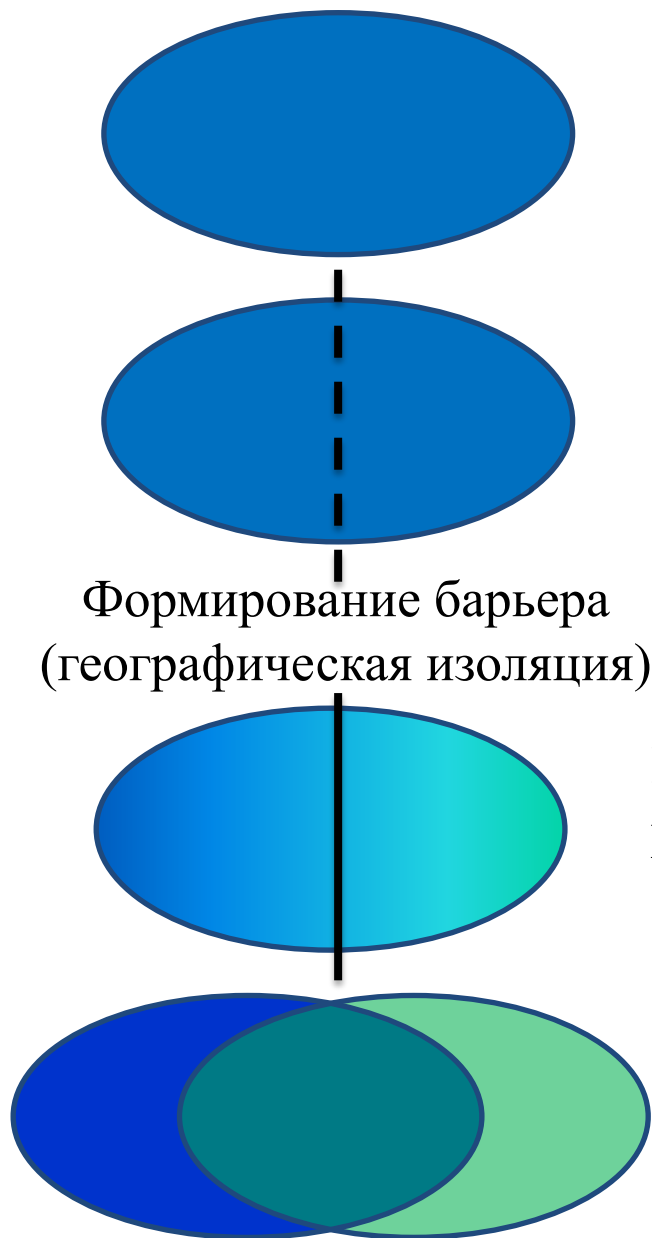
Кларкия двудольная

http://calphotos.berkeley.edu/imgs/512x768/0000_0000/1209/0171.jpeg



Кларкия язычковая

Аллопатрическое видообразование



Исходная популяция

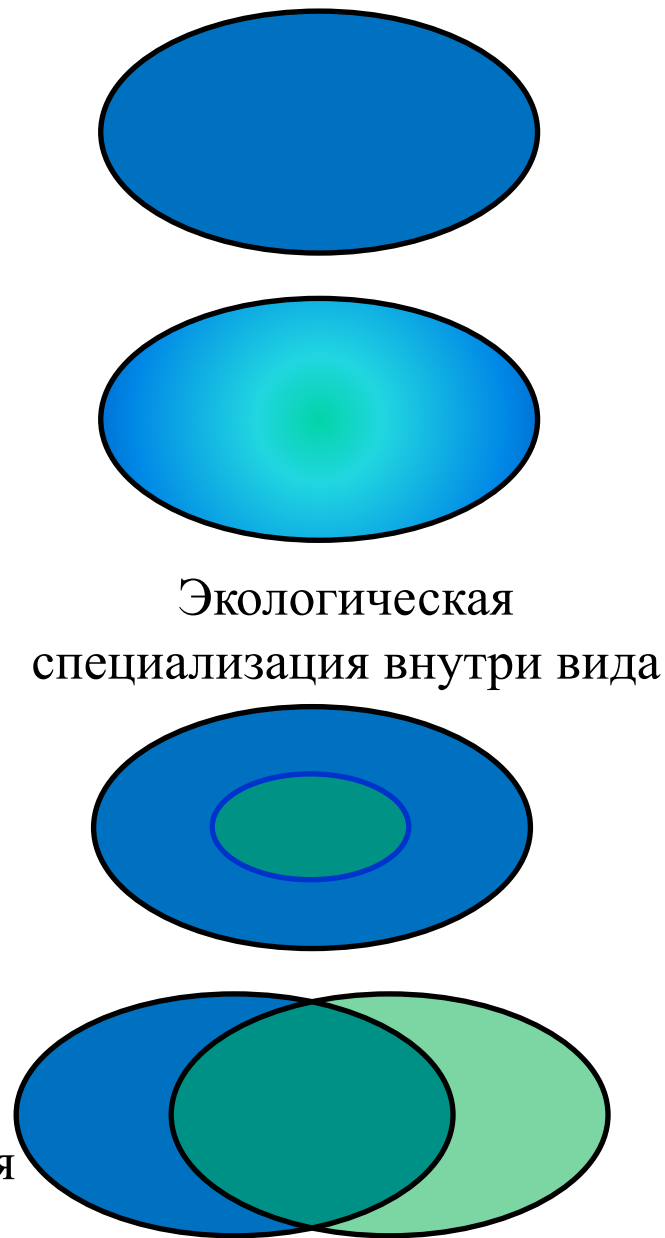
Начало видообразования

Формирование барьера (географическая изоляция)

Возникновение репродуктивной изоляции

Завершение видообразования

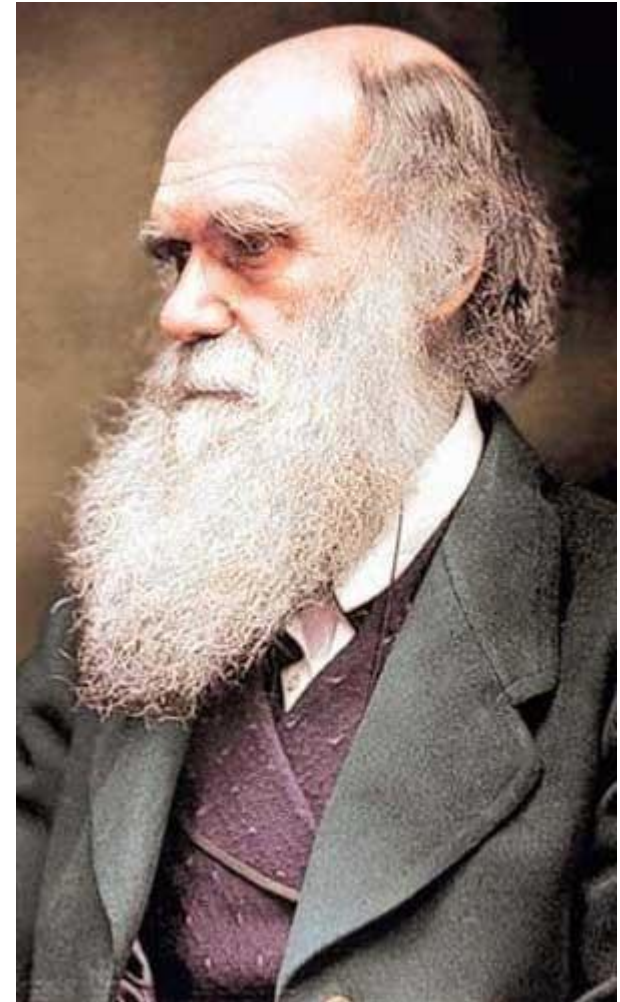
Симпатрическое видообразование



Экологическая специализация внутри вида

Завершение видообразования

Естественный отбор — процесс, приводящий к выживанию и преимущественному размножению более приспособленных к данным условиям среды особей, обладающих полезными наследственными признаками.



Ч. Дарвин

Естественный отбор

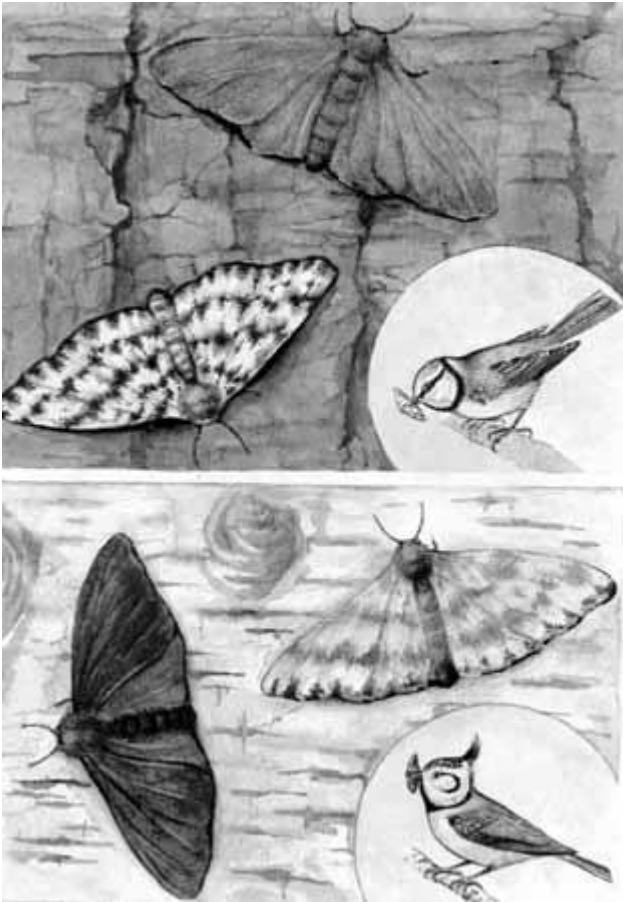
Движущий
отбор

Стабилизирующий
отбор

Дизруптивный отбор

Половой
отбор

Движущий отбор



<http://bio.1september.ru/2002/20/25.jpg>

Движущий отбор — форма естественного отбора, которая действует при направленном изменении условий внешней среды и способствует сдвигу среднего значения признака или свойства.



Стабилизирующий отбор

http://www.mmedia.nsu.ru/?db=museum_68&el=1504&mmedia=ATTR4

Стабилизирующий отбор — форма естественного отбора, обуславливающая сохранение адаптивных признаков организмов в неизменных условиях окружающей среды.

Согласно И. И. Шмальгаузену — автору термина «С. о.», происходит увеличение генетического разнообразия популяции: при сохранении неизменным фенотипа накапливаются рецессивные аллели, вследствие чего Генофонд популяции обогащается.



И.И. Шмальгаузен

Стабилизирующий отбор



Латимерия

Ж
ив
ые
ис
ко
па
ем
ые



Гаттерия



Гинкго

Дизруптивный отбор

При стабилизирующем отборе преимуществом обладают особи со средним проявлением признаков, при движущем – одна из крайних форм. Теоретически мыслима еще одна форма отбора – дизруптивный или разрывающий отбор, когда преимущество приобретают обе крайние формы.

Дизруптивный отбор действует в условиях длительных и разнонаправленных изменений условий окружающей среды.



Погремок луговой

Действием дизруптивного отбора объясняют образование сезонных рас у некоторых сорных растений. Было показано, что сроки цветения и созревания семян у одного из видов таких растений - погремка лугового- растянуты почти на все лето, причем большая часть растений цветет и плодоносит в середине лета. Однако на сенокосных лугах получают преимущества те растения, которые успевают отцвести и дать семена до покоса, и те, которые дают семена в конце лета, после покоса. В результате образуются две расы погремка – ранне- и позднецветущая.



Возникновение мимикрирующих форм у самок африканского парусника.

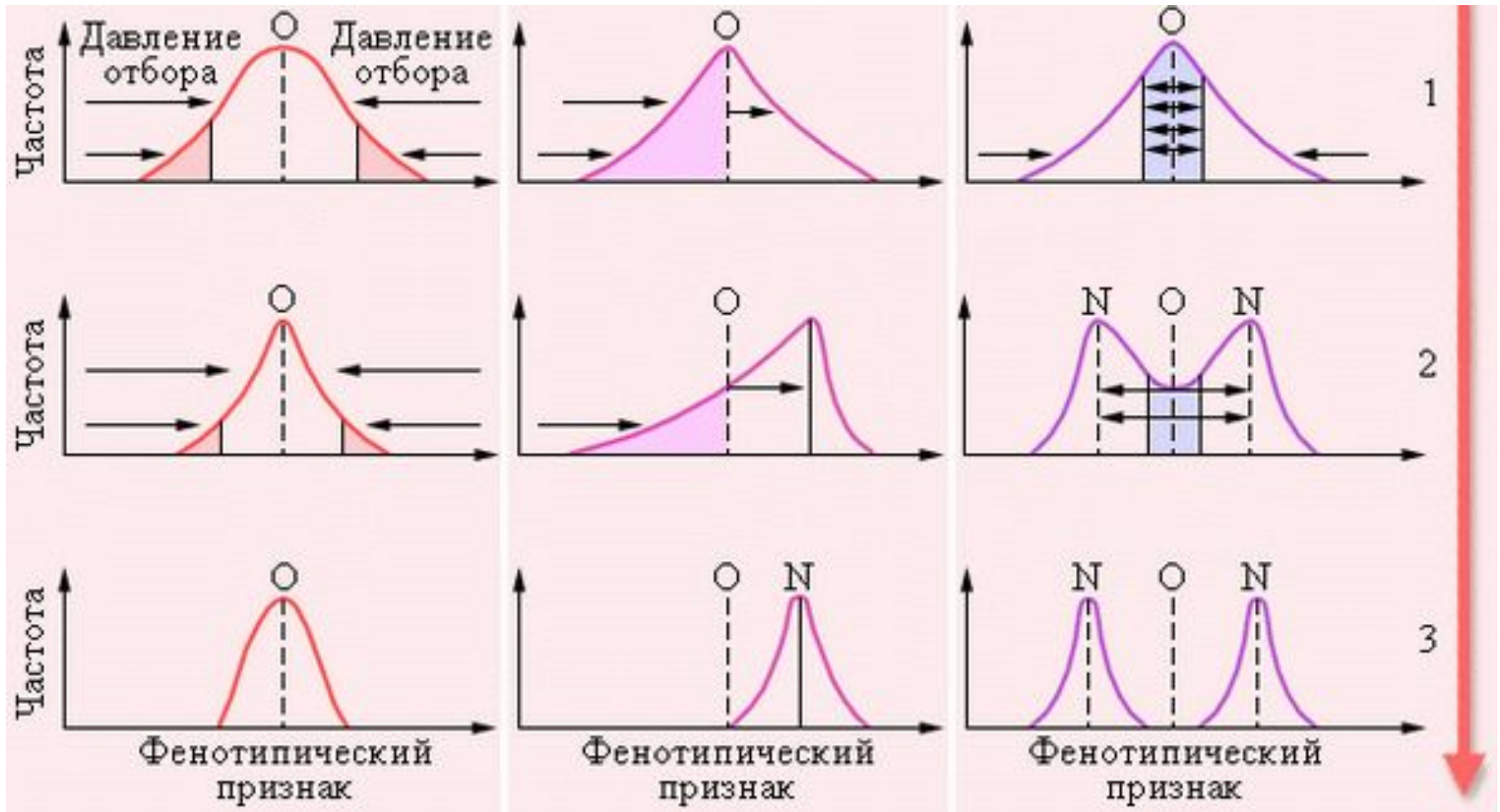
Видео

Мимикрия самок
африканского парусника
Papilio dardanus

Стабилизирующий отбор

Движущий отбор

Дизруптивный отбор



<http://www.ebio.ru/images/11030201.gif>

Половой отбор

Половой отбор - это естественный отбор на успех в размножении. Признаки, которые снижают жизнеспособность их носителей, могут возникать и распространяться, если преимущества, которые они дают в успехе размножения значительно выше, чем их недостатки для выживания. Самец, который живет недолго, но нравится самкам и поэтому производит много потомков, имеет гораздо более высокую совокупную приспособленность, чем тот, что живет долго, но оставляет мало потомков.

Половой отбор

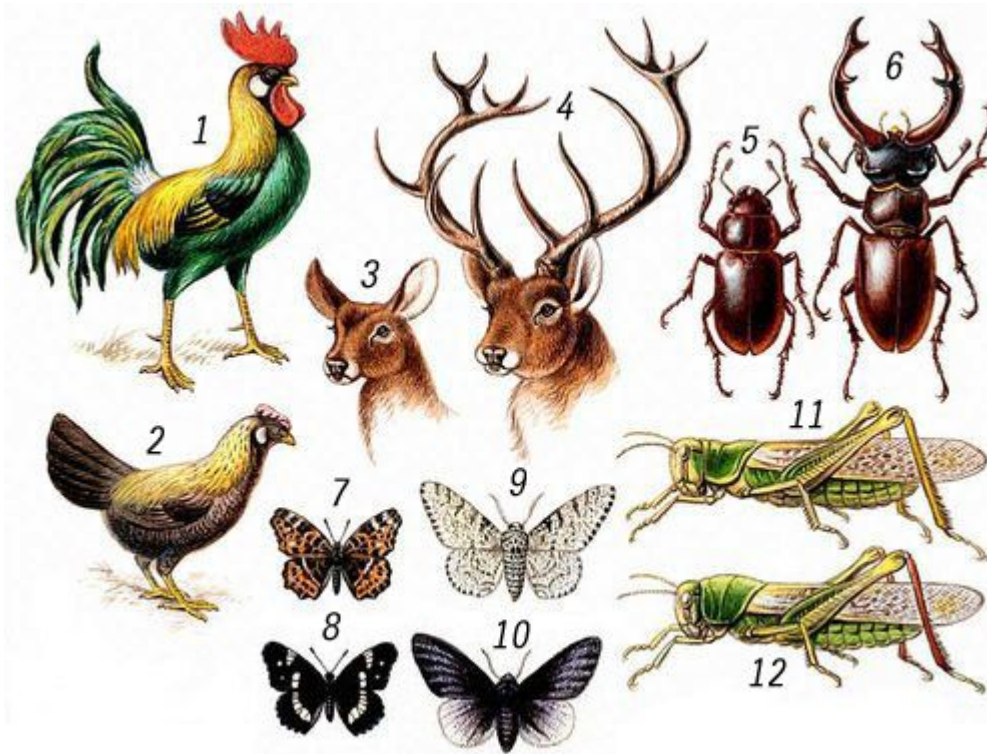
http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/77/Male_and_female_pheasant.jpg



Самка и самец фазана

Половой диморфизм

У животных чаще всего встречается половой диморфизм, т. е. различия в общем облике (размерах, окраске и т.д.) самца и самки (петух и курица, самец и самка жука-оленя).



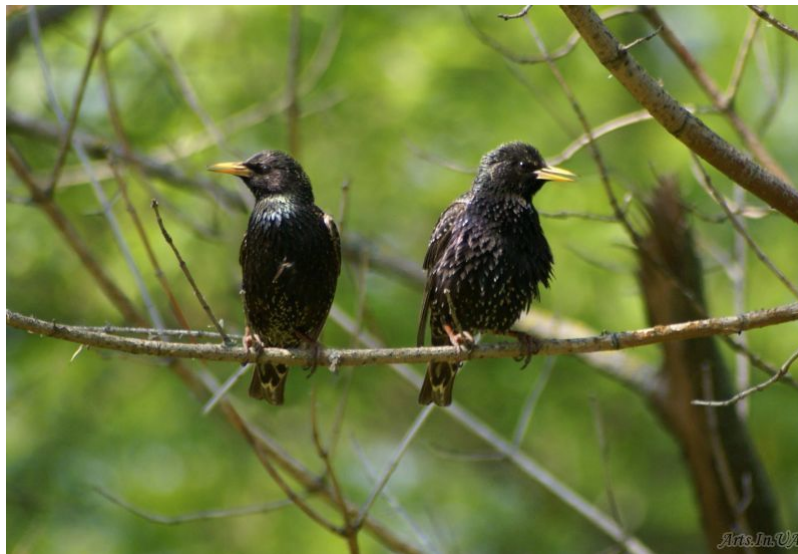
Половой отбор

http://img-novosib.fotki.yandex.ru/get/5906/andrushkis.1/0_86815_f1ade52a_XL

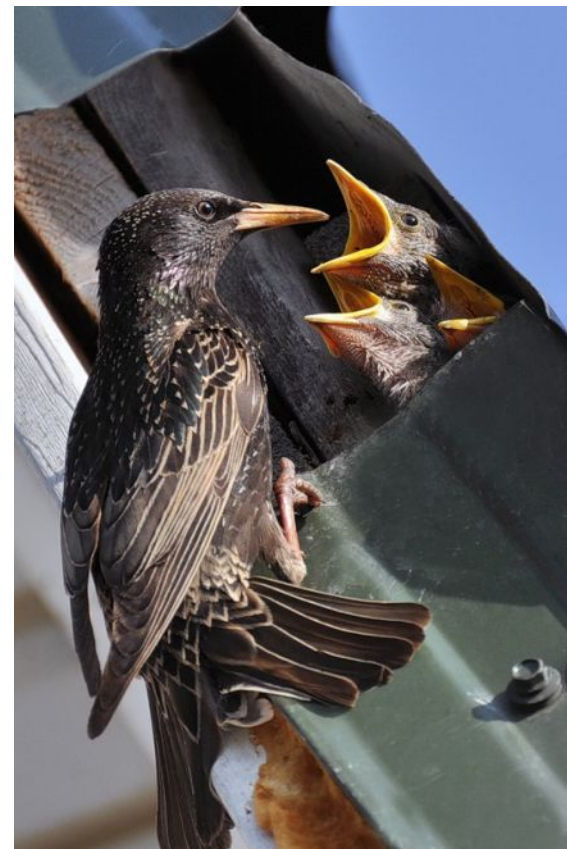
<http://www.krjakve.ru/pic/7b.jpg>



Кряква



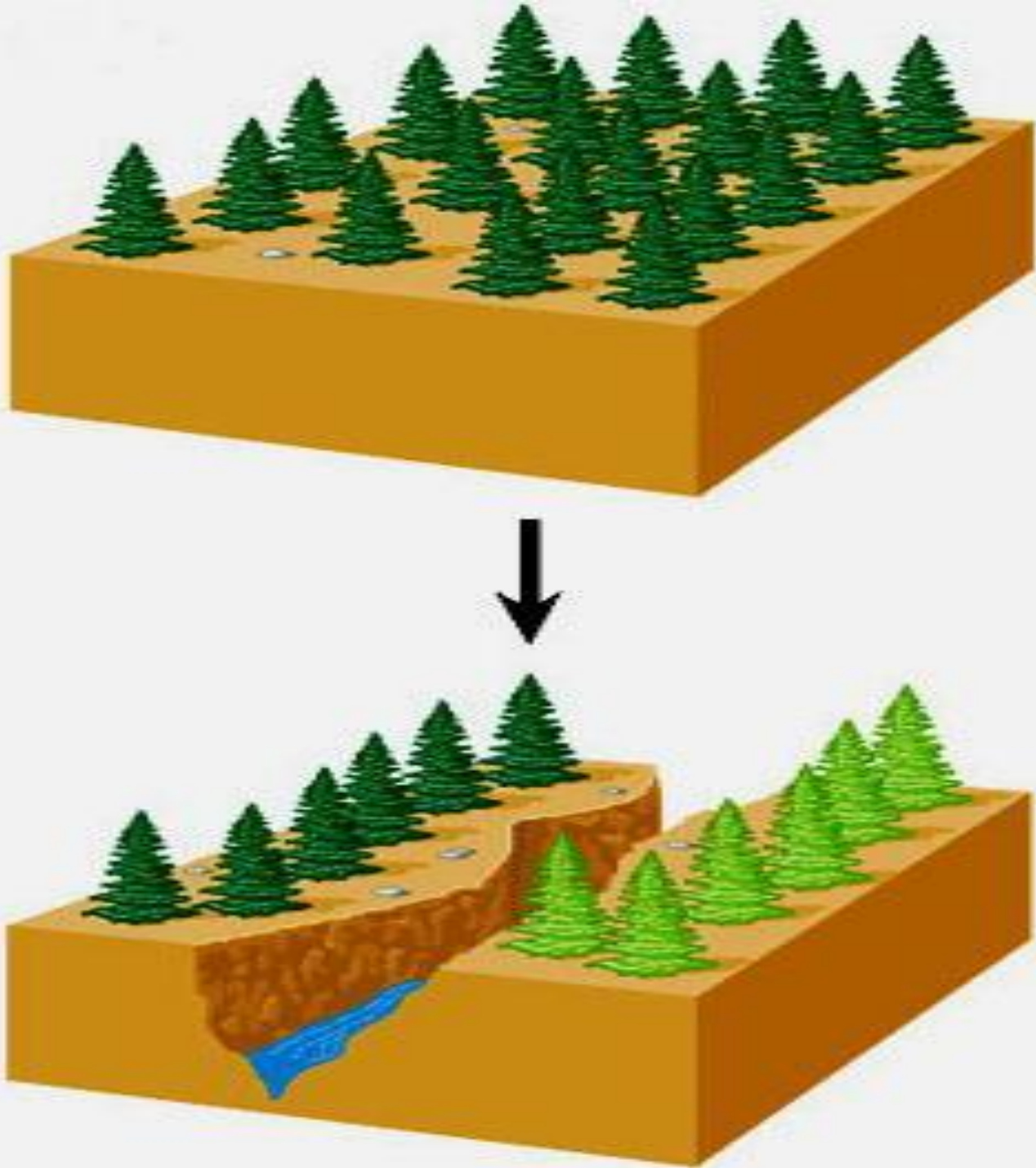
http://arts.in.ua/i/964/f_24568.jpg



Скворцы

Видообразование

1



2



3



Суслик серый

Днепр



Суслик крапчатый

4

Ледник

Ландыш закавказский
(*Convallaria transcaucasica*)
обитает в лесах Кавказа



Ландыш майский
(*Convallaria majalis*)
распространён в
широколиственных
лесах Европы



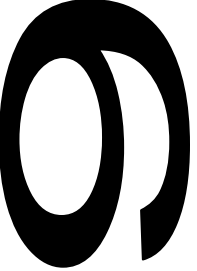
Ландыш кейске
(*Convallaria keiskei*)
встречается на дальнем
Востоке, крупнее (30 см)



51



В африканском озере Виктория, которое образовались всего 12 тыс. лет назад, обитают более 500 видов рыб-цихлид, отличающиеся друг от друга по морфологии, образу жизни, поведению и ряду других признаков



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.



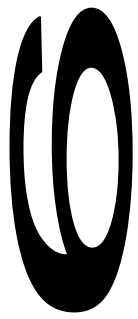


- Например, в 1930-х годах несколько десятков зайцев-русаков, отловленных в Башкирии, акклиматизировали на юге Западной Сибири — в Барабинской лесостепи. Их разделили огромное расстояние, Уральские горы и непригодные для жизни русаков засушливые степи нижнего Поволжья и Прикаспия.

00



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



- Иногда в пределах единого ареала отдельные популяции (1-5) различаются условиями обитания. Из-за этого изменяется фенология особей, а в дальнейшем и их морфология.





- Долбит ветви и древесные стволы. Питается крупными насекомыми.



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

Московка и гайчка

Московка

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



Гайчка

в озере Севан обнаружено 6 изолированных популяций одного вида форели, имеющих различные места нереста в реках и ручьях, питающих озеро. Обычно они имеют предпочтение к размножению либо в определенных местах, либо в определенные сроки.



Севанская форель

Убедительным примером служат популяции четных и нечетных лет у тихоокеанских лососей. Цикл развития этих рыб составляет два года, после чего они поднимаются в верховья рек, впадающих в океан, нерестятся и погибают. Популяции четных и нечетных лет могут жить по соседству друг с другом, но, тем не менее, они практически никогда не скрещиваются.



Нерка во время нереста

