17.05.2023. Биология 49 гр. Преподаватель Любимова О.В.

Изучите теоретический материал и письменно ответьте на вопросы.

**Тема: Пути биологического прогресса.**

Одним из первых исследователей путей биологического прогресса был отечественный ученый Алексей Николаевич Северцов (рис. 1).



Рис. 1. А.Н. Северцов

В настоящее время выделяют следующие пути биологического прогресса – *арогенез, аллогенез и катагенез.*

[Арогенез](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

***Арогенез***(от греч. *airo*– поднимаю и *genesis*– развитие) – эволюционный путь развития группы организмов, связанный с повышением сложности их организации (появлением новых органов или усложнением биохимических и физиологических процессов).

Арогенез обычно сопровождается развитием приспособлений широкого назначения и расширением среды обитания.

[Ароморфозы](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

Конкретные морфофизиологические изменения, определяющие арогенез той или иной группы, называются***ароморфозами.***

С крупными древними ароморфозами связано появление крупных систематических подразделений: *надцарств, царств, типов.*

С более поздними и не столь значительными ароморфозами связано образование *подтипов и классов.*

[Примеры крупных ароморфозов](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

Примеры крупных ароморфозов:

1. Возникновение мембранных органелл. Появление «надцарства эукариоты».
2. Возникновение многоклеточности. Появление новых подцарств.
3. Возникновение особых систем органов. Появление новых типов.

[Примеры мелких ароморфозов](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

Ниже рассмотрим более мелкие ароморфозы (благодаря им возникли подтипы (подотделы) и классы).

**Животные**

1. Появление билатеральной симметрии
2. Возникновение костной ткани
3. Переход на легочное дыхание
4. Формирование двух кругов кровообращения
5. Формирование поясов конечностей и т. д.

**Растения**

1. Возникновение эпидермиса, устьиц, проводящей и механической ткани.
2. Закономерная смена поколений в цикле развития.
3. Образование цветков и плодов, и т. д.

Эти ароморфозы способствовали повышению приспособляемости организмов и возникновению новых таксонов.

Такие ароморфозы, как появление поперечнополосатой мускулатуры и развитие ходильных конечностей и крыльев у насекомых, открыли перед ними возможность освоить сушу и воздух и получить преимущества перед жабернодышащими членистоногими.

Ароморфозы формируются на основе наследственной изменчивости в ходе естественного отбора и являются приспособлениями широкого значения.

Они дают преимущество в борьбе за существование и открывают возможности освоения новой, то есть прежде недоступной, среды обитания.

[Аллогенез](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

**Аллогенез**(от греч. allo – разный и genesis – развитие) – развитие приспособительных изменений, не связанных с переходом на более высокий уровень организации.

Конкретные изменения в рамках аллогенеза называется **идиоадаптацией.**

В результате алломорфоза возникают новые семейства и роды. Если представить ароморфозы как крупные ступени в ходе эволюции существ, то идиоадаптации будут расширять эти ступени.

Происхождение птиц и зверей от пресмыкающихся было ароморфозом (рис. 2). А разделение этих классов на более мелкие таксоны было уже идиоадаптацией.



Рис. 2. Ароморфоз и идиоадаптация на примере позвоночных животных рептилий, птиц и млекопитающих

Типичными примерами идиоадаптации является формирование больших клыков хищных млекопитающих и больших резцов у травоядных.

[Катагенез](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

**Катагенез** (от греч. kata – движение вниз и genesis – развитие) – развитие таксона путем упрощения уровня организации организмов.

**Дегенерация** – конкретное проявление катагенеза. Например, у видов, обитающих в пещерах и почве, происходит редукция органов зрения, пигментации, снижается активность передвижения. Примером катагенеза является также возникновение паразитических форм.



Рис. 3. Ароморфоз, дегенерация и адаптация в виде ступеней, отражающих уровень сложности (положение ступени выше или ниже другой) и разнообразие (ширина ступени) таксонов в процессе эволюционного развития

У растений-паразитов снижается активность фотосинтеза, наблюдается редукция листьев (омела, петров крест, повилика).

У паразитических ленточных червей нет кишечника, слабо развита нервная система по сравнению со свободно живущими формами.

В ходе эволюции происходит постоянная смена эволюционных путей развития таксона.

Для конкретной группы организмов, как правило, **за периодом арогенеза** всегда **следует период** конкретных изменений, **аллогенеза**.

[Закон Северцова](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

Закономерность смены разных путей и эволюции называется **законом Северцова.**Например, для амфибий были важны следующие ароморфозы:

1. Переход на легочное дыхание;
2. Формирование поясов конечностей.

[Идиоадаптации у амфибий](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/obschie-puti-biologicheskogo-progressa#mediaplayer)

Но, дальше внутри этих ароморфозов происходит идиоадаптация.

Например, среди амфибий (см. урок Амфибии курс биологии 7 класс), хвостатые амфибии живут полностью в воде, частично сохраняют жабры, их малоподвижные конечности хорошо приспособлены к плавательным функциям хвоста. Бесхвостые амфибии сохранили хвост только в личиночном состоянии и приобрели сильные подвижные конечности, благодаря которым приступили к освоению суши. Безногие амфибии обитают в почве – это червеобразные формы, лишённые конечностей и хвоста.

Арогенез появляется значительно реже, чем аллогенез.

Следует отметить, что пути эволюции изменяют сложность организации живых существ, и далеко не всегда сложность организации прямо связана с биологическим прогрессом.

**Биологический прогресс** – увеличение приспособляемости таксона, ведущее к увеличению численности его представителей и расширению ареала.

Биологический прогресс может быть достигнут как путем усложнения организации – арогенеза, так и путем ее упрощения – катагенеза.

Например, класс Птицы появился после существенного усложнения организации, по сравнению с классом пресмыкающиеся, что обусловило его биологический прогресс.

Тип Нематоды имеет еще более примитивное строение, но, тем не менее, в биологическом плане он более прогрессивен, чем класс Птицы и Пресмыкающиеся.

 Эволюционные процессы сложно наблюдать и описывать напрямую. Мы видим вокруг себя результат эволюции, которая продолжалась миллионы лет. Очевидно, что в таких временных рамках человек пока что не может поставить эксперимент. Стоит отметить все-таки, что эволюционные эксперименты возможны и даже проводятся на организмах, у которых время жизни максимально сконцентрировано: у бактерий смена «поколений» происходит за 20–30 минут. Об эволюционном эксперименте читайте здесь: ([Источник](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%BF%D0%BE_%D1%8D%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D0%B8_E._coli.))

Наиболее крупные закономерности, которые наблюдаются в рамках макроэволюции, были исследованы и описаны в XIX и XX веке.

Элементы макроэволюции:

1. Конвергенция признаков
2. Дивергенция признаков
3. Параллелизм

[Дивергенция](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

*Дивергенция* – это накопление различий в структуре и функциях какого-то органа в процессе эволюции. В результате дивергенции из одного органа образуется несколько различных органов, связанных общностью происхождения.

Например, верхний пояс конечностей позвоночных превратился в лапы и крылья рептилий, крылья летучих мышей и птиц, плавники дельфинов, ноги копытных и руки приматов.

Все эти органы выполняют разные функции, но имеют одинаковое происхождение.

[Гомологичные органы](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)



Рис. 1. Гомологические органы позвоночных

Органы, которые образовались в результате дивергенции, называются *гомологичными*(рис. 1). Они образуются из сходных эмбриональных зачатков.

Дивергенция обеспечивает морфологическое разнообразие живых существ.

[Конвергенция](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

*Конвергенция*– процесс, обратный дивергенции. Это образование органов, близких по функциям и строению, но отличающихся по происхождению.

[Аналогичные органы](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)



Рис. 2. Аналогичные органы: крылья птицы и бабочки

Но, на самом деле они развивались совершенно независимо из различных предковых форм. Требование среды и влияние естественного отбора обусловили их внешнее сходство.

Органы, выполняющие одинаковые функции, но имеющие различное происхождение, называются *аналогичными*(рис. 3).

Типичный пример аналогичных органов – это глаза головоногих моллюсков и позвоночных. Эти органы формировались независимо в течение сотен миллионов лет, и в итоге получились практически одинаковыми, отличающимися только в деталях.



Рис. 3. Аналогичные органы: глаза моллюска (осьминога или кальмара) и человека

[Параллелизм](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

Третий элемент в процессе преобразования – это нечто среднее между дивергенцией и конвергенцией, *параллелизм* – такой процесс, когда орган в результате дивергенции превращается во множество гомологичных органов. Но затем, в ходе эволюции, эти гомологичные органы вновь начинают выполнять общую функцию.

Например, корпус и плечевые пояса у позвоночных дали множество гомологичных вариантов. Из одинаковых элементов скелета сформировались копытные, птицы, рыбы, рептилии, но затем, в процессе эволюции, часть из них вторично приобрела одинаковые признаки (рис. 4).



Рис. 4. Пример параллелизма в эволюции формы тела у хрящевых рыб (акула), рептилий (ихтиозавр) и млекопитающий (дельфин)

Например, корпуса ихтиозавра, акулы и дельфина (и даже пингвина, плывущего в воде) очень похожи и образовались из одинаковых элементов скелета, но совершенно разными эволюционными путями.

Предки ихтиозавров были ящерами, предками дельфинов были растительноядные сухопутные млекопитающие, пингвины – птицы, а предками акул были древние хрящевые рыбы.

Эволюция идет тремя главными путями: *путем дивергенции, путем конвергенции и путем параллелизма.*

[Филогенез](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

Процесс исторического развития вида называется *филогенезом.*

[Основной филогенетический закон Геккеля](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

Важным этапом в понимании эволюции стало формулирование «*основного филогенетического закона*» Эрнестом Геккелем.

[Закон необратимости эволюции](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

«Онтогенез – это ускоренное  повторение филогенеза» Э.Г. Геккель.

Геккель наглядно продемонстрировал, что организмы в процессе эмбрионального развития повторяют все те этапы, которые вид прошёл в процессе эволюционного развития (см. видео). Важно понять, что мы говорим о повторении зародышевых стадий предковых форм.

У зародыша человека на разных этапах развития онтогенеза можно увидеть жабры, сердечную трубку и прочие признаки эмбрионов наших далеких предков.

Другой важный закон филогенеза – *«закон необратимости эволюции».* Несмотря на наличие конвергенции, сходство разных видов никогда не бывают полным.

Эволюционный процесс, в силу чрезвычайной сложности живых организмов, не может создать точную копию ни существующего вида, ни вымершего. Каждый вид живых организмов уникален.

[Онтогенез](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/osnovnye-zakonomernosti-evolyutsii#mediaplayer)

Итак, мы узнали, что в результате эволюции путем дивергенции могут образовываться гомологичные органы, а путем конвергенции – аналогичные органы. Выяснили, что *онтогенез* повторяет этапы филогенеза и что каждый вид живых организмов уникален.

**Доказательства эволюции**

1. Переходные формы

2. Палеонтологические ряды

3. Морфологическое доказательство

4. Эмбриологическое доказательство

5. Биогеологическое доказательство

6. Генетическое доказательство

[Переходная форма](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Переходная форма* – организм, обладающий признаками обоих таксонов, отражающий постепенный переход от одного биологического вида к другому.







Рис. 1. Переходные формы между таксонами живых существ: археоптерикс (рептилии – птицы), семенной папоротник (папоротники – голосеменные), двоякодышащая рыба (костные рыбы – амфибии).

Существуют виды или палеонтологические останки видов, которые обьединяют черты древних и более современных организмов. Например, археоптерикс имел признаки рептилий и птиц. Семенные папоротники имели признаки папоротников и голосеменных растений. Двоякодышащие рыбы – признаки рыб и амфибий (Рис. 1).

Переходные формы считаются доказательством того, что ароморфозы происходили не внезапно, а постепенно.

[Палеонтологические ряды](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Палеонтологические ряды* – ряды ископаемых родственных форм, которые отражают ход эволюции.

Например, палеонтологический ряд лошади показывает, как развивалась нога лошади от однопалой к пятипалой (см. видео). Копыта лошади – это роговые наросты средних пальцев конечностей.

[Морфологическое доказательство](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Морфологическое доказательство*заключается в наличии аналогичных и гомологичных органов, рудиментов и атавизмов (рис. 2).

Гомологичные и аналогичные органы появились в процессе важнейших эволюционных процессов – конвергенции и дивергенции признаков.



Рис. 2. Морфологическое доказательство эволюции

гомологичные органы (развиваются из одних зачатков, выполняют разные функции) и аналогичные органы (развиваются из разных зачатков, выполняют оду и ту же функцию)

[Рудименты](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Рудименты*– это нефункциональные (или уменьшившиеся в размерах) остатки органов живых существ, которые активно использовались и были более развиты у их предков.

Например, у китов сохранился небольшой рудимент задних ног. Это означает, что предки китов когда-то ходили на ногах, но в ходе эволюции стали водоплавающими животными (см. видео).

[Атавизмы](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Атавизмы* – это появление у особи какого-то признака ее предка. Причем в общем случае этот признак никогда не проявляется, но у некоторых особей он может появиться. То есть, атавизм – это всегда уродство, патология.

Например, у некоторых людей развивается густой волосяной покров, как у древнего предка-примата, или многососковость, как у еще более древних млекопитающих (см. видео).

Рудименты и атавизмы доказывают, что признаки предков, так или иначе, сохраняются у потомков. Почему же они так проявляются? Ответ на это вопрос не так прост – читайте об этом в разделе Генетические доказательства.

[Эмбриологическое доказательство](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Эмбриологическое*доказательство. Русский ученый Карл Бэр показал, что на ранних этапах онтогенеза зародыши разных видов похожи, а различия накапливаются на более поздних этапах.

О подобных вещах говорил Эрнест Геккель, формулируя биологический закон: «онтогенез есть ускоренное повторение филогенеза».

[Закон Бэра](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Закон Бэра: чем более ранние стадии индивидуального развитии исследуется, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами.*

Это правило можно трактовать так, *что все живое развивалось из общего предка в процессе дивергенции видов.*

[Биогеографическое доказательство](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Биогеографическое* доказательство*.*Изучая морфологию и генетику близких видов, населяющие разделенные ареалы, можно доказать важность изоляции видообразования.

Например, своеобразие флоры и фауны Австралии обьясняется длительной изоляцией и отсутствием потока генов.

[Генетическое доказательство](https://interneturok.ru/lesson/biology/11-klass/bmakroevolyuciyab/dokazatelstva-evolyutsii#mediaplayer)

*Генетическое.*доказательство. Изучение нуклеотидных последовательностей ДНК позволило доказать наличие эволюции на молекулярном уровне.

Все эти доказательства подтверждают правоту эволюционной теории.

**Домашнее задание**

1. Какие пути биологического прогресса вам известны?
2. Что такое арогенез? Чем арогенез отличается от ароморфоза?
3. Приведите примеры крупных ароморфозов у животных и растений. Как возникли представители этих царств живой природы?
4. Приведите примеры мелких ароморфозов. К каким последствиям они привели?
5. Что такое аллогенез? Приведите примеры аллогенеза.