**МИР ЖИВОГО**

***1. Особенности живых систем.***

*1.1. Существенные черты живых систем.*

Жизнь на Земле чрезвычайно многообразна. Она представлена ядерными и доядерными одно- и многоклеточными существами. Богатейший мир многоклеточных существ представлен тремя царствами - грибами, растениями и животными. Каждое из этих царств в свою очередь представлено разнообразными типами, классами, отрядами, семействами, родами, видами, популяциями и особями. Все эти таксоны являются результатом исторического развития мира живого, его эволюции. Число видов ныне существующих растений достигает более 500 тыс., из них цветковых примерно 300 000 видов. Царство животных не менее разнообразно, чем царство растений, а по числу видов животные превосходят растения. Описано около 1 200 000 видов животных (из них около 900 000 видов – членистоногих, 110 000 – моллюсков, 42 000 – хордовых животных).

Но мир живого еще имеет и структурно-инвариантный аспект: живое обладает молекулярной, клеточной, тканевой и иной структурностью. Подавляющее большинство ныне живущих организмов (кроме вирусов и фагов) состоит из клеток. По признаку клеточного строения все живые организмы делятся на доклеточные и клеточные. Неклеточные формы жизни - вирусы (открытые в 1892 г. русским микробиологом Д.И. Ивановским) и фаги. Вирусы занимают промежуточное место между живым и неживым. Они состоят из белковых молекул и нуклеиновых кислот; не имеют собственного обмена веществ; вне организма или клетки они не проявляют признаков жизни. Все клеточные подразделяются на четыре царства: безъядерные (бактерии, цианеи), растения (багрянки, настоящие водоросли, высшие растения), грибы (низшие и высшие) и, наконец, животные (простейшие и многоклеточные). Безъядерные, видимо, относятся к самым древним формам жизни на Земле. Кроме того, существует множество сообществ разной сложности, включающих как особей одного вида, так и особей, принадлежащих к разным видам.

Биология ХХ века углубила понимание существенных черт живого, раскрыла молекулярные основы жизни. В основе современной биологической картины мира лежит представление о том, что мир живого - это грандиозная ***Система*** высокоорганизованных *систем*. *Любая система (и в неорганической и в органической природе) состоит из элементов (компонентов) и связей между ними (структуры), которые объединяют данную совокупность элементов в единое целое.* Биологическим системам свойственны свои специфические элементы и особенные типы связей между ними.

Сначала об элементах и компонентах биологических систем. В такого рода элементах и компонентах выражена дискретная составляющая живого. Живые объекты, системы в природе относительно обособлены друг от друга (особи, популяции, виды). Любая особь многоклеточного животного состоит из клеток. А любая клетка и одноклеточные существа – из определенных органелл. Органеллы образуются дискретными, обычно высокомолекулярными, органическими веществами. И кроме того, среди живых систем нет двух одинаковых особей, популяций и видов.

В то же время сложная организация немыслима без целостности. Целостность порождается структурой системы, типом связей между ее элементами. Целостность биологическими систем качественно отличается от целостности неживого, и прежде всего тем, что целостность живого поддерживается в процессе развития.

Кроме того, всем живым системам свойственны следующие существенные черты:

* + обмен веществ,
	+ подвижность,
	+ раздражимость,
	+ рост,
	+ размножение,
	+ приспособляемость.

Каждое из этих свойств порознь может встречаться и в неживой природе и поэтому само по себе не может рассматриваться как специфическое для живого. Однако все вместе они никогда не характеризуют объекты неживой природы. Все вместе они свойственны только миру живого и в своем единстве являются критериями, отличающими живое от неживого.

Живые системы – открытые системы, они постоянно обмениваются веществами и энергией со средой. Для них характерна отрицательная энтропия (увеличение упорядоченности), увеличивающаяся в процессе органической эволюции. В живых системах очень ярко проявляется способность к самоорганизации материи.

Современная молекулярная биология показала поразительное единство живой материи на всех уровнях ее развития - от простейшего микроорганизма до высшего млекопитающего. Выяснилось, что существует только два основных класса молекул, взаимодействие которых определяет то, что мы называем жизнью. Это - нуклеиновые кислоты и белки. Взятые вместе, они и образуют основу живого.

Живой организм - это множественная система химических процессов, в ходе которых происходит постоянное разрушение молекулярных органических структур и их воспроизводство. Основой воспроизводства является синтез белков. Этот синтез происходит а клетках организма при помощи нуклеиновых кислот - ДНК и РНК. Белки - это очень сложные макромолекулы, структурными элементами которых являются аминокислоты. Структура белка задается последовательностью образующих его аминокислот. Причем, характерно то, что из 100 известных в органической химии аминокислот в образовании белков всех организмов используется только 20 аминокислот. Почему именно эта двадцатка аминокислот, а не какие-либо другие, синтезирует белки нашего органического мира, до сих пор так и не ясно.

Нуклеиновые кислоты обладают более простой структурой. Они образуют длинные полимерные цеи, звеньями которых выступают нуклеотиды - соединения азотистого основания, сахара и остатка фосфорной кислоты. В ДНК основаниями служат аденин, гуанин, цитозин и тимин. Эти азотистые основания присоединяются к сахару по одному в разной последовательности. Аденин и гуанин являются пуринами, а цитозин, тимин и урацил - пирамидинами. В РНК тимин заменен урацилом, а сахар дезоксирибоза в ДНК - рибозой в РНК.

*1.2.Основные уровни организации живого*

Системно-структурные уровни организации многообразных форм живого достаточно многочисленны. Среди них: молекулярный, клеточный, тканевой, органный, онтогенетический, популяционный, видовой, биогеоценотический, биосферный. Могут быть выделены и другие уровни.

Но во всем таком многообразии уровней должны быть выделены некоторые *основные* уровни. Критерием выделения основных уровней должно быть выступают специфические дискретные структуры и фундаментальные биологические взаимодействия. На основании таких критериев достаточно четко выделяются:

* + молекулярно-генетический,
	+ онтогенетический,
	+ популяционно-видовой,
	+ биогеоценотический уровни организации живого.

1.2.1.Молекулярно-генетический уровень

Знание закономерностей молекулярно-генетического уровня организации живого – необходимая предпосылка для ясного понимания жизненных явлений, происходящих на всех остальных уровнях организации жизни. В ХХ веке развитие хромосомной теории наследственности, анализ мутационного процесса, изучение строения хромосом, фагов и вирусов, развитие молекулярной биологии, биохимии позволило раскрыть основные черты организации элементарных генетических структур и связанных с ними явлений.

Выяснено, что основные структуры на этом уровне несут в себе коды наследственной информации, передаваемой от поколения к поколению. Эти структуры представлены молекулами ДНК (дезоксирибинуклеиновой кислотой), дифференцированными по длине на элементы кода – триплеты азотистых оснований, образующих гены. Гены на этом уровне организации жизни представляют элементарные единицы. Основными элементарными явлениями, связанными с генами, можно считать способность их к конвариантной редупликации, к локальным структурным изменениям (мутациям) и способность передавать хранящуюся в них информацию внутриклеточным управляющим системам.

Каждая молекула ДНК представляет собой две спаренные нити, закрученные в спирали. Каждая из этих нитей соединяется с другой водородными связями; причем, каждая из таких связей попарно соединяет либо аденин одной цепи с тимином другой, либо гуанин с цитозином. Конвариантная редупликация (самовоспроизведение с изменениями) происходит по матричному принципу путем разрыва водородных связей двойной спирали ДНК с участием фермента ДНК-полимеразы. Затем каждая из нитей на своей поверхности строит себе соответствующую нить, после чего новые нити комплементарно соединяются между собой. Пиримидиновые и пуриновые основания комплементарных нитей “сшиваются” между собой ДНК-полимеразой. Этот процесс осуществляется очень быстро. Так, на самосборку ДНК кишечной палочки, состоящей примерно из 40 тыс. пар нуклеотидов, требуется всего 100 секунд.

В синтезе белков важная роль принадлежит также и РНК. Синтез белка происходит в особых областях клетки - рибосомах. Рибосомы иногда образно называют “фабриками белка”. Существует по крайне мере три типа РНК:

1) высокомолекулярная РНК, локализующаяся в рибосомах;

2) информационная - РНК, образующаяся в ядре клетки;

3) транспортная - РНК.

В ядре генетический код переносится с молекул ДНК на молекулу информационной - РНК. Генетическая информация о последовательности и характере синтеза белка переносится из ядра молекулами информационной - РНК в цитоплазму к рибосомам и там участвует в синтезе белка. Перенос и присоединение отдельных аминокислот к месту синтеза осуществляется транспортной - РНК. Белок, содержащий тысячи аминокислот, в живой клетке синтезируется за 5 – 6 мин.

Редупликация, основанная на матричном копировании, делает возможным сохранение не только генетической нормы, но и отклонений от нее, т. е. мутаций (основа процесса эволюции).

Таким образом, как при конвариантной редупликации, так и при внутриклеточной передаче информации используют единый “матричный принцип”: исходные молекулы ДНК и РНК т.е. являются матрицами, рядом с которыми строятся соответствующие специфические макромолекулы. Молекулы ДНК играют роль кода, в котором как бы “зашифрованы” все синтезы белковых молекул в клетках организма. Более того, оказалось, что все биологические организмы, известные нам на Земле, используют одинаковый генетический код!

В настоящее время молекулярной биологией успешно дешифруется заложенный в структуре нуклеиновых кислот код, служащий матрицей при синтезе специфических белковых структур.

1.2.2.Онтогенетический уровень

Следующий, более сложный и комплексный уровень организации жизни на Земле - онтогенетический. Онтогенетический уровень связан с жизнедеятельностью отдельных биологических особей, дискретных индивидуумов. Индивид, особь – неделимая и целостная единица жизни на Земле. В многобразной земной органической жизни особи имеют различное морфологическое содержание. Здесь - и одноклеточные, состоящие из ядра, цитоплазмы, множества органелл и мембран, макромолекул и т. д. Здесь - и многоклеточная особь, образованная из миллионов и миллиардов клеток. Сложность многоклеточных особей неизмеримо выше сложности одноклеточных. Но и одноклеточная и многоклеточная особи обладают системной организацией и регуляцией и выступают как единое целое.

Причем, важно то, что характеристика особи не может быть исчерпана рассмотрением физико-химических свойств макромолекул, входящих в его состав. Разделить особь на части без потери “индивидуальности” невозможно. Это позволяет выделить онтогенетический уровень как особый уровень организации жизни. Таким образом, на онтогенетическом уровне единицей жизни служит особь – с момента ее возникновения до смерти.

Развитие особи от образования зародышевой клетки до смерти составляет содержание процесса онтогенеза. Онтогенез состоит из роста, перемещения отдельных структур, дифференциации и усложнения интеграции организма. По существу, онтогенез – это процесс развертывания, реализации наследственной информации, закодированной в управляющих структурах зародышевой клетки. На онтогенетическом уровне происходит не только реализация наследственной информации, но и испытание, проверка согласованности и работы управляющих систем во времени и пространстве, присособление к среде в пределах особи и др. Многие отрасли биологии изучают процессы и явления, происходящие в особи, согласованное функционирование ее органов и систем, механизм их работы, роль в жизнедеятельности организма, взаимоотношение органов, поведение организмов, приспособительные изменения и т.п.

Причины развития организма в онтогенезе являются предметом обстоятельного и интенсивного изучения эмбриологами, биохимиками, генетиками. Но все еще не создана общая теория онтогенеза и не показаны основные причины и факторы, определяющие строгую упорядоченность процесса онтогенеза. Имеющиеся результаты позволяют понять только некоторые отдельные процессы, обеспечивающие индивидуальное развитие организма. Прежде всего, это касается изучения дифференциации, т.е. образования разнообразных, специализированных для выполнения определенных функций частей организма.

1.2.3.Популяционно-видовой уровень

Особи в природе не абсолютно изолированы друг от друга, а объединены более высоким рангом биологической организации. Это - популяционно-видовой уровень. Он возникает там и тогда, где и когда происходит объединение особей в популяции, а популяций в виды. Популяции - это совокупность особей одного вида, населяющих определенную территорию, более или менее изолированную от соседних совокупностей того же вида. Такие объединения характеризуются появлением новых свойств и особенностей в живой природе, отличных от свойств молекулярно-генетического и онтогенетического уровней.

Популяции и виды, несмотря на то, что состоят из множества особей, целостны. Но их целостность базируется на иных основаниях, чем целостность на молекулярно-генетическом и онтогенетическом уровнях. Целостность популяций и видов обеспечивается взаимодействием особей в популяциях и воссоздается через обмен генетическим материалом в процессе полового размножения. Популяции и виды как надиндивидуальные образования способны к существованию в течение длительного времени и к самостоятельному эволюционному развитию. Жизнь отдельной особи при этом находится в зависимости от процессов, протекающих в популяциях.

Популяции выступают как элементарные, далее неразложимые эволюционные единицы, представляющие собой генетически открытые системы (особи из разных популяций иногда скрещиваются и популяции обмениваются генетической информацией). На популяционно-видовом уровне особую роль приобретают процессы панмиксии (свободное скрещивание) и отношения между особями внутри популяции и вида. Виды, всегда выступающие как система популяций, являются наименьшими, в природных условиях генетически закрытыми системами (скрещивание особей разных видов в природе в подавляющем большинстве случаев не ведет к появлению плодовитого потомства). Все это приводит к тому, что популяции оказываются элементарными единицами, а виды – качественными этапами процесса эволюции.

Популяция – основная элементарная структура на популяционно-видовом уровне, а элементарное явление на этом уровне – изменение генотипического состава популяции; элементарный материал на этом уровне – мутации. В синтетической теории эволюции выделены элементарные факторы, действующие на этом уровне: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция и естественный отбор. Каждый из этих факторов может оказать то или иное “давление”, т. е. степень количественного воздействия на популяцию, и в зависимости от этого вызывать изменения в генотипическом составе популяции.

Популяции и виды всегда существуют в определенной системно организованной природной среде, которая включает в себя и биотические и абиотические факторы. Такие внешние для популяций и видов природные системы образуют еще один уровень организации живого - биогеоценотический.

1.2.4.Биогеоценотический уровень

Популяции разных видов взаимодействуют между собой. В ходе взаимодействия они объединяются в сложные системы – биоценозы.

*Биоценоз* – совокупность растений, животных, грибов и микроорганизмов, населяющих участок среды с более или менее однородными условиями существования и характеризующихся определенными взаимосвязями между собой и средой проживания. Компоненты, образующие биоценоз, взаимозависимы. Изменения, касающиеся только одного вида, могут сказаться на всем биоценозе и даже вызвать его распад. Биоценозы входят в качестве составных частей в еще более сложные системы (сообщества) - биогеоценозы.

*Биогеоценоз (экосистема, экологическая система)* – взаимообусловленный комплекс живых и абиотических компонентов, связанных между собой обменом веществ и энергией. Биогеоценоз – одна из наиболее сложных природных систем. Биогеоценозы – продукт совместного исторического развития видов, различающихся по систематическому положению; виды при этом приспосабливаются друг к другу. Биогеоценозы – среда для эволюции входящих в них популяций.

Биогеоценоз - это целостная система. Выпадание одного или нескольких компонентов биогеоценоза может привести к разрушению целостности биогеоценоза в круговороте веществ, что часто ведет к необратимому нарушению равновесия и гибели биогеоценоза как системы. Структура биогеоценоза меняется в ходе эволюции видов: виды в биогеоценозе действуют друг на друга не только по принципу прямой, но и обратной связи (в том числе посредством изменения ими абиотических условий). В целом жизнь биогеоценоза регулируется в основном силами, действующими внутри самой системы, т. е. можно говорить о саморегуляции биогеоценоза. Биогеоценоз представляет собой незамкнутую систему, имеющую энергетические “входы” и “выходы”, связывающие соседние биогеоценозы. Обмен веществ между соседними биогеоценозами может осуществляться в газообразной, жидкой и твердой фазах, а также в форме миграции животных.

Биогеоценоз – уравновешенная, взаимосвязанная и стойкая во времени система, которая является результатом длительной и глубокой адаптации составных компонентов. Это - весьма динамическая и в то же время устойчивая сообщность. Устойчивость биогеоценоза пропорциональная многообразию его компонентов. Чем многообразнее биогеоценоз, тем он, как правило, устойчивее во времени и пространстве. Так, например, биогеоценозы, представленные тропическими лесами, гораздо устойчивее биогеоценозов в зоне умеренного или арктического поясов, так как тропические биогеоценозы состоят из гораздо большего множества видов растений и животных, чем умеренные и тем более арктические биогеоцнозы.

Высокоорганизованные организмы для своего существования нуждаются в более простых организмах; каждая экосистема неизменно содержит как простые, так и сложные компоненты. Биогеоценоз только из бактерий или деревьев никогда не сможет существовать, как нельзя представить экосистему, населенную лишь позвоночными или млекопитающими. Таким образом, низшие организмы в экосистеме - это не какой-то случайный пережиток прошлых эпох, а необходимая составная часть биогеоценоза, целостной системы органического мира, основа его существования и развития, без которой невозможен обмен веществои и энергией между компонентами биогеоценоза. Первичной основой для сложения биогеоценозов служат растения и микроорганизмы, продуценты органического вещества (автотрофы). В ходе эволюции до заселения растениями и микроорганизмами определенного пространства биосферы не может быть и речи о заселении его животными. Растения и микроорганизмы представляют жизненную среду для животных – гетеротрофов. Поэтому и границы биогеоценозов чаще всего совпадают с границами растительных сообществ (фитоценозов).Впоследствии и животные играют важную роль в жизни и эволюции растений, участвуя в круговороте веществ, опылении, распространении плодов и т. д.

Вся совокупность связанных между собой круговоротом веществ и энергии биогеоценозов на поверхности нашей планеты образуют мощную систему *биосферы* Земли. Верхняя граница жизни в атмосфере достигает примерно 30 км, наибольшее количество организмов встречается на высоте до 100 м. В глубь же Земли (литосфера) основная масса существ сосредоточена в самом верхнем слое – до 10 м, хотя отдельные виды микроорганизмов встречаются в нефтеносных слоях на глубине до 3 км. В океане и морях (гидросфера) зона, богатая живыми организмами, занимает слой воды до 100 – 200 м, но некоторые организмы встречаются и на максимальной глубине – до 11 км. О масштабах деятельности живых организмов свидетельствует присутствие мощных биогенных пород, тысячеметровых толщ известняка, огромных залежей каменного угля и т. п. Рассматривая биосферу Земли как единую экологическую систему, можно убедиться, что живое вещество Земли существенно не уменьшается и не увеличивается в массе, а только переходит из одного состояния в другое.

Раздел биологии, изучающий экологические системы (биоценозы, биогеоценозы, биосферу) называется биогеоценология. Основателем ее был наш выдающийся отечественный ученый В.Н. Сукачев.

Таким образом, молекулярно-генетический, онтогенетический, популяционно-видовой и биоценотический уровни - четыре основных уровня организации жизни на Земле.

***2. Возникновение жизни на Земле***

*2.1. Развитие представлений о происхождении жизни*

Происхождение жизни - одна из трех важнейших мировоззренческих проблем, наряду с проблемой происхождения нашей Вселенной и проблемой происхождения человека и общества.

Попытки понять, как возникла и развивалась жизнь на Земле, появились у человека еще в глубокой древности. В античности сложились два противоположных подхода к решению этой проблемы. Первый, религиозно-идеалистический, исходил из того, что возникновение жизни не могло осуществиться естественным, объективным, закономерным образом на Земле; жизнь является следствием божественного творческого акта (креационизм) и потому всем существам свойственна особая, независимая от материального мира “жизненная сила” (vis vitalis), которая и направляет все процессы жизни (витализм).

Наряду с идеалистическим подходом, еще в древности сложился и материалистический подход к этой проблеме, в основе которого лежало представление о том, что живое может возникнуть из неживого, органическое из неорганического под влиянием естественных факторов. Так сложилась концепция самозарождения живого из неживого. Идея самозарождения приобрела широкое распространение во времена Средневековья и Возрождения, когда допускалась возможность самозарождения не только простых, но и довольно высокоорганизованных существ, даже млекопитающих (например, мышей из тряпок). Например, в трагедии В. Шекспира “Антоний и Клеопатра” Леонид говорит Марку Антонию: “Ваши египетские гады заводятся в грязи от лучей вашего египетского солнца. Вот, например, крокодил...”. Известны попытки Парацельса (1485-1540) разработать рецепты искусственного получения человека (гомункулуса).

Невозможность произвольного зарождения жизни была доказана целым рядом опытов. Итальянский ученый Ф. Реди (1626-1698) экспериментально доказал невозможность самозарождения сколько-нибудь сложных животных. Применение микроскопа в биологических исследованиях способствовало открытию большого разнообразия одноклеточных организмов. На этой основе вновь возродились старые идеи произвольного самозарождения простейших существ. Окончательно версия о самозарождении была развенчана Л. Пастером в середине XIX в. Пастер показал, что не только в запаянном сосуде, но и незакрытой колбе с длинной S - образной горловиной хорошо прокипяченный бульон остается стерильным, потому что в колбу через такую горловину не могут проникнуть микробы. Так было доказано, что в наше время какой бы то ни было новый организм может появиться только от другого живого существа.

Появление жизни на Земле пробовали объяснить занесением ее из других космических миров. В 1865 г. немецкий врач Г. Рихтер выдвинул гипотезу космозоев (космических зачатков), в соответствии с которой жизнь является вечной и зачатки, которые населяют мировое пространство, могут переноситься с одной планеты на другую. Эта гипотеза была поддержана многими выдающимися учеными ХIХ века - В. Томсоном, Г. Гельмгольцем и другими. Сходную гипотезу выдвинул в 1907 г. и известный шведский естествоиспытатель С. Аррениус. Его гипотеза получила название панспермии: во Вселенной вечно существуют зародыши жизни, которые движутся в космическом пространстве по давлением световых лучей; попадая в сферу притяжения планеты, они оседают на ее поверхности и закладывают на этой планете начало живого.

Сейчас уже определенно выяснено, что “азбука” живого сравнительно проста: в любом существе, живущем на Земле, присутствует 20 аминокислот, пять оснований, два углевода и один фосфат. Существование небольшого числа одних и тех же молекул во всех живых организмах убеждает нас, что все живое должно иметь единое происхождение.

Отрицание возможности самозарождения жизни в настоящее время не противоречит представлениям о принципиальной возможности развития органической природы и жизни в прошлом из неорганической материи. На определенной стадии развития материи жизнь может возникнуть как результат естественных процессов, совершающихся в самой материи. Кроме того, элементарные химические процессы на начальных этапах возникновения и развития жизни могли происходить не только на Земле, но и в других частях Вселенной и в различное время. Поэтому не исключается возможность занесения определенных предпосылочных факторов жизни на Землю из Космоса. Однако в изученной пока человеком части Вселенной только на Земле они привели к формированию и расцвету жизни.

*2.2. Возникновения жизни*

С позиций современного научного мировоззрения жизнь возникла из неживого вещества, т. е. произошла в результате эволюции материи, есть результат естественных процессов, происходивших во Вселенной. Жизнь - это свойство материи, которое ранее не существовало и появилось в особый момент истории нашей планеты Земля. Возникновение жизни явилось результатом последовательных процессов, протекавших сначала миллиарды лет во Вселенной, а затем на Земле многие миллионы лет. От неорганических соединений к органическим, от органических - к биологическим - таковы последовательные стадии, по которым осуществлялся процесс зарождения жизни.

Возраст Земли исчисляется примерно в 5 млрд. лет. Жизнь существует на Земле, видимо, более 3,5 млрд. лет. Признаки деятельности живых организмов обнаружены многократно в докембрийских породах, рассеянных по всему земному шару.

В сложном процессе возникновения жизни на Земле можно выделить несколько основных этапов. Первый из них связан с процессами образования простейших органических соединений из неорганических.

2.2.1. Образование простых органических соединений

Происхождение жизни связано с протеканием определенных химических реакций на поверхности первичной планеты. Каковы же основные этапы химической эволюции жизни?

На начальных этапах истории Земли она представляла собой раскаленную планету. Вследствие вращения при постепенном снижении температуры атомы тяжелых элементов перемещались к центру, а в поверхностных слоях концентрировались атомы легких элементов (водорода, углерода, кислорода, азота), из которых и состоят тела живых организмов. При дальнейшем охлаждении Земли появились химические соединения: вода, метан, углекислый газ, аммиак, цианистый водород, а также молекулярный водород, кислород, азот. Физические и химические свойства воды (высокий дипольный момент, вязкость, теплоемкость и т. д.) и углерода (трудность образования окислов, способность к восстановлению и образованию линейных соединений) определили то, что они оказались у колыбели жизни.

На этих начальных этапах сложилась первичная атмосфера Земли, которая носила не окислительный, как сейчас, а восстановительный характер. Кроме того, она была богата инертными газами (гелием, неоном, аргоном). Эта первичная атмосфера уже утрачена. На ее месте образовалась вторая атмосфера Земли, состоящая на 20% из кислорода - одного из наиболее химически активных газов. Эта вторая атмосфера - продукт развития жизни на Земле, одно из его глобальных следствий.

Дальнейшее снижение температуры обусловило переход ряда газообразных соединений в жидкое и твердое состояние, а также образование земной коры. Когда температура поверхности Земли опустилась ниже 100° C произошло сгущение водяных паров и образование воды. Длительные ливни с частыми грозами привели к образованию больших водоемов. В результате активной вулканической деятельности из внутренних слоев Земли на поверхность выносилось много раскаленной массы, в том числе карбидов - соединений металла с углеродом. При взаимодействии карбидов с водой выделялись углеводородные соединения. Горячая дождевая вода как хороший растворитель имела в своем составе растворенные углеводороды, а также газы (аммиак, углекислый газ, цианистый водород), соли и другие соединения, которые могли вступать в химические реакции. Так постепенно на поверхности молодой планеты Земля накапливались простейшие органические соединения. Причем, накапливались в больших количествах. Подсчеты показывают, что только посредством вулканической деятельности на поверхности Земли могло образоваться около 1 0 n кг органических молекул, где n = 1 6 .Это всего на 2-3 порядка меньше массы современной биосферы!

Вместе с тем, и астрономическими исследованиями установлено, что и на других планетах и в космической газопылевой материи имеются углеродные соединения, в том числе и углеводороды.

2.2.2. Возникновение сложных органических соединений

Второй этап биогенеза характеризовался возникновением более сложных органических соединений, в частности, белковых веществ в водах первичного океана. В ту давнюю пору на Земле были благоприятные условия для этих процессов. Высокая температура, грозовые разряды, усиленное ультрафиолетовое излучение приводили к тому, что относительно простые молекулы органических соединений при взаимодействии с другими веществами усложнялись и образовывались углеводы, жиры, аминокослоты, белки и нуклеиновые кислоты.

Возможность такого синтеза была доказана опытами А.М. Бутлерова (1828-1886), который еще в середине прошлого столетия из формальдегида получил углеводы (сахар). В 1951-1957 гг. американский химик С. Миллер из смеси газов (аммиака, метана, водяного пара, водорода) при 70-80° С и давлении в несколько атмосфер под воздействием электрических разрядов напряжением 60 000 вольт и ультрафиолетовых лучей синтезировал ряд органических кислот, в том числе аминокислот (глицин, аланин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты), которые являются материалом для образования белковой молекулы. Таким образом, были смоделированы условия первичной атмосферы Земли, при которых могли образовываться аминокислоты, а при их полимеризации - и первичные белки.

Эксперименты в этом направлении оказались перспективными. Они показали, что (при использовании других соотношений исходных газов и видов источника энергии) путем реакции полимеризации из простых молекул могли быть образованы и более сложные молекулы: белки, липиды, нуклеиновые кислоты и их производные. Позже была доказана возможность синтеза в условиях лаборатории и других сложных биохимических соединений, в том числе белковых молекул (инсулина), азотистых оснований нуклеотидов. Особенно важно то, что лабораторные эксперименты совершенно определенно *показали возможность образования белковых молекул в условиях отсутствия жизни.*

С определенного этапа в процессе химической эволюции активное участие принимает кислород. В атмосфере Земли кислород мог накапливаться в результате разложения воды и водяного пара под действием ультрафиолетовых лучей Солнца. (Для превращения восстановленной атмосферы первичной Земли в окисленную потребовалось не меньше 1 – 1,2 млрд. лет). С накоплением в атмосфере кислорода восстановленные соединения начали окисляться. Так, при окислении метана образовались метиловый спирт, формальдегид, муравьиная кислота и т. д., которые вместе с дождевой водой попадали в первичный океан. Эти вещества, вступая в реакции с аммиаком и цианистым водородом, дали начало аминокислотам и соединениям типа аденина. Важно и то, что более сложные органические соединения являются более стойкими, чем простые соединения, перед разрушающим действием ультрафиолетового излучения.

Анализ возможных оценок количества органического вещества, которое накопилось неорганическим путем на ранней Земле, впечатляет: по некоторым расчетам (К. Сагана) за 1 млрд. лет над каждым кв. см. земной поверхности образовалось несколько килограммов органических соединений. Если их все растворить в мировом океане, то концентрация раствора была бы приблизительно 1%. Это довольно концентрированный “органический бульон”. В таком “бульоне” мог вполне успешно развиваться процесс образования более сложных органических молекул. Таким образом, воды первичного океана постепенно все более насыщались разнообразными органическими веществами, образуя “первичный бульон”. И, как показывают расчеты, насыщению такого “органического бульона” в немалой степени способствовала еще и деятельность подземных вулканов.

2.2.3. “Первичный бульон” и образование коацерватов

Дальнейший этап биогенеза связан с концентрацией органических веществ, возникновением белковых тел.

В водах первичного океана концентрация органических веществ увеличивалась, происходило их смешивание, взаимодействие и объединение в мелкие обособленные структуры раствора. Такие структуры легко можно получить искусственно, смешивая растворы разных белков, например, желатина и альбумина. Эти обособленные в растворе органические многомолекулярные структуры наш выдающийся отечественный ученый А.И. Опарин назвал *коацерватными каплями* или *коацерватами.* Коацерваты - мельчайшие коллоидальные частицы - капли, обладающие осмотическими свойствами. Коацерваты образуются в слабых растворах. Вследствие взаимодействия противоположных электрических зарядов происходит агрегация молекул. Мелкие сферические частицы возникают потому, что молекулы воды создают вокруг образовавшегося агрегата поверхность раздела.

Исследования показали, что коацерваты имеют достаточно сложную организацию и обладают рядом свойств, которые сближают их с простейшими живыми системами. Так, например, они способны поглощать из окружающей среды разные вещества и увеличиваться в размере. Поглощенные вещества вступают во взаимодействие с соединениями самой капли. Эти процессы в какой-то мере напоминают первичную форму ассимиляции. Вместе с тем, в коацерватах могут происходить и процессы распада, а также выделения продуктов распада. Соотношение между этими процессами у разных коацерватов неодинаково. Выделяются отдельные динамически более стойкие структуры с преобладанием синтетической деятельности. Внешнее сходство структур и некоторых процессов, которые происходят в коацерватах, еще не дает основания для отнесения их к живым системам, потому что они лишены способности к самовоспроизведению и саморегуляции синтеза органических веществ. Но важные предпосылки возникновения живого в них уже содержались.

Прежде всего, коацерваты объясняют появление биологических мембран. Образование мембранной структуры считается самым “трудным” этапом химической эволюции жизни. Истинное существо (в виде клетки, пусть даже самой примитивной) не могло оформиться до возникновения мембранной структуры и ферментов. Биологические мембраны, как известно, составляют агрегаты белков и липидов, способные разграничить вещества от среды и придать упаковке молекул прочность. Мембраны могли возникнуть в ходе формирования коацерватов.

Повышенная концентрация органических веществ в коацерватах увеличивала возможность взаимодействия между молекулами и усложнения органических соединений. Коацерваты образовывались в воде при соприкосновении двух слабо взаимодействующих полимеров.

Кроме коацерватов, в “первичном бульоне” накапливались полинуклеотиды, полипептиды и различные катализаторы, без которых невозможно образование способности к самовоспроизведению и обмену веществ. Катализаторами могли быть и неорганические вещества. Так, Дж. Берналом в свое время была выдвинута гипотеза о том, что наиболее удачные условия для возникновения жизни складывались в небольших спокойных теплых лагунах с большим количеством ила, глинистой мути. В такой среде очень быстро протекает полимеризация аминокислот; здесь процесс полимеризации не нуждается в нагревании, так как частицы ила выступают в качестве своеобразных катализаторов.

2.2.4. Возникновение простейших форм живого

Главная проблема в учении о происхождении жизни состоит в объяснении возникновения матричного синтеза белков. Жизнь возникла не тогда, когда образовались пусть даже очень сложные органические соединения, отдельные молекулы ДНК и др., а тогда, когда начал действовать механизм конвариантной редупликации.

Именно поэтому завершение процесса биогенеза связано с возникновением у более стойких коацерватов способности к самовоспроизведению составных частей, с переходом к матричному синтезу белка, характерному для живых организмов. *Наибольшие шансы на сохранение имели в ходе предбиологического отбора те коацерваты, у которых способность к обмену веществ сочеталась со способностью к самовоспроизведению.*

Переход к матричному синтезу белков был величайшим качественным скачком в эволюции материи. Однако, механизм такого перехода пока не вполне ясен. Главное том, чтобы объяснить, как в ходе предбиологического отбора объединились способности к самовоспроизведению полинуклеотидов с каталитической активностью полипептидов. Ведь способность нуклеиновых кислот к конвариантной редупликации может быть в полной мере реализована лишь с помощью каталитической функции белков. А, с другой стороны, синтез самих белков путем удлинения пептидной цепочки не имел бы большого успеха без передачи стабильности хранением о нем “информации” в нуклеиновых кислотах. И все это происходит в условиях пространственно-временного разобщения начальных и конечных продуктов реакции.

Существуют разные гипотезы на сей счет, но все они так или иначе не полны. Однако, в настоящее время наиболее перспективными здесь являются гипотезы, которые опираются на принципы теории самоорганизации, синергетики. В частности, представления о гиперциклах - системы, связывающие самовоспроизводящиеся (автокаталитические) единицы друг с другом посредством циклической связи. В такого рода системах продукт реакции одновременно является и ее катализатором или исходным реагентом. Именно в такого рода системах, по-видимому, и возникает явление самовоспроизведения, которое на первых этапах вовсе могло и не быть точной копией исходного органического образования. О трудностях становления самовоспроизведения свидетельствует само существование вирусов и фагов, которые представляют собой, по-видимому, осколки форм предбиологической эволюции.

В последующем предбиологический отбор коацерватов, по-видимому, шел по нескольким направлениям. Во-первых, в направлении выработки способности накопления специальных белковоподобных полимеров, ответственных за ускорение химических реакций. В результате строение нуклеиновых кислот путем изменялось в направлении преимущественного “размножения” систем, в которых удвоение нуклеиновых кислот осуществлялось с участием ферментов. На этом пути и возникает характерный для живых существ циклический обмен веществ:

Энергетический метаболизм

Э Я

Специфические ферменты Полимерный синтез

(образование мономолекулярных систем)

Э Я

Редупликация нуклеиновых кислот

Во-вторых, в системе коацерватов происходил и отбор самих нуклеиновых кислот по наиболее удачному сочетанию последовательности нуклеотидов. На этом пути формировались гены. Самовоспроизводящиеся системы со сложившейся стабильной последовательностью нуклеотидов в нуклеиновой кислоте уже могут быть названы живыми.

В проблеме возникновения жизни еще много неопределенного; в целом, конечно же, она еще далека от своего разрешения. Так, например, не ясно, почему все белковые соединения, входящие в состав живого вещества, имеют только “левую симметрию”. Какие механизмы предбиологический эволюции могли к этому привести?

Знание условий, которые способствовали возникновению жизни на Земле, позволяют понять, почему в наше время невозможно появление живых существ из неорганических систем. В нашу эпоху отсутствуют условия для синтеза и усложнения органических веществ: простые соединения, которые могли бы где-то образоваться, сразу же были бы использованы гетеротрофами. Следовательно, теперь живые существа появляются только вследствие размножения. Посредством размножения осуществляется смена поколений и происходит эволюционное развитие.

С возникновением жизни ее развитие пошло быстрыми темпами (ускорение эволюции во времени). Так, развитие от первичных протобионтов до аэробных форм потребовало около 3 млрд. лет, тогда как до возникновения наземных растений и животных с этого момента прошло около 500 млн. лет; птицы и млекопитающие развились от первых наземных позвоночных за 100 млн. лет, приматы выделились за 12 – 15 млн. лет, для становления человека потребовалось около 2 млн. лет.

***3.Развитие органического мира***

*3.1 Основные этапы геологической истории Земли*

Итак, жизнь на нашей планете возникла. Каковы же дальнейшие основные вехи в развитии живого?

Прежде чем перейти к рассмотрению развития органического мира, необходимо ознакомиться с основными этапами геологической истории Земли.

Геологическая история Земли подразделяется на крупные промежутки – эры; эры – на периоды, периоды – на века. Выделение этих подразделений связано с событиями, протекавшими на Земле и влиявшими на очертания морей и материков, горообразовательные процессы, изменения климата и т. д. Изменения абиотической среды на могли не сказаться на эволюции органического мира на Земле.

Геологические эры Земли:

* ***катархей*** (от образования Земли 5 млрд. лет назад до зарождения жизни)
* ***архей***, древнейшая эра (3,5 млрд. - 2,6 млрд.лет);
* ***протерозой*** (2,6 млрд. - 570 млн. лет);
* ***палеозой*** (570 млн.-230 млн.лет) со следующими периодами:

Кембрий (570млн. - 500 млн. лет);

Ордовик (500 млн.- 440 млн. лет);

Силур (440 млн - 410 млн. лет);

Девон (410 млн. - 350 млн. лет);

Карбон (350 млн. - 285 млн. лет);

Пермь (285 млн. - 230 млн. лет);

* + ***мезозой*** (230 млн. - 67 млн. лет) со следующими периодами:

Триас (230 млн. - 195 млн. лет);

Юра (195 млн. - 137 млн. лет);

Мел (137 млн. - 67 млн. лет);

* + ***кайнозой*** (67 млн. - до нашего времени) со следующими периодами и веками:

1. Палеоген (67 млн. - 27 млн. лет):

а) Палеоцен (67-54 млн. лет)

б) Эоцен (54- 38 млн. лет)

в) Олигоцен (38-27 млн. лет)

2. Неоген (27 млн. - 3 млн. лет):

а) Миоцен (27 - 8 млн. лет)

б) Плиоцен (8- 3 млн. лет)

3. Четвертичный (3 млн. - наше время):

а) Плейстоцен (3 млн. - 20 тыс. лет)

б) Голоцен (20 тыс. лет - наше время)

Разделение на эры, периоды и века конечно же, относительное, потому что резких, с сегодня на завтра, разграничений между этими подразделениями не было. Но все же на рубеже соседних эр, периодов преимущественно происходили существенные геологические преобразования: горообразовательные процессы, перераспределение суши и моря, смена климата и пр. Кроме того, каждое подразделение характеризовалось качественным своеобразием флоры и фауны.

*3.2. Начальные этапы эволюции жизни*

В позднем архее (более 3,5 млрд. лет назад) на дне небольших водоемов или мелководных, теплых и богатых питательными веществами морей возникла жизнь в виде мельчайших примитивных существ – протобионтов, которые питались готовыми органическими веществами, синтезированными в ходе химической эволюции, т. е. были гетеротрофами.

Первый период развития органического мира на Земле характеризуется тем, что первичные живые организмы были анаэробными (жили без кислорода), питались и воспроизводились за счет “органического бульона”, возникшего из неорганических систем. Но это не могло длиться долго, ведь такой резерв органического вещества быстро убывал. Первый великий качественный переход в эволюции живой материи был связан с “энергетическим кризисом” : “органический бульон” был исчерпан и необходимо было выработать способы формирования крупных молекул биохимическим путем, внутри клеток, с помощью ферментов. В этой ситуации получили преимущество те клетки, которые могли получать большую часть необходимой им энергии непосредственно из солнечного излучения.

Такой переход вполне возможен, так как некоторые простые соединения обладают способностью поглощать свет, если они включают в свой состав атом магния (как в хлорофилле). Уловленная таким образом световая энергия может быть использована для усиления реакций обмена, в частности, для образования органических соединений, которые могут сначала накапливаться, а затем расщепляться с высвобождением энергии. На этом пути и шел процесс образования хлорофилла и фотосинтеза. Фотосинтез обеспечивает организму получение необходимой энергии от Солнца и вместе с тем независимость от внешних питательных веществ. Такие организмы называются автотрофными. Это значит, что их питание осуществляется внутренним путем благодаря световой энергии. При этом, разумеется, поглощаются из внешней среды и некоторые вещества - вода, углекислый газ, минеральные соединения. Первыми фотосинтетиками на нашей планете были, видимо, цианеи, а затем зеленые водоросли. Остатки их находят в породах архейского возраста (около 3 млрд. лет назад). В протерозое в морях обитало много разных представителей зеленых и золотистых водорослей. В это же время, видимо, появились первые прикрепленные ко дну водоросли.

Переход к фотосинтезу и автрофному питанию был великим революционным переворотом в эволюции живого. И прежде всего, значительно увеличилась биомасса Земли. В результате фотосинтеза кислород в значительных количествах стал выделяться в атмосферу. Первичная атмосфера Земли не содержала свободного кислорода и для анаэробных организмов он был ядом. И потому многие одноклеточные анаэробные организмы погибли в “кислородной катастрофе”; другие укрылись от кислорода в болотах, где не было свободного кислорода, и питаясь, выделяли не кислород, а метан. Третьи приспособились к кислороду, получив огромное преимущество в способности запасать энергию (аэробные клетки выделяют энергии в 10 раз больше, чем анаэробные).Благодаря фотосинтезу в каждый последующий этап в органическом веществе, находящемся на поверхности Земли, накапливалось все больше и больше энергии солнечного света. Это способствовало ускорению биологического круговорота веществ и ускорению эволюции в целом.

Переход к фотосинтезу потребовал много времени. Он завершился примерно 1,8 млрд. лет назад. И привел к важным преобразованиям на Земле: первичная атмосфера земли сменилась вторичной, кислородной; возник озоновый слой, который сократил воздействие ультрафиолетовых лучей, а значит и прекратил производство нового “органического бульона”; изменился состав морской воды, он стал менее кислотным. Таким образом, современные условия на Земле в значительной мере были созданы жизнедеятельностью организмов.

С “кислородной революцией” связан и переход от прокариотов к эукариотам. Первые организмы были прокариотами. Это были такие клетки, у которых не было ядра, деление клетки не включало в себя точной дупликации генетического материала (ДНК), через оболочку клетки поступали только отдельные молекулы. Прокариоты - это простые, выносливые организмы, обладавшие высокой вариабельностью, способностью к быстрому размножению, легко приспосабливающиеся к изменяющимся условиям природной среды. Но новая кислородная среда стабилизировалась; первичная атмосфера была заменена новой. Понадобились организмы, которые путь были бы и не вариабельны, но зато лучше приспособлены к новым условиям. Нужна была не генетическая гибкость, а генетическая стабильность. Ответом на эту потребность и было формирование эукариотов примерно 1,8 млрд. лет назад.

У эукариотов ДНК уже собрана в хромосомы, а хромосомы сосредоточены в ядре клетки. Такая клетка уже воспроизводится без каких-либо существенных изменений. Это значит, что в неизменной природной среде “дочерние” клетки имеют столько же шансов на выживание, сколько их имела клетка “материнская”.

*3.3. Образование царства растений и царства животных*

Дальнейшая эволюция эукариотов была связана с разделением на растительные и животные клетки. Это разделение произошло еще в протерозое, когда мир был заселен одноклеточными организмами.

Растительные клетки покрыты жесткой целлюлозной оболочной, которая их защищает. Но одновременно такая оболочка не дает им возможности свободно перемещаться и получать пищу в процессе передвижения. Вместо этого растительные клетки совершенствуются в направлении использования фотосинтеза для накопления питательных веществ.

С самого начала свой эволюции растения развивались двояким образом - в них параллельно существовали группы с автотрофным и гетеротрофным питанием. Это способствовало усилению целостности растительного мира, его относительной автономности: ведь две эти группы взаимодополняли друг друга в круговороте веществ.

Животные клетки имеют эластичные оболочки и потому не теряют способности к передвижению; это дает им возможность самим искать пищу - растительные клетки или другие животные клетки. Животные клетки эволюционировали в направлении совершенствования, во-первых, способов передвижения, и, во-вторых, способов поглощать и выделять крупные частицы через оболочку (а не отдельные органические молекулы) - сначала крупные органические фрагменты, затем куски мертвой ткани и разлагающиеся остатки живого, и наконец - поедание и переваривание целых клеток (формирование первых хищников). С появление хищников, кстати сказать, естественный отбор резко ускоряется.

Следующим важным этапом развития жизни и усложнения ее форм было возникновение примерно 900 млн. лет назад полового размножения. Половое размножение состоит в механизме слияния ДНК двух индивидов и последующего перераспределения генетического материала, при котором потомство похоже, но не идентично родителям. Достоинство полового размножения в том, что но значительно повышает видовое разнообразие и резко ускоряет эволюцию, позволяя быстрее и эффективнее приспосабливаться к изменениям окружающей среды.

Значительным шагом в дальнейшем усложнении организации живых существ было появление примерно 700-800 млн. лет назад многоклеточных организмов с дифференцированным телом, развитыми тканями, органами, которые выполняли определенные функции. Первые многоклеточные животные представлены сразу несколькими типами: губки, кишечнополостные, плеченогие, членистоногие. Многоклеточные происходят от колониальных форм одноклеточных жгутиковых. Эволюция многоклеточных шла в направлении совершенствования способов передвижения, лучшей координации деятельности клеток, совершенствования форм отражения с учетом предыдущего опыта, образования вторичной полости, совершенствования способов дыхания и др.

В протерозое и в начале палеозоя растения населяют в основном моря. Среди прикрепленных ко дну встречаются зеленые и бурые водоросли, а в толще воды – золотистые, красные и другие водоросли.

В кембрийских морях уже существовали почти все основные типы животных, которые впоследствии лишь специализировались и совершенствовались. Облик морской фауны определяли многочисленные ракообразные, губки, кораллы, иглокожие, разнообразные моллюски, плеченогие, трилобиты. В теплых и мелководных морях ордовика обитали многочисленные кораллы, значительного развития достигали головоногие моллюски – существа, похожие на современных кальмаров, длиной в несколько метров. В конце ордовика в море появляются крупные плотоядные, достигавшие 10-11 метров в длину. В ордовике, примерно 500 млн. лет назад появляются и первые животные, имеющие скелеты, позвоночные. Это было значительной вехой в истории жизни на Земле.

Первые позвоночные, по-видимому, возникли в мелководных пресных водоемах и уже затем эти пресноводные формы завоевывают моря и океаны. Первые позвоночные – мелкие (около 10 см длиной) существа, бесчелюстные рыбообразные, покрытые чешуей, которая помогала защищаться от крупных хищников (осьминогов, кальмаров). Дальнейшая эволюция позвоночных шла в направлении образования челюстных рыбообразных, которые быстро вытеснили большинство бесчелюстных. В девоневозникают и двоякодышащие рыбы, которые были приспособлены к дыханию в воде, но и обладали легкими.

Как известно, современные рыбы подразделяются на два больших класса: хрящевые и костистые. К хрящевым относятся акулы и скаты. (В настоящее время интерес к акулам в массовом сознании “подогревается” и рассказами об их нападениях на людей и серией фантастических фильмов “Челюсти”. Акулы действительно обладают сложной системой поведения, прекрасным обонянием и электромагнитной системой ориентации. Акулы - очень древние животные; они появились еще в девоне и с тех пор некоторые из них не изменялись.) Костистые рыбы представляют собой наиболее многочисленную группу рыб, в настоящее время преобладающую в морях, океанах, реках, озерах. Некоторые пресноводные двоякодышащие рыбы девонского периода, очевидно, и дали жизнь сначала первичным земноводным (стегоцефалам), а затем и сухопутным позвоночным. Таким образом, первые амфибии появляются в девоне. В девоне возникает и другая чрезвычайно прогрессивная группа животных – насекомые.

Образование насекомых свидетельствовало о том, что в ходе эволюции сложилось два разных способа решения укрепления каркаса тела (основных несущих органов и всего тела в целом) и совершенствования форм отражения. У позвоночных роль каркаса играет внутренний скелет, у высших форм беспозвоночных – насекомых – наружный скелет. Что касается форм отражения, то у насекомых чрезвычайно сложная нервная система, с разбросанными по всему телу огромными и относительно самостоятельными нервными центрами, преобладание врожденных реакций над приобретенными. У позвоночных – развитие огромного головного мозга и преобладание условных рефлексов над безусловными. Различие этих двух разных способов решения важнейших эволюционных задач в полной мере проявилось после перехода к жизни на суше.

*3.4. Завоевание суши*

Важнейшим событием в эволюции форм живого являлся выход растений и живых существ из воды и последующее образование большого многообразия наземных растений и животных. Из них в дальнейшем и происходят высокоорганизованные формы жизни.

Переход к жизни в воздушной среде требовал многих изменений. Во-первых, вес тел здесь больше, чем в воде. Во-вторых, в воздухе не содержится питательных веществ. В-третьих, воздух сухой, он иначе, чем вода, пропускает через себя свет и звук. Кроме того, содержание кислорода в воздухе выше, чем в воде. Выход на сушу предполагал решение всех этих вопросов; выработку соответствующих приспособлений.

По-видимому, еще в протерозое на поверхности суши в результате взаимодействия абиотических (минералы, климатические факторы) и биотических (бактерии, цианеи) условий возникает почва. Почвообразовательные процессы в протерозое подготовили условия для выхода на сушу растений, а затем и животных.

Выход растений на сушу начался, очевидно, в конце силура. Растения, переселявшиеся в воздушную среду, получали значительные эволюционные преимущества. И главное из них - то, что солнечной энергии здесь больше, чем в воде, а значит и фотосинтез становится более совершенным. Проблема высыхания решалась посредством формирования водонепроницаемой внешней оболочки, пропитанной восковидными веществами. А перестройка системы питания из почвы требовала развития корневой системы и системы транспортировки питательных веществ и воды по организму. Корни способствовали также укреплению опоры. А по мере роста размеров растений формировалась и поддерживающая ткань - древесина. Жизнь на суше требовала и изменения репродуктивной системы.

Первые наземные растения – псилофиты, занимавшие промежуточное положение между наземными сосудистыми растениями и водорослями. У псилофитов появляется сосудистая система, перестраиваются покровные ткани, появляются примитивные листья. Именно псилофиты в конце силура покрывали сплошным зеленым ковром прибрежные участки суши. Собственно только в силуре началось сплошное озеленение Земли. После кислородной революции и до появления первой растительности ее поверхность Земли была красной - результат коррозии минералов железа.

Вслед за растениями из воды на сушу и воздух (сначала по берегам рек, озер, в болота) последовали различные виды членистоногих - предки насекомых и предки пауков и скорпионов. Первые обитатели суши напоминавшие по виду современных скорпионов. И если первые амфибии появились в девоне, то активное завоевание суши позвоночными началось уже в карбоне. Первые позвоночные, которые полностью приспособились к жизни на суше, были рептилии. Яйца рептилий были покрыты твердой скорлупой, не боялись высыхания, снабжены и пищей и кислородом для эмбриона. Первые рептилии были небольшими животными, напоминающими ныне живущих ящериц. В карбоне достигают значительного развития насекомые. Появляются летающие насекомые.

Рассмотрим основные пути дальнейшего исторического развития основных наземных групп органического мира Земли – царства животных и царства растений.

*3.5. Основные пути эволюции наземных растений*

Эволюция растений после выхода на сушу была связана с усилением компактности тела, развитием корневой системы, тканей, клеток, проводящей системы, изменением способов размножения, распространения и т. д. Переход от трахеид к сосудам обеспечивал приспособление к засушливым условиям, ведь с помощью сосудов можно поднимать воду на большую высоту. В наземных условиях оказались не пригодными для размножения свободно плавающие голые половые клетки; здесь для целей размножения формируются споры, разносимые ветром, или семена. В конечном счете происходит дифференциация тела на корень, стебель и лист, развитие сети проводящей системы, совершенствование покровных, механических и других тканей.

С момента выхода на сушу растения развиваются в двух основных направлениях: гаметофитном и спорофитном. Как известно из курса ботаники, высшим растениям свойственна правильная смена поколений в цикле их развития. Растение имеет две фазы развития, которые сменяют одна другую: гаметофит и спорофит. Гаметофит - это половое поколение, на котором образуются половые органы - антеридии и архегонии. Спорофит - неполовое поколение, на котором формируются органы неполового размножения. Спорофит - это нормально развитое растение, которое имеет корень, стебель и листья. На спорофите образуются споры, которые прорастают и дают начало гаметофиту. Подобная смена поколений в цикле развития растений сложилась эволюционно, в ходе естественного отбора. Гаметофитное направление было представлено мохообразными, а спорофитное – остальными высшими растениями, включая цветковые. Спорофитная ветвь оказалась более приспособленной к наземным условиям.

Уже в девоне встречаются пышные леса из прогимноспермов и древних голосеменных. В карбоне растения приспособились удерживать воду и защищать семена от высыхания; это позволило им завоевать сухие места обитания. В карбоне, характеризующемся увлажненным и равномерно теплым климатом в течение всего года, мощные споровые растения – лепидодендроны и сигиллярии – достигали 40 м высоты. В карбоне и перми голосеменные получают дальнейшее распространение. У голосеменных наблюдается переход от гаплоидности (одинарный набор хромосом) к диплоидности (двойной набор хромосом), что усиливало генетические потенции организма.

Дальнейшая эволюция шла по пути совершенствования семян: превращение мегаспорангия в семязачаток; после оплодотворения (благодаря ветру, переносящему пыльцу, вырабатываемую в достаточном количестве) семязачаток превращается в семя; оплодотворенные эмбрион упаковывается в водонепроницаемыую защитную оболочку, наполненной пищей для эмбриона. Внутри семени зародыш мог находится достаточно долго, до тех пор, пока растение не рассеет семена и они не попадут в благоприятные условия произрастания. И тогда росток раздувает семенную оболочку, прорастает и питается запасами до тех пор, пока его корни и листья не станут сами поддерживать и питать растение. Так происходит полное освобождение у всех семенных процесса полового размножения от воды.

Переход к семенному размножению связан с рядом эволюционных преимуществ; диплоидный зародыш в семенах защищен от неблагоприятных условий наличием покровов и обеспечен пищей, а семена имеют приспособления для распространения животными и др. Эти и другие преимущества способствовали широкому распространению семенных растений.

В дальнейшем происходит специализация опыления (с помощью насекомых) и распространение семян и плодов животными; усиление защиты зародыша от неблагоприятных условий: обеспечение пищей, образование покровов и др. В раннем меловом периоде у некоторых растений улучшается система защиты семян путем образования дополнительной оболочки. В это же примерно время появляются и первые покрытосеменные растения.

Возникновение покрытосеменных было связано с совершенствованием процесса оплодотворения: с переходом к тому. Чтобы пыльцу переносил не ветер, а животные (насекомые). Это потребовало значительных трансформаций растительного организма. Такой организм должен содержать средства сигнализации животным о себе, привлечения животных к себе, что бы затем отнести пыльцу на другое растение того же вида; и, в конце концов, животное должно само что-либо при этом получить для себя (нектар или пыльцу). Весь этот комплекс вопросов решался на пути возникновения огромного множества прекрасных и разнообразных покрытосеменных (цветковых) растений: цветки каждого растения по внешнему (форме, окраске) виду (и запаху) должны отличаться от цветков прочих растений.

Покрытосеменные возникают в горах тропических странах, где и ныне сосредоточено около 80% покрытосеменных. Цветковым растениям свойственна высокая эволюционная пластичность, разнообразие, порождаемые опылением насекомыми. Ведь отбор шел как по растениям, так и по насекомым Постепенно распространяясь, цветковые растения завоевали все материки, победили в борьбе за сушу; в чем главную роль играл цветок, обеспечивавший привлечение насекомых-опылителей. Кроме того, цветковые имеют развитую проводящую систему, плод, значительные запасы пищи зародыша, развитие зародыша и семени происходит быстрее и т.д.

В кайнозое формируются близкие к современным ботанико-географические области. Покрытосеменные достигают господства. Леса достигали наибольшего распространения на Земле. Территория Европы была покрыта пышными лесами: на севере преобладали хвойные, на юге – каштаново-буковые леса с участием гигантских секвой. Ботанико-географические области изменялись в зависимости от периодических потеплений и похолоданий, наступления ледников и вызванного ими отступления теплолюбивой растительности на юг, а кое-где и ее полного вымирания, а также возникновения холодоустойчивых травянистых и кустарниковых растений, смены лесов степью и т.д. И уже в плейстоцене складываются современные фитоценозы.

*3.6. Пути эволюции животных*

Рептилии оказались перспективной формой. Возникло множество видов рептилий; они осваивали все новые места обитания. При этом одни (большинство) уходили от воды, а некоторые вновь ушли в воду (мезозавры). В конце пермского периода рептилии уже полностью преобладали на суше.

Некоторые рептилии становятся хищными, другие – растительноядными. В меловом периоде возникают гигантские растительноядные динозавры. От мелких древних рептилий, напоминающих ящериц, произошли самые разнообразные виды - плавающие, передвигающиеся по суше и летающие рептилии, динозавры (весом до 30 тонн и до 30 м в длину, “правившие миром более 100 млн. лет). Особенно сильного развития достигают морские рептилии в юре (ихтиозавры, плезиозавры).

Постепенно идет и завоевание воздушной среды. Насекомые начали летать еще в карбоне и около 100 млн. лет были единовластными в воздухе. И только в триасе появляются первые летающие ящеры. Некоторые летающие ящеры имели размах крыльев до 20 метров! В юре пресмыкающиеся осваивают и воздушную среду – возникают самые известные летающие ящеры - птеродактили, охотившиеся на многочисленных и крупных насекомых. В юрском же периоде от одной из ветвей рептилий возникают птицы; первые птицы причудливо сочетали признаки рептилий и птиц. Поэтому птиц иногда называют “взлетевшими рептилиями”.

От примитивных рептилий из группы цельночерепных развивается ветвь пеликозавров, приведшая несколько позже – через терапсид – к возникновению в триасе млекопитающих. В юрском и меловом периоде млекопитающие стали более разнообразными. В конце мезозоя возникают плацентарные млекопитающие.

В конце мезозоя в условиях похолодания сокращаются пространства, занятые богатой растительностью. Это влечет за собой вымирание сначала растительноядных динозавров, а затем и охотившиеся на них хищных динозавров. В условиях похолодания исключительные преимущества получают теплокровные животные – птицы и млекопитающие.

Но время расцвета насекомых, птиц и млекопитающих - это кайнозой. В палеоцене появляются первые хищные млекопитающие. В это же время некоторые виды млекопитающих “уходят” в море (китообразные ластоногие, сиреновые). От древних хищных происходят копытные. От некоторых видов насекомоядных обособляется отряд приматов. И в плиоцене встречаются уже все современные семейства млекопитающих.

В кайнозое формируются те важнейшие тенденции, которые привели к возникновению человека. Это касается возникновения стайного, стадного образа жизни, который выступил ступенькой к возникновению социального общения. Причем, если у насекомых (муравьи, пчелы, термиты) биосоциальность вела к потере индивидуальности; то у млекопитающих , напротив, - к подчеркиванию индивидуальных черт особи. В неогене на обширных открытых пространствах саванн Африки появляются многочисленные формы обезьян. Некоторые виды приматов переходят к прямохождению. Так в биологическим мире вызревали предпосылки возникновения Человека и мира Культуры.

**Список литературы**

Азимов А. Краткая история биологии. М.,1967.

Алексеев В.П. Становление человечества. М.,1984. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М.,1961 Борн М. Эйнштейновская теория относительности.М.,1964.

Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М.,1981.

Гинзбург В.Л.О теории относительности. М.,1979.

Дорфман Я.Г. Всемирная история физики с начала 19 века до середины 20 века. М.,1979.

Кемп П., Армс К. Введение в биологию. М.,1986.

Кемпфер Ф. Путь в современную физику. М.,1972.

Либберт Э. Общая биология. М.,1978 Льоцци М. История физики. М.,1972.

Моисеев Н.Н. Человек и биосфера. М.,1990.

Мэрион Дж. Б. Физика и физический мир. М.,1975

Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебное пособие. М.,1999.

Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. М.,1993.

Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.,1990.

Пригожин И.,Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.,1986.

Пригожин И., Стенгерс И. Время, Хаос и Квант. М.,1994.

Пригожин И. От существующего к возникающему. М.,1985.

Степин В.С. Философская антропология и философия науки. М.,1992.

Фейнберг Е.Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке. М.,1992.

Фролов И.Т. Перспективы человека. М.,1983.