

# ***Эволюция - 8***

Жданова В.Н.  
учитель биологии  
МАОУ СШ №144  
г. Красноярск

# Содержание всех частей

1. Развитие представлений о возникновении жизни на Земле
2. Возникновение жизни на Земле
3. История Земли и методы ее изучения
4. Развитие жизни на Земле
5. Развитие эволюционных представлений
6. Доказательства Эволюции
7. Вид. Структура вида
8. Движущие силы эволюции
9. Результат действия факторов эволюции. Основные пути и направления эволюционного процесса.

Чарльз Дарвин в своем классическом труде «Происхождение видов» выделил главные движущие силы (факторы) эволюционного процесса:

- **Наследственная изменчивость,**
- **Борьба за существование;**
- **Естественный отбор.**

Кроме того, Дарвин указал на важную роль *изоляции* - невозможности скрещивания особей.

Современные ученые выделяют еще:

- **Дрейф генов**
- **Изоляцию**

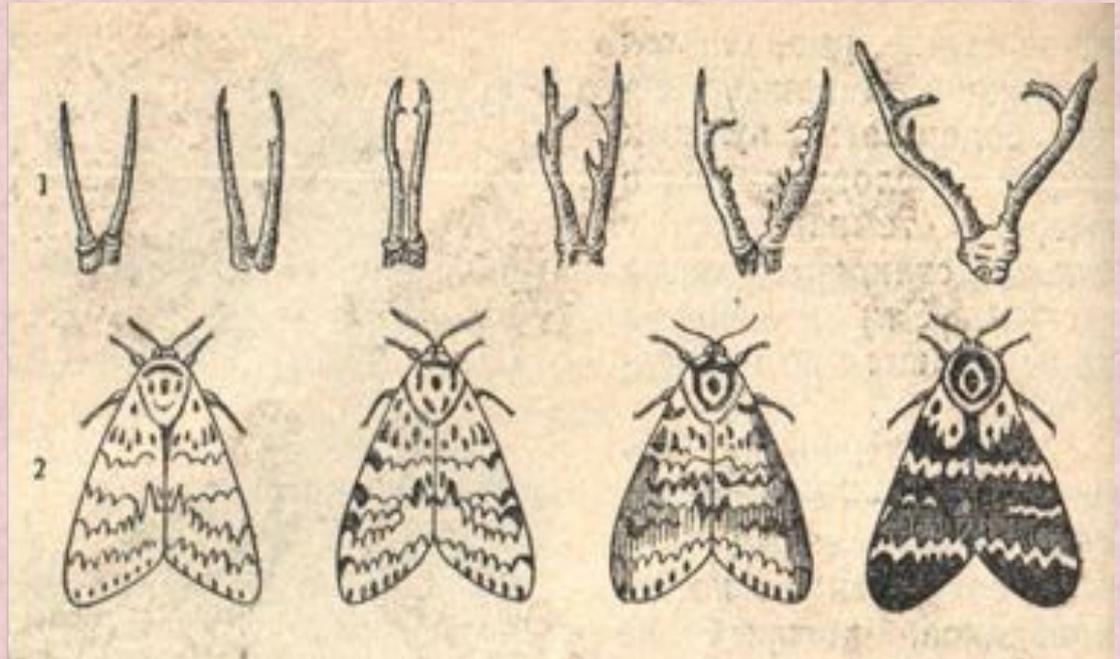
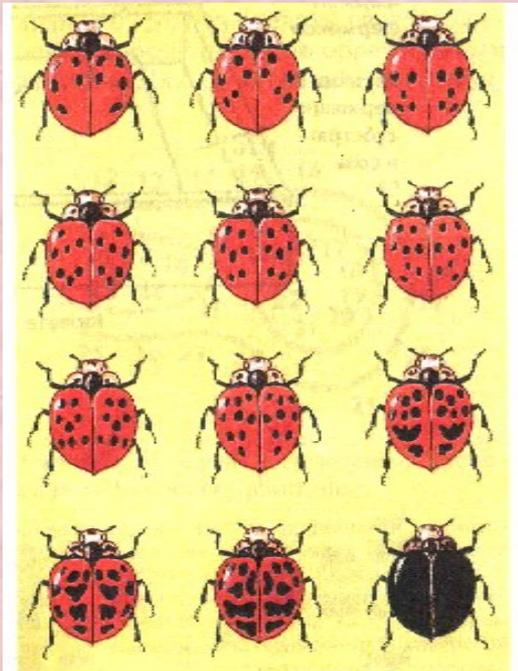
Все вышеперечисленные факторы эволюционного процесса оказывают давление на популяцию и в результате внутри популяции происходят эволюционные изменения.

Рассмотрим по очереди все факторы эволюционного процесса и результаты действия движущих сил эволюции.

# Наследственная изменчивость

Все особи одного вида животных и растений в большей или меньшей степени отличаются друг от друга.

Причиной тому - **наследственная изменчивость** (изменения признаков организма, которые определяются генотипом и сохраняются в ряду поколений, т. е. передается по наследству).



# Виды наследственной

## ИЗМЕНЧИВОСТИ:

### Мутационная

В основе мутационной изменчивости лежат мутации (случайно возникшие стойкие изменения генотипа).

Факторы, вызывающие мутации называют **мутагенами**. Они бывают различной природы: **химические** (химические вещества), **механические** (вибрация), **физические** (радиация), **биологические** (вирусы)

### Комбинативная

В основе комбинативной изменчивости лежит половой процесс – сначала формируются половые клетки – гаметы (гаметогенез), а затем происходит их слияние и формирование зиготы (оплодотворение). В результате обоих этих процессов происходит изменение генотипа.

# Мутационная изменчивость

По характеру изменений мутации бывают:

**1. Геномные мутации** – изменения числа хромосом

- полиплоидия – кратное увеличение ( $3n, 4n...$ )

- анеуплоидия – изменение числа хромосом ( $2n+1$  или  $2n-1$ )

- гаплоидия – уменьшение числа хромосом вдвое ( $n$ )

**2. Хромосомные мутации** – изменение структуры, перестройки хромосом, когда отдельные ее части (гены) меняют свою последовательность

- дупликация – удвоение участка хромосомы

- делеция – выпадение участка хромосомы

- инверсия – поворот части хромосомы на  $180^\circ$

- транслокация – перенос части хромосомы на другую нехомологичную

**3. Генные, или точковые мутации** – изменение последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК

- дупликация – удвоение нуклеотидов

- инсерции - вставка нуклеотидов

- делеция – выпадение нуклеотидов

- инверсия – перестановка фрагмента гена



Условные обозначения генов	Изменения структуры хромосомы
А В В Г Д Е	Нормальный порядок гена
А Б В В Г Д Е	Удвоение участка
А Б В Д Е	Нехватка участка
А Б Г В Д Е	Поворот участка на $180^\circ$
А Б В I М К	Перемещение участка на негомологичную хромосому

# Мутационная изменчивость

По месту нахождения мутации бывают:

- **Генные мутации** – мутации в половых клетках (гаметах)
- **Соматические мутации** – мутации в соматических клетках (не половых)

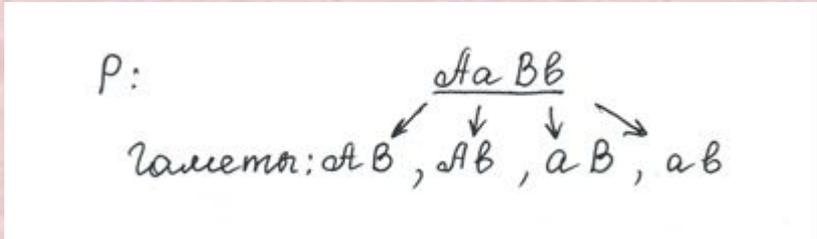
По природе происхождения мутации бывают:

- **Естественные мутации (спонтанные)** – мутации, возникающие в природе, под воздействием природных (естественных) факторов
- **Искусственные (индуцированные) мутации** – мутации, вызываемые искусственно (человеком)

По влиянию на жизнеспособность мутации бывают:

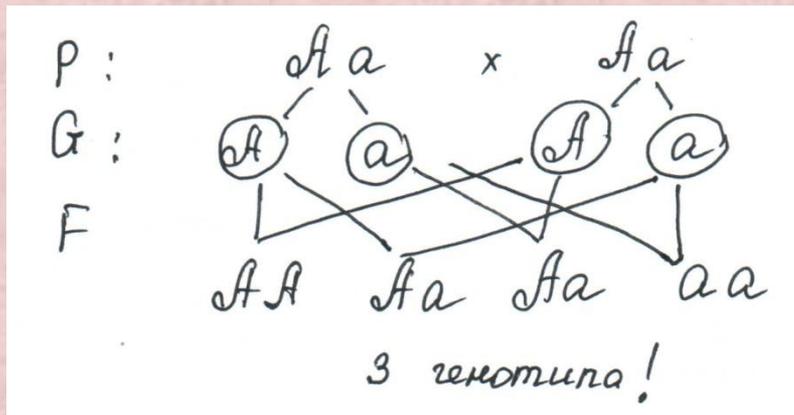
**Полезные, вредные, нейтральные, летальные**

# Комбинативная изменчивость



Родительские особи: желтые семена х зеленые семена  
(растение - горох) гладкая форма морщинистая форма

Потомство: желтые желтые зеленые зеленые  
гладкие морщинистые гладкие морщинистые



Гаметогенез – процесс образования половых клеток гамет, в основе которого – мейоз (редукционное деление):

-профаза – происходит **кроссинговер** – рекомбинация генов (обеспечивает получение различных сочетаний в гаметах).

-анафаза - **происходит независимое расхождение гомологичных хромосом**, в результате которого появляются различные типы гамет, и следовательно, различные генотипы.

Оплодотворение – процесс слияния гамет и образования зиготы:

- **случайная встреча гамет** при

**Наследственная  
изменчивость – основа  
разнообразия всех живых  
организмов.**

Громадное генотипическое и,  
следовательно, фенотипическое  
разнообразие в природных  
популяциях **является тем  
исходным эволюционным  
материалом, с которого начинается  
эволюционный процесс**

# Борьба за существование

Все живые существа, потенциально, способны производить большое количество себе подобных.

Примеры:

- за 10 лет потомство одной особи одуванчика покрыло бы землю толщиной 20 см;
- осетр живет 50 лет и каждый год мечет почти 300000 икринок, выметывая за свою жизнь более 15 млн икринок;
- пара слонов за весь период приносит не более 6 детенышей, но за 750 лет потомство этой пары могло бы дать жизнь 19 млн особей.

***Какой можно сделать вывод?***

Особей в популяции появляется во много раз больше, чем может существовать на занимаемой ею территории.

Возникает несоответствие между численностью и средствами к жизни (например, кормовой базой) которое приводит к ***борьбе за существование (БЗС)***.

# Борьба за существование

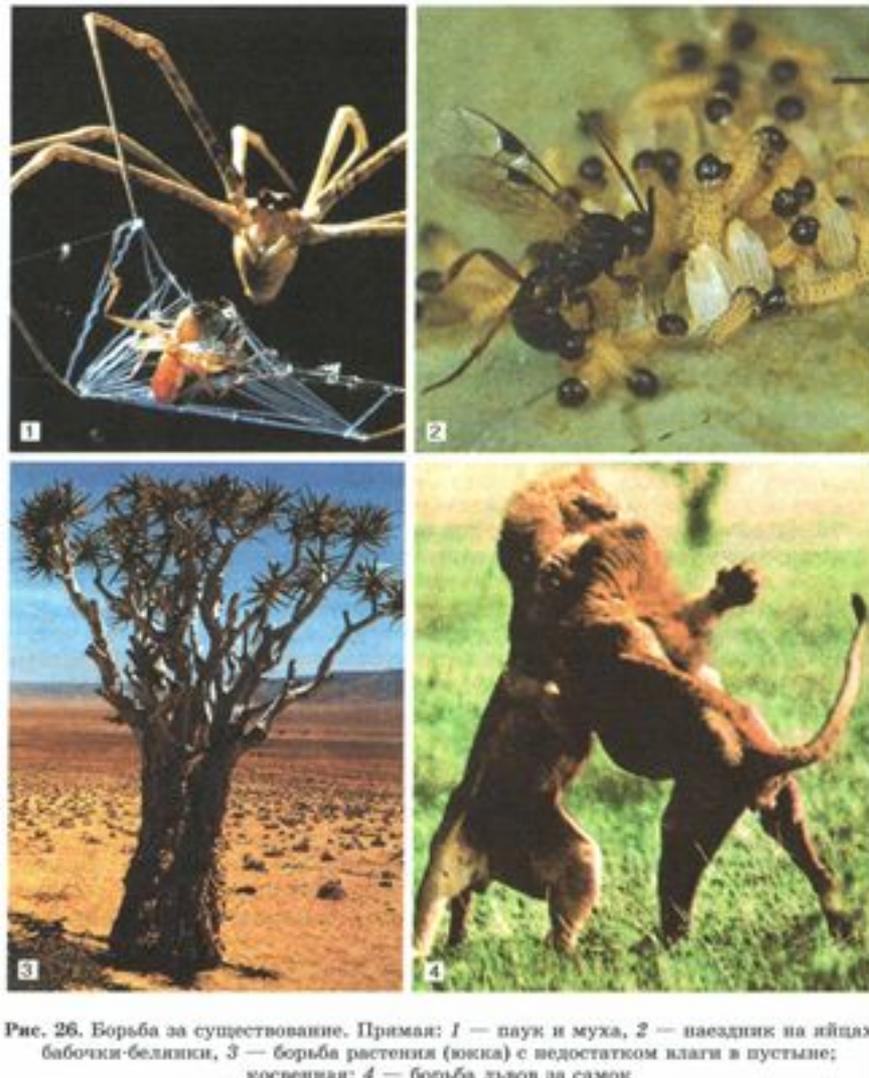


Рис. 26. Борьба за существование. Прямая: 1 — паук и муха, 2 — наездник на яйцах бабочки-белинки, 3 — борьба растения (юкка) с недостатком влаги в пустыне; косвенная: 4 — борьба львов за самок

Под выражением «**борьба за существование**» понимают сложные и многообразные отношения особей внутри видов, между видами и борьбу с неблагоприятными условиями. Чарльз Дарвин различал три формы «борьбы за существование».

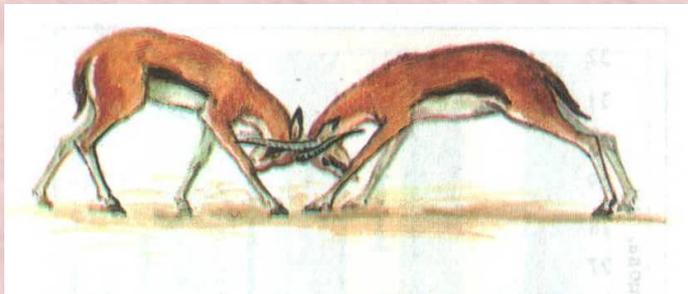
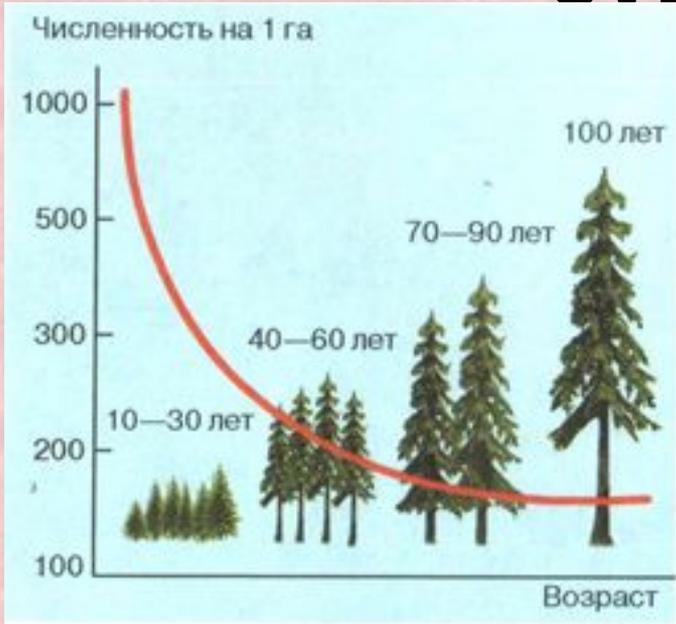
- **Внутривидовая**
- **Межвидовая**
- **Борьба с неблагоприятными условиями жизни**

*В настоящее время принято различать:*

*-прямую форму БЗС (межвидовая и с неживой природой) — приводит к прямой гибели отдельных особей*

*-косвенная форма БЗС (межвидовая и внутривидовая) — ослабляет особи и они теряют устойчивость к неблагоприятным*

# Внутривидовая борьба за существование



*Происходит между особями одной популяции любого вида - конкуренция (за пищу, территорию, убежище, самку). Примеры: состязание между хищниками за добычу; соперничество за территорию, за самку – наблюдается у животных; у растений соперничество за свет, воду.*

**В природе у многих видов выработались приспособления, помогающие избежать конкуренции. Примеры: самцы метят свою территорию, пингвины живут семьями.**

**Таким образом, внутривидовая борьба сопровождается гибелью части особей вида. Однако в целом это способствует совершенствованию вида в целом. В живых остаются наиболее**

# Межвидовая борьба за существование



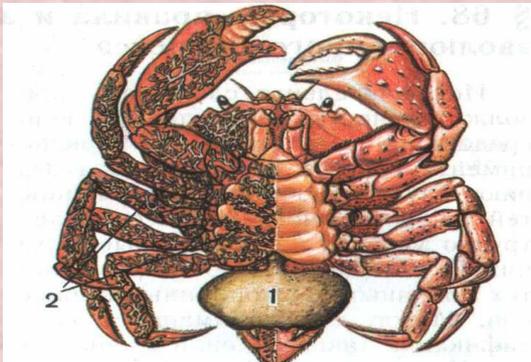
происходит между особями разных видов. Примеры:

- **конкуренция** - два вида с одинаковыми потребностями на одной территории (сорняк и культурное растение, волк и лиса) - идет борьба за свет, воду.

- **хищничество** - один вид охотиться на другой и поедает его (волк и заяц, венерина мухоловка и насекомое).

- **паразитизм** – один вид живет за счет другого (паразитический червь и человек, саккулина и краб).

- **симбиоз** – взаимовыгодный союз двух организмов разных видов (растения семейства бобовых и азотфиксирующие бактерии, рак-отшельник и актиния).



Влияет ли межвидовая борьба на внутривидовую? Да. Усиливает. В погоне за зайцем (межвидовая борьба) кто выигрывает? Самый быстрый волк, с хорошим чутьем. Именно он будет сытый, даст многочисленное потомство и всех выкормит. А слабый волк либо умрет с голода, но даже если принесет потомство, оно будет слабое и не сможет выжить.

# Борьба с неблагоприятными условиями



усиливает внутривидовую борьбу. Какие могут быть неблагоприятные условия: недостаток воды, света, холод, ветер, избыток воды и др. Как живые организмы ведут с этим борьбу? Например, у растений в пустыне редуцируются листовые пластинки, превращаясь в колючки, корни становятся длинные или наоборот, располагаются поверхностно, развивается водоносная ткань, происходит укорочение цикла развития и т.п.

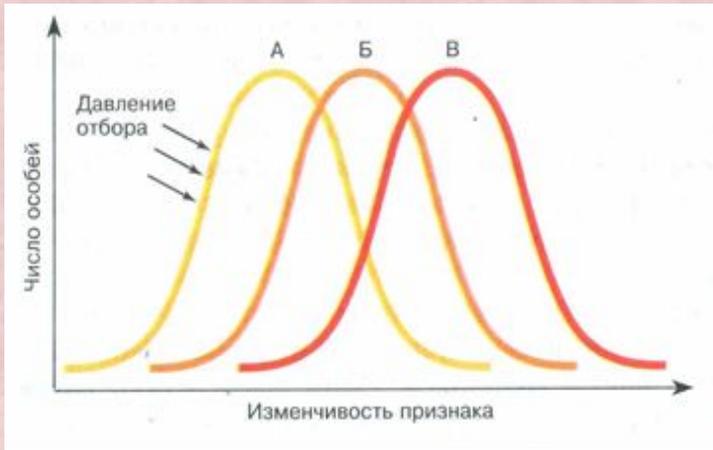
# Естественный отбор

Естественный отбор – процесс, происходящий в природе, в результате которого выживают и оставляют потомство в конкретных условиях среды особи с полезными для данного вида признаками и свойствами.

*Материалом* для естественного отбора служат индивидуальные наследственные изменения (*мутационная и комбинативная изменчивости*).

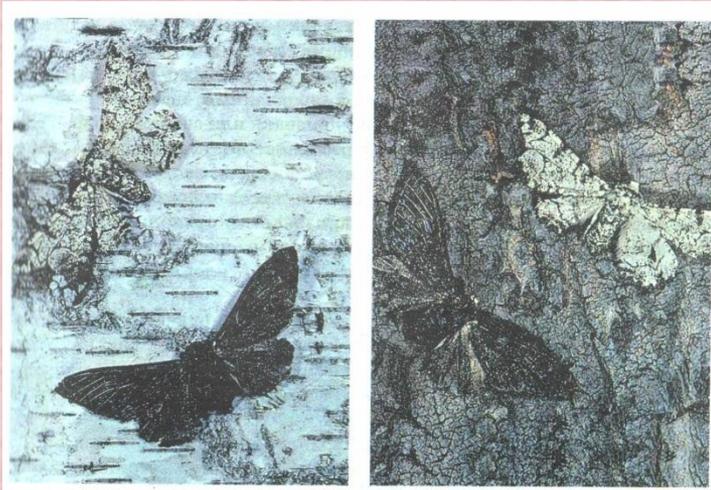
Творческая роль естественного отбора заключается в том, что в процессе эволюции он сохраняет и накапливает из разноплановых изменений наиболее соответствующие условиям среды и полезные для вида. Выделяют следующие формы естественного отбора: *движущий, стабилизирующий, дестабилизирующий и дизруптивный*

# Движущая форма естественного отбора



Ее описал Ч. Дарвин, показав, что в изменившихся условиях среды большую возможность выжить и оставить потомство имеют особи, генотипы которых обеспечивают формирование новых, наиболее отвечающих этим условиям признаков. Движущий отбор приводит к образованию новых популяций, а затем видов.

Пример – так называемый **«индустриальный меланизм»**. Многие виды бабочек в районах, не подвергнутых индустриализации, имеют светлую окраску тела и крыльев. Развитие промышленности, связанное с этим загрязнение стволов деревьев и гибель лишайников, живущих на коре, привели к резкому возрастанию частоты встречаемости черных (меланистических) бабочек. В окрестностях некоторых городов черные бабочки за короткое время стали преобладающими, хотя недавно отсутствовали. Причина в том, что на потемневших стволах деревьев белые бабочки стали заметнее, а черные, наоборот, менее заметны.



Естественный отбор до тех пор смещает среднее значение признака или меняет частоту встречаемости особей с измененным признаком, пока популяция приспособится к

# Стабилизирующая форма отбора

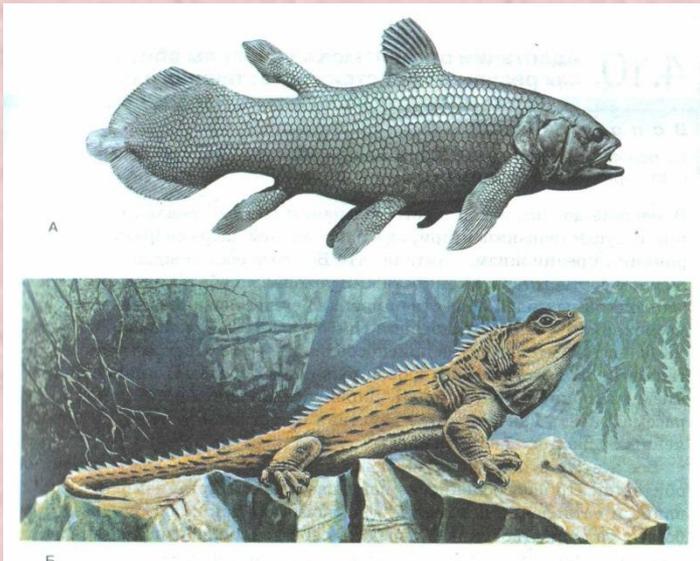
Впервые эту форму отбора описал И.И. Шмальгаузен в 1946 г. Приспособленность к определенным условиям среды не означает прекращение действия отбора в популяции. Поскольку в популяции всегда осуществляется наследственная изменчивость, то постоянно возникают особи с существенными отклонениями от среднего значения признака. Стабилизирующая форма отбора направлена в пользу установившегося в популяции среднего значения признака.

Пример: во время снегопада и шквального ветра в Северной Америке погибло большое количество воробьев. Когда ученые исследовали тушки погибших воробьев то выяснили, что погибло очень много птиц с длинными крыльями или наоборот короткими, а птиц со средним размером крыла в погибших почти не было. Почему? Среднее крыло было приспособлено к постоянным ветрам в этой области, птиц с большим крылом сносило ветром, а с маленьким крылом они не могли сопротивляться воздушному потоку и погибали. Среднее значение признака оказалось идеальным в тех условиях.

Таким образом, стабилизирующий отбор фиксирует, закрепляет полезные признаки и формы в относительно постоянных условиях среды. Отклонения от установленной нормы, в таких условиях оказываются менее жизнеспособны и уничтожаются отбором.

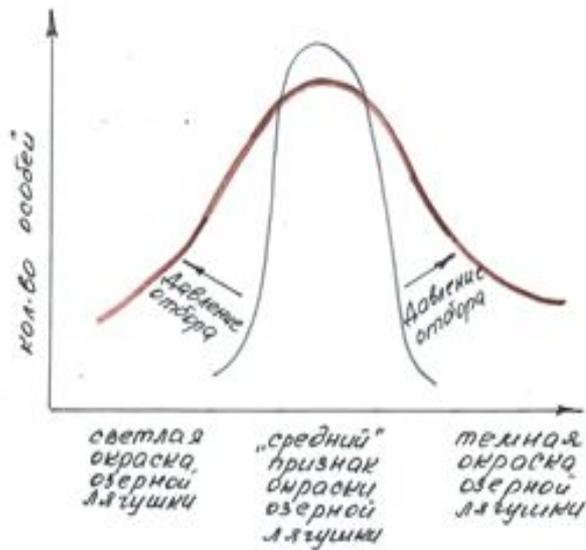
Реальность стабилизирующего отбора подтверждается существованием относительно стабильных в определенных условиях древних форм (кистеперые рыбы, гаттерия).

Стабилизирующий отбор ведет к большой фенотипической однородности популяции. Нового вида не образуется, не берет, закрепляется диморфизм



# Дестабилизирующая форма отбора

Если стабилизирующий отбор сужает норму реакции, то дестабилизирующий отдает предпочтение особям с **широкой нормой реакции**. В природе нередки случаи, когда экологическая ниша, которую занимает данная популяция, со временем может оказаться более широкой. В этом случае преимущество получают особи в общем сохраняющие среднее значение признака и при этом обладающие широкой нормой реакции. Пример: популяция озерных лягушек, живущих в прудах с разнообразной освещенностью. Чередуются заросшие рясковой участки и «окна» открытой воды. В такой популяции будут встречаться лягушки различной окраски и более светлые и более темные (на все случаи жизни).



# Дизруптивная форма отбора

Для многих популяций характерен **полиморфизм** – существование двух или более форм по тому или иному признаку. Эта форма отбора осуществляется в тех случаях, когда две или более генетические формы обладают преимуществом в разных условиях (например - в разные сезоны года).

Примеры:

-при изучении двухточечной божьей коровки выяснилось, что зимой выживают преимущественно «красные» формы двухточечной божьей коровки, а летом – «черные» формы.

-существуют две формы бабочки пестрокрыльницы (темная – «весенняя», светлая – «летняя»)

Дизруптивный отбор благоприятствует более чем одному фенотипу и направлен против средних (промежуточных) форм. Он как бы разрывает популяцию по данному признаку на несколько групп, встречающихся на одной территории.



# Дрейф генов – фактор эволюции

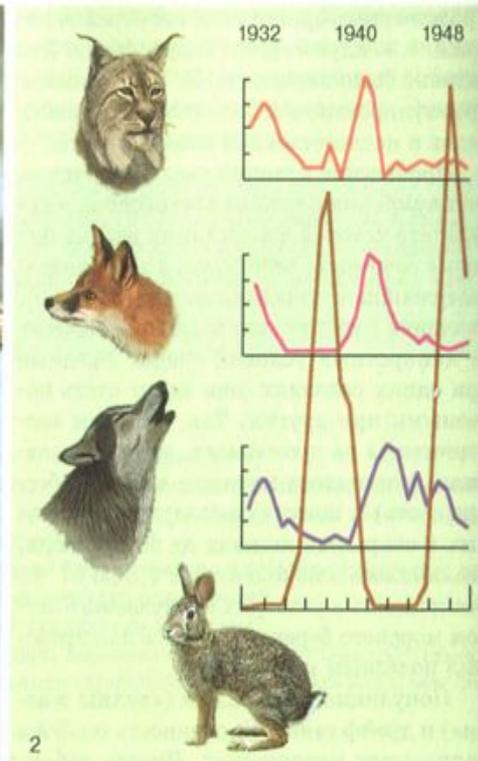
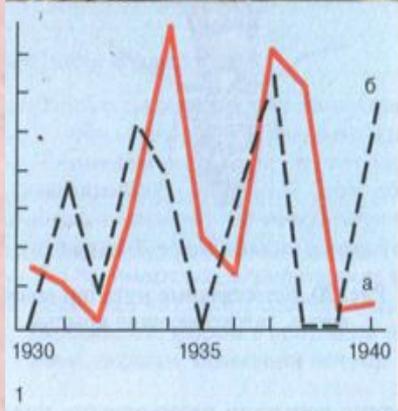
В природных условиях периодические колебания численности различных организмов очень распространены. Вспомните хотя бы периодические нашествия полевок, мышей или саранчи, приносившие человечеству огромные убытки. Раньше это объяснялось наказанием божьим за грехи человеческие. В наши дни такого масштаба «мышьиной напасти» уже не бывает, люди научились регулировать численность грызунов. Но факт остается фактом: периодически численность, то одного вида, то другого возрастает, потом уменьшается.



Сергей Сергеевич  
Четвериков

В 1905 году С.С. Четвериков опубликовал работу под заглавием «Волны жизни», в которой раскрыл причины и значение колебаний численности популяций – **популяционных волн**, или **«волн жизни»**, для эволюции

# Причины колебания численности популяций бывают различными:



- Немалую роль играют **хищники**, численность которых колеблется пропорционально росту и убыли популяции грызунов. Например, чем больше зайцев, тем больше потомства приносят волки, лисы и рыси. Когда популяция зайцев идет на убыль, хищники уходят в поисках пищи в другие места. На старом месте остается ровно столько хищных животных, сколько может прокормиться;

- Благоприятные или неблагоприятные **погодные условия**. Пример: в теплое сухое лето бывает большой урожай еловых шишек, сразу же резко возрастает популяция белок, вслед вырастает популяция мелких хищников (норки, горностаи, куницы);

- Резкие колебания численности могут быть связаны и со вспышками **эпидемий**;

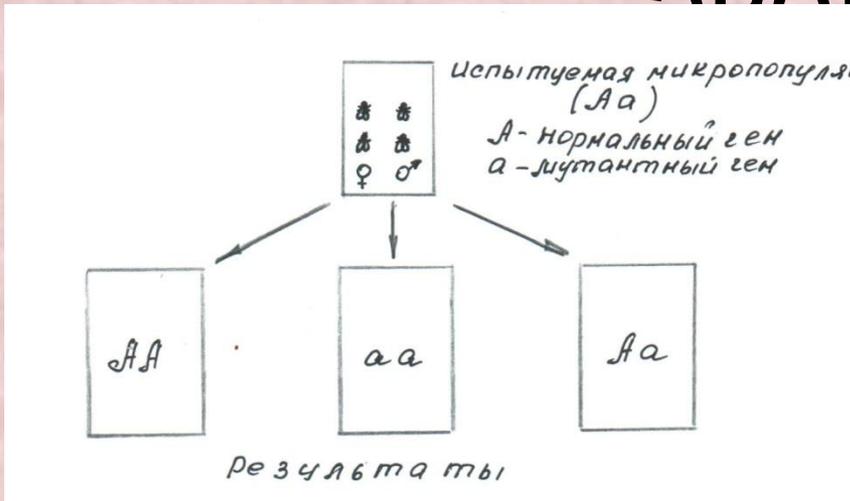
- **Стихийные бедствия** (пожар, наводнение) также сильно влияют на численность популяций живых организмов. Пример: в лесу произошел пожар и лес выгорает. На месте пожарища буйно разрастается иван-чай (светлюбивое растение). Затем это растение постепенно вытесняется другими травами и кустарниками;

- Резкие вспышки численности наблюдаются при попадании вида в новые, **пригодные для жизни места**. Пример: завоевание кроликами Австралии.

Обычно к периодическим или непериодическим, сезонным или годовым изменениям численности любого из известных видов животных и растений приводят не одна, а сразу несколько причин, вместе взятых.

# Дрейф генов – фактор

## ЭВОЛЮЦИИ



Так какое значение имеют популяционные волны для эволюции?

Сами по себе колебания численности не вызывают наследственную изменчивость, но могут способствовать созданию условий, в результате чего произойдет изменение генотипа. То есть, популяционные волны выводят ряд генотипов, совершенно случайно и ненаправленно, на «эволюционную арену».

И то, что это действительно случайность доказывают следующие опыты:

-несколько пробирок с кормом и в каждой по 2 самца и 2 самочки мушек дрозофил (микропопуляции). Животные гетерозиготны – **Aa**, причем 50 % - составляет мутантный ген и 50 % - нормальный ген. Через несколько поколений частота мутантного гена меняется случайным образом. В одних популяциях он утрачен – гомозигота по нормальному гену (**AA**), в других все особи гомозиготны по мутантному гену (**aa**), а часть популяций содержала и мутантный ген и нормальный ген (**Aa**). Таким образом, несмотря на снижение жизнестойкости мутантных особей (вопреки естественному отбору) в некоторых популяциях (особенно в небольших) мутантный ген полностью вытеснил нормальный, это и есть результат случайного процесса – дрейфа генов.

-второй опыт – «бутылочное горлышко» (описание дано под рисунком).

Случайное ненаправленное изменение генотипов советские ученые Дубинин и Ромашов (1931-32) назвали **генетико-автоматическими процессами**, а независимо от них зарубежные ученые Райт и Фишер назвали это явление **генетическим**

# Изоляция – фактор эволюции

Под изоляцией понимается возникновение любых барьеров при скрещивании особей одного вида.

Выделяют несколько способов изоляции:

**Географическая изоляция** связана с изменениями в ландшафте (образование рек, горных хребтов, лесных массивов), а также возникает в результате большого расстояния между популяциями одного вида (увеличение ареала). Часто причиной такой изоляции является деятельность человека в биосфере. Например: вид соболя имел сплошной ареал обитания. В 20-30 годы XX столетия был интенсивный «перепромысел» этих животных и ареал приобрел мозаичную структуру – распался на отдельные участки, между которыми значительные



# Изоляция – фактор эволюции

**Экологическая изоляция** бывает в тех случаях, когда популяция одного вида занимает новые места обитания (*экологические ниши*), расположенные в пределах ареала этого вида.

Пример: популяции форели на озере Севан различаются по срокам нереста, местами и глубиной нерестилищ.

И географическая и экологическая изоляции препятствуют скрещиванию особей из разных популяций одного вида и служат начальным этапом расхождения популяций и образования новых видов.



## **Биологическая изоляция**

препятствует скрещиванию особей разных видов растений и животных, живущих на одной территории. Это проявляется в несовпадении в брачных песнях, ритуалах ухаживания, выделяемых запахах; различия в строении половых органов; неспособности пыльцы одних видов прорасти на рыльцах пестиков других видов и др. Все это является препятствием к скрещиванию и ведет к сохранению генетической структуры вида.