

# Лекция 4. Эволюция.

Дрейф генов. Популяционные волны. Изоляция. Образование видов.



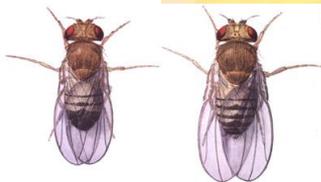
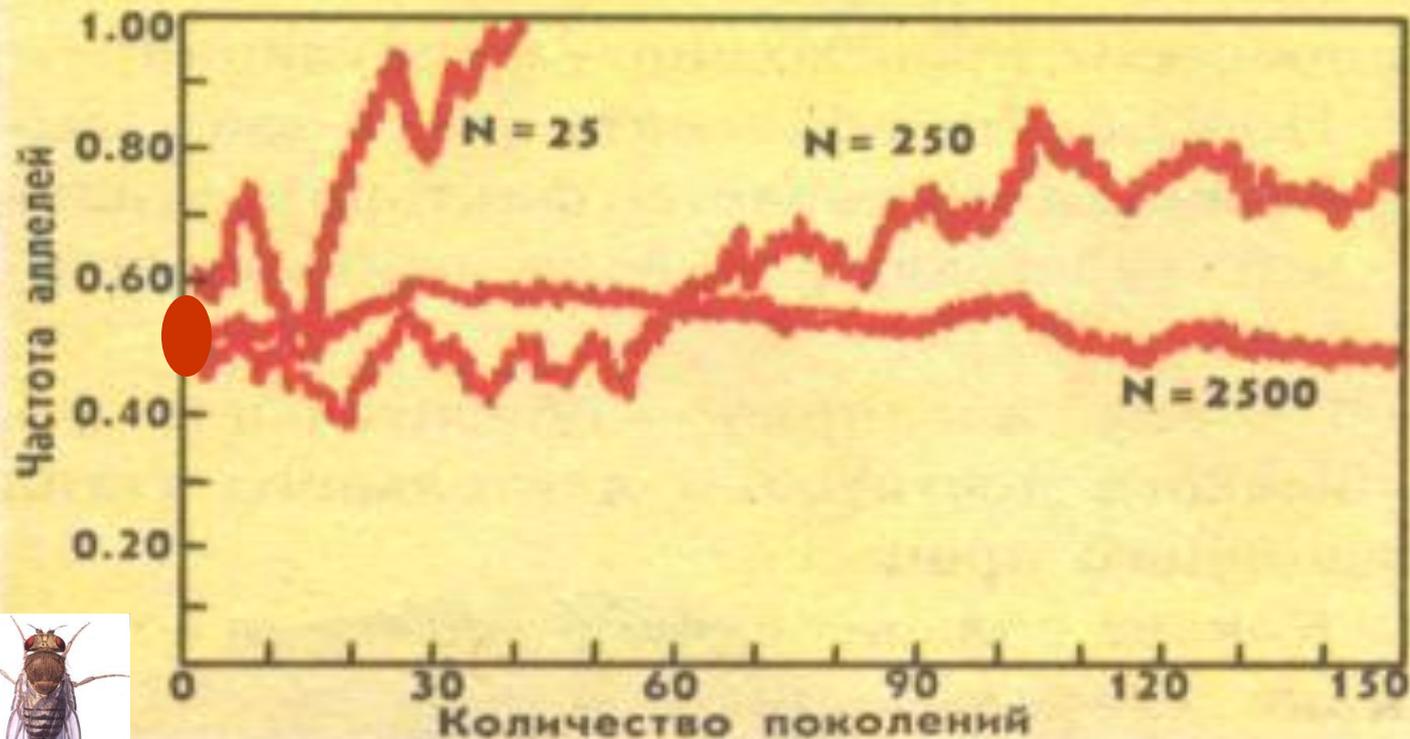
# Дрейф генов – элементарный эволюционный фактор.

Под дрейфом генов понимают случайные изменения генных частот, вызванные малой численностью популяции.

При малом числе особей перестают выполняться законы Менделя.

# Экспериментальные доказательства роли дрейфа генов

Исходные частоты аллелей А и а: по 0,5



**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.

# Таким образом, дрейф генов может приводить к:

- Росту гомозиготности популяции;
- Сохранению вредных аллелей вопреки отбору;
- Размножению редких аллелей;
- Полному исчезновению каких-либо аллелей.

Основные причины, приводящие к уменьшению числа особей в популяции и, следовательно, дрейфу генов:

- **Популяционные волны**  
(эффект бутылочного горлышка)
- **Заселение новых территорий**  
(эффект родоначальника)
- **Изоляция**

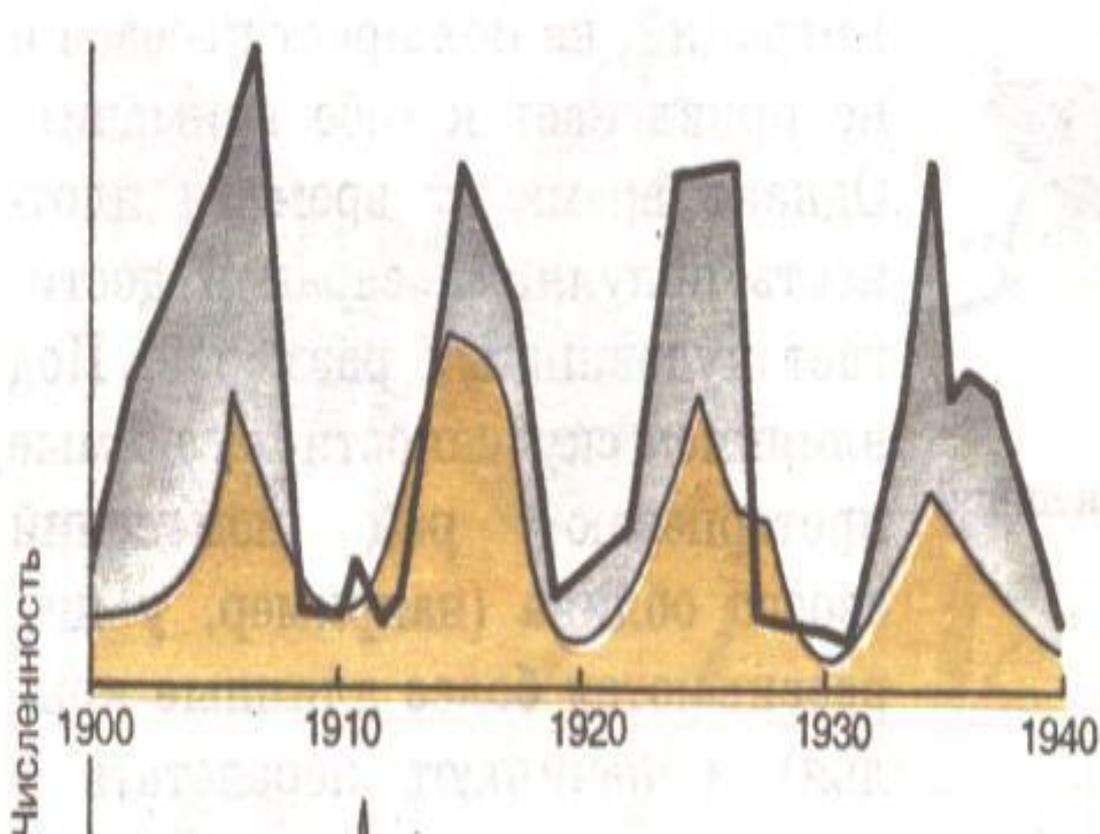


Тема популяционных волн в искусстве

# Виды популяционных волн:

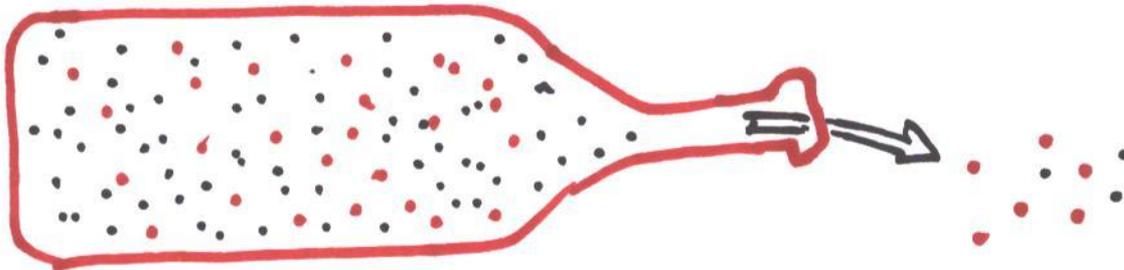
- **Периодические** (например, сезонные колебания численности насекомых, однолетних растений, вирусов гриппа)
- **Непериодические** (зависят от многих факторов). Примеры: колебания численности хищник – жертва, вспышки численности леммингов в Арктике, пролёты саранчи, размножение кроликов в Австралии,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

**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.Мазаля)

Антропологи полагают, что **первые современные люди** пережили **эффект бутылочного горлышка** **около 100 000 лет назад**, и объясняют этим **генетическое сходство людей между собой**.

Даже у представителей кланов гориллы, обитающих в одном африканском лесу, больше генетических вариантов, чем у всех человеческих существ на планете.

Эффект основателя – другая  
причина дрейфа генов.

При этом несколько особей (или  
даже одна, но беременная)  
заселяют новое место

• Британский подвид **благородного оленя** (*Cervus elaphus scoticus*) сформировался в течение 8000 лет со времени образования пролива Ламанш. Когда же **несколько пар** вида интродуцировали в Новую Зеландию, то за несколько десятилетий эти олени успешно освоили новые местообитания и стали сильнее отличаться от своей родительской популяции, чем британский олень от материковой расы.



**Вот он – благородный олень из Новой Зеландии**

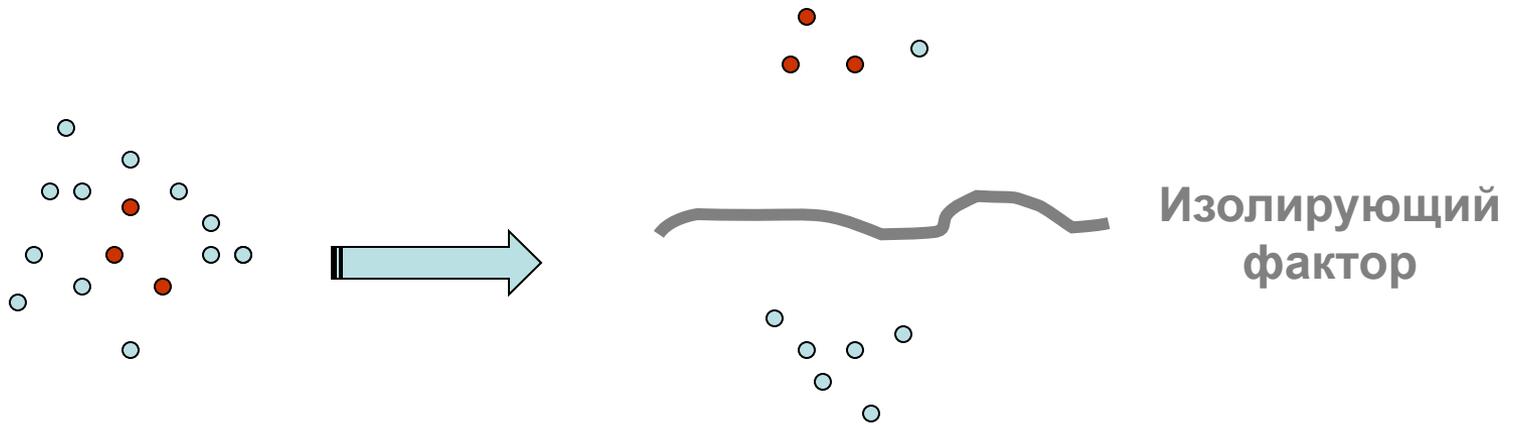
# Пример эффекта основателя у человека:

- 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.



# **Изоляция** как эволюционный фактор

**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

- Прекопулятивными
  - Посткопулятивными
- } механизмами

# Прекопулятивные

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

III. копуляция не приводит к осеменению

Механическая изоляция

различное строение копулятивных органов

# 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

неполноцен-  
ность  
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

Различные примеры изоляции,  
которая способна дать новые  
ВИДЫ

# Пример географической ИЗОЛЯЦИИ

- 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.
- Черногорлая астрапия
- Великолепная астрапия
- Астрапия принцессы Стефании

## БЛИЗКИЕ ВИДЫ РАЙСКИХ СОРОК



## Пример экологической 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

Еще пример экологической изоляции:  
Сорняк **большой погремок**: возникли 2 расы  
по срокам цветения – до и после покоса. У  
рас цветки разного оттенка.





**Род пеночек объединяет несколько десятков видов птиц, многие из которых практически не отличимы друг от друга по внешнему виду. В то же время, пеночки очень хорошо отличаются по песням, и эти различия служат основным фактором изоляции между ними.**

**Кряква** и **шилохвость** часто гнездятся бок о бок друг с другом, населяя пресно-водные водоемы лесной полосы. Эти виды очень хорошо различаются друг от друга по окраске и брачным ритуалам, и в природе практически не гибридизируют.

Тем не менее, в зоопарках смешанные пары между кряквой и шилохвостью - не редкость. Большинство яиц в кладках смешанных пар оказываются неоплодотворенными, но из оплодотворенных яиц вылупляются вполне жизнеспособные и плодовитые гибриды.

Брачное поведение гибридов нарушено и представляет собой мозаику элементов, свойственных родительским видам, в следствие чего им трудно сформировать брачную пару в природных условиях.

ШИЛОХВОСТЬ



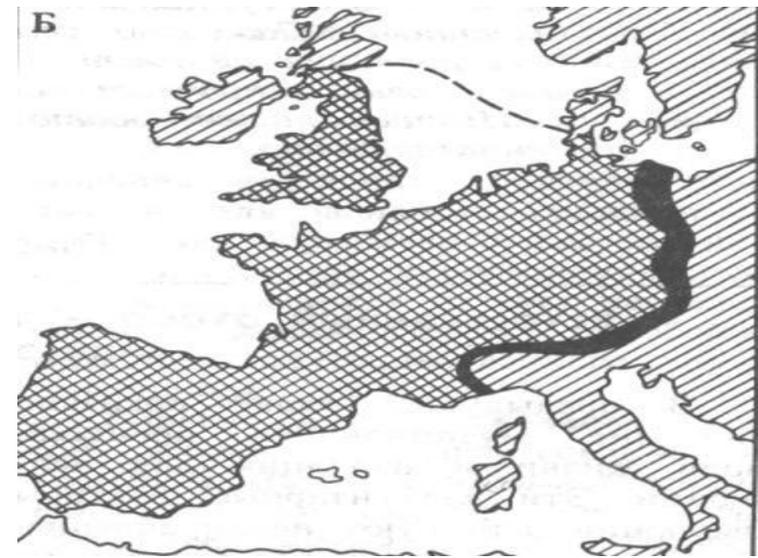
кряква





Приливо-отливная полоса тропических морей населена множеством **манящих крабов**. Самцы этих ракообразных совершают своей огромной клешней сложные манящие движения, отпугивая конкурентов и одновременно подманивая самку. Один из видов - *Uca tetragonon* обитает в нижней части литорали (части берега, затопляемой во время прилива), среди осколков ракушек, обломков отмерших кораллов; его можно встретить и на песчаных и илистых почвах. Второй краб - *Uca perplexa* живет в верхней части литорали и встречается только на илистых грунтах.

# Изоляция посредством гибридизации



- Привычная для нас **серая ворона** в Западной Европе отсутствует, ее заменяет близкий вид - **черная ворона**. Зона гибридизации серой и черной ворон проходит по территории Германии, Чехии, Австрии и границе Италии. Гибридная зона существует, по-видимому, уже несколько тысяч лет, но ее ширина, тем не менее, не превышает 100 км. Сами гибриды вполне жизнеспособны, но потомство очень ослаблено.



**Чёрная ворона**



**Серая ворона**

# 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.

# Таким образом, в ходе микроэволюции:

- В популяциях накапливаются различия, которые позволяют приспособливаться к разным условиям
- Возникает дивергенция
- Со временем могут возникнуть новые виды
- Со временем виды становятся родами, семействами и т.д.

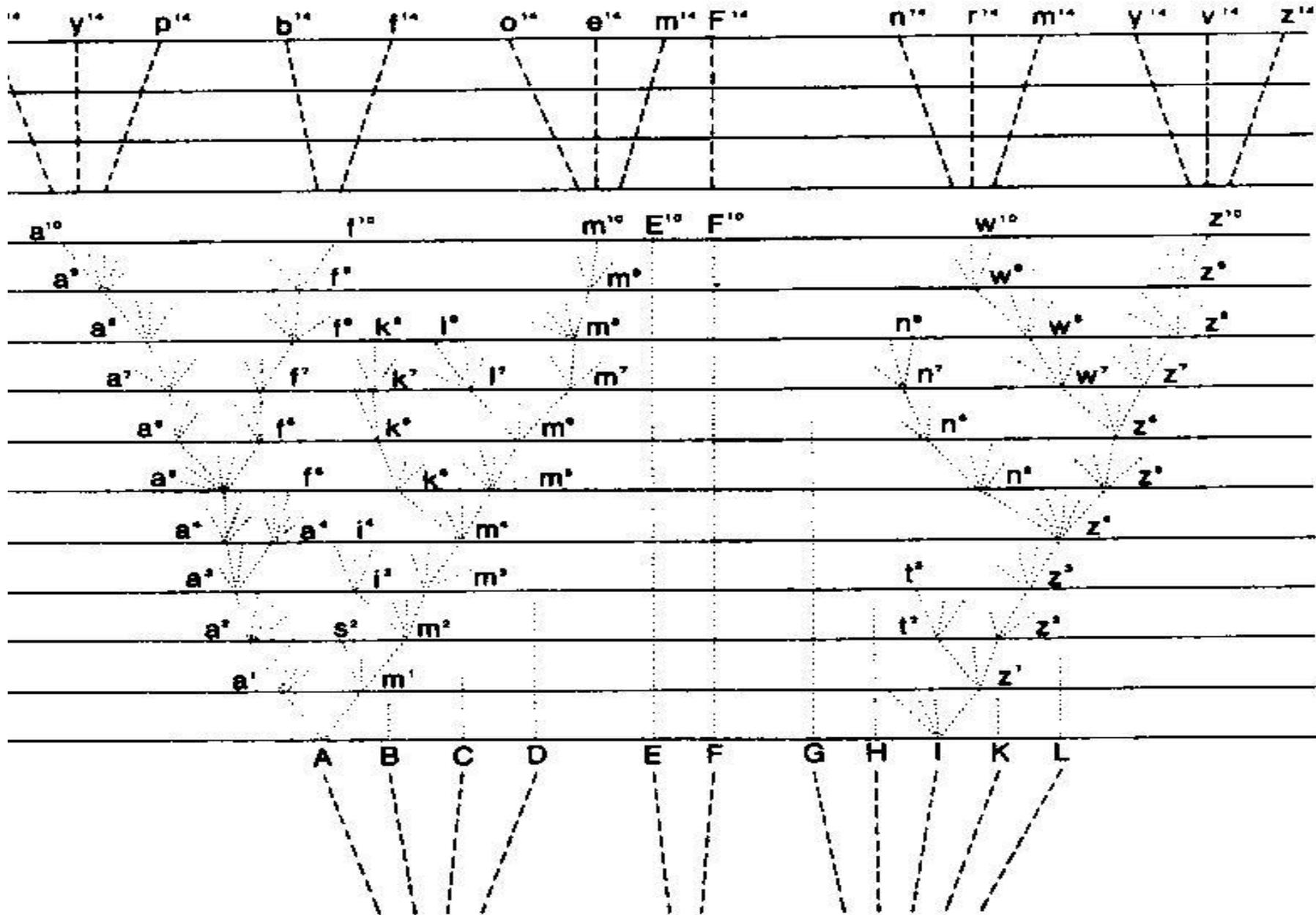
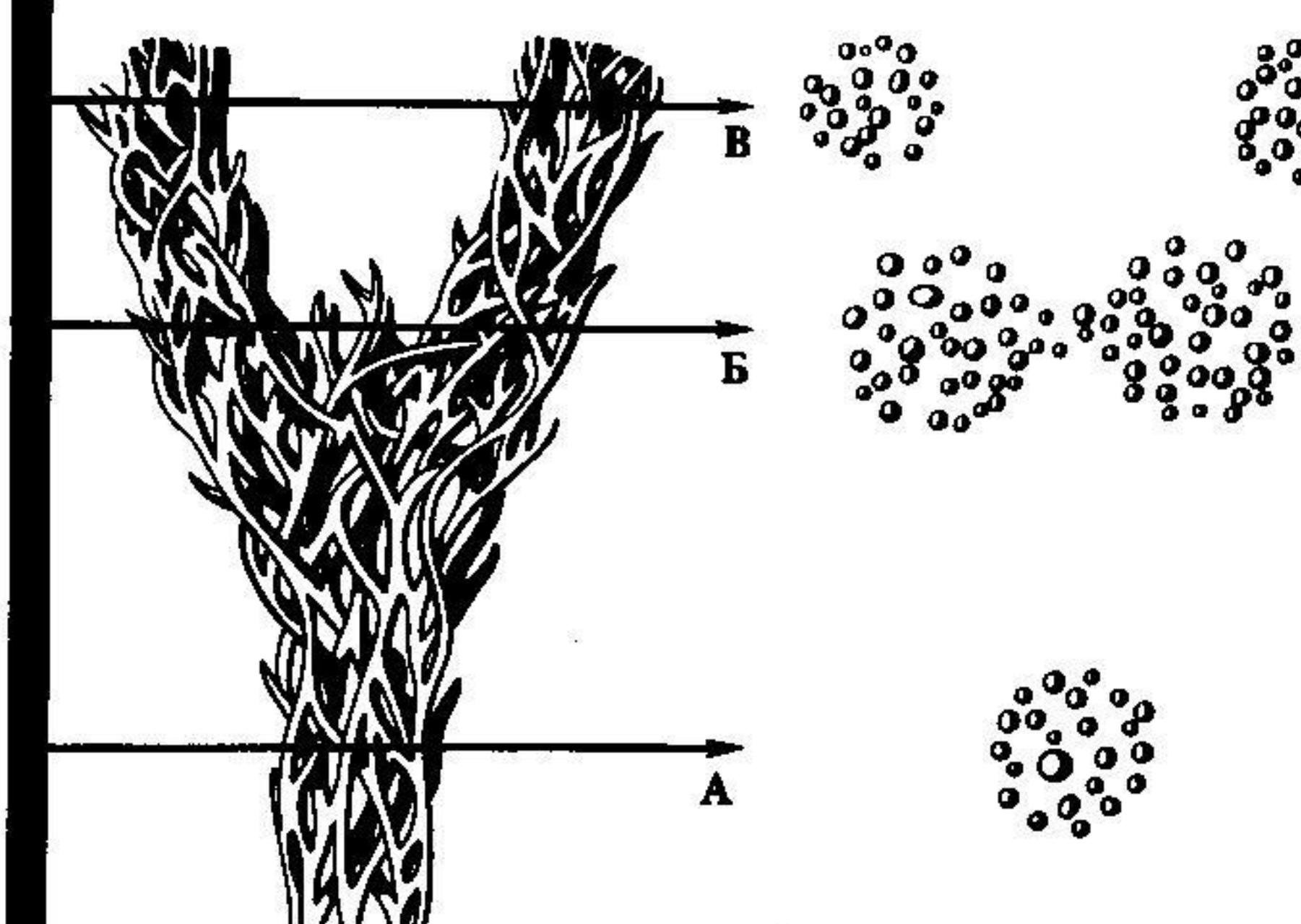


Схема дивергенции и возникновения новых видов. Единственный рисунок, который Дарвин поместил в «Происхождение видов»



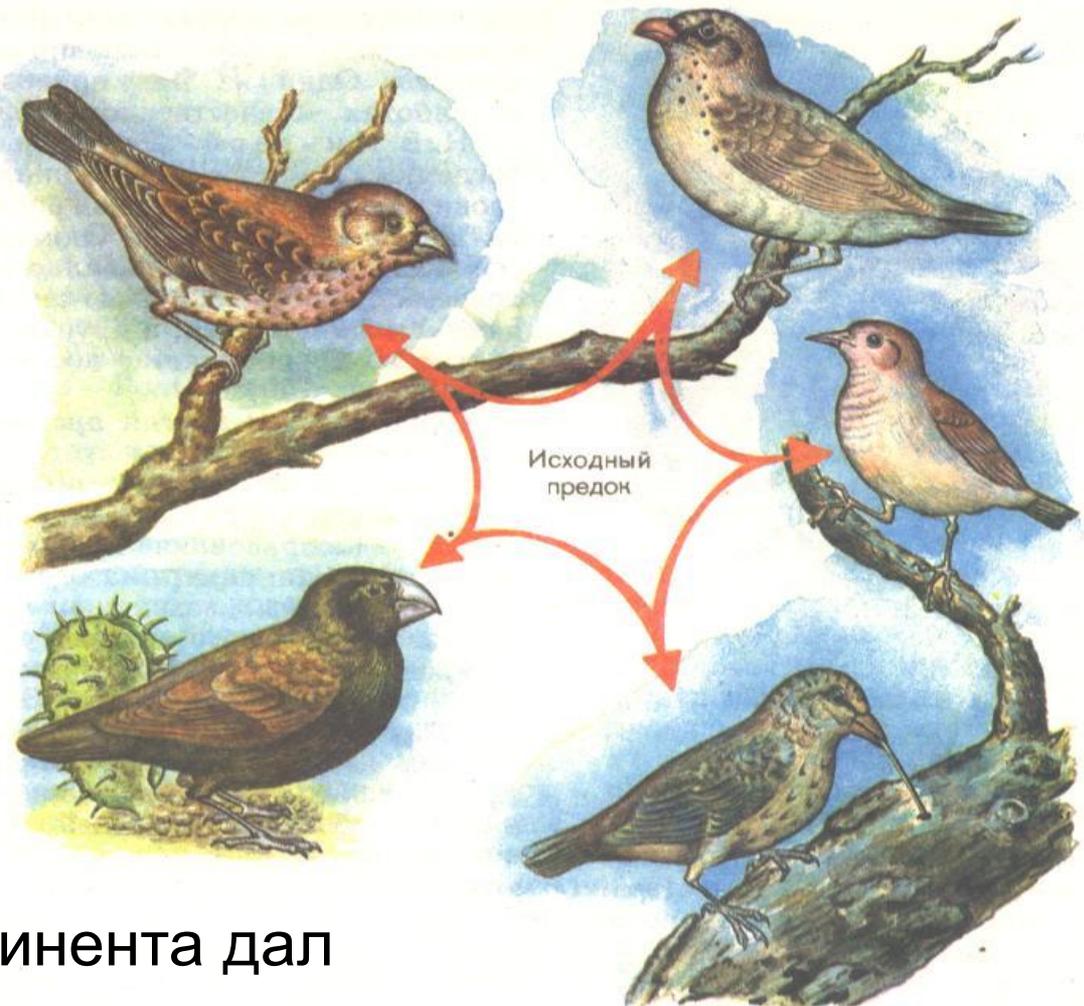
Ещё одно изображение дивергентной эволюции – отдельные веточки – популяции одного вида

**Итак, образование новых  
ВИДОВ – одно из последствий  
ЭВОЛЮЦИИ**

# Основные способы видообразования

- **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.

# Галапагосские или Дарвиновы вьюрки – пример аллопатрического видообразования (на основе географической изоляции)



Исходный предок с континента дал разные виды на островах

# Гавайские цветочницы. – экологическая изоляция



Все  
питаются  
разными  
видами  
пищи



Виды – двойники. **Клёст-еловик** и **клёст-сосновик**, внешне не отличимы, живут на одной территории, но не скрещиваются – пример симпатрического видообразования на основе

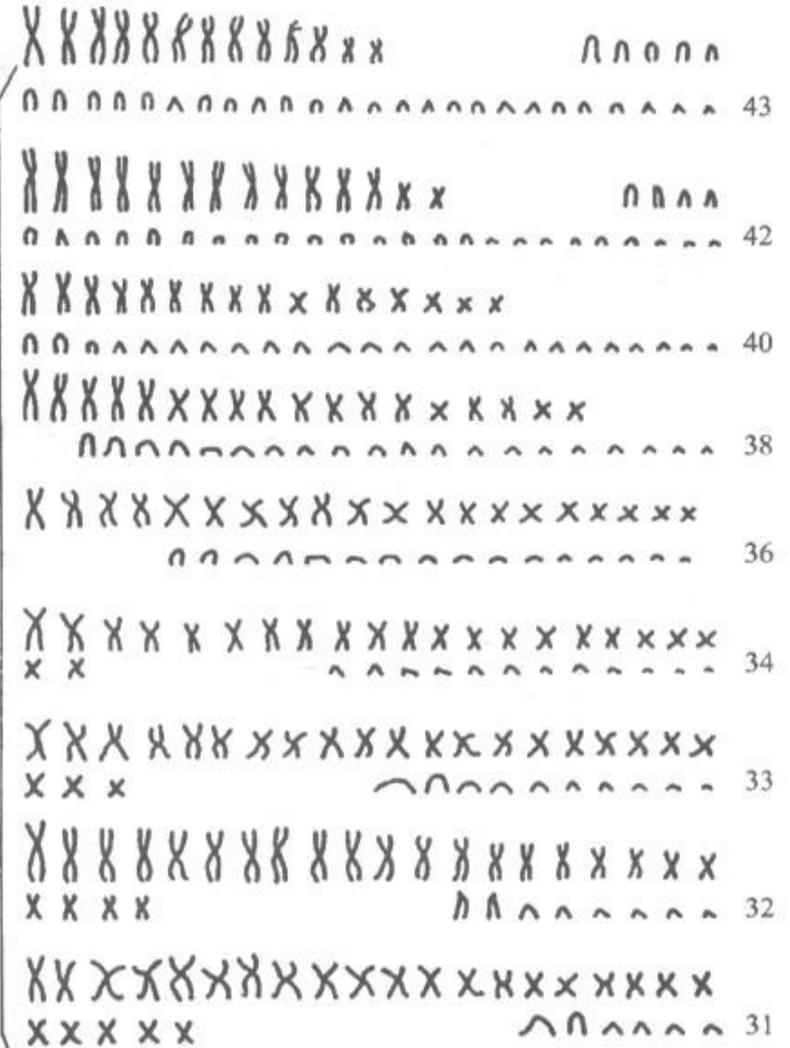
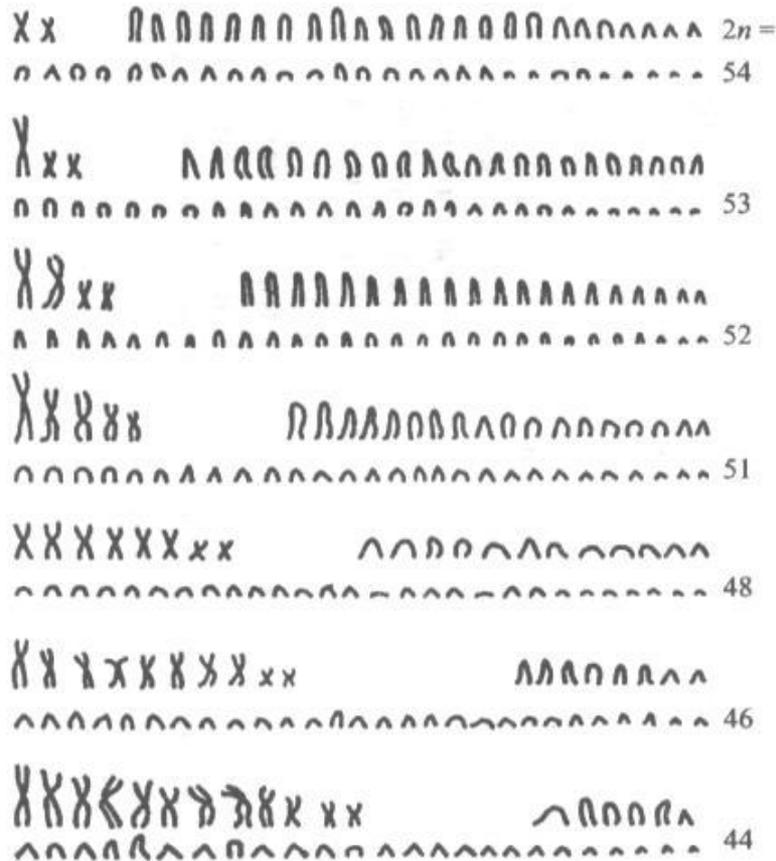


# Кариотипы грызунов – слепушонок.

В рамке – вид, имеющий только акроцентрические хромосомы, распространен от Украины до Зауралья. Остальные формы встречаются в Памиро-Алае и не отличаются внешне и экологически. Возникли как результат роберсоновских (центрических) слияний.

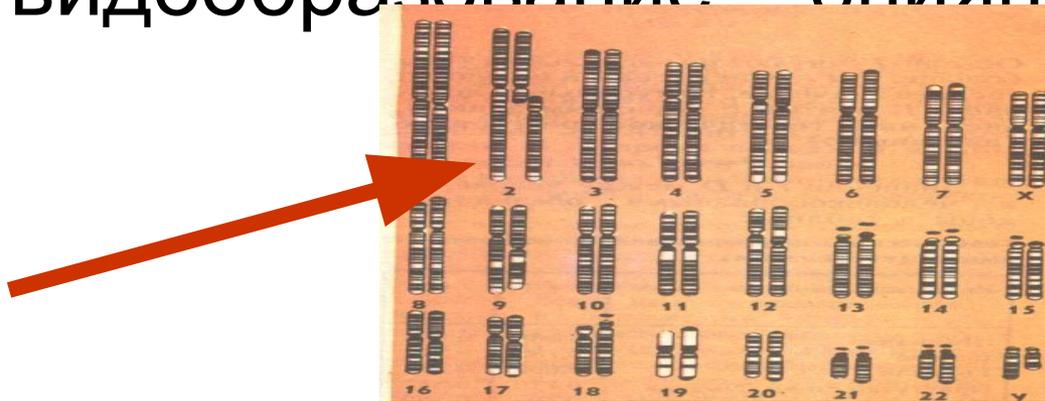


2n=54



Человечество представлено сейчас единственным видом, хотя в прошлом жили разные виды гоминид.

Видимо, имело место симпатрическое видообразование – слияние хромосом.



Процессы географического видообразования начались, но не успели завершиться.

Спасибо за внимание!  
Послезавтра - макроэволюция