

**Эволюционное учение** - изучает общие закономерности и движущие силы исторического развития органического мира.

**Эволюция** (эволюционный процесс) — процесс необратимого исторического развития живой природы от древнейших до современных и будущих форм жизни на основе изменчивости, наследственности и естественного отбора.

**Элементарное эволюционное явление** – длительное направленное изменение генофонда популяции.

**Эволюционный материал** – мутации, которые приводят к генотипическому разнообразию.

**Элементарная эволюционная единица** – популяция (где происходит микроэволюция).

**Хронологическая последовательность представлений об эволюции:**

1. Креационизм
2. Трансформизм – организмы способны изменяться под воздействием среды. Античные философы, без стремления познать «как?».
3. Эволюционная теория Ламарка
4. Эволюционное учение Дарвина
5. СТЭ (синтетическая теория эволюции)

**Карл Линней**

1. «Система природы»
2. Первая систематика. «Искусственная», т.к. только по внешним признакам
3. Латинские названия
4. Бинарные названия (вид и род)
5. Вид – основная форма существования (его минус)
6. Отнес человека к отряду приматов
7. Присвоил человеку бинарное название Homo sapiens.

Систематика	
Животные	Растения
вид	вид
род	род
семейство	семейство
ОТРЯД	ПОРЯДОК
класс	класс
ТИП	ОТДЕЛ
царство	царство

**Жан Батист Ламарк**, «Философия зоологии».

1. ввел термины «биология» и «биосфера».
2. Опубликовал **первую целостную теорию эволюции органического мира**, в которой изложил механизм эволюции, но эти положения были во многом ошибочны.
3. Он попытался найти движущие силы (прогрессивность его идей), которые привели к появлению современных видов и их приспособленности:
  - все живые организмы без исключения способны изменяться во времени, т.е. эволюционировать (да - эволюционируют, но не все)
  - более совершенные создания, в том числе и человек, произошли от более примитивных, просто организованных форм под влиянием одних и тех же законов.
  - влияние среды (да), которое приводит к упражнению или не упражнению органов (не совсем так);
  - показал, что изменчивость имеет естественные причины (да).
  - стремление к самоусовершенствованию (нет);
  - целесообразность всех приобретенных признаков
  - передача по наследству приобретенных признаков (не все передаются, но он не выделял наследственную и ненаследственную изменчивость).
4. Лестница градаций - постепенное усложнение организации от низших форм к высшим более сложным (было «-»).
5. Первая естественная классификации, основанная на принципах родства организмов (но все же не совершенная, в основном по нервной и кровеносной системе).
6. Гипотеза о естественном происхождении человека, от обезьяноподобных предков.

**Критерии по Ламарку к ЕГЭ:**

- 1) В каждом существе заложено внутреннее стремление к совершенству.
- 2) Закон «упражнения и не упражнения»
- 3) Организмы изменяются в ответ на изменения окружающей среды
- 4) Изменения наследуются
- 5) Развитие всегда идет от простого к сложному: простые формы появляются путем самозарождения (лестница Ламарка)

**Из ЕГЭ.** Объяснить редукцию зрения крота с точки зрения теории Ламарка.

**Ответ:**

- упражнение и не упражнения органов
- стремление к совершенству
- полезные признаки формируются под - влиянием окружающей среды
- полезные признаки сохраняются и наследуются

## Великий английский ученый Ч. Дарвин (1809-1882)

**В 1859г.** опубликовал «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь», в которой были объяснено происхождение видов и выдвинуты основные положения эволюционного учения.

Предпосылка ми возникновения учения Ч. Дарвина были следующие:

1. накопление к тому времени богатого материала по палеонтологии, географии, геологии, биологии; развитие селекции;
2. успехи систематики;
3. появление клеточной теории;
4. собственные наблюдения учёного во время кругосветного плавания на корабле «Бигль».

- Впервые дал естественнонаучное объяснение эволюции.
- Эволюционная теория Дарвина представляет собой целостное учение об историческом развитии органического мира.
- Основные принципы эволюционной теории Ч. Дарвина.
  1. В пределах каждого вида живых организмов существует огромный размах индивидуальной наследственной изменчивости по морфологическим, физиологическим, поведенческим и любым другим признакам. Эта изменчивость может иметь непрерывный, количественный, или прерывистый качественный характер, но она существует всегда.
  2. Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.
  3. Жизненные ресурсы для любого вида живых организмов ограничены, и поэтому должна возникать борьба за существование либо между особями одного вида, либо между особями разных видов, либо с природными условиями. В понятие «борьба за существование» Дарвин включил не только собственно борьбу особи за жизнь, но и борьбу за успех в размножении.
  4. В условиях борьбы за существование выживают и дают потомство наиболее приспособленные особи, имеющие те отклонения, которые случайно оказались адаптивными к данным условиям среды. Это принципиально важный момент в аргументации Дарвина. Отклонения возникают не направленно - в ответ на действие среды, а случайно. Немногие из них оказываются полезными в конкретных условиях. Потомки выжившей особи, которые наследуют полезное отклонение, позволившее выжить их предку, оказываются более приспособленными к данной среде, чем другие представители популяции.
  5. Выживание и преимущественное размножение приспособленных особей Дарвин назвал естественным отбором.
  6. Естественный отбор отдельных изолированных разновидностей в разных условиях существования постепенно ведет к дивергенции (расхождению) признаков этих разновидностей и, в конечном счете, к видообразованию.
  7. Факторами создания человеком сортов и пород являются наследственная изменчивость и искусственный отбор.

Термин «популяция» он НЕ использовал. Лн был введен позже (1903г)

Учение Дарвина сводится к следующему:

- каждая особь того или иного вида обладает индивидуальностью (изменчивость);
- черты индивидуальности (хотя и не все) могут передаваться по наследству (наследственность);
- особи производят большее количество потомков, чем доживает до половой зрелости и начала размножения, то есть в природе существует борьба за существование;
- преимущество в борьбе за существование остаётся за наиболее приспособленными особями, которые имеют больше шансов оставить после себя потомство (естественный отбор);
- в результате естественного отбора происходит постепенное усложнение уровней организации жизни и возникновение видов.

**Факторы эволюции по Ч. Дарвину - это**

- наследственность,
- изменчивость,
- естественный отбор на основе борьбы за существование.

Борьба за существование → естественный отбор → приспособление (адаптация) → выживают → дают потомство

### Значение эволюционного учения Дарвина

1. дал научное обоснование органической целесообразности – как исторически возникающей относительной приспособленности организмов к условиям жизни.
2. открыл движущие силы эволюции: наследственная изменчивость, борьба за существование, изоляция (во времена Ч. Дарвина не было оценено как значимое для эволюции, а современные ученые-эволюционисты считают его одним из основных факторов эволюции), естественный отбор.
3. привел доказательства животного происхождения человека
4. доказал, что движущие силы развития природы находятся в ней самой (природа саморазвивающаяся).

**Практическое значение** – применение учения об искусственном отборе и о борьбе за существование позволяет в сельском хозяйстве быстрее и целенаправленнее выводить новые более продуктивные сорта культурных растений, пород домашних животных, а также сохранить видовое многообразие органического мира.

### **Микро- и макроэволюция**

**Микроэволюция** – протекает внутри вида (т.е. внутри популяции) и приводит к образованию **новых видов**.

Признак появления нового вида — невозможность отделившейся популяции скрещиваться с особями исходной популяции и давать плодовитое потомство (репродуктивная изоляция).

**Макроэволюция** – это процесс эволюционного преобразования надвидового масштаба, который приводит к возникновению высших систематических групп: новых родов, семейств, классов, отрядов и т.д.

### **ПОПУЛЯЦИЯ**

1. элементарная единица эволюции
2. наименьшая часть вида
3. **это совокупность особей одного вида длительно существующих на определенной территории, относительно изолированных от других особей того же вида, свободно скрещивающиеся между собой и дающие плодовитое потомство;**
4. это форма существования вида в конкретных условиях среды и единица эволюции.
5. Каждая *популяция характеризуется* плотностью, численностью, половым и возрастным составом, генетическим полиморфизмом.

**Вырыли котлован, залили водой и запустили карпов. Является это популяцией? И биоценозом**

НЕТ. Это не длительно существующая группа. Включает не все возрастные группы. Не сможет идти саморегуляция.

НЕТ: Нет всех звеньев: продуцентов, консументов, редуцентов. Нет замкнутости круговорота.

### **БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ**

Мерой приспособленности считается плодовитость. В результате борьбы за существование осуществляется саморегуляция численности видов, которая сопровождается не полным уничтожением особей одного вида другим, а лишь ограничением их численности до определенного.

**Внутривидовая борьба** (состязание) происходит между особями одной популяции любого вида. **Эта форма борьбы наиболее напряженная**, т.к. все особи нуждаются в одинаковых условиях существования и источниках питания и за самку, что бы дать потомство. Приводит к совершенствованию вида и большей приспособляемости к среде обитания.

**Межвидовая борьба** наблюдается между популяциями разных видов. Она может протекать так же остро, если виды нуждаются в одинаковых условиях существования и источниках питания. **НО!** В питании и месте обитания все же есть альтернатива, а самки разные.

Сюда относится

- |                |               |                   |
|----------------|---------------|-------------------|
| - хищничество, | - конкуренция | - квартирантство, |
| - паразитизм   | - симбиоз     | - взаимопомощь    |

**Борьба с факторами неживой природы** наблюдается при засухе, наводнениях, избытке тепла или холода и т.д.

Все виды борьбы за существование усиливают внутривидовую борьбу, способствуют изменению и **совершенствованию вида**. В конечном итоге они приводят к выживанию организмов наиболее приспособленных к конкретным условиям, т.е. к естественному отбору.

### «С какой целью разводят и выпускают насекомых наездников яйцеедов».

Используют естественные формы борьбы за существование в качестве биологического способа борьбы с вредителями культурных растений.

Для этого используют паразитических перепончатокрылых: наездников и яйцеедов.

- Самки **наездников** откладывают яйца в тело молодых гусениц или куколок, в которых они растут и развиваются до куколки. При этом они питаются тканями своей жертвы, в результате чего та и погибает. Пример: самки белянкового наездника в тело молодых гусениц бабочки-капустницы.



Куколочный наездник



Белянковый наездник, откладывающий яйца в гусеницу



Трихограмма на яйце бабочки

- **Яйцееды** — крошечные перепончатокрылые насекомые. Самки откладывают свои яйца в яйца других насекомых, где и происходит их развитие.

Например, трихограмма и теленомус. Самки трихограммы откладывают яйца в яйца бабочек более 80 видов, а самки теленомуса — в яйца клопов вредных черепашек.

**Трихограмм разводят в специальных лабораториях на яйцах зерновой моли, а затем выпускают в сады, поля и огороды.**

Биологический способ имеет преимущества перед химическими способами:

- Экономически более выгодно
- Нет влияние на другие организмы
- Нет загрязнения окружающей среды
- Токсические вещества не накапливаются, и не передаются по цепям питания
- Нет мутагенного влияния
- Нет привыкания

### Элементарные эволюционные факторы

По Ч.Дарвину: наследственность, изменчивость, естественный отбор на основе борьбы за существование. В

В СТЭ (синтетическая теория эволюции – это комплексная теория, основанная на классическом дарвинизме, с опорой на эволюционную генетику, экологию и некоторые другие дисциплины):

- Наследственная изменчивость (мутационная и комбинативная)
- Популяционные волны
- Дрейф генов
- Изоляция, усиливающая эти факторы
- Борьба за существование
- Естественный отбор

**Мутация** — это изменение генетического материала (на уровне гена, хромосомы или генома) под влиянием факторов внешней или внутренней среды, передающееся по наследству. Это единственный «поставщик» новых генов и их аллелей, а следовательно единственный «поставщик» новых признаков.

**Комбинативная изменчивость** – комбинация аллелей, унаследованных от родителей, у их потомков.

**Популяционные волны (волны жизни)** - это периодические колебания численности, которые имеют экологическую причину или социальную. Изменение генофонда идет и при увеличении и при уменьшении численности населения. Термин был введен в 1905 г. С.С. Четвериковым. Примеры: нашествия полевков, мышей, саранчи, войны, эпидемии и т.д.

С возрастанием численности популяции увеличивается число различных аллелей. После спада численности особей часть аллелей случайно исчезнет вместе с несущими их особями, а некоторые аллели, сохранившиеся в выживших особях, резко повысят свою концентрацию. Таким образом, *популяционные волны*, изменяя численность особей в популяции, способствуют изменению частот аллелей и генотипов. На стадии спада численности особей волны жизни ставят под угрозу выживание малочисленных популяций.

**Дрейф генов** – генетико-автоматический процесс, случайное ненаправленное изменение частоты генов (аллелей) в популяции.

Случается в изолированных (малых популяциях), где в результате, например гибели ряда особей утрачивается более адаптивный аллель (т.е. ген, определяющий адапционно важный признак), а сохраняется и накапливается менее адаптивный аллель (напр., заболевание). Такие «патологичные» аллели в норе искореняются естественным отбором, а в данных «изолятах» сохраняются и накапливаются.

*Дрейф генов*, происходящий на фоне резкого снижения численности особей в популяции, называется эффект бутылочного горлышка. В такие периоды *дрейф генов* становится решающим фактором эволюции.

В результате дрейфа генов может случайным образом измениться частота встречаемости определённых аллелей.

Кроме того, дрейф генов может приводить к таким эффектам как фиксация аллеля в популяции, когда его частота достигает 1, и элиминация аллеля из популяции, когда частота аллеля снижается до 0. Это крайние эффекты, но они возможны, как и возможно продолжение колебания частот аллелей в ряду многих поколений без фиксации и элиминации.

*Примеры эффекта бутылочного горлышка:*

- 1) Популяция гепардов около 300 лет назад прошла через узкое горлышко численности и современные гепарды являются потомками всего семи особей. Эффект бутылочного горлышка сказался на жизнеспособности всего вида: у гепардов повышена чувствительность к болезням и резко снижена плодовитость.
- 2) Эффект бутылочного горлышка сыграл значительную роль в эволюции популяций человека. Определенные аллели утрачивались полностью в одних популяциях и фиксировались в других. Доказательством этому является распределение аллелей А и В по системе групп крови АВ0 в популяциях людей разных стран и континентов.

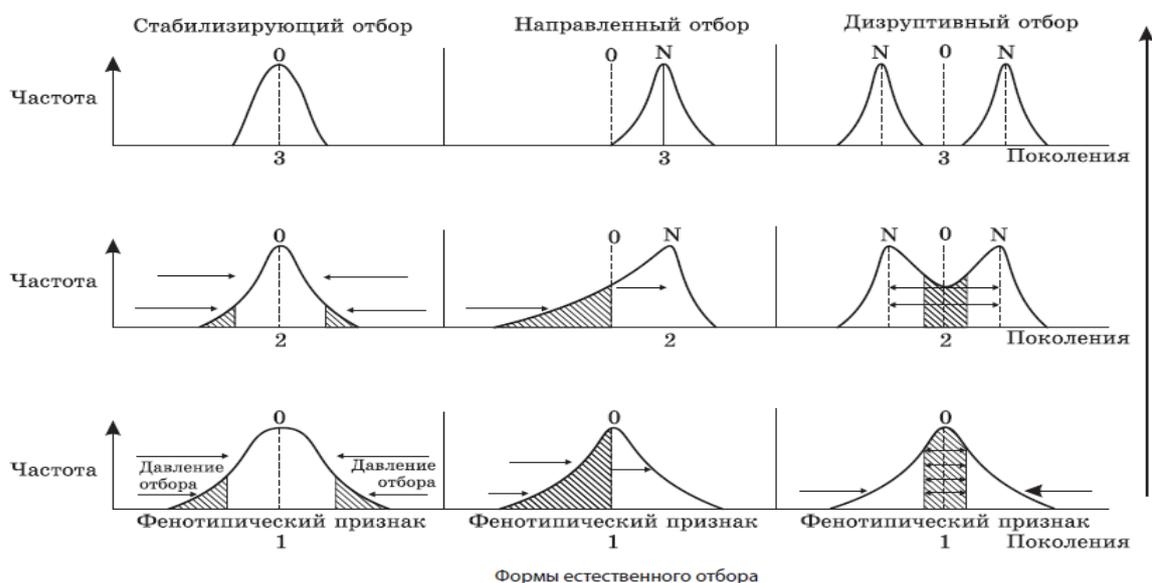
**Изоляция** – препятствует свободному скрещиванию и приводит к гомозиготизации.

Ведущая роль принадлежит естественному отбору.

### **ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР**

1. это направленный процесс, в результате которого выживают и оставляют после себя потомство самые приспособленные особи и гибнут менее приспособленные.
2. Это приводит к **изменению генофонда** популяции.
3. Роль отбирающего фактора играют условия окружающей среды.
4. Точкой приложения естественного отбора является фенотип.

**Три формы отбора (согласно СТЭ):**



Признак	Стабилизирующий отбор	Движущий отбор	Дизруптивный отбор
Условия действия	В неизменных, постоянных условиях существования	При постепенном (нерезком) изменении условий существования	При резких изменениях условий существования
Направленность	Против особей с крайними значениями признака	В пользу особей, имеющих отклонения от средней нормы признака, благоприятствующие для выживания в новых условиях	Против особей со средним значением признака
Изменения, вызываемые в генетической структуре	Замещение группы мутантов с широкой нормой реакции на группу с узкой нормой реакции. При сохранении прежнего среднего значения.	Отсев группы мутантов с одним средним значением и замещение на группу мутантов с другой средней нормой	Отсев групп мутантов с прежней нормой признака и формирование двух новых популяций с новыми средними значениями
Результат действия	Сохранение и поддержание отбором средней нормы (без крайних значений)	Возникновение новой нормы признака, более соответствующей измененным условиям	Формирование двух новых средних норм (вблизи прежних крайних значений) вместо одной
Примеры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сохранение у насекомоопыляемых растений размера и формы цветка для опыления определенными насекомыми (львиный зев);</li> <li>• гибель во время сильной бури птиц, имеющих слишком короткие и слишком длинные крылья;</li> <li>• более частая гибель при рождении или в первые недели жизни новорожденных млекопитающих с очень низким и очень высоким весом;</li> <li>• сохранение в популяциях зайцев особей с оптимальной длиной конечностей;</li> <li>• существование реликтовых видов организмов, сохранившихся в неизменном виде на протяжении миллионов лет (кистеперая рыба латимерия, гинкго, гаттерия и др.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изменение окраски у березовой пяденицы в промышленных районах (промышленный меланизм);</li> <li>• редукция глаз у крота, пищеварительной системы у паразитических ленточных червей;</li> <li>• увеличение длины корня у склерофитов;</li> <li>• превращение передних конечностей в роющие у разных групп животных при освоении почвы как среды обитания;</li> <li>• формирование у бактерий устойчивости к антибиотикам;</li> <li>• снижение чувствительности паразитических грибов к ядохимикатам;</li> <li>• возникновение устойчивости к ядохимикатам у насекомых и грызунов;</li> <li>• изменение строения конечностей у предков лошади в связи с освоением открытых пространств.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• формирование на сенокосных лугах двух рас погремка — раннецветущей и позднецветущей;</li> <li>• существование весенних и осенних форм и видов грибов из-за повторяющейся в середине лета засухи;</li> <li>• возникновение разных подвидов и видов синиц в связи с пищевой специализацией;</li> <li>• возникновение разных видов клевера.</li> <li>• При частых и сильных ветрах на океанических островах сохраняются насекомые либо с хорошо развитыми крыльями, либо с рудиментарными</li> </ul>

Самцы павлинов имеют длинный ярко окрашенный хвост. Птицы, обладающие слишком коротким и тусклым хвостовым оперением или слишком длинным и ярким, уничтожаются естественным отбором. Чем это объясняется? Какая форма естественного отбора проявляется в этом случае?

**Ответ.**

- 1) Форма естественного отбора — Стабилизирующий отбор
- 2) Птицы, обладающие слишком длинным и ярким хвостом — легкая добыча для хищников; уничтожаются естественным отбором (поскольку они слишком заметны для хищников из-за яркой окраски и им тяжело летать из-за длинного хвоста).
- 3) Птицы, обладающие слишком коротким и тусклым хвостовым оперением, уничтожаются естественным отбором, поскольку не оставляют потомства, т. к. самки не отдают им предпочтения во время брачных игр, не допускаются к размножению.

Искусственный отбор – это отбор, производимый человеком с целью получения особей, обладающих ценными наследственными признаками для человека.

Для успешного проведения ИО необходимо выполнение следующих условий:

- Исходные особи должны обладать достаточным резервом наследственной изменчивости
- Отбору подвергается большое число особей
- Необходимо осуществлять тщательный подбор производителей для усиления ценных признаков в поколениях
- Необходимо производить выбраковку организмов с малоценными признаками.

*На картофельном поле человек удаляет сорняки. Какая форма отбора?*

Естественный отбор. Человек не создает новые сорта, породы и штаммы

	Естественный отбор	Искусственный отбор
Отбирающий фактор	Условия среды	человек
Критерий отбора	Приспособленность к условиям среды	Полезность для человека
Особи с неблагоприятными признаками	погибают	выбраковываются
Особи с полезными признаками	Выживают, дают потомство и передают признак потомству	Отбираются и становятся производителями
Значение для организма	Повышает приспособленность организмов к условиям среды	Снижает приспособленность организмов к условиям среды
Сроки	длительное	короткое
Результат	Новый вид	Новый сорт растений, породы животных, штамм микроорганизмов

Все формы естественного отбора составляют единый механизм, поддерживающий равновесие популяции с окружающей средой.

#### Адаптация как результат взаимодействия факторов эволюции.

**Адаптация – приспособленность к среде обитания, закрепившаяся в ходе эволюции.**

**Приспособленность организмов – относительная.** Например, белая окраска зайца-беляка спасает его от хищников только на снегу, жабры рыб обеспечивают дыхание только в водной среде.

#### Формы приспособленности:

- У видов, доступных для врагов, развивается **покровительственная окраска и форма**, которая делает организмы менее заметными на фоне окружающей местности (белый цвет зайца-беляка зимой, темная окраска бабочек березовых пядениц в окрестностях больших городов; пятнистый олень, тигры и т.д.).
  - ✓ Приспособления, при которых форма тела и окраска сливаются с окружающей средой, называется **маскировкой**. Например, гусеницы некоторых бабочек по форме тела и окраске напоминают сучки; поверхность бабочек серый монах по структуре и цвету напоминает поверхность ствола сухого дерева; зеленая окраска гусениц насекомых, пестроокрашенные яйца птиц, белая окраска песцов.
  - ✓ Под **мимикрией** понимают уподобление менее защищенного организма одного вида более защищенному организму другого вида. Это сходство в форме тела, окраске незащищенных животных с защищенными. Например, один из видов тараканов очень похож на божью коровку (она хищник); неядовитые змеи и насекомые похожи на ядовитых, красное брюхо жерлянки; муха-журчалка по окраске и форме похожа на пчелу.
  - ✓ **Предупреждающая (угрожающая) окраска** характерна для некоторых относительно защищенных организмов. Например, птицы узнают по яркой окраске несъедобную божью коровку.
- **Средства пассивной защиты** – хитиновый покров членистоногих, раковины моллюсков и т.д.
- **Приспособления к экстремальным условиям жизни** – суккуленты (кактусы и др), пингвины, пустынные животные и др.

### Стратегии выживания видов.

<b>г-стратегия</b> (рудералы)	<b>к-стратегия</b> (конкуренты)
В изменяющихся условиях	В стабильных условиях
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кролики</li> <li>• Насекомые</li> <li>• Грызуны (мыши)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• слоны</li> <li>• киты</li> </ul>
<p><b>Виды, способные к быстрому размножения за счет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ быстрое развитие на всех стадиях</li> <li>✚ раннее половое созревание</li> <li>✚ короткий период беременности</li> <li>✚ многоплодные беременности (большое число детенышей в помете или высокая плодовитость)</li> <li>✚ частое размножение (несколько пометов за один сезон)</li> <li>✚ в нестабильных условиях среды</li> <li>✚ благодаря большой численности часть особей сможет адаптироваться к новым условиям</li> <li>✚ как правило мелкие размеры</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Все наоборот.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Малое количество детенышей в помете (обычно один)</li> <li>✚ Небольшое количество потомков снижает между ними конкуренцию за ресурсы</li> <li>✚ Длительная беременность</li> <li>✚ При длительном вынашивании детеныши рождаются сформированными (адаптированными к условиям среды)</li> <li>✚ Забота о потомстве</li> <li>✚ Защита детенышей родителями и забота о них обеспечивают высокую выживаемость потомства</li> <li>✚ В стабильных условиях</li> <li>✚ Как</li> </ul>

### Основной этап эволюционного процесса – вид.

Биологический вид - основная структурная единица живой природы. Качественный этап процесса эволюции.

*Это - совокупность особей, сходных по морфо-физиологическим свойствам, имеющих общее происхождение, занимающих определенный ареал, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство.*

Название критерия	Признаки особей по критерию	Исключение
1. Морфологический	Сходство внешнего и внутреннего строения организмов.	Виды-двойники, половой диморфизм, полиморфизм.
2. Физиологический	Сходство всех процессов жизнедеятельности и возможность получения плодовитого потомства при скрещивании.	У разных видов сходство процессов жизнедеятельности. Наличие межвидовых гибридов.
3. Экологический	Сходство по способам питания, местам обитания (экониша), наборам факторов внешней среды, необходимых для существования.	Экологические ниши разных видов перекрываются.
4. Географический	Занимают определённый ареал.	Космополиты. Совпадение ареалов разных видов.
5. Биохимический	Сходство по биохимическим параметрам – состав и структура белков, нуклеиновых кислот.	Есть очень близкие по биохимическому составу виды.
6. Этологический	Сходство в поведении. Особенно в брачный период (ритуалы ухаживания, брачные песни и т. д.).	Существуют виды с близким поведением.
7. Генетический	Особи одного вида скрещиваются между собой и дают плодовитое потомство (основан на сходстве числа хромосом, их формы и строения).	Хромосомный полиморфизм в пределах вида; у многих разных видов число хромосом одинаково.
	Генетическая изоляция видов. Наличие популяционных механизмов изоляции: гибель мужских гамет, гибель зигот, нежизнеспособность или стерильность гибридов, невозможность найти полового партнера и дать жизнеспособное плодовитое потомство	Собака и волк, тополь и ива, канарейка и зяблик дают плодовитое потомство. (Наличие межвидовых гибридов)

Одним из основных критериев вида является **способность его особей к скрещиванию**.

Существует много разных ограничений, препятствующих скрещиванию особей различных видов:

- ✓ отличия в наборе хромосом (генетический критерий);
- ✓ несовпадение сроков размножения (физиологический),
- ✓ или размножение при разных температурах (экологический критерий);
- ✓ различия в строении половых органов (морфологический критерий)
- ✓ брачном поведении (экологический критерий),
- ✓ сперма особей чужого вида вызывает иммунологическую реакцию (физиологический) и др.

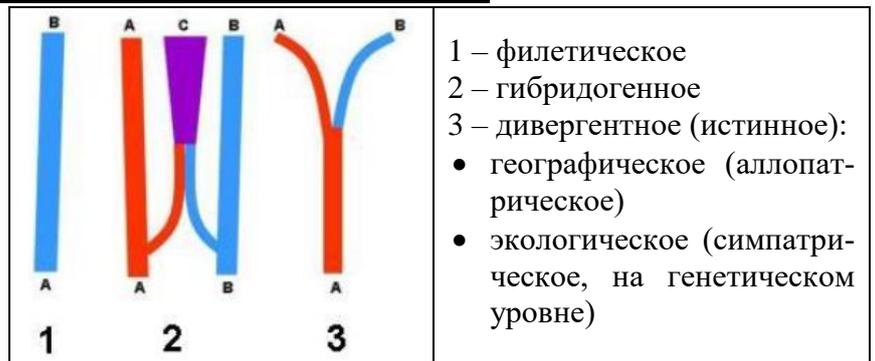
Межвидовые гибриды бесплодны. Напр., бесплоден гибрид осла и лошади – мул. У растений «преодоление» бесплодности за счет полиплоидии установил Карпеченко.

**Все виды изоляций** создают предпосылки для расхождения признаков популяций и последующему видообразованию.

### **Образование видов – результат микроэволюции.**

*Под видообразованием понимают историческое разделение вида во времени и пространстве на два или несколько.*

Значительный вклад в разработку проблемы видообразования внес американский теоретик эволюционного учения Эрнст Майр, определивший три основных пути (способа), ведущих к появлению новых видов.



- **Монофилия** - преобразовании существующих видов:  $A \rightarrow B$ ; такой путь видообразования не сопровождается изменением числа видов.
- **Гибридогенный** - слияние двух существующих видов  $A+B \rightarrow C$ , при этом бывают случаи исчезновения родительских видов, и тогда видообразование сопровождается уменьшением числа видов.
- **Дивергентный (расхождение)**. Первым его объяснял Дарвин. Этот путь называют истинным видообразованием, он является самым распространенным, благодаря ему появилось большинство видов. Дивергентный путь видообразования основывается на процессе расхождения признаков — дивергенции, которая приводит к образованию новых группировок особей внутри вида. От исходного вида берет начало целый пучок форм, но не все они получают дальнейшее развитие.

В основе видообразования лежит **наследственная изменчивость** (мутации и комбинативная изменчивость), которая создает гено- и фенотипическое разнообразие внутри вида, и представляет собой *элементарный эволюционный материал*.

Экологическое (симпатрическое) видообразование	Географическое (аллопатрическое) видообразование
В пределах исходного ареала за счет освоения нового места обитания в пределах ареала.	разделения ареала популяций исходного вида реками, морями, горами, пустынями и другими физическими преградами.
↓	↓
Освоение новой экониши, изменение особенностей питания, сроков и мест размножения, сроков цветения, нереста (изменение образа жизни) – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ между популяциями
↓	↓
Появление и НАКОПЛЕНИЕ МУТАЦИЙ	Прекращение обмена генетическим материалом. Отбор в новых условиях
↓	↓
Борьба за существование и естественный отбор в новых условиях	Накопление в изолированных популяциях НОВЫХ полезных МУТАЦИЙ
↓	↓
Сохранение особей с полезными признаками - появление новых экотипов (новый генофонд)	Изменение генофонда популяций (в каждой из групп появляются новые мутации, а в борьбе за существование приобретаются новые признаки)
↓	↓
Репродуктивная изоляция	Репродуктивная изоляция
↓	↓
Новый вид	Новый вид
<i>Дизруптивный отбор</i>	<i>Движущая форма отбора</i>

*Пример географического видообразования:* происходит изоляция, → далее появляются мутации, → в результате борьбы за существование отбираются наиболее приспособленные особи (со своими «хорошими» мутациями), → повышается их плодовитость и, следовательно, → происходит распространение признака в этой популяции. → В результате генетических и других различий становится невозможным скрещивание или потомство становится неплодовитым. → Так формируется новый вид.

На основе микроэволюционных процессов, происходящих на больших пространствах в течение длительного времени совершается – **МАКРОЭВОЛЮЦИЯ** – образование надвидовых таксонов: род, отряд, класс, тип и т.д.

В основе макро- и микроэволюции лежат одни и те же эволюционные процессы.

**Филогенез** – это историческое развитие организмов, как в целом таксоне, так и в отдельных таксонах.

#### **Формы макроэволюции (филогенеза):**

1. Филитическая эволюция (моно- и полифилия)
2. Дивергентная эволюция
3. Конвергентная эволюция
4. Параллелизм (после дивергенции) – независимое возникновение сходных признаков гомологичных структур в ходе филогенезе родственных, ранее дивергировавших таксонов (одинаковые приспособления: эхолокация летучих мышей и дельфинов)
5. Сетчатая эволюция

## Примеры основных механизмов эволюции: дивергенции и конвергенции

(<https://www.youtube.com/watch?v=9hel2qWAm8Q>)

<b>Конвергенция</b>	<b>Дивергенция</b>
<p>- вторичное приобретение сходных признаков, например, для адаптации к одинаковым условиям существования, <u>НЕ унаследованные</u> от общего предка.</p> <p>Иногда конвергенция проявляется и в отсутствии каких-либо органов</p>	<p>- появляются различные по строению организмы, которые принадлежат к одной систематической группе. Однако у них остается общая основа, видоизменившиеся части тела выполняют те же функции.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• крылья бабочки (насекомые) и птицы</li> <li>• крыло пингвина и плавники акулы</li> <li>• форма тела, плавники и хвост у водных млекопитающих и рыб (плавники дельфина и акулы, хвостовой плавник касатки и осетра)</li> <li>• жабры краба (членистоногие) и рыбы</li> <li>• жабры моллюска и рыб</li> <li>• глаза кальмара (моллюски) и собаки</li> <li>• глаза осьминога (моллюски) и насекомых (членистоногие)</li> <li>• форма тела ихтиозавра (рептилия) и дельфина (млекопитающее)</li> <li>• иглы у ели (голосеменные) и у кактуса (покрытосеменные)</li> <li>• листья саговниковых (голосеменные) и пальм (покрытосеменные)</li> <li>• зависающий полет калибры (птицы) и бражников (насекомые)</li> <li>• форма тела дельфина (млекопитающее) и тунца (рыба)</li> <li>• легкие пауков (Членистоногие) и человека (Хордовые)</li> <li>• крыло птиц и бабочек</li> <li>• перепонки на лапках утки (птицы) и лягушки (земноводные)</li> <li>• крыло птицы и летающей мыши (млекопитающее)</li> <li>• раковины моллюсков и фораминифер (одноклеточные животные)</li> <li>• глаз осьминога (моллюск) и человека</li> <li>• бескрылые бабочки, мухи и другие насекомые (вторично приобретенное)</li> <li>• морские анемоны (актинии) и растения (актинии похожи на цветы)</li> <li>• жгутики бактерий и эукариот</li> <li>• щупальца осьминога (моллюски) и руки человека</li> <li>• при сравнении видоизменений корней с видоизменениями листьев и стеблей: усы гороха (лист) и усы земляники (стебель); картофеля (побег) и морковь (корень), усики винограда (побег) и усики гороха (листья) и др.</li> <li>• усы таракана (членистоногие) и рыбы сома</li> <li>• жабры рыб и ракообразных, сухопутных позвоночных и насекомых имеют также различное происхождение</li> <li>• лапы обезьяны и клешню рака, хобот слона, щупальце осьминога – сходная функция</li> <li>• раковина улитки (моллюски) и панцирь черепахи (рептилия)</li> <li>• покров тела членистоногих и позвоночник млекопитающих</li> <li>• легкие амфибий и легкие пауков</li> <li>• крылья летучей мыши и крылья совы</li> <li>• хорда и позвоночник</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уши остаются ушами, только у одних они стали более вытянутыми, у других округлыми,</li> <li>• крылья у одних птиц короткие, у других длинные.</li> <li>• изменение конечностей млекопитающих в ходе их приспособления к разным условиям среды. Рука человека, крыло летучей мыши, копыто лошади, лапа медведя, лапа морского льва, плавник кита</li> <li>• нога человека и обезьяны</li> <li>• конечности крота и зайца</li> <li>• крылья птицы и лапы тюленя</li> <li>• передние конечности кошки и верхние конечности шимпанзе, лапы морских млекопитающих, копыта животных и т.д.</li> <li>• разные типы ротового аппарата у насекомых</li> <li>• хелицеры паука и грызущий аппарат жесткокрылых насекомых</li> <li>• лапы кита и роющие конечности крота</li> <li>• разные формы клюва у вьюрков</li> <li>• листья растений видоизменяются в зависимости от условий и могут превращаться в усики (у гороха), в иглы (у барбариса), в колючки (у кактуса)</li> <li>• Видоизменения стеблей: клубень, луковица, корневище, усы, столоны</li> <li>• Видоизменения корней: корнеплод, корнеклубень, клубеньки, корни-зацепки, ходуньи и воздушные корни</li> <li>• нос обезьяны и хобот слона</li> <li>• когти кошки и ногти обезьяны</li> <li>• лапы обезьяны и рука человека, крыло птицы, ласт кита</li> <li>• корневище ландыша и клубни картофеля</li> <li>• листья цветка и сочные листья репчатого лука</li> <li>• колючки кактуса и усики гороха</li> <li>• чешуя ящерицы и панцирь черепахи</li> <li>• рука человека и нога лошади</li> <li>• конечности бабочки и конечности жука</li> <li>• чешуя у рептилий, перья у птиц, и волосы у млекопитающих</li> <li>• плакоидная чешуя акулы и зубы ящерицы</li> <li>• лепесток розы, усик гороха, иглока кактуса</li> <li>• корневище ландыша и клубни картофеля</li> <li>•</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• органы эхолокации летучей мыши и китов (приобрели вторично)</li> <li>• большие уши слона и пустынной лисицы (вторично приобретенное сходство)</li> <li>• раннее цветение подснежника и ольхи (вторичное сходство)</li> <li>• отсутствие ног у змей и веретениц (безногие ящерицы) (вторично приобретенное)</li> <li>• колючки кактуса (листья) и молочая (лист). Класс один, порядок и семейства разные, но одинаково вторично «упростились» для засушливых условий</li> <li>• колючки дикобразов, ежей и ехидн - сформировались вторично не зависимо для адаптации</li> <li>• быстро бегающие позвоночные имеют мало пальцев (лошадь, страус) – вторичное приспособление</li> </ul>	

## Направления эволюции

*А.Н. Северцов* и *И.И. Шмальгаузен* разработали учение о главных направлениях эволюции — биологическом прогрессе и биологическом регрессе и пути их осуществления — ароморфозе, идиоадаптации и дегенерации.

<b>Основные направления эволюции</b>	
<p><b>Биологический прогресс</b> (разработано А.Н.Северцевым) характеризуется возрастанием приспособленности организмов к окружающей среде, вследствие чего:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ возрастанием приспособленности организмов к среде обитания</li> <li>✓ увеличивается численность особей вида;</li> <li>✓ образуются новые популяции, подвиды, виды;</li> <li>✓ расширяется его ареал.</li> </ul>	<p><b>Биологический регресс</b> характеризуется снижением уровня приспособленности к условиям обитания, вследствие чего:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ уменьшается численность особей вида;</li> <li>✓ сокращается его ареал;</li> <li>✓ уменьшается численность популяций и их разнообразие. Биологический регресс ведет к вымиранию вида.</li> </ul>
<p>К биологическому прогрессу могут вести как усложнение организации (напр., ароморфозы классов позвоночных), так и ее <b>упрощение</b> (напр., дегенерации у некоторых паразитов).</p> <p>В настоящее время развитие костистых рыб идет в направлении биологического прогресса.</p>	<p>Главная причина вымирания видов – изменение их среды обитания.</p> <p>В настоящее время развитие <u>земноводных</u> идет в направлении биологического регресса.</p>

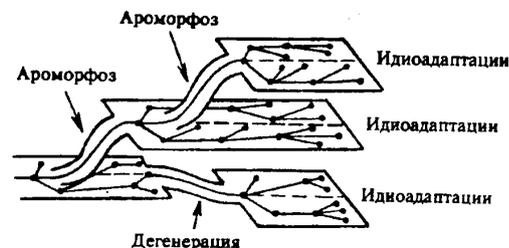
<b>Пути эволюции</b>		
<b>ароморфоз</b>	<b>идеоадаптация</b>	<b>Общая дегенерация</b>
<p><b>крупное эволюционное изменение. Обеспечивает повышение уровня организации организмов.</b></p> <p>Факторы, вызывающие ароморфозы, - наследственная изменчивость, борьба за существование и естественный отбор.</p>	<p><b>развитие частных адаптаций, которые приспособливают организм к конкретным условиям среды, после ароморфозов.</b> Может идти и за счет упрощения структур, но без полного их исчезновения</p>	<p><b>морфофизиологический регресс (упрощение ранее существовавшей организации).</b></p> <p>Они зачастую носят адаптивный характер и способствуют прогрессу. Причина редукции органов — отсутствие условий, необходимых для их развития и функционирования.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• фотосинтез</li> <li>• появление ядра и формирование эукариот</li> <li>• Многоклеточность</li> <li>• Половой процесс</li> <li>• Внутреннее оплодотворение</li> <li>• 4х камерное сердце</li> <li>• Альвеолярные легкие</li> <li>• Трехслойный зародышевый мешок</li> <li>• Оболочки яйца</li> <li>• Появление пищеварительной системы у плоских червей</li> <li>• Развитие кровеносной системы у кольчатых червей</li> <li>• Развитие семян у голосемянных</li> <li>• Появление цветка</li> <li>• Двойное оплодотворение</li> <li>• Появление тканей у растений (механической, проводящей и др.)</li> <li>• Появление теплокровности у птиц и млекопитающих</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• редукция органа зрения у крота (<u>т.к. не полностью отсутствуют</u>)</li> <li>• утрата шерстного покрова у китов</li> <li>• нет зубов у усатых китов</li> <li>• утрата конечностей у дельфинов и китов</li> <li>• Отсутствие густого шерстяного покрова у слона</li> <li>• Сокращение числа пальцев до 2х у страуса</li> <li>• Нет зубов у муравьеда</li> <li>• отсутствие зубов у усатых китов</li> <li>• Отсутствие конечностей у змей</li> <li>• Потеря способности к полету у страуса</li> <li>• Сильное опушение листьев</li> <li>• Форма клюва вьюрков</li> <li>• Короткий срок вегетации растений</li> <li>• Длинные тычиночные нити у злаковых растений</li> <li>• Колюще-сосущий (или др.) ротовой аппарат у комаров (или др.)</li> <li>• Развитие разветвленной корневой системы у растений</li> <li>• Образование сочных плодов</li> <li>• Выделение пахучих веществ растениями</li> <li>• Покровительственная окраска животных</li> <li>• Видоизменения корней, стеблей и листьев</li> <li>• Соответствие размеров насекомых и цветка у опыляемых ими растений</li> <li>• Появление самораскрывающихся плодов у некоторых растений</li> <li>• Появление рогов у животных</li> <li>• Появление копыта у непарнокопытных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ организмы-паразиты</li> <li>➤ организмы, ведущие сидячий или прикрепленный образ жизни</li> <li>➤ животные, живущие под землей</li> <li>➤ ----- под водой</li> <li>• исчезновение пищеварительной системы у ленточных червей</li> <li>• упрощение нервной системы у ленточных червей</li> <li>• исчезновение органов чувств у паразитических форм</li> <li>• редукция хорды и нервной системы у взрослых форм асцидий (личиночордовые)</li> <li>• отсутствие нервной системы у рака-паразита – саккулины</li> <li>• отсутствие хлорофилла у растений паразитов</li> <li>• отсутствие листьев, превращение корней в присоски у повилики</li> <li>• редукция околоцветника, листьев, сосудистой системы у рячки</li> <li>• отсутствие головы у двусторчатых моллюсков</li> <li>• отсутствие нервной системы у рака-паразита — саккулины</li> </ul>

### Соотношение основных путей эволюция

Ароморфозы возникают в процессе эволюции сравнительно редко и всегда ведут к появлению новых, более высокоорганизованных форм.

Появившиеся новые группы занимают другую среду обитания.

Далее эволюционный процесс идет по пути идиоадаптации, иногда дегенерации, которые позволяют организмам заселять новые экологические ниши.



**Все они приводят** к приспособлению к изменяющимся условиям внешней среды и, как следствие — увеличению числу особей. Далее расселение на другие территории, адаптация к новым условиям, а как следствие образование новых подвидов, а затем и видов.

### СТЭ

**Современная (синтетическая) теория эволюции** — это синтез классического дарвинизма и современной генетики. Работы С. С. Четверикова дали начало этому синтезу.

Возникла в начале 40-х годов XX в. Она представляет собой учение об эволюции органического мира, разработанное на основе данных современной генетики, экологии и классического дарвинизма.

#### Основные положения синтетической теории эволюции

- Материалом для эволюции служат наследственные изменения — мутации (как правило, генные) и их комбинации.
- Основным движущим фактором эволюции является естественный отбор, возникающий на основе борьбы за существование.
- Наименьшей единицей эволюции является популяция.
- Эволюция носит в большинстве случаев дивергентный характер, т. е. один таксон может стать предком нескольких дочерних таксонов.
- Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюционного процесса представляет собой последовательную смену одной временной популяции чередой последующих временных популяций.
- Вид состоит из множества соподчиненных, морфологически, физиологически, экологически, биохимически и генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц — подвидов и популяций.
- Вид существует как целостное и замкнутое образование. Целостность вида поддерживается миграциями особей из одной популяции в другую, при которых наблюдается обмен аллелями («поток генов»).
- Макроэволюция на более высоком уровне, чем вид (род, семейство, отряд, класс и др.), идет путем микроэволюции. Согласно синтетической теории эволюции, не существует закономерностей макроэволюции, отличных от микроэволюции. Иными словами, для эволюции групп видов живых организмов характерны те же предпосылки и движущие силы, что и для микроэволюции.
- Любой реальный (а не сборный) таксон имеет монофилетическое происхождение.
- Эволюция имеет ненаправленный характер, т. е. не идет в направлении какой-либо конечной цели.

#### Результатом эволюции являются:

- приспособленность организмов к различным условиям обитания;
- многообразие видов;
- постепенное усложнение и повышение организации живых существ.
- Сохранение старых видов в стабильных условиях.

КРИТЕРИЙ	ПРИМЕРЫ
<b>1. Морфологические</b> - внешнее и внутреннее строение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-х камерное сердце</li> <li>• Ячеистые легкие</li> <li>• Коричневая окраска</li> <li>• Перьевой покров</li> <li>• Пятипалая конечность</li> <li>• Хвост</li> <li>• Глаза, покрытые веками</li> <li>• Поочередное расположение листьев</li> </ul>
<b>2. Физиологические</b> - процессы жизнедеятельности и возможность получения плодовитого потомства при скрещивании (особенности размножения)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Антигены чужого вида вызывают иммунную реакцию</li> <li>• Особенности обмена веществ</li> <li>• Температура тела</li> <li>• Частоты дыхания</li> <li>• ЧСС (частота сердечных сокращений)</li> <li>• Пищеварительно-мышечные клетки гидры захватывают частицы пищи и формируют пищеварительные вакуоли</li> <li>• Эндокринные клетки выделяют ферменты</li> <li>• Стрекательные клетки имеют капсулу, заполненную ядовитой жидкостью</li> <li>• Угорь генерирует разряд с напряжением 1300 В</li> <li>• Электрический импульс проходит от Дентритов → через тело → к Аксону</li> <li>• Белка меняет линяет 2 раза в год</li> <li>• Оплодотворение внутреннее</li> <li>• В помете от 3 до 10 детенышей</li> <li>• Живородящая акула</li> <li>• Вскармливание молоком</li> </ul>
<b>3. Экологические</b> - способы питания, местам обитание (экониша), - набор факторов внешней среды, необходимых для существования (температура, влажность, соленость, пища, конкуренция)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сосна светолюбивое растение</li> <li>• Сосна растет на песчаных почвах</li> <li>• Питаются разными видами рыб</li> <li>• Освоили водную среду обитания</li> <li>• Ведут ночной образ жизни\стадный\древесный</li> <li>• Обитает в постройках человека</li> <li>• Активный образ жизни с апреля по сентябрь</li> <li>• Распространены по дорогам, оврагам</li> <li>• Обитают в хвойных лесах</li> <li>• Предпочитают хорошо увлажненную почву</li> <li>• Растение отличается морозостойкостью</li> <li>• В начале мая появляются бутоны и происходит цветение</li> <li>• Размножаются при температуре 25-30 градусов</li> <li>• Брачное поведение</li> </ul>
<b>4. Географические</b> - географическая территория	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пихта распространена в Сибири</li> <li>• На Севере Европы</li> <li>• В Южной Африке</li> <li>• Красноярском заповеднике</li> </ul>
<b>5. Биохимические –</b> - состав и структура белков, нуклеиновых кислот - состав крови, плазмы крови	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Растения синтезируют и накапливают алкалоиды</li> <li>• Триплет и-РНК АУГ кодирует МЕТ</li> <li>• Эритроциты человека содержат антигены группы крови</li> <li>• Мембраны соматических клеток имеют белки гистосовместимости</li> <li>• Один из видов бабочек синтезирует фермент фосфоглюкомутазу</li> <li>• Содержание сахара в крови 3,33 – 5,55 ммоль/л</li> <li>• Концентрация гемоглобина</li> <li>• Биохимический состав крови</li> </ul>
<b>6. Генетические</b> - набор хромосом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Способны свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство</u></li> <li>• одинаковое количество и строение хромосом</li> <li>• Хромосомный набор</li> <li>• В соматической клетке 46 хромосом</li> <li>• Сперматозоиды имеют 24 хромосомы</li> <li>• увеличение хромосомного набора повышает жизнеспособность растений</li> </ul>



<b>Направления</b> эволюции	<ul style="list-style-type: none"><li>• Биологический прогресс</li><li>• Биологический регресс</li></ul>
<b>Пути</b> эволюции	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Ароморфоз</li><li>❖ Идиоадаптация</li><li>❖ Общая дегенерация</li></ul>
<b>Эволюционный процесс</b> (Механизм эволюции)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Дивергенция</li><li>- Конвергенция</li></ul>
<b>Движущие силы (факторы)</b> эволюции	<p><u>По Дарвину:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Наследственность</li><li>▪ Изменчивость</li><li>▪ Естественный отбор на основе борьбы за существование</li></ul> <p><u>+ СТЭ:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Изоляция</li><li>▪ Дрейф генов</li><li>▪ Популяционные волны</li><li>▪ Др.</li></ul>

### Развитие эволюционных взглядов в XX в.

Понятие	Эволюционная теория Ч.Дарвина	СТЭ с дополнениями
Результат эволюции	Повышение приспособленности к условиям окружающей среды Повышение уровня организации, Увеличение многообразия организмов	
Единица эволюции	вид	популяция
Факторы эволюции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наследственность</li> <li>• Изменчивость</li> <li>• Борьба за существование</li> <li>• Естественный отбор</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Наследственная изменчивость (мутационная и комбинативная)</li> <li>• Популяционные волны</li> <li>• Дрейф генов</li> <li>• Изоляция, усиливающая эти факторы</li> <li>• Борьба за существование</li> <li>• Естественный отбор</li> </ul>
Формы естественного отбора	движущий	Движущий, стабилизирующий дизруптивный

### Изменение представлений о виде.

представление	К.Линней (1707-1779)	Ж.-Б. Ламарк (1744-1829)	Ч.Дарвин (1809-1882)
Реальность существования вида	Виды существуют и не изменяются. Их столько, сколько создал Творец	Виды постоянно изменяются и поэтому реально не существуют	Вид реально существует, обладает комплексом признаков и в тоже время изменяется под действием естественного отбора.
Единица эволюции	Нет, т.к. нет эволюции	Особь	Вид
Факторы эволюции	нет	Внутреннее стремление к совершенствованию; Прямое влияние внешней среды; Упражнение и неупражнение органов; Наследование приобретенных признаков	Направляющий фактор – естественный отбор. Ненаправленного действия: наследственность, изменчивость, борьба за существование
Причина приспособленности вида к среде обитания	Изначально, согласно замыслу Творца	В результате прямого воздействия среды на каждый организм он приобретает полезные признаки; Эти признаки наследуются	Опосредованное воздействие среды на вид в целом через действие естественного отбора, устраняющего неприспособленных особей
Принцип систематизации видов	Сходное строение (на основе отдельных, произвольно взятых признаков)	Выделение градаций - последовательных ступеней усложнения организации (на основе анатомо-физиологических особенностей основных систем организма)	Единство происхождения данных видов

Надцарство	ЭУКАРИОТЫ					ПРОКАРИОТЫ		
Царство	Растения			животные		грибы	БАКТЕРИИ	
Подцарство	Низшие раст.	Высшие раст.		Одноклеточные (простейшие)	Многоклеточные			
<b>Отдел (раст) / Тип (жив)</b>	Отд. Зел.вод Отд. Бур.вод Отд. Кр.вод	<i>Споровые</i> Отд. Моховидные Отд. Хвощевидные Отд. Плауновидные Отд. Папоротниковидные	<i>Семенные</i> Отд. Голосеменные Отд. Покрытосеменные (Цветковые)		Тип Саркожгутиковые Тип Инфузории Тип Апикомплексы <hr/> ПодТипы п/т Саркодовые п/т Жгутиковые п/т Ресничные п/т Споровики	Тип Губки Тип Кишечнополостные Тип Плоские черви Тип Круглые черви Тип Кольчатые ч. Тип Моллюски Тип Членистоногие <b>Тип Хордовые</b>		
<b>Классы</b>				Кл. Однодольные Кл. Двудольные	Кл. Корненожки Кл. Жгутиковые Кл. Инфузории Кл. Споровики	Кл. Рыбы Кл. Земноводные Кл. Пресмык. <b>Кл. Птицы</b> <b>Кл. Млекоп.</b>		
<b>Порядок(р) / отряд (ж)</b>						Отр. Кивиобразные Отр. Страусообр. Отр. Аистообр. Отр. Воробьинообр. Отр. Голуеобр. Отр. Гусеобр. Отр. Дятлообр. Отр. Курообр. Отр. Пингвинообр.  Отр. Хищные Отр. Грызуны Отр. Китообразные Отр. Приматы		
<b>Семейства</b>				С. Злаки С. Лилейные  С. Розоцветные С. Сложноцветные С. Бобовые С. Крестоцветные				