

- 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.**





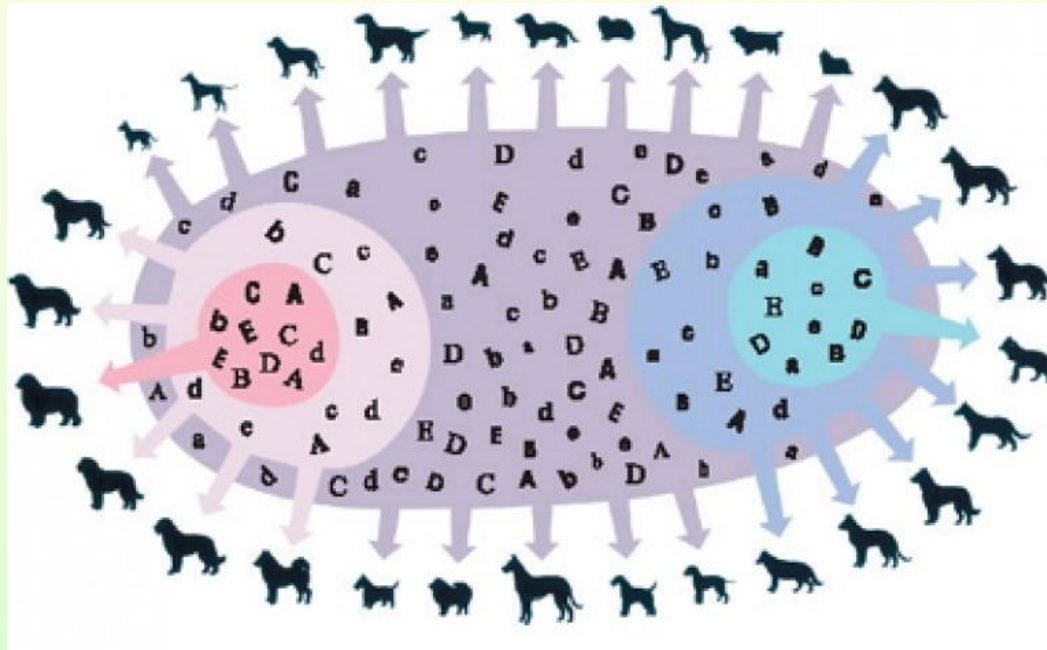




- Термин «**популяция**» происходит от латинского *populus* – население.
- Долгое время популяцией называли (а часто называют и сейчас) любую группировку организмов, обитающих на определенной



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



**КЛАССИФИКАЦИ  
Я**

**Популяци  
Я**

A diagram consisting of two ovals. The top oval is orange and contains the text 'КЛАССИФИКАЦИ Я'. The bottom oval is blue and contains the text 'Популяци Я'. A blue arrow points from the top of the blue oval to the bottom of the orange oval.



# Популяция



**Элементарная**

**Экологическая**

**Географическая**

**ая**



**СТАЯ ОКУНЯ**



**БЕЛКИ РАЗНЫХ  
БИОЦЕНОЗОВ**



**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 особи 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**



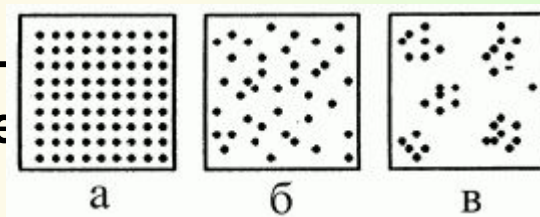
```
graph TD; A(Популяци я) --> B(СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ)
```

**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**

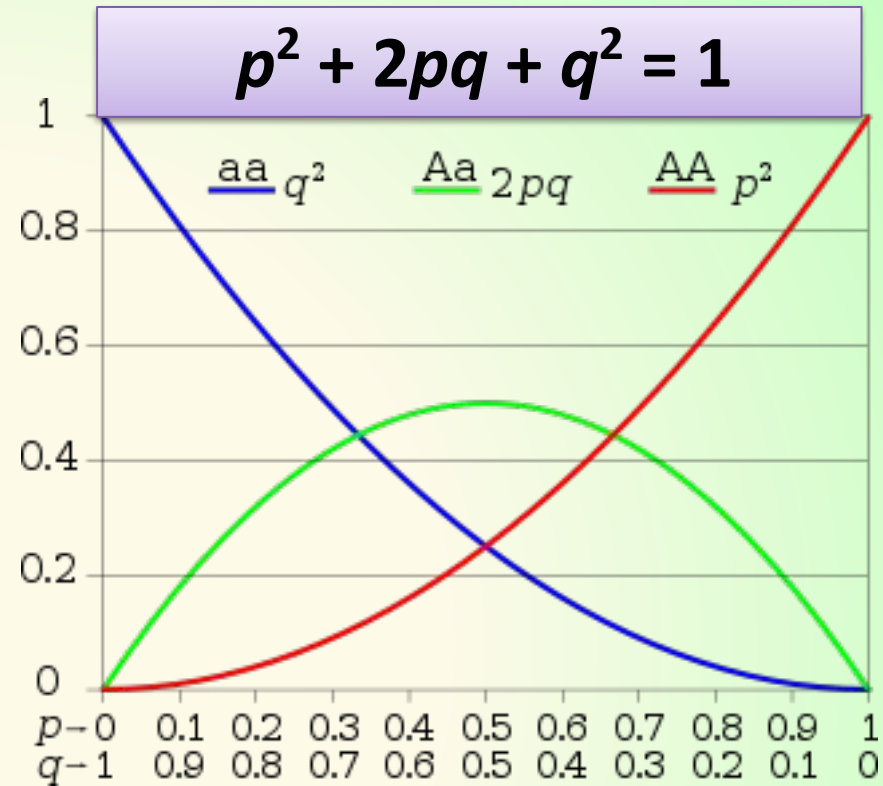
- **Закон Харди—Вайнберга** — гласит, что в идеальной популяции существует постоянное соотношение относительных частот аллелей и генотипов, которое описывается уравнением:
- $(p A + q a)^2 = p^2 AA + 2 \cdot p \cdot q Aa + q^2 aa = 1$
- Или  $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ , где
- $p^2$  — доля гомозигот по одному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

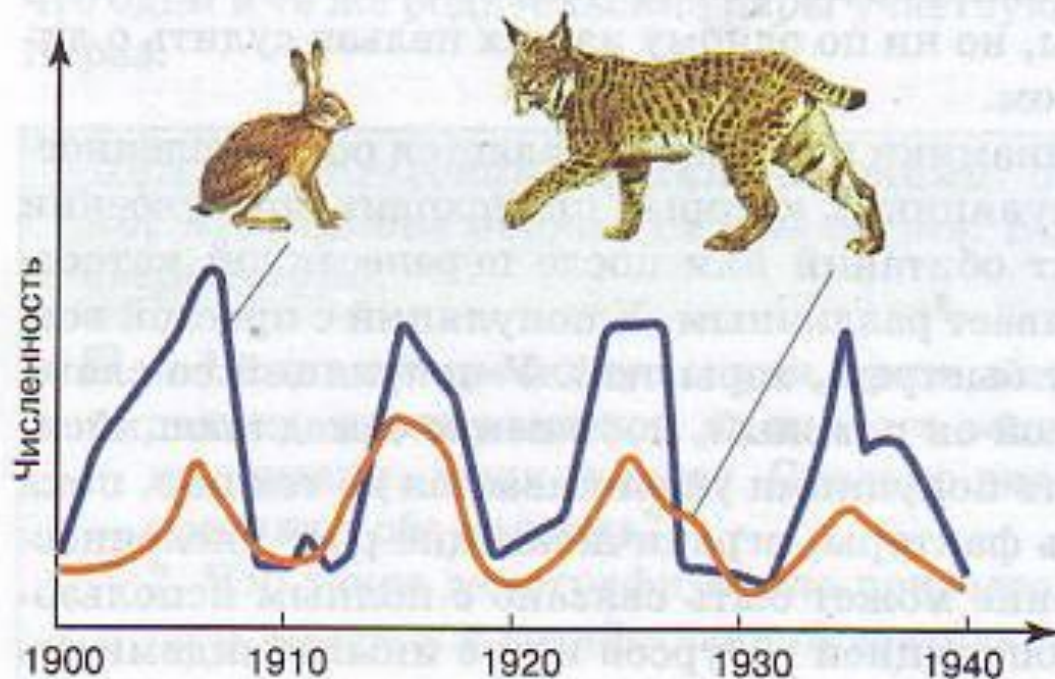
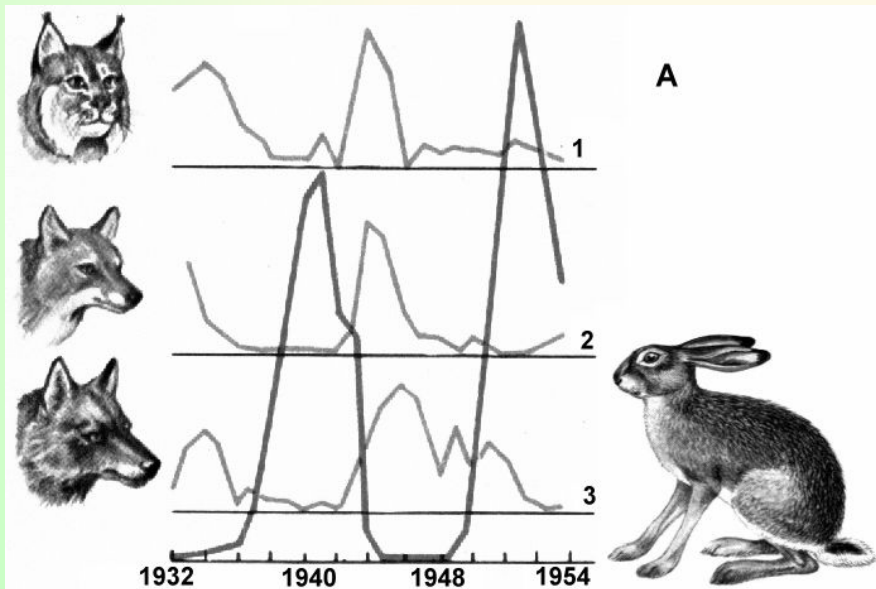
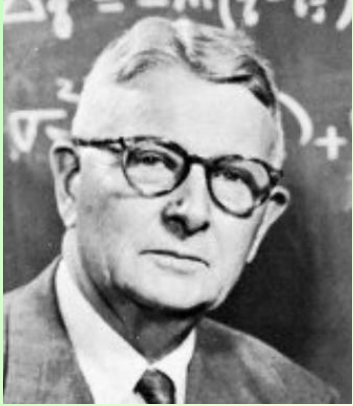


Рис. 130. Взаимосвязь циклических колебаний в системе «жертва — хищник» на примере взаимоотношений зайца и рыси

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

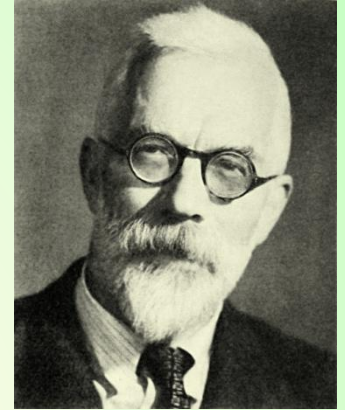


В 20-м веке отдельные «вспышки» численности организмов отмечались в популяциях домовых воробьёв в Северной Америке, саранчи в Азиатско-Африканском регионе и т.п. После холодной зимы численность кроликов на одном из островов вблизи побережья Англии уменьшилась в 100 раз (с 10000 до 100 особей). Поэтому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



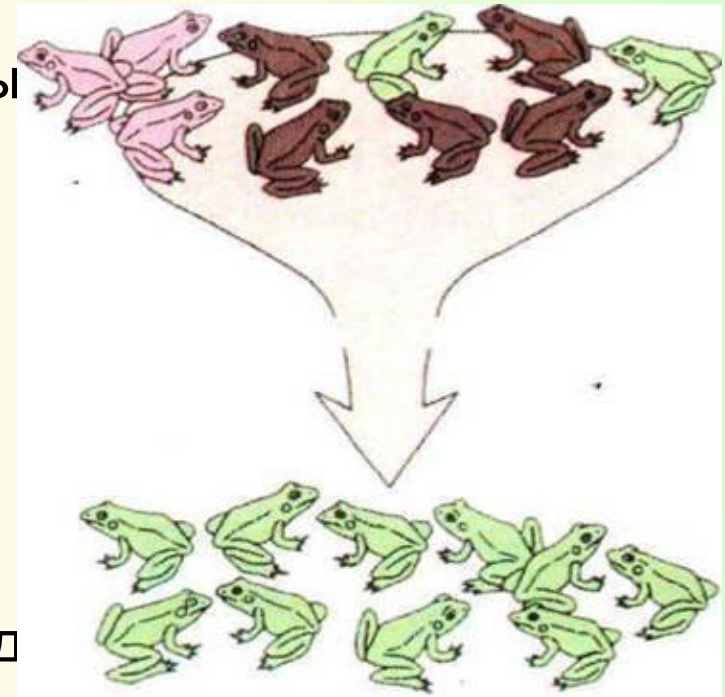
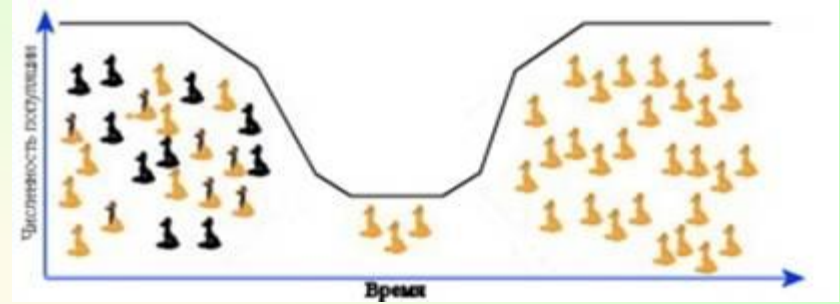
Aa

# • 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.

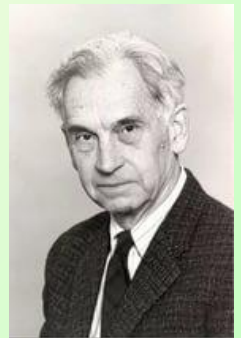


**Иллюстрация эффекта.**

**Слева — исходная популяция,**

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

**основателей.**



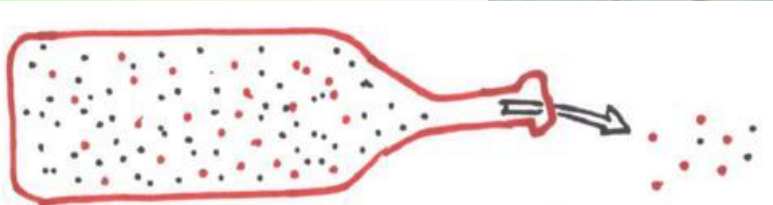
**«Эффект основателя» - термин Э. Майера**



- 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

## 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) **ИЗОЛЯЦИИ**

3) дрейф генов

4) борьба за существование

## 6. Результатом эволюции является:

- 1) многообразии видов
- 2) изоляции
- 3) борьбе за существование
- 4) естественный отбор

## 6. Результатом эволюции является:

- 1) **многообразиие 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!**

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

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

<b>Естественный отбор.</b>	<b>Отбирает приспособленные организмы. Закрепляет созданный признак</b>
<b>Результат естественного отбора</b>	<b>Приспособления (Адаптации) Биоразнообразии</b>
<b>Результаты эволюции</b>	<b>Совершенствование приспособленностей организмов</b>
<b>Результаты эволюции</b>	<b>Многообразии видов</b>



- **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.**

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

**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

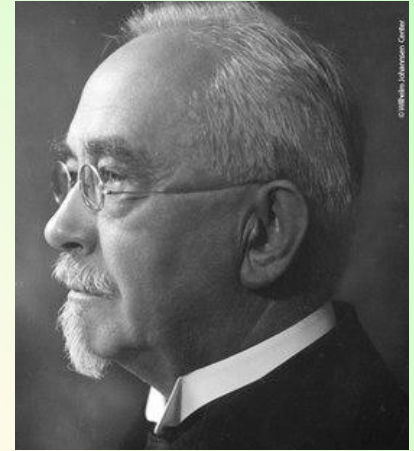


Архив

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

