

- 30.01.2017
- Тема урока:
«Популяция. Факторы
эволюции. Дрейф генов.
Изоляция»



План урока

- Популяция
- Закон Харди-Вайнберга
- Факторы эволюции
- Дрейф генов
- Изоляция

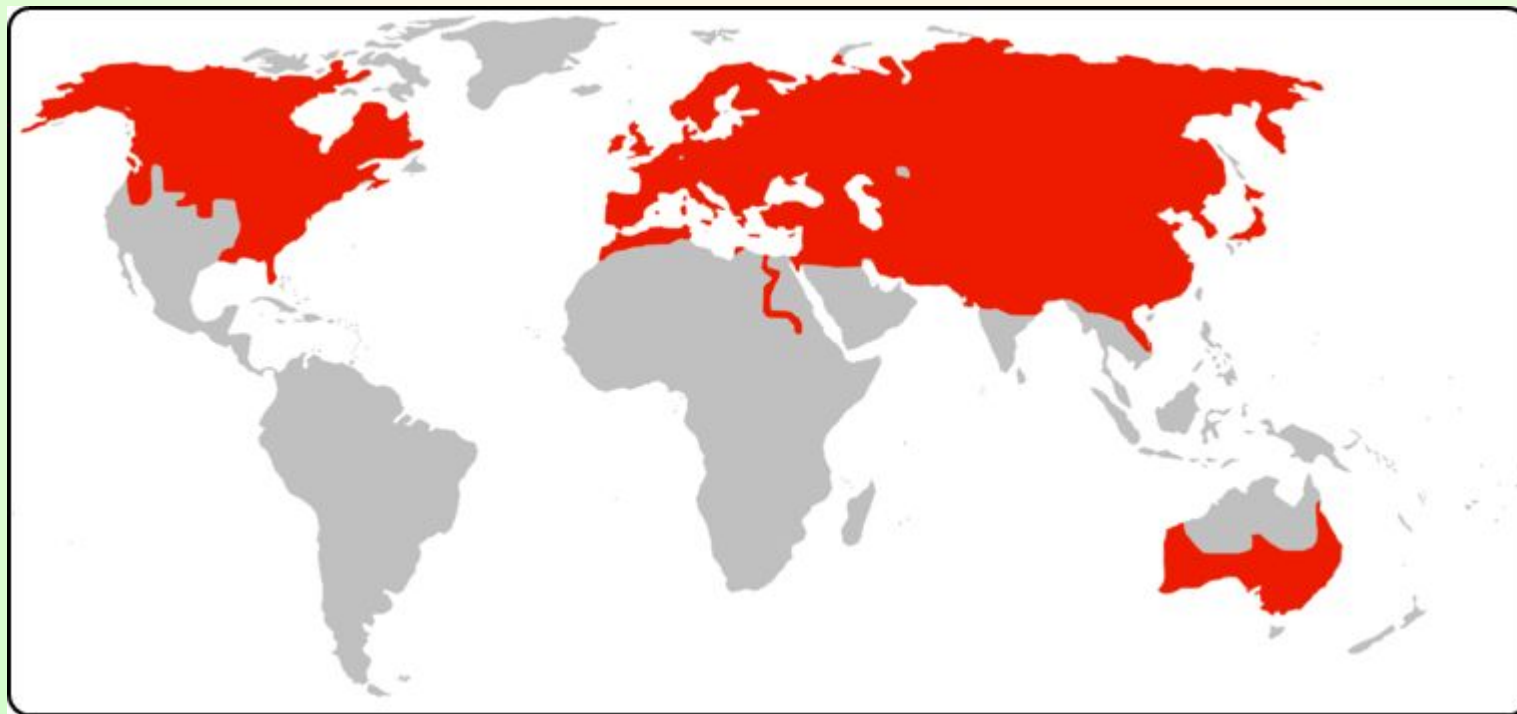
Требования к элементарной единице эволюции

- выступать во времени и пространстве как некое единое целое;
- формировать резерв наследственной изменчивости;
- быть способной наследственно изменяться во времени, измеряемом биологическими поколениями.
- реально существовать в конкретных природных условиях.

Отдельный организм не
удовлетворяет этим требованиям



Вид распадается на популяции, которые разобщены территориально. По этой причине **вид не может быть элементарной единицей эволюционного процесса.**



Ареал рыжей лисицы

Популяция — элементарная единица эволюционного процесса.



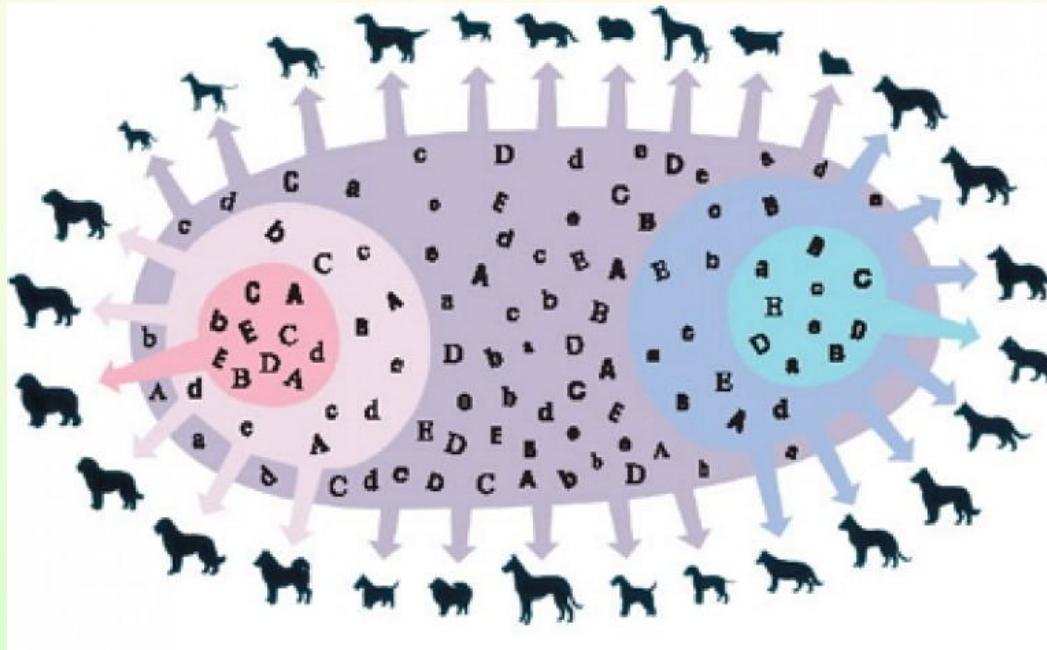




- Термин «**популяция**» происходит от латинского *populus* – население.
- Долгое время популяцией называли (а часто называют и сейчас) любую группировку организмов, обитающих на определенной



- **Генофонд** (также **генный пул**, **пул генов** — англ. «gene pool»)
— совокупность всех генных вариаций (аллелей) определённой популяции, вида



**КЛАССИФИКАЦИ
Я**

**Популяци
Я**



```
graph TD; A(Популяция) --> B(Классификация)
```

The diagram consists of two ovals. The top oval is orange and contains the text 'КЛАССИФИКАЦИЯ' in dark blue. The bottom oval is light blue and contains the text 'Популяция' in dark blue. A blue arrow points from the bottom oval to the top oval, indicating a relationship or flow from 'Популяция' to 'Классификация'.

Популяция



Элементарная



СТАЯ ОКУНЯ



Экологическая



**БЕЛКИ РАЗНЫХ
БИОЦЕНОЗОВ**



Географическая



**Лиственница
Даурская:
западная (к западу от
р. Лены) и восточная
(к востоку от р.
Лены).**

Элементарная (локальна) популяция — это совокупность особей одного вида, занимающих небольшой участок однородной площади. Между ними постоянно идёт обмен генетической информацией



СТАЯ ОКУНЯ



**МИКРОГРУППИРОВКА
ЛАНДЫША КЕЙСКЕ**

Экологическая популяция — совокупность элементарных популяций, внутривидовые группировки, приуроченные к конкретным биоценозам. Обмен генетической информацией между ними происходит довольно часто.



**БЕЛКА
СОСНОВОГО ЛЕСА**



**БЕЛКА
ШИРОКОЛИСТВЕННОГО
ЛЕСА**



**БЕЛКА
ЕЛОВОГО ЛЕСА**

- Вид, в структуре которого наблюдаются различные популяции, называют **ПОЛИТИПИЧНЫМ** (многотипным) видом.



Географические популяции — это группировки особей обитающих на географически однородных территориях довольно больших по площади.

Они отделены друг от друга географическими изолянтами (реки, горы, большие расстояния). Обмен генами происходит редко.

Лиственница Даурская:
западная (к западу от р. Лены)
и восточная (к востоку от р.
Лены).



**Популяци
я**



**ХАРАКТЕРИСТИ
КИ**

Популяции – это надорганизменные биологические системы, которые обладают рядом свойств, которые не присущи отдельно взятой особи или просто группе особей.

Различают статические характеристики популяции (численность, плотность, популяционный ареал) и динамические (рождаемость, смертность, относительный и абсолютный прирост численности).

Популяции – это надорганизменные биологические системы, которые обладают рядом свойств, которые не присущи отдельно взятой особи или просто группе особей.

Статистика популяции

- Ареал
- Численность
- Плотность

Динамика популяции

- Рождаемость
- Смертность
- Прирост численности

- **Ареал** – область распространения популяции
- Ареал бывает **сплошным, разорванным, мозаичным**.
- **Численность** – общее количество особей на данной территории или в данном объеме.
- Бесконтрольное размножение популяции - **вспышка массового размножения (ВМР)**.
- **Минимальная численность популяции** - это такая численность при которой есть угроза вымиранию вида.
- Не всегда легко получить характеристику численности, т.к. для этого нужно пересчитать всех особей популяции. Поэтому чаще используют показатель **плотность популяции** **Плотность** – количество особей или их биомасса на единице площади или объема.

Популяции с высокой плотностью



Скворцы



Тля

КОЛОНИИ

Моржи

Сурикаты





← Горец птичий
(спорыш)



Камыш

Заросли

Ветреница дубравная



Иван-чай



Популяции, с значительным расстоянием между особями



Баргузинский
соболь



Зимородок

Амурский тигр



**Популяци
я**



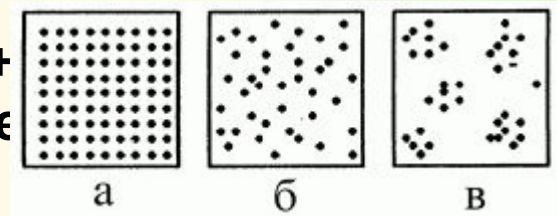
```
graph TD; A([Популяци я]) --> B([СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ]);
```

**СТРУКТУРНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ**

- Структурная организация популяции:

- Половая структура
- Возрастная структура
- Пространственная структура

Различают три основных типа распределения – а – регулярное, б – случайное, в – групповое



- Поведенческая структура
 1. Одиночный образ жизни
 2. Семейный образ жизни
 3. Прайт, гарем
 4. Стая
 5. Стадо
 6. Колонии

Популяция — элементарная единица эволюционного процесса.



Закон Харди—Вайнберга применим для идеальной популяции

Идеальная популяция – это теоретически моделируемая популяция

1. В которой отсутствует влияние внешней среды
2. Имеющая неограниченные и постоянные размеры
3. В ней отсутствует действие отбора
4. Нет мутаций
5. Она изолирована, нет миграции генов
6. Имеет место панмиксия
7. Образуется многочисленное потомство

- **Закон Харди—Вайнберга** — гласит, что в идеальной популяции существует постоянное соотношение относительных частот аллелей и генотипов, которое описывается уравнением:
- $(p A + q a)^2 = p^2 AA + 2 \cdot p \cdot q Aa + q^2 aa = 1$
- Или $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где
- p^2 — доля гомозигот по одному из аллелей;
- p — частота этого аллеля;
- q^2 — доля гомозигот по альтернативному аллелю;
- q — частота соответствующего аллеля;
- $2pq$ — доля гетерозигот.

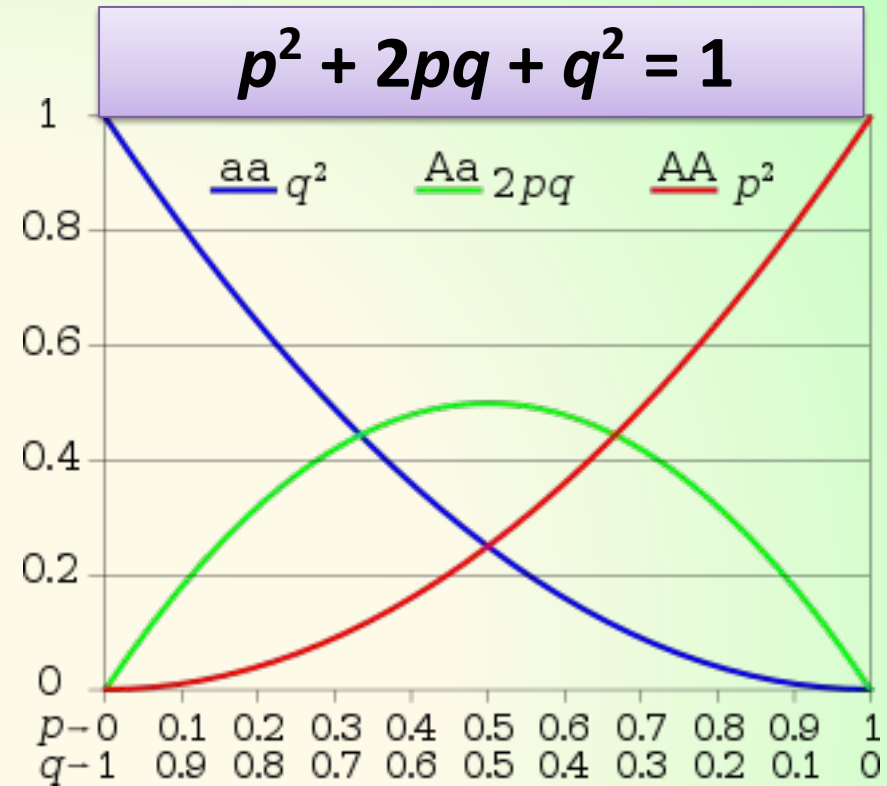


Г. Х. Харди



В. Вайнберг

Закон Харди — Вайнберга для двух аллелей: по оси абсцисс показаны частоты аллелей p и q , по оси ординат — частоты генотипов. Каждая кривая соответствует одному из трех возможных генотипов



Биологический смысл закона Харди — Вайнберга
Процесс наследования не влияет сам по себе на частоту аллелей в популяции, а возможные изменения её генетической структуры возникают вследствие других причин.

Эволюционные факторы

Направляющие
эволюционный процесс

Естественный отбор
на фоне борьбы за
существование

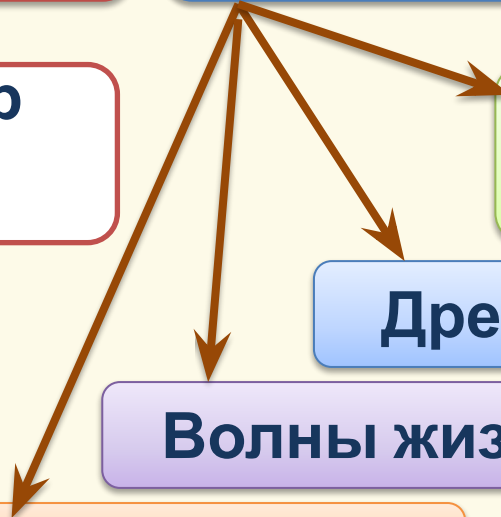
Ненаправляющие
эволюционный процесс

**Наследственная
изменчивость**

Дрейф генов

Волны жизни

Изоляция



Факторы эволюции

(Эволюционные факторы)

Основные движущие факторы

Борьба за существование

Естественный отбор

Наследственная изменчивость
(мутационная, комбинативная)

Элементарные эволюционные факторы (ЭЭФ)

Мутационный процесс
Комбинативная изменчивость

Популяционные волны

«Волны жизни»
Естественный отбор

Дрейф генов

Изоляция

- **Мутационный процесс**
- Вклад мутационного процесса в видообразование носит двоякий характер:
 - а) изменяя частоту одного аллеля по отношению к другому, оказывает прямое действие на генофонд популяции;
 - б) за счет мутационных аллелей формирует резерв наследственной изменчивости.
- Мутационный процесс происходит постоянно на протяжении всего существования жизни.
- Генофонды популяций испытывают непрерывное давление мутационного процесса, что обеспечивает накопление мутаций. Совокупность аллелей, возникающих в результате мутаций, составляет исходный **элементарный эволюционный материал.**

- **Популяционные волны**, или «**волны жизни**», по
- **С.С. Четверикову** (1905), - это колебания численности особей в природных популяциях.
- Они свойственны всем видам животных, растений и микроорганизмов.

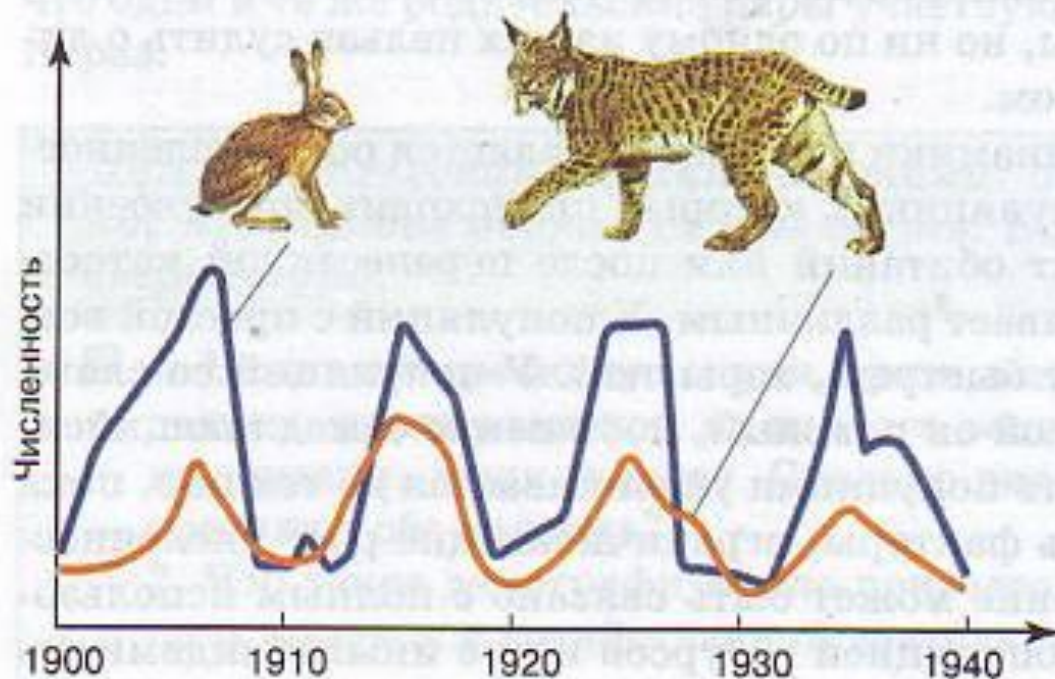
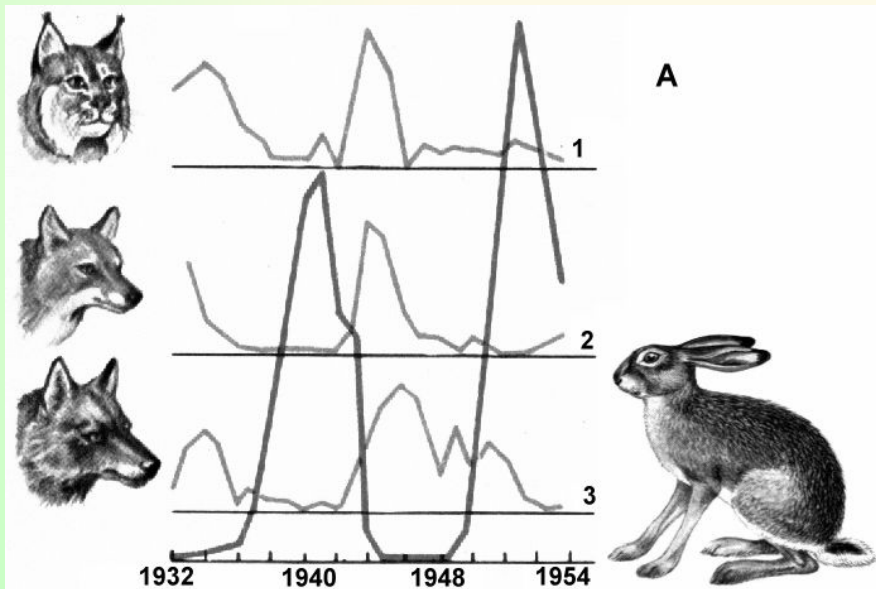
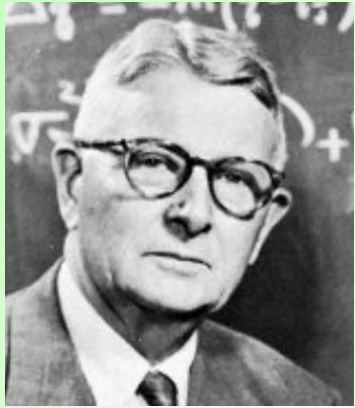


Рис. 130. Взаимосвязь циклических колебаний в системе «жертва — хищник» на примере взаимоотношений зайца и рыси

- **Популяционные волны** могут быть:
- **генетически обусловленными**
- **сезонными** (периодическими),
- **несезонными** (апериодическими), обусловленными воздействием на популяцию непосредственно различных биотических и абиотических факторов.

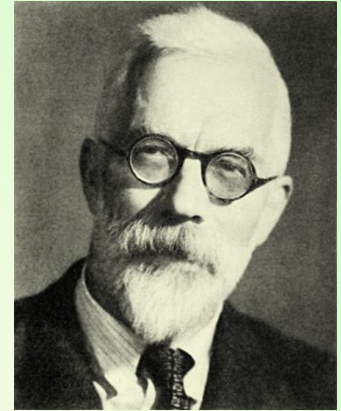


В 20-м веке отдельные «вспышки» численности организмов отмечались в популяциях домовых воробьёв в Северной Америке, саранчи в Азиатско-Африканском регионе и т.п. После холодной зимы численность кроликов на одном из островов вблизи побережья Англии уменьшилась в 100 раз (с 10000 до 100 особей). Поэтому волны жизни опасны для выживания малочисленных популяций.



Первые работы по изучению случайных процессов в популяциях были проведены в начале 1930х годов Сьюэлом

Райтом в США, Роналдом



Понятие «дрейф генов» было введено в оборот Райтом, а синонимичное понятие «генетико-автоматические процессы в популяциях» — Н.П.Дубининым и Д.Д.

Ромашовым



- **Дрейф генов** - Неопределенное, ненаправленной изменение частоты аллелей в популяции в условиях малой численности.

- Оп



Aa



Aa



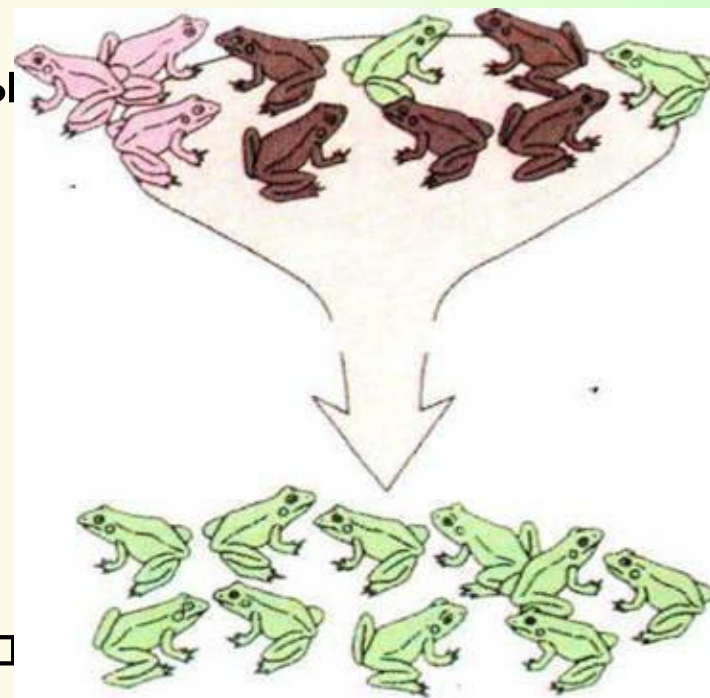
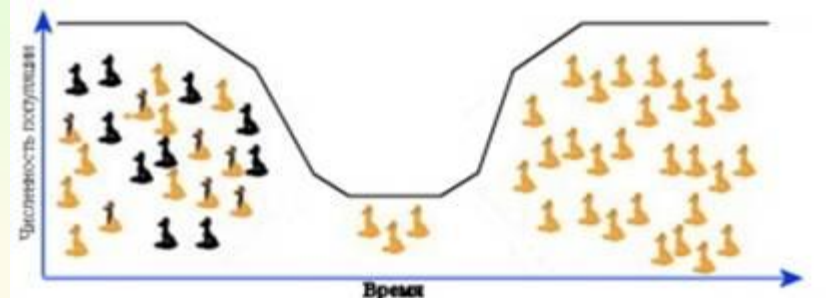
Aa

• Дрейф генов

Явления с запоминающимся названием **эффект бутылочного горлышка**.

Если под воздействием сил, не связанных с естественным отбором (например, в случае необычной засухи или непродолжительного увеличения численности хищников) - то результатом будет случайное устранение большого числа индивидуумов.

Как и в случае **эффекта основателя**, к тому времени, когда популяция вновь будет переживать расцвет, в ней будут **гены, характерные для случайно выживших индивидуумов, а вовсе не для исходной популяции.**



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



Иллюстрация эффекта.

Слева — исходная популяция,

**Справа — три возможные дочерние
колонии, имеющие одного или
немногих**

основателей.

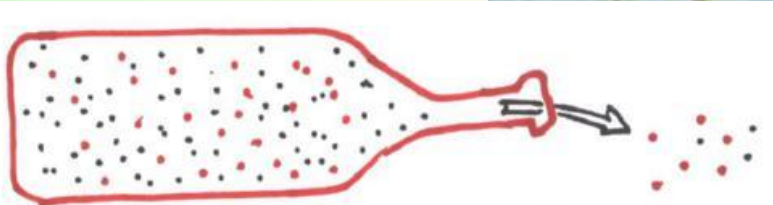


«Эффект основателя» - термин Э. Майера

- Раскройте биологический смысл этой строки
- Какие результаты можно ожидать?

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

• Некрасов



Изоляция — это нарушение панмиксии и потока генов

Панмиксия - свободное скрещивание особей в пределах популяции. При этом каждая особь имеет одинаковые возможности спаривания с любой особью противоположного пола

Поток генов- это изменение частот генов в генофонде популяции под влиянием эмиграции и иммиграции



Виды изоляции

```
graph TD; A[Виды изоляции] --> B[Географическая]; A --> C[Биологическая]; B --> D[Пространственная, территориальная, климатическая изоляция, возникающая вследствие прекращения потока генов и панмиксии географическими преградами]; C --> E[Биологические барьеры межпопуляционном у скрещиванию];
```

Географическая

Пространственная, территориальная, климатическая изоляция, возникающая вследствие прекращения потока генов и панмиксии географическими преградами

Биологическая

Биологические барьеры
межпопуляционном у скрещиванию

Биологическая изоляция

**Презиготическая
Прекопуляционная**

я

1. Экологическая
2. Временная
3. Этологическая
4. Механическая
5. Гаметическая

**Постзиготическая
Посткопуляционная**

я

1. Генетическая несовместимость
2. Невозможность оплодотворения
3. Понижение плодовитости гибридов
4. Стерильность гибридов

- 1. Экологическая изоляция** — изоляция вследствие экологического разобщения. Популяции живут на общей территории, но в различных местах обитания и поэтому друг с другом не встречаются. В горах обычны два вида традесканции: один на скалистых вершинах, другой — в тенистых лесах.
- 2. Временная изоляция** — изоляция вследствие разновременности половой активности или цветения. Максимум кладок серебристой чайки приходится на последнюю треть апреля, а у восточной клуши - не раньше середины мая.
- 3. Этологическая изоляция** — неспаривание вследствие различий в половом поведении (в ухаживании, пении, танцах, демонстрациях).
- 4. Механическая (морфофизиологическая) изоляция** — безрезультатность спаривания вследствие разного строения половых органов. Межвидовые спаривания у дрозофилы приводят к травмам и даже к смерти партнеров. Шалфеи различаются строением цветка и поэтому опыляются разными видами пчел.
- 5. Гаметическая изоляция** - отсутствие таксиса между гаметами или же гибель микрогамет в половых путях самки или в рыльцах цветков.

У растений репродуктивная изоляция заключается в следующем:

1. Пыльца другого вида не прорастает на рыльцах цветков другого вида.
2. Пыльца прорастает, но пыльцевые трубки растут медленно.
3. Оплодотворение происходит, но зародыш гибнет на разных стадиях эмбриогенеза и жизнеспособное семя не образуется.
4. Пыльники у гибридов недоразвиты, либо они не открываются.
5. Происходит нарушение мейоза при образовании гамет.

Значение изоляции

Нарушает панмиксию

Усиливает в изолятах инбридинг

Закрепляет и усиливает генотипическую дифференцировку

Ведет к формированию нескольких популяций из одной исходной

Факторы

А. Мутационный процесс

Б. Изоляция

В. Дрейф

Г. Популяционные волны

Д. Естественный отбор

Роль факторов

1. Приводит к изменению частот аллелей в популяциях

2. Приводит к изменению

ции

анению

особей с генотипам,
соответствующими среде обитания

4. Препятствует обмену генетической информации между популяциями

А	Б	В	Г	Д
2	4	1	1	3

1. Элементарной единицей эволюции
считают:

- 1) организм
- 2) популяцию
- 3) семейство
- 4) вид

1. Элементарной единицей эволюции
считают:

1) организм

2) **популяцию**

3) семейство

4) вид

2. Особей в одну популяцию объединяет:

- 1) свободное скрещивание и общая территория
- 2) ослабление борьбы за существование
- 3) недостаток кормов и обитание в биоценозе
- 4) наличие одинаковых паразитов

2. Особей в одну популяцию объединяет:

- 1) **свободное скрещивание и общая территория**
- 2) **ослабление борьбы за существование**
- 3) **недостаток кормов и обитание в биоценозе**
- 4) **наличие одинаковых паразитов**

3. Случайное изменение частот генов в небольших популяциях называют:

- 1) круговорот веществ
- 2) результатом эволюции
- 3) саморегуляцией
- 4) дрейфом генов

3. Случайное изменение частот генов в небольших популяциях называют:

- 1) круговорот веществ
- 2) результатом эволюции
- 3) саморегуляцией
- 4) **дрейфом генов**

4. Ограниченность ресурсов и высокая численность особей в популяции служит причиной:

- 1) появления мутаций
- 2) появления модификаций
- 3) борьбы за существование
- 4) стабилизирующего отбора

4. Ограниченность ресурсов и высокая численность особей в популяции служит причиной:

- 1) появления мутаций
- 2) появления модификаций
- 3) **борьбы за существование**
- 4) стабилизирующего отбора

5. Какой фактор эволюции приводит к разобщенности особей одного вида?

1) мутации

2) изоляции

3) дрейф генов

4) борьба за существование

5. Какой фактор эволюции приводит к разобщенности особей одного вида?

1) мутации

2) **изоляция**

3) дрейф генов

4) борьба за существование

6. Результатом эволюции является:

- 1) многообразие видов
- 2) изоляция
- 3) борьба за существование
- 4) естественный отбор

6. Результатом эволюции является:

- 1) **многообразие видов**
- 2) изоляция
- 3) борьба за существование
- 4) естественный отбор

Я знаю!

Я знаю!

Я знаю!

- 1. Что такое идеальная популяция
- 2. формулировку закона Харди- Вайнберга
- 3. Что такое популяционные волны и их значение
- 4. Что такое дрейф генов
- 5. Виды изоляций
- 6. Биологическое значение изоляций

Я знаю!

Я знаю!

Я знаю!

Борьба за Существование	Основной движущий фактор
Естественный отбор	Основной движущий фактор
Наследственная изменчивость (мутационная, комбинативная)	Основной движущий фактор
Популяция	Единица эволюции

Мутации	Материал основной для эволюции
Мутационный процесс (мутации)	элементарный эволюционный фактор (ЭЭФ)
Популяционные волны «Волны жизни»	элементарный эволюционный фактор (ЭЭФ)
Изоляция	элементарный эволюционный фактор (ЭЭФ)
Естественный отбор	элементарный эволюционный фактор (ЭЭФ)

Естественный отбор.	Отбирает приспособленные организмы. Закрепляет созданный признак
Результат естественного отбора	Приспособления (Адаптации) Биоразнообразие
Результаты эволюции	Совершенствование приспособленностей организмов
Результаты эволюции	Многообразие видов

- **Элементарное эволюционное явление(ЭЭЯ) - это процесс длительного направленного изменения генофонда популяций, которые в дальнейшем может привести к формированию нового вида.**
- **ЭЭЯ возникает, когда на ЭЭМ действует ЭЭФ.**

Борьба за Существование	Основной движущий фактор
Естественный отбор	Основной движущий фактор
Наследственная изменчивость (мутационная, комбинативная)	Основной движущий фактор
Популяция	Единица эволюции
Мутации	Материал основной для эволюции
Мутационный процесс (мутации)	элементарный эволюционный фактор
Популяционные волны	элементарный эволюционный фактор
Изоляция	элементарный эволюционный фактор
Естественный отбор	элементарный эволюционный фактор
Дрейф генов	элементарный эволюционный фактор
Наследственная изменчивость (мутации и комбинации)	поставляет материал для отбора
Естественный отбор	Отбирает приспособленные организмы Закрепляет созданный признак
Результат естественного отбора	Приспособления (Адаптации) Биоразнообразие
Результаты эволюции	Совершенствование приспособленностей организмов
Результаты эволюции	Многообразие видов
Элементарное эволюционное звено (ЭЭЗ)	Процесс длительного направленного изменения генофонда

**НАЗОВИТЕ
ВИДЫ
ПОПУЛЯЦИЙ**

**КТО ПЕРВЫМ
ИСПОЛЬЗОВА
Л ТЕРМИН
ПОПУЛЯЦИЯ**

**Популяци
я**

**НАЗОВИТЕ СТАТИСТИЧ
ЕСКИЕ И
ДИНАМИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПОПУЛЯЦИИ**

**РАССКАЖИТЕ О
СТРУКТИЗНОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ
ПОПУЛЯЦИИ**

- Д/З
- п. 31-32

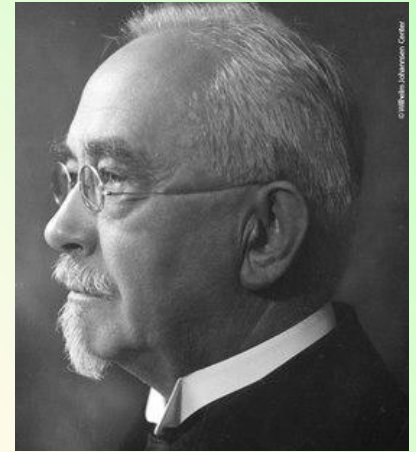


Архив

Закон Харди—Вайнберга — гласит, что в популяции бесконечно большого размера, в которой не действует естественный отбор, не идет мутационный процесс, отсутствует обмен особями с другими популяциями, не происходит дрейф генов, все скрещивания случайны — частоты генотипов по какому-либо гену (в случае если в популяции есть два аллеля этого гена) будут поддерживаться постоянными из поколения в поколение и соответствовать уравнению:

- $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где
- p^2 — доля гомозигот по одному из аллелей;
- p — частота этого аллеля;
- q^2 — доля гомозигот по альтернативному аллелю;
- q — частота соответствующего аллеля;
- $2pq$ — доля гетерозигот.

- В 1903 г. датский генетик Вильгельм Людвиг **Иоганнсен** впервые употребил термин «популяция» для обозначения группы особей, неоднородной в генетическом отношении.
- В популяции самоопылителей, он выделил чистые линии.
- В. Иоганнсен генетически неоднородные (гетерогенные) популяции противопоставлял однородным *чистым линиям*, в которых невозможен отбор.



Вильгельм
Людвиг
Иоганнсен

Современный пример действия эффекта
бутылочного горлышка — популяция сайгака.

Численность антилопы сайгак сократилась на 95 %
от приблизительно 1 миллиона в 1990 году до
менее чем 30 000 в 2004, главным образом по
причинам браконьерства для нужд
традиционной китайской медицины

