Лекция № 3.4

ТЕМА: Эволюционное учение

Основные вопросы, рассматриваемые на лекции:

1. История развития эволюционных идей. Значение работ К. Линнея, Ж.Б. Ламарка в развитии эволюционных идей в биологии.
2. Эволюционное учение Ч. Дарвина.
3. Естественный отбор. Роль эволюционного учения в формировании современной естественнонаучной картины мира.
4. Концепция вида, его критерии. Популяция – структурная единица вида и эволюции.
5. Движущие силы эволюции. Синтетическая теория эволюции. Микроэволюция.
6. Современные представления о видообразовании (С.С. Четвериков, И.И. Шмальгаузен).
7. Макроэволюция. Доказательства эволюции. Сохранение биологического многообразия как основы устойчивости биосферы и прогрессивного ее развития*.*
8. Причины вымирания видов. Основные направления эволюционного прогресса. Биологический прогресс и биологический регресс.
9. Основные направления эволюции

Содержание лекционного материала по теме № 3.4

**Становление идеи развития в биологии Эволюционная теория и ее значение**

Понять сущность жизни как специфической формы движения материи невозможно без изучения теорий биологической эволюции. Когда ученый использует термин «эволюция» применительно к биологическим процессам и явлениям, то чаще всего он подразумевает процесс длительных и постепенных изменений, которые приводят к коренным качественным изменениям живых организмов, сопровождающимся возникновением новых биологических систем, форм и видов.

Созданная на основе исторического метода эволюционная теория, в задачу которой входит изучение факторов, движущих сил и закономерностей органической эволюции, по праву занимает центральное место в системе наук о живой природе. Она представляет собой обобщающую биологическую концепцию. Практически нет таких отраслей биологии, для которых эволюционная теория не давала бы методологических принципов исследования. По этой причине эволюционная биология является одним из трех важнейших направлений развития биологической науки.

**История развития эволюционных идей**

Развитие эволюционных идей в биологии имеет достаточно длительную историю. Начало рассмотрению вопросов эволюции органического мира было положено еще в античной философии и продолжалось более двух тысяч лет, пока не возникли первые самостоятельные биологические дисциплины в науке Нового времени. Основным содержанием данного периода является сбор сведений об органическом мире, а также формирование двух основных точек зрения, объясняющих разнообразие видов в живой природе.

Первая из них возникла еще на базе античной диалектики, утверждавшей идею развития и изменения окружающего мира. Вторая точка зрения появилась вместе с христианским мировоззрением, основанном на идеях креационизма. В то время в умах многих ученых господствовало представление, что Бог создал весь окружающий нас мир, в том числе все виды жизни, существующие с тех пор в неизменном виде.

На протяжении всего начального этапа развития эволюционной идеи между этими двумя точками зрения шла постоянная борьба, причем серьезное преимущество имела креационистская версия. Ведь наивно трансформистские представления о самозарождении живых существ и возникновении сложных организмов путем случайного сочетания отдельных органов, при котором нежизнеспособные сочетания вымирают, а удачные сохраняются (Эмпедокл), внезапном превращении видов (Анаксимен) и т.д. не могут рассматриваться даже как прообраз эволюционного подхода к познанию живой природы.

Тем не менее, в этот период был высказан ряд ценных идей, необходимых для утверждения эволюционного подхода. Среди них особое значение имели выводы Аристотеля, который в своей работе «О частях животных» отмечал, что природа постепенно переходит от предметов неодушевленных к растениям, а затем к животным, причем этот переход идет непрерывно. К сожалению, Аристотель говорил не о развитии природы в его современном понимании, а о том, что одновременно сосуществует целый ряд соположенных живых форм, лишенных генетической связи между собой. Поэтому ценна, прежде всего, его идея «лестницы живых существ», показывающая существование организмов разной степени сложности, — появление эволюционных теорий было бы невозможно без осознания этого факта.

Интерес к биологии заметно усилился в эпоху Великих географических открытий. Интенсивная торговля и открытие новых земель расширяли сведения о животных и растениях. Потребность в упорядочении быстро накапливающихся знаний привела к необходимости их систематизации и появлению первых классификаций видов, среди которых особое место принадлежит классификации К. Линнея. В своих представлениях о живой природе Линней исходил из идеи неизменности видов. Но в том же XVIII в. появились и другие идеи, связанные с признанием не только градации, но и постепенного усложнения органических форм. Эти представления стали называться *трансформизмом,* и к этому направлению принадлежали многие известные ученые того времени. Все трансформисты признавали изменяемость видов организмов под действием изменений окружающей среды, но при этом большинство из них еще не имели целостной и последовательной концепции эволюции.

Именно так в работах швейцарского биолога Ш. Бонне впервые было использовано понятие эволюции как процесса длительного,

постепенного изменения, приводящего к появлению новых видов. Однако в работах большинства ученых того времени идеи градации живых существ и идеи эволюции существовали раздельно. В единую теорию они оформились только в XIX в., когда появилась эволюционная теория Ж. Б. Ламарка.

**Концепция развития Ж.Б. Ламарка**

Первая попытка построить целостную концепцию развития органического мира была предпринята французским естествоиспытателем Ж. Б. Ламарком. В своем труде «Философия зоологии» Ламарк обобщил все биологические знания начала XIX в. Им были разработаны основы естественной систематики животных и впервые обоснована целостная теория эволюции органического мира, поступательного исторического развития растений и животных.

Для создания эволюционной теории нужно было ответить на следующие вопросы: «Что является основной единицей эволюции?», «Что является факторами и движущими силами эволюции?», «Как происходит передача вновь приобретенных признаков следующим поколениям?».

В основу эволюционной теории Ламарком было положено представление о развитии, постепенном и медленном, от простого к сложному, с учетом роли внешней среды в преобразовании организмов. Ламарк считал, что первые самозародившиеся организмы дали начало всему многообразию существующих ныне органических форм. К этому времени в науке уже достаточно прочно утвердилось представление о «лестнице живых существ» как последовательном ряде независимых, неизменных, созданных Творцом форм. Он видел в градации этих форм отражение истории жизни, реального процесса развития одних форм из других. Развитие от простейших до самых совершенных организмов — главное содержание истории органического мира. Человек — тоже часть этой истории, он развился из обезьян.

Главной причиной эволюции Ламарк считал присущее живой природе *изначальное* (заложенное Творцом) *стремление к усложнению и самосовершенствованию* своей организации. Оно проявляется во врожденной способности каждого индивида к усложнению организма. Вторым фактором эволюции он называл *влияние внешней среды:* пока она не изменяется, виды постоянны, как только она становится иной, виды также начинают меняться. При этом Ламарк на более высоком уровне *по* сравнению с предшественниками разработал проблему неограниченной изменчивости живых форм под влиянием условий существования: питания, климата, особенностей почвы, влаги, температуры и т.д.

Исходя из уровня организации живых существ, Ламарк выделял две формы изменчивости:

1) прямую — непосредственную изменчивость растений и низ ших животных под влиянием условий внешней среды;

2) косвенную — изменчивость высших животных, которые имеют развитую нервную систему, воспринимающую воздействие условий существования и вырабатывающую привычки, средства самосохранения и защиты.

Показав происхождение изменчивости, Ламарк проанализировал второй фактор эволюции — наследственность. Он отмечал, что индивидуальные изменения, если они повторяются в ряде поколений, при размножении передаются по наследству потомкам и становятся признаками вида. При этом, если одни органы животных развиваются, то другие, не вовлеченные в процесс изменений, атрофируются. Так, например, в результате упражнений у жирафа появилась длинная шея, ведь предки жирафа, питаясь листьями деревьев, тянулись за ними и в каждом поколении шея и ноги росли. Тем самым Ламарк высказал предположение, что изменения, которые растения и животные приобретают в течение жизни, наследственно закрепляются и передаются по наследству потомкам. При этом потомство продолжает развиваться в том же направлении, и один вид превращается в другой.

Ламарк полагал, что историческое развитие организмов имеет не случайный, а закономерный характер и происходит в направлении постепенного и неуклонного совершенствования, повышения общего уровня организации. Кроме того, он подробно проанализировал предпосылки эволюции и сформулировал главные направления эволюционного процесса и причины эволюции. Он также разработал проблему изменчивости видов под влиянием естественных причин, показал значение времени и условий внешней среды в эволюции, которую рассматривал как проявление общего закона развития природы. Заслугой Ламарка является и то, что он первым предложил генеалогическую классификацию животных, построенную на принципах родственности организмов, а не только их сходства.

Сущность теории Ламарка заключается в том, что животные и растения не всегда были такими, какими мы их видим теперь. Он доказал, что они развивались в силу естественных законов природы, следуя эволюции всего органического мира. Для ламаркизма характерны два основных методологических признака:

* телеологизм как присущее организмам стремление к совершенствованию;
* организмоцентризм — признание организма в качестве элементарной единицы эволюции, прямо приспосабливающегося к изменению внешних условий и передающего эти изменения по наследству.

С точки зрения современной науки эти положения принципиально неверны, они опровергаются фактами и законами генетики. К тому же доказательства причин изменяемости видов, приводимые Ламарком, не были достаточно убедительными. Поэтому теория Ламарка не получила признания у современников. Но она не была и опровергнута, ее лишь забыли на некоторое время, чтобы вновь вернуться к ее идеям во второй половине XIX в., положив их в основу всех антидарвинистских концепций.

**Теория катастроф Ж. Кювье**

Быстрое развитие естествознания и селекционной работы, расширение и углубление исследований в различных отраслях биологии, интенсивное накопление новых научных фактов в XIX в. создали благоприятные условия для новых обобщений в теории эволюции живой природы. Одной из попыток такого рода обобщений стала теория катастроф французского зоолога Ж.Л. Кювье.

Методологической основной теории катастроф стали большие успехи в таких областях биологической науки, как сравнительная анатомия и палеонтология. Кювье систематически проводил сравнение строения и функций одного и того же органа или целой системы органов у самых разных видов животных. Исследуя строение органов позвоночных животных, он установил, что все органы любого живого организма представляют собой части единой целостной системы. Вследствие этого строение каждого органа закономерно соотносится со строением всех других. Ни одна часть тела не может изменяться без соответствующего изменения других частей. Это означает, что каждая часть тела отражает принципы строения всего организма.

Так, у травоядных животных, питающихся малопитательной растительной пищей, обязательно должен быть большой желудок, способный переварить эту пищу в больших количествах. Размер желудка обусловливает размеры других внутренних органов: позвоночника, грудной клетки. Массивное тело должно держаться на мощных ногах, снабженных твердыми копытами, а длина ног обусловливает такую длину шеи, которая дает возможность свободно щипать траву. У хищников пища более питательна, поэтому желудок у них меньше. Кроме того, им нужны мягкие лапы с подвижными когтистыми пальцами, чтобы незаметно подкрадываться к добыче и хватать ее, поэтому шея у хищников должна быть короткой, зубы острыми и т.д.

Такое соответствие органов животных друг другу Кювье назвал *принципом корреляций* (соотносительности). Руководствуясь принципом корреляций, Кювье успешно применял полученные знания, умея по единственному зубу восстановить облик животного, ведь, по мнению Кювье, в любом фрагменте организма, как в зеркале, отражалось все животное.

Безусловной заслугой Кювье стало применение принципа корреляций в палеонтологии, что позволяло восстанавливать облик давно исчезнувших с лица Земли животных. Благодаря работам Кювье мы сегодня представляем себе, как выглядели динозавры, мамонты и мастодонты — весь мир ископаемых животных. Таким образом, Кювье, который сам исходил из идеи постоянства видов, не видя переходных форм между современными животными и животными, жившими ранее, внес большой вклад в становление эволюционной теории, появившейся полвека спустя.

В процессе своих исследований Кювье заинтересовался историей Земли, земных животных и растений. Он потратил многие годы на ее изучение, сделав при этом множество ценных открытий. В частности, он обнаружил, что останки одних видов приурочены к одним и тем же геологическим напластованиям, а в соседних пластах находятся совершенно другие организмы. На этом основании он делал вывод, что животные, населявшие нашу планету, погибали почти мгновенно от неизвестных причин, а потом на их месте появлялись совершенно иные виды. Кроме того, он выяснил, что многие современные участки суши раньше были морским дном, причем смена моря и суши происходила неоднократно.

В результате исследований Кювье пришел к выводу, что на Земле периодически происходили гигантские катаклизмы, уничтожавшие целые материки, а вместе с ними и их обитателей. Позднее на их месте появлялись новые организмы. Так была сформулирована знаменитая *теория катастроф,* пользовавшаяся большой популярностью в XIX в.

Последователи и ученики Кювье, развивая его учение, пошли еще дальше, утверждая, что катастрофы охватывали весь земной шар. После каждой катастрофы следовал новый акт божественного творения. Таких катастроф и, следовательно, актов творения они насчитывали двадцать семь.

Позиции теории катастроф пошатнулись лишь в середине XIX в. Немалую роль в этом сыграл новый подход к изучению геологических явлений Ч. Лайеля — *принцип актуализма.* Он исходил из того, что для познания прошлого Земли нужно изучить ее настоящее. Таким образом, Лайель пришел к выводу, что медленные, ничтожные изменения на Земле, если они будут долго идти в одном направлении, могут привести к поразительным результатам. Так был сделан еще один шаг к эволюционной теории, создателями которой стали Ч. Дарвин и А. Уоллес.

Теория эволюции ч. Дарвина

Идея постепенного и непрерывного изменения всех видов растений и животных высказывалась многими учеными задолго до Дарвина. Поэтому само понятие эволюции — процесса длительных, постепенных, медленных изменений, в конечном итоге приводящих к коренным, качественным изменениям — возникновению новых организмов, структур, форм и видов, проникло в науку еще в конце XVIII в. Однако именно Дарвин создал совершенно новое учение о живой природе, обобщив отдельные эволюционные идеи в одну стройную теорию эволюции. Опираясь на огромный фактический материал и практику селекционной работы по выведению новых сортов растений и пород животных, он сформулировал основные положения своей теории, которые изложил в книге «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859).

**Основные движущие факторы эволюции в теории Дарвина**

Дарвин пришел к выводу, что в природе любой вид животных и растений стремится к размножению в геометрической прогрессии. В то же время число взрослых особей каждого вида остается относительно постоянным. Так, самка трески мечет семь миллионов икринок, из которых выживает лишь 2%. Следовательно, в природе происходит борьба за существование, в результате которой накапливаются признаки, полезные для организма и вида в целом, а также образуются новые виды и разновидности. Остальные организмы гибнут в неблагоприятных условиях среды. Таким образом, борьба за существование — это совокупность многообразных, сложных взаимоотношений, существующих между организмами и условиями среды.

В борьбе за существование выживают и оставляют потомство только те особи, которые обладают комплексом признаков и свойств, позволяющим им наиболее успешно конкурировать с другими особями. Таким образом, в природе происходит процесс избирательного уничтожения одних особей и преимущественного размножения других, т.е. *естественный отбор,* или выживание наиболее приспособленных.

При изменении условий внешней среды полезными для выживания могут оказаться какие-то иные, чем прежде, признаки. В результате меняется направление отбора, перестраивается структура вида, благодаря размножению широко распространяются новые признаки — появляется новый вид. Полезные признаки сохраняются и передаются последующим поколениям, так как в живой природе действует *фактор наследственности,* обеспечивающий устойчивость видов.

Однако в природе нельзя обнаружить два одинаковых, совершенно тождественных организма. Все многообразие живой природы является результатом *процесса изменчивости,* т.е. превращений организмов под влиянием внешней среды.

Итак, концепция Дарвина построена на признании объективно существующих процессов в качестве факторов и причин развития живого. Основными движущими факторами эволюции являются изменчивость, наследственность и естественный отбор.

**Изменчивость.** Первым звеном эволюции выступает изменчивость (изменение и превращение организмов под действием внешней среды), которая является неотъемлемым свойством живого. Вследствие изменчивости признаков и свойств даже в потомстве одной пары родителей почти никогда не встречается одинаковых особей. Чем тщательнее и глубже изучается природа, тем больше формируется убеждение во всеобщем универсальном характере изменчивости. В природе нельзя обнаружить два совершенно одинаковых, тождественных организма. При благоприятных условиях эти различия могут не оказывать заметного влияния на развитие организмов, но при неблагоприятных каждое мельчайшее различие может стать решающим в том, останется ли этот организм в живых и даст потомство или же погибнет.

Дарвин различал два вида изменчивости: 1) наследственную (неопределенную) и 2) ненаследственную (определенную).

Под *определенной (групповой) изменчивостью* понимается сходное изменение всех особей потомства в одном направлении вследствие влияния определенных условий (изменение роста в зависимости от количества и качества пищи, изменение толщины кожи и густоты шерстяного покрова при изменении климата и т.д.).

Под *неопределенной (индивидуальной) изменчивостью* понимается появление разнообразных незначительных отличий у особей одного и того же вида, которыми одна особь отличается от других. В дальнейшем «неопределенные» изменения стали назьшать мутациями, а «определенные» — модификациями.

**Наследственность.** Следующим фактором эволюции является наследственность — свойство организмов обеспечивать преемственность признаков и свойств между поколениями, а также определять характер развития организма в специфических условиях внешней среды. Это свойство не абсолютно: дети никогда не бывают точными копиями родителей, но из семян пшеницы всегда вырастает только пшеница и т.п. В процессе размножения от поколения к поколению передаются не признаки, а код наследственной информации, определяющий лишь возможность развития будущих признаков в определенном диапазоне. Наследуется не признак, а норма реакции развивающейся особи на действие внешней среды.

Дарвин подробно проанализировал значение наследственности в эволюционном процессе и показал, что сами по себе изменчивость и наследственность еще не объясняют возникновения новых пород животных, сортов растений, их приспособленности, поскольку изменчивость разных признаков организмов осуществляется в самых разнообразных направлениях. Каждый организм — это результат взаимодействия между генетической программой его развития и условиями ее реализации.

**Борьба за существование.** Рассматривая вопросы изменчивости и наследственности, Дарвин обратил внимание на сложные взаимоотношения между организмом и окружающей среды, на разные формы зависимости растений и животных от условий жизни, на их приспособление к неблагоприятным условиям. Такие разнообразные формы зависимости организмов от условий окружающей среды и других живых существ он назвал *борьбой за существование.* Борьба за существование, по Дарвину, — это совокупность взаимоотношений организмов данного вида друг с другом, с другими видами живых организмов и неживыми факторами внешней среды.

Борьба за существование означает все формы проявления активности данного вида организмов, направленные на поддержание жизни своего потомства. Дарвин выделил три основные формы борьбы за существование: 1) межвидовую, 2) внутривидовую и 3) борьбу с неблагоприятными условиями внешней среды.

Примеры *межвидовой борьбы* в природе встречаются часто и всем хорошо известны. Наиболее ярко она проявляется в борьбе хищников и травоядных животных. Травоядные животные смогут выжить и оставить потомство только в том случае, если сумеют избежать хищников и будут обеспечены пищей. Но растительностью питаются также разные виды млекопитающих, а кроме того — насекомые и моллюски. И здесь возникает ситуация: что досталось одному, не досталось другому. Поэтому в межвидовой борьбе успех одного вида означает неуспех другого.

*Внутривидовая борьба* означает конкуренцию между особями одного вида, у которых потребность в пище, территории и других условиях существования одинакова. Дарвин считал внутривидовую борьбу наиболее напряженной. Поэтому в *процессе* эволюции у популяций выработались различные приспособления, снижающие остроту конкуренции: разметка границ, угрожающие позы и т.п.

*Борьба с неблагоприятными условиями среды* выражается в стремлении живых организмов выжить при резких изменениях погодных условий. В этом случае выживают лишь наиболее приспособленные к изменившимся условиям особи. Они образуют новую популяцию, что в целом способствует выживанию вида. В борьбе за существование выживают и оставляют потомство индивиды и особи, обладающие таким комплексом признаков и свойств, которые позволяют успешно противостоять неблагоприятным условиям среды.

**Естественный отбор.** Однако основная заслуга Дарвина в создании теории эволюции заключается в том, что он разработал учение о естественном отборе как ведущем и направляющем факторе эволюции. Естественный отбор, по Дарвину, — это совокупность происходящих в природе изменений, обеспечивающих выживание наиболее приспособленных особей и преимущественное оставление ими потомства, а также избирательное уничтожение организмов, оказавшихся неприспособленными к существующим или изменившимся условиям окружающей среды.

В процессе естественного отбора организмы адаптируются, т.е. у них развиваются необходимые приспособления к условиям существования. В результате конкуренции разных видов, имеющих сходные жизненные потребности, хуже приспособленные виды вымирают. Совершенствование механизма приспособления организмов приводит к тому, что постепенно усложняется уровень их организации и таким образом осуществляется эволюционный процесс. При этом Дарвин обращал внимание на такие характерные особенности естественного отбора, как постепенность и медленность процесса изменений и способность суммировать эти изменения в крупные, решающие причины, приводящие к формированию новых видов.

Исходя из того, что естественный отбор действует среди разнообразных и неравноценных особей, он рассматривается как совокупное взаимодействие наследственной изменчивости, преимущественного выживания и размножения индивидов и групп особей, лучше приспособленных, чем другие к данным условиям существования. Поэтому учение о естественном отборе как движущем и направляющем факторе исторического развития органического мира является главным в теории эволюции Дарвина.

**Значение эволюционной теории Дарвина**

Таким образом, Дарвин последовательно решил проблему детерминации органической эволюции в целом, объяснил целесообразность строения живых организмов как результат естественного отбора, а не как результат их стремления к самосовершенствованию. Также он показал, что целесообразность строения носит всегда относительный характер, так как любое приспособление оказывается полезным только в конкретных условиях существования. Этим он нанес серьезный удар по идеям телеологизма в естествознании.

Кроме того, Дарвин подчеркивал, что элементарной единицей эволюции является не отдельная особь, как у Ламарка, а группа особей — вид. Иными словами, под действие естественного отбора могут подпасть как отдельные особи, так и целые группы. Тогда отбор сохраняет признаки и свойства, невыгодные для отдельной особи, но полезные для группы особей или вида в целом. Примером такого приспособления служит жало пчелы — ужалившая пчела оставляет жало в теле врага и погибает, но гибель особи способствует сохранению пчелиной семьи. Такой подход привел к появлению популяционного мышления в биологии, являющегося основой современных представлений об эволюции.

Наряду с несомненными достоинствами, в теории Дарвина были и существенные недостатки. Одно из возражений, выдвигавшихся ранее против этой теории, состояло в том, что она не могла объяснить причин появления у организмов многих структур, кажущихся бесполезными. Однако, как выяснилось впоследствии, многие морфологические различия между видами, не имеющие значения для выживания, представляют собой побочные эффекты действия генов, обусловливающих незаметные, но очень важные для выживания физиологические признаки.

Слабым местом в теории Дарвина также были представления о наследственности, которые подвергались серьезной критике его противниками. Действительно, если эволюция связана со случайным появлением изменений и наследственной передачей приобретенных признаков потомству, то каким образом они могут сохраниться и даже усилиться в дальнейшем? Ведь в результате скрещивания особей, обладающих полезными признаками, с другими особями, которые ими не обладают, они передадут эти признаки в ослабленном виде. В конце концов в течение ряда поколений эти случайно возникшие изменения должны будут ослабнуть, а затем и вовсе исчезнуть. Так стакан молока растворится в бочке воды почти без следа. Этот вывод был получен с помощью элементарных арифметических подсчетов британским инженером и физиком Ф. Дженкиным в 1867 г. Сам Дарвин был вынужден признать эти доводы убедительными, при тогдашних представлениях о наследственности их было невозможно опровергнуть. Вот почему в последние годы жизни он стал все больше подчеркивать воздействие на процесс эволюции направленных изменений, происходящих под влиянием определенных факторов внешней среды.

В дальнейшем были выявлены и некоторые другие недостатки теории Дарвина, касающиеся основных причин и факторов органической эволюции. Было ясно, что его теория нуждалась в дальнейшей разработке и обосновании с учетом последующих достижений биологической науки.

Дальнейшее развитие эволюционной теории. Антидарвинизм

С возникновением дарвинизма на первый план биологических исследований выдвинулось несколько задач:

* сбор доказательств самого факта эволюции;
* накопление данных об адаптивном характере эволюции;
* экспериментальное изучение взаимодействия наследственной изменчивости, борьбы за существование и естественного отбора как движущей силы эволюции;
* изучение закономерностей видообразования и макроэволюции.

**Комплекс доказательств теории эволюции**

Сведения, подтверждающие дарвиновскую теорию эволюции, были получены из самых разных источников, среди которых важнейшее место занимают палеонтология, биогеография, систематика, селекция растений и животных, морфология, сравнительная эмбриология и сравнительная биохимия.

**Палеонтология** занимается изучением ископаемых остатков, т.е. любых сохранившихся в земной коре следов прежде живших организмов. Среди них — целые организмы, твердые скелетные структуры, окаменелости, отпечатки.

Такие следы были хорошо известны ученым задолго до появления палеонтологии в качестве самостоятельной науки. Их считали либо останками существ, сотворенных раньше других, либо артефактами, помещенными в горные породы Богом.

В XIX в. эти находки были истолкованы с точки зрения теории эволюции. Дело в том, что в самых древних породах встречаются следы очень немногих простых организмов. В молодых породах находят разнообразные организмы, имеющие более сложное строение. Кроме того, достаточно много примеров существования видов лишь на одном из этапов геологической истории Земли, после чего они исчезают. Это понимается как возникновение и вымирание видов с течением времени.

Постепенно ученые стали находить следы все большего количества «недостающих звеньев» в эволюции жизни — либо в виде ока-менелостей (например, археоптерикс — переходная форма между рептилиями и птицами), либо в виде ныне живущих организмов, близких по своему строению к ископаемым формам (например, латимерия, относящаяся к давно вымершим кистеперым рыбам). Конечно, ученым удалось найти далеко не все переходные формы, поэтому палеонтологическая летопись нашей планеты не является непрерывной, и этим аргументом пользуются противники эволюционной теории. Тем не менее, ученые находят убедительные объяснения этого факта. В частности, считается, что далеко не все умершие организмы оказываются в условиях, благоприятных для их сохранения. Большая часть погибших особей съедается падальщиками, разлагается, не оставляя никаких следов, возвращается в круговорот веществ в природе.

Палеонтологам удалось открыть некоторые закономерности эволюции. В частности, с ростом сложности организма продолжительность существования вида сокращается, а темпы эволюции возрастают. Так, виды птиц в среднем существуют 2 млн. лет, млекопитающие — по 800 тыс. лет, предки человека — около 200 тыс. лет. Также удалось выяснить, что продолжительность жизни вида зависит от размера его представителей.

**Географическое распространение (биография).** Все организмы приспособлены к среде своего обитания. Поэтому все виды возникли в каком-то определенном ареале, а оттуда они могли распространиться в области со схожими природными условиями. Степень расселения зависит от того, насколько успешно могут данные организмы обосноваться в новых местах, насколько сложны естественные преграды, стоящие на пути расселения этого вида (океаны, горы, пустыни). Поэтому обычно распространение видов идет лишь в том случае, если подходящие территории расположены близко друг от друга. Так, в далеком прошлом массивы суши располагались ближе друг к другу, чем сейчас, и это способствовало широкому расселению многих видов. Если же в какой-то области нет более развитых видов, то это указывает на раннее отделение данной территории от места первоначального происхождения видов. Именно поэтому в Австралии сохранилось большое число сумчатых, отсутствующих в Европе, Африке и Азии.

Данные факты не объясняют механизма возникновения новых видов, но указывают на то, что разные группы возникали в разное время и в разных областях, подтверждая, таким образом, теорию эволюции.

**Систематика.** Первую таксономическую классификацию, в которую вошли выделенные единицы-таксоны, находящиеся в отношениях иерархического соподчинения создал К. Линней. В качестве единиц-таксонов Линней выделял: вид, род, семейство, отряд, класс, тип и царство. В основу своей классификации он положил структурное сходство между организмами, которое можно представить как результат их адаптации к определенным условиям среды на протяжении некоторого периода. Таким образом, эта классификация хорошо вписывается в эволюционную теорию, иллюстрируя процесс эволюции на Земле.

**Селекция растений и животных.** Помимо естественного отбора существует искусственный отбор, связанный с целенаправленной деятельностью человека по сохранению и созданию нужных видов. Именно так, путем селекции, из диких предков были выведены все культурные сорта растений и породы домашних животных. Ссылка на искусственный отбор дала Дарвину возможность провести аналогию с естественным отбором, идущим в природе.

С созданием генетики стало ясно, что в ходе искусственного отбора сохраняются гены, полезные с точки зрения человека, и убираются гены, не устраивающие его.

**Сравнительная анатомия** занимается сопоставлением различных групп растений и животных друг с другом. При этом выявляются общие структурные черты, присущие им. Так, у всех цветковых растений есть чашелистники, лепестки, тычинки, рыльце, столбик и завязь, хотя у разных видов они могут иметь разные размеры, окраску, число составляющих их частей и некоторые особенности их строения. То же самое можно сказать и о животных.

Таким образом, сравнительная анатомия выявляет гомологичные органы, построенные по одному плану, занимающие сходное положение и развивающиеся из одних и тех же зачатков. Существование таких органов, как и появление рудиментарных органов, сохраняющихся у организмов, но не выполняющих никакой функции, можно объяснить только с позиций теории эволюции.

**Сравнительная эмбриология.** Одним из основоположников этой науки стал К. Бэр, который изучал эмбриональное развитие у представителей разных групп позвоночных. При этом он обнаружил поразительное сходство в развитии зародышей всех групп, особенно на ранних этапах их развития.

После этого Э. Геккель высказал мысль о том, что ранние стадии развития зародыша повторяют эволюционную историю своей группы. Он сформулировал закон рекапитуляции, согласно которому онтогенез повторяет филогенез. Иными словами, индивидуальное развитие организма повторяет развитие всего вида. Так, зародыш позвоночных на разных этапах своего развития имеет признаки рыбы, амфибии, рептилии, птицы и млекопитающего. Поэтому на ранних стадиях развития зародыша бывает очень сложно определить, к какому виду он принадлежит. Лишь на поздних этапах эмбрион приобретает сходство с взрослой формой.

Закон рекапитуляции может быть объяснен только наличием общих предков у всех живых организмов, что подтверждает эволюционную теорию.

**Сравнительная биохимия.** С ее появлением у эволюционной теории появились строго научные доказательства. Именно сравнительная биохимия показала наличие одинаковых веществ у всех организмов, подтверждающее их очевидное биохимическое родство. Вначале было доказано родство всех белков, а позднее — нуклеиновых кислот.

Иммунные реакции также подтверждают наличие эволюционных связей. Если белки, содержащиеся в сыворотке крови, ввести в кровь животным, у которых этих белков нет, то они действуют как антигены, побуждая организмы животных вырабатывать антитела.

**Открытие законов и механизмов эволюции**

Исследователями было выявлено два класса механизмов эволюции: адаптационные и катастрофические, или пороговые.

**Адаптационные механизмы** связаны с приспособлением организмов к окружающей среде. При этом происходит самонастройка системы, обеспечивающая ее стабильность в определенных условиях. Таким образом, изучая особенности среды, можно предвидеть, в каком направлении будут действовать механизмы адаптации. Этим пользуются селекционеры, проводя искусственный отбор.

Можно сказать, что никакие внутренние или внешние возмущения не способны вывести изучаемую систему за пределы того канала эволюции, который предусмотрен для нее природой. Поэтому все возможные изменения системы, ее развитие можно предсказать с большой точностью. Таким образом, с точки зрения неравновесной термодинамики адаптационный механизм относится к одному из эволюционных этапов в развитии систем.

**Катастрофические механизмы** эволюции имеют другую природу. Они связаны со скачком в развитии систем, происходящим при переходе через точку бифуркации. Обычно это связано с резким изменением условий окружающей среды. При этом старая структура системы разрушается и образуется качественно новая структура. Переход через точку бифуркации всегда идет случайно. Заранее предсказать, как пойдет развитие, невозможно. Поэтому периодически в биосфере Земли происходят катастрофические события, стимулирующие вымирание старых видов растений и животных и появление новых.

**Законы эволюции.** Тем не менее, общим правилом является непрерывное усложнение и рост разнообразия органического мира после каждого перехода через критические точки в развитии биосферы. Это правило носит название *закона дивергенции,* который объясняет, почему первоначально близкие группы организмов разошлись в процессе эволюции, создав огромное разнообразие видов.

К началу XX в. были открыты и другие законы эволюции. Так, в 1876 г. Ш. Делере установил *правило прогрессирующей специализации,* в соответствии с которым группа, вступившая на путь специализации, как правило, в своем дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации.

И.И. Шмальгаузен открыл *процесс автономизации онтогенеза,* который говорит о сохранении определяющего значения физико-химических факторов внешней среды, что ведет к возникновению относительной устойчивости развития.

К. Уолдингтон сформулировал *принцип гомеостаза,* показывающий способность организмов к саморегуляции и поддержанию стабильности внутренней среды организма.

Наконец, Л. Долло открыл *правило необратимости,* согласно которому эволюция является необратимым процессом, и организм не может вернуться к прежнему состоянию, в котором находились его предки.

**Антидарвинизм**

Критика дарвинизма велась практически со времени его возникновения и имела объективные основания, поскольку из поля зрения дарвинистов изначально выпадал ряд важных вопросов. К их числу относятся вопросы о причинах сохранения в историческом развитии системного единства организмов, механизмах включения в эволюционный процесс онтогенетических перестроек, неравномерности темпов эволюции, причинах прогрессивной макроэволюции, причинах и механизмах биотических кризисов и др.

Антидарвинизм второй половины XIX — начала XX вв. был представлен двумя главными течениями — неоламаркизмом и концепциями телеогенеза. Борьба с ними, а также поиск экспериментальных доказательств отдельных факторов естественного отбора составили основное содержание биологии этого времени.

**Неоламаркизм.** Первым крупным антидарвинистским учением стал неоламаркизм, возникший в конце XIX в. Это учение основывалось на признании адекватной изменчивости, возникающей под непосредственным или косвенным влиянием факторов окружающей среды, вызывающих прямое приспособление организма к ним. Также неоламаркисты говорили о наследовании приобретенных таким образом признаков, отрицали созидательную роль естественного отбора.

Как видно из названия этого направления, основу неоламаркизма составили идеи Ламарка, о которых ученые забыли в начале века, но вспомнили о них после появления дарвиновской теории эволюции. Неоламаркизм не был единым течением, а объединял в себе несколько направлений, каждое из которых пыталось развить ту или иную сторону учения Ламарка. В неоламаркизме выделяются:

• *механоламаркизм* — концепция эволюции, согласно которой целесообразная организация создается путем приспособления, или согласно Ламарку, упражнения органов. Эта концепция объясняла эволюционные преобразования организмов их изначальной способностью целесообразно реагировать на изменения внешней среды, изменяя при этом свои структуры и функции. Вся сложность эволюционного процесса, таким образом, сводилась к простой теории равновесия сил, заимствованной, по существу, из ньютоновской механики. Сторонниками этого направления были Г. Спенсер и Т. Эймер;

* *психоламаркизм —* основу этого направления составила идея Ламарка о значении в эволюции животных таких факторов, как привычки, усилия воли, сознание. Считалось, что эти факторы присущи не только организму животного в целом, но и составляющим его клеткам. Таким образом, эволюция представлялась как постепенное усиление роли сознания в движении от примитивных существ до разумных форм жизни. Это развивало учение о панпсихизме, всеобщей одушевленности. Сторонниками этого направления были А. Паули и А. Вагнер;
* *ортоламаркизм —* совокупность гипотез, развивающих идею Ламарка о стремлении организмов к совершенствованию как внутренне присущей всему живому движущей силе эволюции. Сторонниками ортоламаркизма были К. Нэгели, Э. Коп, Г. Осборн, которые полагали, что направленность эволюции обусловлена внутренними изначальными свойствами организмов. Эти взгляды родственны идеям автогенезиса, рассматривающего эволюцию как процесс развертывания предсуществующих задатков, носящий целенаправленный характер и происходящий на основе изначальных внутренних потенциальных возможностей.

**Телеологическая концепция эволюции,** или телеогенез, идейно была близко связана с ортоламаркизмом, так как исходила из все той же идеи Ламарка о внутреннем стремлении всех живых организмов к прогрессу. Наиболее видным представителем этого направления стал русский естествоиспытатель, основатель эмбриологии К. Бэр.

Своеобразную модификацию телеогенеза представляли взгляды сторонников *сальтационизма,* заложенного в 60—70-е гг. XIX в. А. Зюссом и А. Келликером. По их мнению, уже на заре появления жизни возник весь план будущего развития природы, а влияние внешней среды определяло лишь частные моменты эволюции. Все крупнейшие эволюционные события — от возникновения новых видов до смены биот в геологической истории Земли — происходят в результате скачкообразных изменений, сальтаций, или макромутаций. По сути дела, это был катастрофизм, усиленный дополнительными аргументами. Эти взгляды существуют до сегодняшнего дня.

**Генетический антидарвинизм. В** начале XX в. возникла генетика — учение о наследственности и изменчивости. Казалось бы, ее появление должно было решить многие вопросы эволюционной теории, до сих пор остававшиеся без ответа. Но первые генетики противопоставили данные своих исследований дарвинизму, в результат чего в эволюционной теории возник глубокий кризис. Выступление генетиков против учения Дарвина вылилось в широкий фронт, объединяющий несколько течений: мутационизм, гибридогенез, пре-адаптационизм и др. Все они объединились под общим названием генетического антидарвинизма.

Так, открытие устойчивости генов трактовалось как их неизменность. Это способствовало распространению *антиэволюционизма* (У. Бетсон). Мутационная изменчивость отождествлялась с эволюционными преобразованиями, что исключало необходимость отбора как главной причины эволюции.

Венцом этих построений стала теория номогенеза Л.С. Берга, созданная в 1922 г. Основу ее составила идея, что эволюция есть запрограммированный процесс реализации внутренних, присущих всему живому закономерностей. Он считал, что организмы обладают внутренней силой неизвестной природы, действующей целенаправленно, независимо от внешней среды, в сторону усложнения организации. В доказательство этого Берг приводил множество данных по конвергентной и параллельной эволюции разных групп растений и животных.

Из всех этих споров со всей очевидностью следовало, что генетика и дарвинизм должны были найти общий язык. Но прежде чем приступать к рассмотрению дальнейшего развития теории эволюции, следует подробнее остановиться на основных положениях генетики, без которой современный дарвинизм был бы невозможен.

Синтетическая теория эволюции

Рассматривая основные факторы эволюции, нетрудно убедиться, что исходные идеи теории эволюции Дарвина в дальнейшем подверглись значительным уточнениям, дополнениям и исправлениям. Особую роль в становлении новых представлений о развитии сыграла генетика, которая составила основу неодарвинизма — теории органической эволюции путем естественного отбора признаков, детерминированных генетически. Другое общепринятое название неодарвинизма — синтетическая (основанная на данных многих областей естествознания), или общая, теория эволюции (СТЭ). Синтетическая теория эволюции представляет собой синтез основных эволюционных идей Дарвина и, прежде всего, естественного отбора с новыми результатами исследований в области наследственности и изменчивости.

Началом разработки синтетической теории эволюции принято считать работы русского генетика С.С. Четверикова по популяци-онной генетике, затем к этой работе подключились около 50 ученых из восьми стран. В их работах было показано, что отбору подвергаются не отдельные признаки или особи, а генотип всей популяции, однако осуществляется он через фенотипические признаки отдельных особей. Это приводит к распространению полезных изменений во всей популяции. Полезность изменчивости будет определяться естественным отбором группы особей, наиболее приспособленных к жизни в определенных условиях. Таким образом, элементарной единицей эволюции считается уже не особь (как считал Ламарк), не вид (как считал Дарвин), а совокупность особей одного вида, способных скрещиваться между собой, т.е. популяция.

Мутировавший ген создает у особи новый признак, который в случае полезности для популяции закрепляется в ней. Эффективность процесса определяется частотой возникновения в популяции признака и состоянием особей в популяции.

Существенный вклад в становление СТЭ внес российский ученый Н.В. Тимофеев-Ресовский. Он сформулировал положение об элементарных явлениях и факторах эволюции. По его мнению:

* элементарной эволюционной структурой является популяция;
* элементарным эволюционным явлением является изменение генотипического состава популяции;
* элементарным наследственным материалом является генофонд популяции;
* элементарными эволюционными факторами являются мутационный процесс, «волны жизни», изоляция и естественный отбор.

**Основные факторы эволюции СТЭ**

Дарвин и его последователи к основным факторам эволюции относили изменчивость, наследственность и естественный отбор. В настоящее время к ним добавляют множество других дополнительных, неосновных факторов, которые, тем не менее, оказывают влияние на эволюционный процесс, а сами основные факторы понимаются теперь по-новому.

**Ведущие факторы эволюции.** К ведущим факторам эволюции в настоящее время относят мутационные процессы, популяционные волны численности, изоляцию и естественный отбор.

Поскольку *мутации* возникают случайно, постольку их результат становится неопределенным, однако случайное изменение становится необходимым, когда оно оказывается полезным для организма, помогает ему выжить в борьбе за существование. Закрепляясь и повторяясь в ряде поколений, случайные изменения вызывают перестройку в структуре живых организмов и их популяций и таким образом приводят к возникновению новых видов. Популяции, насыщенные мутациями, обладают широкими возможностями для совершенствования существующих и выработки новых приспособлений в измененяющихся условиях среды. Однако сам мутационный процесс без участия других факторов эволюции не может направлять изменение природной популяции. Он является лишь поставщиком элементарного эволюционного материала.

*Популяционными волнами* называют колебания численности особей в популяции. Причины этих колебаний могут быть различными. Например, резкое сокращение численности популяции может произойти вследствие истощения кормовых ресурсов. Среди оставшихся в живых немногочисленных особей могут оказаться редкие генотипы. Если в дальнейшем численность восстановится за счет этих особей, то это приведет к случайному изменению частот генов в генофонде данной популяции. Таким образом, популяционные волны являются поставщиком эволюционного материала.

В качестве третьего основного фактора эволюции СТЭ признает *обособленность (изоляцию) группы организмов.* На эту особенность указывал еще Дарвин, который считал, что для образования нового вида определенная группа старого вида должна обособиться, но он не мог объяснить необходимость этого требования с точки зрения наследственности. В настоящее время установлено, что обособление и изоляция определенной группы организмов необходимы для того, чтобы она не могла скрещиваться с другими видами и тем самым передавать им и получать от них генетическую информацию. Изоляция разных групп организмов в природе, а также в практике селекционной работы осуществляется разными способами, но цель их одна — исключить обмен генетической информацией с другими видами.

**Направляющий фактор** СТЭ — естественный отбор. Однако в настоящее время представления о естественном отборе дополнились новыми фактами, значительно расширились и углубились. Естественный отбор следует понимать как избирательное выживание и возможность оставления потомства отдельными особями. Биологическое значение особи, давшей потомство, определяется ее вкладом в генофонд популяции. Отбор действует в популяции, его объектами являются фенотипы отдельных особей. Фенотип организма формируется на основе реализации информации генотипа в определенных условиях среды. Таким образом, отбор из поколения в поколение по фенотипам ведет к отбору генотипов, так как потомкам передаются не признаки, а генные комплексы.

В СТЭ различают три основные формы естественного отбора: 1) стабилизирующий, 2) движущий и 3) дизруптивный.

*Стабилизирующий отбор* способствует сохранению признаков вида в относительно постоянных условиях среды. Он поддерживает средние значения, выбраковывая мутационные отклонения от ранее сформировавшейся нормы. Стабилизирующая форма отбора действует до тех пор, пока сохраняются условия, повлекшие образование того или иного признака или свойства. Примером стабилизирующего отбора является избирательная гибель домовых воробьев при неблагоприятных погодных условиях. У выживших птиц различные признаки оказываются близкими к средним значением. Среди погибших эти признаки сильно варьировались. Примером действия этой формы отбора в популяциях людей служит большая выживаемость детей со средней массой.

*Движущий отбор* благоприятствует изменению среднего значения признака в измененных условиях среды. Он обусловливает постоянное преобразование приспособлений видов соответственно изменениям условий существования. Особи популяции имеют некоторые отличия по генотипу и фенотипу. При длительном изменении внешней среды, преимущественно в жизнедеятельности и размножении, может появиться часть особей вида с некоторыми отклонениями от средней нормы. Это приведет к изменению генетической структуры, возникновению эволюционно новых приспособлений и перестройке организации вида. Одним из примеров этой формы отбора является потемнение окраски бабочки березовой пяденицы в развитых индустриальных районах Англии. В сельскохозяйственных районах распространены светлоокрашенные формы, а вблизи промышленных центров кора деревьев становится темной из-за исчезновения лишайников, поэтому там преобладает форма темноокрашенных бабочек.

*Дизруптивный отбор* действует в разнообразных условиях среды, встречающихся на одной территории, и поддерживает несколько фенотипически различных форм за счет особей со средней нормой. Если условия среды настолько изменились, что основная масса вида утрачивает приспособленность, то преимущество приобретают особи с крайними отклонениями от средней нормы. Такие формы быстро размножаются, и на основе одной группы формируется несколько новых. Основной результат этого отбора заключается в наличии нескольких, различающихся по какому-либо признаку групп, как бы разрывающих популяцию.

Следует отметить, что перечисленные типы отбора очень редко встречаются в чистом виде. Как правило, в живой природе наблюдаются сложные, комплексные типы отбора, и необходимы особые усилия, чтобы выделить из них более простые типы.

**Концепции микро- и макроэволюции**

Важной составной частью синтетической теории эволюции являются концепции микро- и макроэволюции.

Под микроэволюцией понимают совокупность эволюционных процессов, протекающих в популяциях, приводящих к изменениям генофонда этих популяций и образованию новых видов.

Считается, что микроэволюция протекает на основе мутационной изменчивости под контролем естественного отбора. Мутации служат единственным источником появления качественно новых признаков, а естественный отбор — единственным творческим фактором микроэволюции, направляющим элементарные эволюционные изменения по пути формирования адаптации организмов к изменяющимся условиям внешней среды. На характер процессов микроэволюции оказывают влияние колебания численности популяций («волны жизни»), обмен генетической информацией между ними, их изоляция и дрейф генов. Микроэволюция ведет либо к изменению всего генофонда биологического вида как целого, либо к их обособлению от родительского вида в качестве новых форм.

Под **макроэволюцией** понимают эволюционные преобразования, ведущие к формированию таксонов более высокого ранга, чем вид (родов, отрядов, классов).

Считается, что макроэволюция не имеет специфических механизмов и осуществляется только посредством процессов микроэволюции, будучи их интегрированным выражением. Накапливаясь, микроэволюционные процессы выражаются внешне в макро-эволюционных явлениях, т.е. макроэволюция представляет собой обобщенную картину эволюционных изменений. Поэтому на уровне макроэволюции обнаруживаются общие тенденции, направления и закономерности эволюции живой природы, которые не поддаются наблюдению на уровне микроэволюции.

**Основные положения СТЭ**

Исходя из сказанного выше, основные положения синтетической теории эволюции сводятся к четырем утверждениям:

1. главным фактором эволюции является естественный отбор, интегрирующий и регулирующий действие всех остальных факторов (мутагенеза, гибридизации, миграции, изоляции и др.);
2. эволюция протекает дивергентно, постепенно, посредством отбора случайных мутаций, а новые формы образуются через наследственные изменения;
3. эволюционные изменения случайны и ненаправленны; исходным материалом для них являются мутации; исходные организации популяции и изменения внешних условий ограничивают и направляют наследственные изменения;
4. макроэволюция, ведущая к образованию надвидовых групп, осуществляется только посредством процессов микроэволюции, и каких-либо специфических механизмов возникновения новых форм жизни не существует.

Синтетическая теория эволюции не является застывшей и завершенной концепцией. У нее есть ряд трудностей, на которых основываются недарвиновские концепции эволюции, как уже упоминавшиеся выше, так и недавно возникшие. Так, она допускает возможность изменения геномов организмов в результате мутаций. Но геном любого организма содержит огромное количество нуклеоти-дов, поэтому мутации не могут повлиять на него так, чтобы получился другой геном. Скорее всего, изменение генома одной клетки или нескольких клеток приведет к рассогласованию в поведении клеток, и популяции клеток не сформируется.

По мнению ряда ученых, приспособленность организмов, естественный отбор и мутации действуют в живой природе, но они не работают в тех масштабах, которые необходимы для образования новых форм.

Так, недавно возникла еще одна концепция недарвиновской эволюции — *пунктуализм.* Его сторонники считают, что процесс эволюции идет путем редких и быстрых скачков, а в 99% своего времени вид пребывает в стабильном состоянии — стазисе. В предельных случаях скачок к новому виду может совершиться в популяции, состоящей всего из десятка особей, в течение одного или нескольких поколений. Эта гипотеза опирается на широкую генетическую базу, заложенную рядом фундаментальных открытий в молекулярной генетике и биохимии. Пунктуализм отверг генетико-популяционную модель видообразования, идею Дарвина о разновидностях и подвидах как зарождающихся видах и сфокусировал свое внимание на молекулярной генетике особи как носителе всех свойств вида. Ценность этой концепции заключается в идее разобщенности микро- и макроэволюции и независимости управляемых ими факторов.

Возможно, в будущем СТЭ и недарвиновские концепции эволюции, дополняя друг друга, объединятся в новую единую теорию жизни и развития живой природы.

Генетический полиморфизм

наличие в популяции нескольких генетических форм в состоянии длительного равновесия, бывает *адаптационный*и *балансированный*.

***Адаптационный*(**приспособительный). Пример: у виноградной улитки часть особей популяции, обитающая на песчаных почвах, имеет белый вход в раковину, а другая часть – красный цвет, они обитают на глинистой почве. У двухточечной божьей коровки есть красные и черные особи. Красные хорошо переносят зиму, а черные хорошо размножаются летом.

***Балансированный****–*гетерозиготный – отбор благоприятствует сохранению гетерозиготных особей. Имеет большой биологический смысл – обеспечивает выживаемость особей в изменяющихся условиях окружающей среды, создает резерв наследственной изменчивости. Приспособленность любой реальной популяции всегда хуже приспособленности идеальной популяции, которая состояла бы только из нужных в данный момент генотипов.

В медицине наблюдаются следующие проявления генетического полиморфизма:

1. неравномерное распределение заболеваний на планете;
2. различная тяжесть течения заболеваний;
3. неодинаковая предрасположенность к наследственным заболеваниям.

Для человеческих популяций также характерен генетический груз.