

6*. Как вы думаете, для чего в современной науке может использоваться метод сравнения аминокислотного состава определенных белков (гемоглобина, инсулина и т. п.) и нуклеотидных последовательностей соответствующих генов у разных видов живых организмов?

7*. У зародышей млекопитающих на ранних этапах развития формируются жаберные щели и жаберные мешки. Однако впоследствии они преобразуются не в жабры, а в такие структуры, как слуховые трубы, миндалины, вилочковую железу (тимус) и др. Попробуйте объяснить данные факты с точки зрения эволюционной теории.

§ 49. Прогресс и регресс в эволюции.

Пути достижения биологического прогресса.

Способы осуществления эволюционного процесса

Прогресс и регресс в эволюции. Как вы уже знаете, возникновение надвидовых систематических групп (родов, семейств и т. д.) в ходе исторического развития живой природы называют макроэволюцией.

Анализ макроэволюционных процессов показывает, что развитие органического мира происходило от низших форм жизни к высшим, т. е. от примитивных организмов к сложноорганизованным. Однако в современном мире наряду с организмами, имеющими высокий уровень организации, такими как млекопитающие, птицы, цветковые растения и др., широко распространены и сравнительно просто устроенные, например, бактерии и протисты. В то же время многие группы довольно высокоорганизованных организмов (зверозубые ящеры, динозавры, семенные папоротники, риниофиты и т. д.) исчезли с лица Земли. Это дает основание выделить два основных направления эволюционного процесса — биологический прогресс и биологический регресс.

Биологический прогресс — направление эволюции, которое сопровождается повышением приспособленности организмов той или иной группы к условиям окружающей среды. Результатом этого является увеличение численности особей видов, входящих в состав данной систематической группы, их расселение в новые местообитания, что ведет к расширению ареалов и способствует видообразованию. Со временем на основе образовавшихся видов возникают новые роды, семейства и т. д. Таким образом, биологический прогресс является следствием эволюционного успеха определенных групп организмов и ведет эти группы к процветанию.

Биологический регресс, наоборот, характеризуется снижением приспособленности организмов определенной систематической группы к среде обитания. Он проявляется в уменьшении численности особей, сокращении ареалов и даже полном исчезновении видов. Снижение биологического разнообразия в пределах той или иной систематической группы, которое

наблюдается при биологическом регрессе, нередко становится причиной вымирания данной группы организмов.

Важно отметить, что в современном мире биологический прогресс или регресс определяется не только способностью организмов адаптироваться к изменению абиотических и биотических факторов, но и антропогенным воздействием. Деятельность человека, связанная как с прямым истреблением организмов, так и с нарушением среды их обитания, стала причиной вымирания целого ряда видов. Многие виды, существующие в наше время, стали редкими или находятся под угрозой исчезновения. Вместе с тем человек является мощным фактором, обуславливающим биологический прогресс домашних животных, культурных растений и в то же время сорных растений, вредителей сельского хозяйства и др.

Следует отличать биологический прогресс и регресс от морфофизиологического прогресса и регресса. **Морфофизиологический прогресс** — это повышение уровня организации живых организмов в ходе эволюции, т. е. принципиальное усложнение их строения и процессов жизнедеятельности. Под **морфофизиологическим регрессом** понимают упрощение организации живых организмов. Такое явление наблюдается, главным образом, при их переходе к малоподвижному или сидячему (у животных) либо паразитическому образу жизни. Морфофизиологический прогресс не всегда ведет к биологическому: многие сложноорганизованные организмы в ходе эволюции вымерли или сейчас находятся на грани исчезновения. Нельзя говорить и о том, что морфофизиологический регресс связан с биологическим регрессом. Наоборот, многие виды и более крупные систематические группы, которые в ходе эволюции подверглись упрощению организации, на сегодняшний день являются процветающими.

Пути достижения биологического прогресса. В процессе эволюции биологический прогресс может достигаться тремя основными путями. Это арогенез, аллогенез и катагенез. Каждый из них обусловлен возникновением у живых организмов определенных адаптаций.

Арогенез — путь достижения биологического прогресса, связанный с формированием крупных, принципиально новых приспособлений, существенно повышающих уровень организации живых организмов. Иными словами, это путь эволюционного развития, при котором биологический прогресс достигается за счет морфофизиологического прогресса. Арогенез приводит к появлению крупных систематических групп — царств, отделов (типов), классов.

Адаптации, обуславливающие арогенез той или иной систематической группы, называются **ароморфозами**. Они не являются приспособлениями

к каким-либо конкретным факторам среды, а носят универсальный характер. Ароморфозы предоставляют живым организмам возможность использования разнообразных условий окружающей среды и в ряде случаев позволяют освоить новую для них среду жизни. Некоторые примеры арогенеза и соответствующих ароморфозов приведены в таблице 17.

Таблица 17. Примеры арогенеза и ароморфозов

Примеры арогенеза	Соответствующие ароморфозы
Возникновение плоских червей	Развитие третьего зародышевого листка (мезодермы); двусторонняя симметрия тела; формирование нервных узлов (ганглиев); наличие кожно-мускульного мешка и систем органов (пищеварительной, выделительной, половых) и др.
Возникновение млекопитающих	Развитая кора больших полушарий; четырехкамерное сердце; теплокровность; альвеолярные легкие; выкармливание детенышей молоком; дифференцированные зубы и др.
Возникновение покрытосеменных растений	Наличие цветка и плода; двойное оплодотворение; наличие сосудов в проводящей ткани и др.

Аллогенез — это путь эволюционного развития, при котором организмы приобретают частные адаптации, не изменяющие их общий уровень организации. Такие адаптации называются **алломорфозами** (рис. 120). В отличие от ароморфозов, связанных с глобальной перестройкой структуры и функционирования организма, алломорфозы представляют собой мелкие эволюционные изменения (табл. 18). Благодаря им живые организмы приспосабливаются к конкретным внешним условиям, занимая в своей среде обитания разнообразные экологические ниши. Путем аллогенеза в составе крупных систематических групп возникают более мелкие — новые виды, роды, семейства, порядки (отряды).



Рис. 120. Примеры алломорфозов: клювы различной формы у птиц

Таблица 18. Примеры аллогенеза и алломорфозов

Примеры аллогенеза	Соответствующие алломорфозы
Возникновение различных видов, родов, семейств и отрядов насекомых	Различная форма и степень развития крыльев; разные типы ходильных ног и ротовых аппаратов; различные варианты покровительственной и предупреждающей окраски и др.
Возникновение различных видов, родов, семейств и отрядов птиц	Различные типы клюва; разная степень развития шеи, ног и крыльев, разнообразная окраска оперения; разные формы брачного поведения и др.
Возникновение различных видов, родов и семейств покрытосеменных растений	Различная форма, окраска и строение цветков; разные типы соцветий; листья различной формы и размеров; разнообразные приспособления для распространения плодов и семян и др.

Катагенез представляет собой путь эволюции, при котором биологический прогресс организмов достигается за счет упрощения их организации (морфофизиологического регресса). Как уже отмечалось, снижение уровня организации характерно, прежде всего, для паразитических форм, малоподвижных или сидячих животных, т. е. для организмов, которые в ходе эволюции приспосабливались к более простому, по сравнению с предками, образу жизни, к более постоянным условиям среды. В таких условиях некоторые органы и функции организма, которые были необходимы предкам, утрачивают свое первоначальное биологическое значение и подвергаются редукции вплоть до полного исчезновения. Так, у сидячих форм редуцируются органы передвижения, у паразитических животных — органы чувств, упрощается строение и функционирование основных систем организма (за исключением половых), у растений-паразитов подвергаются редукции листья и др. Такие адаптации, связанные с упрощением строения и процессов жизнедеятельности организмов, называются **катаморфозами** (табл. 19). Несмотря на упрощение своей организации, организмы, идущие по пути катагенеза, становятся более приспособленными к условиям среды обитания, что и обуславливает их биологический прогресс.

Таблица 19. Примеры катагенеза и катаморфозов

Примеры катагенеза	Соответствующие катаморфозы
Переход двусторчатых моллюсков к малоподвижному донному образу жизни	Утрата головного отдела тела и некоторых ганглиев; упрощение строения пищеварительной системы, органов чувств и др.

Продолжение

Примеры катагенеза	Соответствующие катаморфозы
Переход ряда червей к паразитизму	Упрощение строения мускулатуры, нервной и выделительной систем; редукция органов чувств; утрата пищеварительной системы (у ленточных червей) и др.
Переход некоторых растений к паразитизму	Редукция вегетативных органов (листьев, корней) и др.



Способы осуществления эволюционного процесса. Основным способом осуществления эволюционного процесса является **дивергенция**. Вспомним, что так называют процесс эволюционного расхождения признаков у родственных организмов, обитающих в различных условиях. Еще Ч. Дарвин указывал на важное значение дивергенции для образования новых видов. Согласно СТЭ дивергенция осуществляется при наличии изоляции благодаря естественному отбору, действующему на изолированные группы организмов в разных направлениях. В ходе дивергенции определенные органы и структуры тела родственных организмов, имеющие единое происхождение и общий принцип строения, могут видоизменяться для выполнения различных функций. Следовательно, дивергенция приводит к формированию гомологичных органов.

В результате дивергенции родственные организмы приобретают определенные различия, обусловленные адаптацией к разным условиям среды. В то же время дивергирующие формы сохраняют и черты сходства, что объясняется их эволюционным родством (общностью происхождения).

Организмы, относящиеся к различным крупным систематическим группам, например типам или классам, но живущие в сходных условиях, в ходе эволюционного развития могут приобретать похожие черты. В этом случае говорят о таком способе осуществления эволюционного процесса как конвергенция.

Конвергенция — независимое появление сходных признаков (схождение признаков) у неродственных организмов, обитающих в одинаковых или очень близких условиях среды. Так, похожий внешний вид имеют акула (класс Хрящевые рыбы) и дельфин — представитель класса Млекопитающие (рис. 121). Очевидно, что данное сходство вызвано приспособлением к жизни в водной среде. Сходство в строении копытных конечностей крота (млекопитающее) и медведки (насекомое) является следствием роющего образа жизни этих животных. Наличие крыльев у птиц и насекомых — результат освоения воздуха как среды для передвижения.



Рис. 121. Конвергентное сходство во внешнем виде акулы и дельфина

При этом органы, которые вследствие конвергенции начали выполнять одинаковые функции, имеют совершенно разное происхождение. Значит, конвергенция приводит к развитию аналогичных органов.

Таким образом, конвергентное сходство организмов объясняется их адаптацией к сходным экологическим условиям, а существование различий — разным происхождением.



Выделяют два главных направления эволюции — биологический прогресс и биологический регресс. Биологический прогресс характеризуется повышением приспособленности организмов к условиям среды, а регресс — снижением. Основными путями достижения биологического прогресса являются ароморфоз, алломорфоз и катарморфоз. Ароморфоз сопровождается повышением уровня организации живых организмов, т. е. морфофизиологическим прогрессом. Алломорфоз — путь формирования частных адаптаций, не изменяющих уровень организации. При катарморфозе наблюдается упрощение организации живых организмов, т. е. морфофизиологический регресс. Основной способ осуществления эволюционного процесса — дивергенция. Это расхождение признаков у родственных организмов, живущих в различных условиях. Еще одним способом является конвергенция — схождение признаков у неродственных организмов, обитающих в сходных условиях среды.



1. Что такое биологический прогресс? Биологический регресс? Какие признаки свидетельствуют о том, что эволюция той или иной систематической группы направлена на биологический прогресс? На биологический регресс?
2. Что представляет собой морфофизиологический прогресс и регресс? Назовите главные причины морфофизиологического регресса живых организмов.
3. Охарактеризуйте основные пути достижения биологического прогресса и соответствующие им адаптации. Приведите примеры ароморфозов, алломорфозов и катарморфозов.

4. Опишите известные вам способы осуществления эволюционного процесса, приведите примеры. Объясните, почему дивергенция приводит к формированию гомологичных органов, а конвергенция — аналогичных.

5*. Используя знания, полученные вами при изучении биологии, объясните, возникновение каких ароморфозов в ходе эволюционного развития живой природы обусловило освоение наземно-воздушной среды: а) растениями; б) беспозвоночными животными; в) позвоночными животными.

§ 50. Принципы систематики. Современная биологическая система

В результате биологической эволюции на Земле возникло удивительное многообразие организмов. По оценкам ряда ученых, в настоящее время на планете обитают более 10 млн видов. К этому количеству следует добавить сотни миллионов видов, которые существовали в прошлом, но в ходе эволюции вымерли. Для изучения такого огромного разнообразия организмов очень важно их *классифицировать*, т. е. распределять по группам в соответствии с определенными признаками. Классификацией организмов, изучением их многообразия, происхождения и филогенетических (родственных) отношений занимается **систематика**.

Первую научную систему живой природы разработал шведский ученый Карл Линней в середине XVIII ст. Он классифицировал живые организмы на основании небольшого количества произвольно выбранных признаков. Так, например, птицы были разделены К. Линнеем на систематические группы в зависимости от формы клюва, а цветковые растения — на основании количества тычинок и пестиков. Линней был креационистом, поэтому его классификация не основывалась на анализе происхождения и родства организмов. Вместе с тем она оказалась самой удачной среди систем того времени. Система природы, разработанная К. Линнеем, была широко принята естествоиспытателями и стала основой для современной классификации организмов.

Основным сочинением К. Линнея, посвященным классификации живых организмов, был труд «Система природы». Первое издание этой книги было опубликовано в 1735 г. и содержало всего 11 страниц. А в двенадцатом издании (1766 — 1768 гг.), вышедшем под авторством К. Линнея последним, было уже около 2400 страниц. Оно содержало описание более 7500 видов растений и свыше 4000 видов животных.

Современная систематика для классификации организмов использует целый комплекс признаков. Учитываются, например, их внешнее и внутреннее строение, история эволюционного развития на основе палеонтологических данных, процессы жизнедеятельности и биохимические особенности (состав белков, запасные питательные вещества и др.), эмбриональное