

Глава 4. В.И.Вернадский о биосфере.

[4.1. Биосфера – живая оболочка Земли](#)

[4.2. Биосфера и космос](#)

[4.3. Живое вещество.](#)

[4.4. Эволюция биосферы](#)

[Контрольные вопросы](#)

4.1. Биосфера – живая оболочка Земли

Автором термина «биосфера» является французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк, который употребил его в 1803 г. в труде по гидрогеологии Франции для обозначения совокупности организмов, обитающих на земном шаре. Затем термин был забыт. В 1875 г. его «воскресил» профессор Венского университета геолог Эдуард Зюсс (1831 - 1914) в работе о строении Альп. Он ввел в науку представление о биосфере как особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. В таком общем смысле впервые в 1914 г. использовал этот термин и В. И. Вернадский в статье об истории рубидия в земной коре.

Его книга «Биосфера», переведенная затем на французский и английский языки, вышла в 1926 г. Статьи по этой тематике он публиковал до конца жизни. Изучение геохимической роли живого вещества В. И. Вернадский считал своей основной научной задачей. Естественно, что в своих построениях В. И. Вернадский опирался на эмпирические данные своего времени, которые во многом устарели с позиций современности. Но главные его мысли об уникальной роли «живого вещества», которое неразрывно связано с окружающей материей и космическим пространством, учение о биосфере как развивающейся и самоорганизующейся системе еще долго будут служить науке. Многие затронутые им проблемы остаются до сих пор нерешенными или спорными: возникновение жизни, ноосфера и др. Их актуальность в наши дни свидетельствует о могуществе и гениальности теоретических обобщений В. И. Вернадского, который во многом опередил свое время.

Взглянем на нашу планету глазами В. И. Вернадского. Он подчеркивал, что не строил никаких гипотез, а пытался описать картину планетного процесса на основе эмпирических обобщений. *«Основные физические и химические свойства нашей планеты меняются закономерно в зависимости от их удаления от центра. В концентрических отрезках они идентичны, что может быть установлено исследованием» (В. И. Вернадский, 1926).* Возможно выделить большие концентрические области и дробные внутри них, называемые земными оболочками, или [геосферами](#) (гр. *ge* земля, *sphaira* - поверхность шара). Можно предполагать, что в глубоких областях Земли имеются достаточно устойчивые равновесные системы: ядро и мантия, а над ними - земная кора. Вещество ядра, мантии и земной коры, вероятно, отделено друг от друга, и если переходит из одной области в другую, то очень медленно (рис. 4.1).

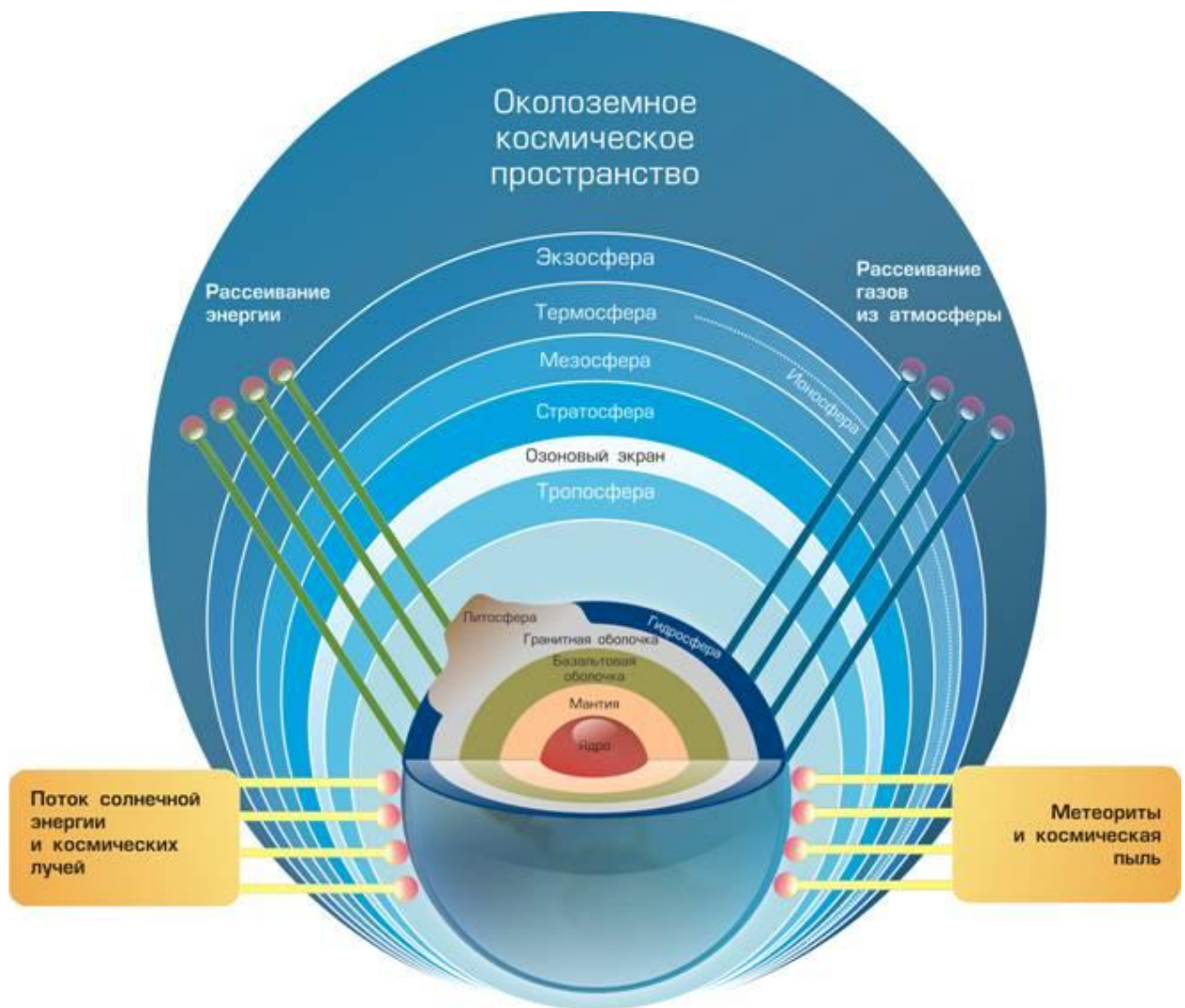


Рис.4.1 Схема геосфер Земли.

Геосферы - установленные эмпирическим путем земные оболочки - можно классифицировать по разным признакам. В. И. Вернадский выделил 6 *термодинамических* оболочек, определяемых независимыми переменными - температурой и давлением; 8 *фазовых* оболочек, характеризующихся фазовым состоянием веществ, т. е. твердым, жидким, газообразным, стекловатым и др.; 10 *химических* оболочек, различающихся химическим составом.

Вне этой схемы остается *живая* оболочка - биосфера. В биосфере кроме двух независимых переменных - температуры и давления - появляются такие независимые переменные, как солнечная энергия и «живое вещество» - совокупность всех живых организмов планеты. Живые организмы, привнося в физико-химические процессы лучистую энергию Солнца, резко отличаются от остальных независимых переменных. Они меняют существовавшие на планете физико-химические равновесия. *Организмы представляют собой особые автономные вторичные системы динамических равновесий в первичном термодинамическом поле Земли.* Так, например, организмы удерживают свою собственную температуру в среде другой температуры, имеют свое внутреннее давление, отличное от внешнего. С точки зрения химии, их особенность проявляется в том, что вещества, образующиеся в организмах, не могут получиться из тех же элементов в косной, окружающей их среде, а попадая во внешнюю среду, неизбежно в ней разрушаются. При этом выделяется свободная энергия и нарушается термодинамическое равновесие. В организмах происходят такие реакции, которые не

могут происходить в абиотической среде. Например, восстановление CO₂ и расщепление H₂O одновременно возможны только в живых организмах: это основа биохимических процессов. Таким образом, все химические равновесия в биосфере изменяются в присутствии живых организмов, не нарушая при этом общие законы равновесий. *Живое вещество может рассматриваться как одна из независимых переменных энергетического поля планеты.*

Очень вероятно, что в живом веществе основную роль играют не только состав и форма, но и симметрия атомов и молекул. Поэтому симметрия расположения атомов имеет в формировании оболочек планеты такое же значение, как и другие независимые переменные. В. И. Вернадский считал, что земные оболочки можно классифицировать также и по этому признаку, названному им парагенетическим (гр. paragenesis - закономерность в соотношении элементов). Он выделил 5 *парагенетических* оболочек. Кроме того, несомненно, что строение биосферы является результатом взаимодействия космических излучений и энергии планеты. Поэтому В. И. Вернадский выделил вокруг Земли еще 5 *лучистых* оболочек.

Классификация земных оболочек - геосфер, построенная В. И. Вернадским на основе эмпирических данных его времени, должна рассматриваться только как первое приближение к реальности и подлежит изменениям и дополнениям по мере расширения наших знаний о природе и строении планеты.

Биосфера - это живая оболочка Земли, совокупность экосистем. Пределы биосферы обусловлены полем возможного существования жизни, которая может проявляться только в определенных энергетических, физических и химических условиях. Обычно биосферу подразделяют на три геосферы в зависимости от их фазового состояния: газовую оболочку, т. е. атмосферу (гр. atmos - пар), водную - гидросферу (гр. hydor - вода) и твердую - литосферу (гр. lithos - камень).

Верхняя граница биосферы обуславливается лучистой энергией, убивающей все живое, т. е. естественной верхней границей является озоновый экран, расположенный на расстоянии около 16 км от поверхности Земли на полюсах и до 25 км над экватором. Но только немногие птицы поднимаются до высочайших горных вершин, т. е. до 7 - 8 км. Нет ни одного организма, который всегда жил бы в воздушной среде. Лишь тонкий слой тропосферы (менее 100 м над Землей) можно считать наполненным жизнью.

Нижняя граница жизни в литосфере теоретически определяется высокой температурой. Температура 100 °С представляет непреодолимую преграду. Живые организмы в трещинах и нефтеносных скважинах могут встречаться на глубине до 3 км от земной поверхности.

4.2. Биосфера и космос

Живая оболочка Земли собирает из небесных пространств бесконечное число излучений, из которых видимые нам - световые - являются лишь их ничтожной частью. *«Лик Земли становится видимым благодаря проникающим в него световым излучениям небесных светил, главным образом Солнца»*, - писал В. И. Вернадский (1926). Из невидимых излучений, охватывающих все мыслимое пространство, нам известны пока немногие; их значение в биосфере едва начинает осознаваться. Исходя из изучения длины волны, различают огромную область космических излучений. Эта область, по оценкам В. И. Вернадского, *«охватывает сейчас около сорока октав»*, причем видимая часть солнечного спектра является лишь одной из них. Космические лучи, принимаемые нашей планетой и строящие ее биосферу, лежат в пределах четырех с половиной октав солнечного света: одна октава световых, три - тепловых и половина октавы - ультрафиолетовых лучей.

Однако как ультрафиолетовые, так и инфракрасные лучи Солнца участвуют в биохимических процессах только косвенным путем. Энергия «извлекается» из солнечной

радиации «живым веществом» Земли.

Биосфера - это область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в земную энергию – тепловую, механическую, химическую, электрическую и др.

В процессе фотосинтеза живые организмы трансформируют солнечный луч в энергию новых химических соединений. «Живое вещество» покрывает планету мощной толщей молекулярных систем, дающих новые соединения, богатые свободной энергией. Эти неустойчивые соединения постоянно стремятся перейти в термодинамическом поле биосферы в устойчивое равновесие.

Живые организмы - это трансформаторы лучистой энергии, особый механизм, строящий материю живой оболочки земной коры - биосферы.

В чем бы явления жизни ни состояли, энергия, выделяемая организмами, есть в основном, а может быть, и целиком, энергия Солнца.

Итак, биосфера сочетает как сугубо земные, так и космические процессы, отражает их изменения в истории космоса. Биосферу нельзя понять, изучая явления, происходящие только в ней, без учета связей земных процессов со всем космическим пространством.

4.3. Живое вещество.

По мнению В. И. Вернадского, «живой организм» биосферы должен изучаться целиком, как особое тело. Через организмы регулируются все химические процессы на поверхности планеты. Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих земную кору. Из них организмы создают миллионы разнообразнейших соединений, и этот процесс длится без перерыва сотни миллионов лет. Они меняют течение всех химических реакций, участвуют в круговороте всех химических элементов.

Чем больше изучаются химические явления на земной поверхности, тем больше доказательств того, что нет случаев, где бы они были независимы от жизни. Становится ясным, что прекращение биологической жизни привело бы к прекращению и геохимической жизни. Установилось бы химическое спокойствие, которое временами нарушалось бы лишь привнесением из земных глубин газов, лав и других веществ. Но эти вещества быстро приняли бы формы, характерные для безжизненной планеты. И даже нагревание Солнцем и деятельность воды мало изменили бы картину, ибо с прекращением жизни исчез бы свободный кислород, увеличилось бы содержание углекислого газа в атмосфере. Да и вода, лишенная биогенного кислорода, при температуре и давлении на поверхности Земли, в инертной газовой среде стала бы химически безразличным телом. Так жизнь является великим нарушителем спокойствия, инертности и косности нашей планеты.

Живое вещество в биосфере выполняет особые [функции](#), названные Вернадским биогеохимическими: энергетическую, деструктивную, концентрационную и средообразующую.

Зеленые растения - это та часть единого «живого вещества», которая непосредственно использует солнечные лучи и создает энергетически активные химические соединения, т. е. «живое вещество» первого порядка. Даже по своей морфологии (гр. *morphe* - форма) зеленые организмы приспособлены к исполнению своей космической функции - улавливаю солнечного луча. Свет как будто лепит формы листа, как из пластичного материала. Условия биосферы обеспечивают встречу луча с зеленым растением.

Превращение солнечной энергии в химическую в зеленых, хлорофиллоносных организмах - это главное свойство живого вещества, его главная функция.

С зеленой частью биосферы неразрывно связан и весь остальной живой мир. Дальнейшую переработку созданных растениями химических соединений осуществляет живое вещество второго порядка - животные. Их деятельность можно рассматривать как развитие единого процесса превращения солнечной энергии в работающую энергию

Земли. После смерти организмы попадают в иное термодинамическое поле среды и разрушаются с выделением энергии. Следовательно, совокупность всех живых организмов, все «живое вещество» - это область превращения световых излучений Солнца и накопления солнечной энергии в виде химической энергии.

Если живое вещество распределить на поверхности Земли ровным слоем, его толщина составит всего 2 см. Вернадский объясняет парадокс: почему, несмотря на то, что общая масса живого вещества - пленка жизни, покрывающая Землю, - ничтожно мала, результаты жизнедеятельности организмов сказываются на составе и литосферы, и гидросферы, и атмосферы?

При такой незначительной массе организмы осуществляют свою планетарную роль за счет весьма быстрого размножения, т.е. весьма энергичного круговорота веществ, связанного с этим размножением.

Размножение организмов, т. е. увеличение их численности идет с определенным темпом во времени. Несмотря на чрезвычайную изменчивость жизни, размножение, рост, т. е. работа по превращению солнечной энергии в земную, - все подчиняется стройным математическим закономерностям, мере и гармонии. *Размножение организмов - важнейшее проявление «механизма земной коры», и в нем главное отличие живого от мертвого.*

Область жизни - вся поверхность планеты. По выражению В. И. Вернадского, жизнь «всюдна» и стремится охватить все доступное пространство, расширяясь в геологическом времени. **Растекание жизни** есть проявление ее внутренней энергии. Эта энергия проявляется в переносе химических элементов и в создании из них новых тел - это геохимическая энергия жизни. Наблюдая за заселением пустых пространств, человек может созерцать движение солнечной энергии, превращенной в земную - биохимическую.

Газовый обмен организмов, т. е. дыхание, также имеет важнейшее значение. Газовый режим тоже ставит пределы скорости распространения жизни. Газы биосферы те же, которые образуются при газовом обмене живых организмов: O₂, N₂, CO₂, H₂O, H₂, CH₄, NH₃. И это не случайность. Свободный кислород образуется только благодаря зеленым организмам. *Тесная связь газов с жизнью указывает на то, что газовый состав биосферы - чисто земное явление, определяемое фотосинтезом и дыханием организмов в масштабе планеты.*

Количество организмов, появляющихся путем размножения в единицу времени, не может перейти за пределы, нарушающие свойства газов, т. е. число организмов в 1 см³ среды не может превышать числа газовых молекул в нем (около $2,7 \cdot 10^{19}$). В биосфере идет борьба не только за пищу, но и за нужный газ, так как последний контролирует размножение.

4.4. Эволюция биосферы

Начало эволюции (лат. *evolutio* - развитие) биосферы - это начало жизни. В. И. Вернадский считал жизнь явлением вечным, подобно материи или энергии. Хотя в основе его учения о биосфере и лежат представления о глубочайшей взаимосвязи живого и неживого, он полагал, что барьер между косной и живой материей непроходим.

Возникновение жизни на Земле - вопрос дискуссионный. По мнению В. И. Вернадского, в обозримой геологической истории образование живого вещества из неживого на Земле произойти не могло. Отправной точкой его воззрений в этой области был принцип, сформулированный флорентийским врачом Франческо Реди в 1668 г.: «Все живое от живого». Доказательство тому он видел в работах Л. Пастера и П. Кюри об особенностях молекулярного строения органического вещества. Живое вещество обладает свойством оптической диссимметрии (гр. *dys* - нарушение, *symmetria* - зеркальное расположение),

т. е. является фильтром, способным отделять правовращающие молекулы от левовращающих. Благодаря концентрации молекул одинаковой симметрии живое вещество способно поляризовать световые лучи. В неживом веществе молекулы, поляризуемые светом, могут быть смешаны в произвольных пропорциях. В. И. Вернадский уделял большое внимание этому факту, высказав гипотезу о том, что диссимметричные структуры стабильны в основном в живом веществе.

Отстраняясь от каких-либо экстраполяции и гипотез, основываясь только на эмпирических (гр. *empeiria* - опыт) обобщениях, он говорил, что на Земле нет условий, которые могли бы обеспечить возникновение жизни не биогенным путем из косного вещества, т. е. нет условий для абиогенеза (гр. *abiogenesis* - небиологическое происхождение). Позднее, под влиянием успехов в абиогенном синтезе органических веществ, он склонялся к признанию абиогенеза, но не одного какого-то вида, а сразу комплекса организмов разных геохимических функций и в условиях, предшествовавших геологическому времени. В 1931 г. он утверждал, что «принцип Реди» безусловно верен, но справедлив лишь в условиях биосферы, и даже считал возможным абиогенез в нынешних условиях, который, однако, нельзя наблюдать в силу недостаточности уровня знаний. В своей работе «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», опубликованной впервые в 1965 г., он писал: *«Надо искать не следов начала жизни на нашей планете и вообще на планетах, но материально-энергетические условия для проявления планетной жизни»*. Таким образом, В. И. Вернадский в последних своих работах допускал идею [абиогенеза в определенных условиях](#) догеологической истории планеты.

Для В. И. Вернадского было несомненным существование биосферы в течение 2 млрд. лет, но была ли она раньше - он сомневался. Теперь возраст биосферы, по последним косвенным данным, оценивается приблизительно в 4 млрд. лет.

В допущениях абиогенеза на нашей планете на уровне предположений остается этап перехода от косного к живому веществу, который знаменуется появлением метаболизма (гр. *metabole* - перемена) и размножения. С этого момента возникает процесс переноса энергии и информации из поколения в поколение.

Эволюция живого вещества шла по пути усложнения структуры биологических сообществ, увеличения числа видов и совершенствования их приспособленности. Усложнение жизни связано с развитием многоклеточных организмов. В этом отношении наиболее признана колониальная гипотеза. Считают, что образовавшиеся в результате деления клетки не разошлись в пространстве, а образовали колонии. Позже в клетках возникли различия в химическом составе, а затем и в функциональной специализации. Многоклеточные организмы совершенствовались и приобретали различия в течение многих миллионов лет. Совершенствовался круговорот веществ в непрерывном обмене веществом и энергией между организмами и средой, в процессах рождения и смерти. Завладевая все новыми областями земной коры, организмы приспосабливались к новым физико-химическим условиям, что неизбежно приводило к гибели части организмов и дальнейшему естественному отбору. Эволюционный процесс сопровождался повышением эффективности преобразования энергии и вещества организмами, популяциями и сообществами. И в этой эволюции четко прослеживается постепенное развитие и усложнение нервной системы. *«Достигнутый уровень мозга, - писал В. И. Вернадский, - не идет уже вспять - только вперед. Вершиной эволюции живого на Земле явился человек, ознаменовавший своим появлением новый этап развития жизни – антропогенез»* (гр. *antropos* - человек) (рис. 4.2).

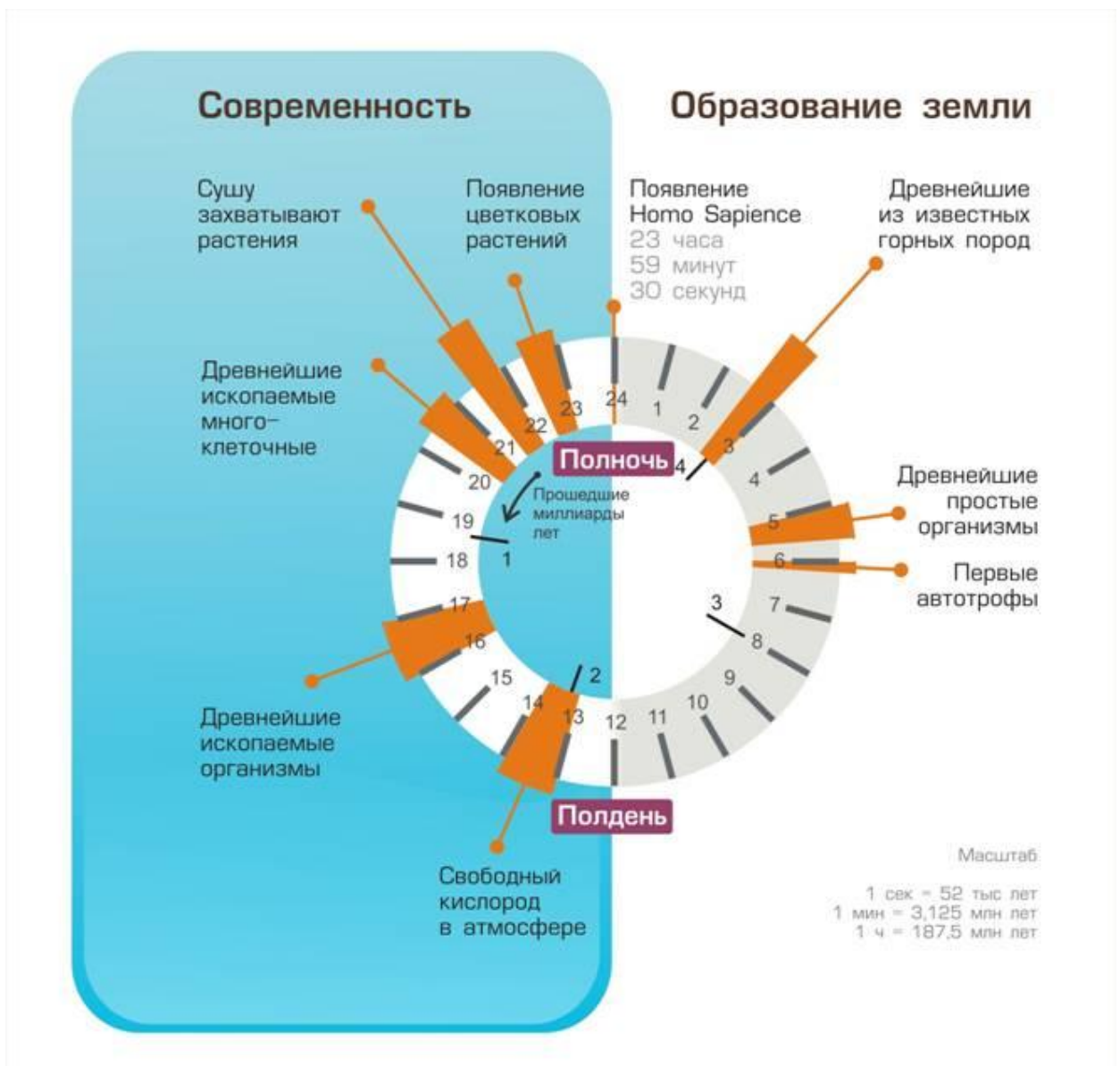


Рис. 4.2. Эволюция биосферы

Появление человека привело к ускорению процесса эволюции биосферы. В истории антропогенеза неоднократно происходили качественные перестройки. В первой половине каменного века - палеолите (гр. palaios - древний, lithos - камень) у человека сформировались зачатки нравственности. Стадо антропоидов постепенно стало превращаться в человеческое общество. Естественный отбор перешел с уровня организма на уровень племен, народов, цивилизаций. Нечто подобное произошло и во второй половине каменного века - неолите (гр. neos - новый): преодолев глобальный экологический кризис, который привел к исчезновению крупных копытных, в том числе мамонтов, люди освоили земледелие и скотоводство, создали новую экологическую нишу.

Выходы из кризисов происходили естественным путем, и на них уходили десятки тысяч лет. Человечество все активнее перестраивало экосистемы, все больше вовлекало в биогеохимические циклы запасы планеты - остатки былых биосфер. В. И. Вернадский воспринимал все это как естественный процесс развития, в 1925 г. он писал: *«Измененная культурой поверхность не есть что-то чуждое Природе и в ней наносное, но есть естественное и неизбежное проявление жизни как природного явления»*. Анализируя возможности все возрастающей мощи цивилизации, он пришел к выводу о том, что

человечеству как разумной части живого вещества придется взять на себя ответственность за будущее планеты. Будущее требует активного вмешательства разума в судьбу биосферы. Во взаимодействии природы и общества все должно измениться: и биогеохимические циклы, и способность природы обеспечивать потребности человечества, а может быть, и природа самого человека и общества. Все это должно делаться целенаправленно с участием разума.

Новое состояние биосферы ученый назвал ноосферой (гр. noos - разум). Термин был введен Эдуардом Леруа (1927), позднее им широко пользовался Пьер Тейяр де Шарден (1930). *Переход в эпоху ноосферы В. И. Вернадский рассматривал как один из актов «приспособления» человечества. Все живые организмы приспособляются, но человек включает в этот процесс разум.*

[Учение о ноосфере](#) получило развитие в работах русских ученых М. М. Камшилова (1979), В. П. Казначеева (1985) и др. Современные ученые также рассматривают ноосферу как новую высшую стадию эволюции биосферы, связанную с возникновением и развитием в ней человечества, которое, познавая законы природы и совершенствуя технику, создает техносферу и начинает оказывать определяющее влияние на ход биосферных и космических процессов.

Только недавно на идеи В. И. Вернадского стали опираться и зарубежные исследователи биосферы.

В обобщающем труде «Научная мысль как планетное явление», написанном в 1938 г., а опубликованном впервые только в 1977 г., В. И. Вернадский предстает как великий оптимист в отношении будущего человечества. Он пишет, что взрыв научной мысли в XX столетии подготовлен всем прошлым биосфер, развитие не может остановиться и пойти назад.

Но только в наше время, после выхода в космос энергетическая мощь технологических процессов в руках человека действительно сравнялась с масштабом и мощностью природных процессов. В болезненной форме человечество начинает испытывать последствия противоречий между техногенной экспансией (лат. expansio - расширение, захват) и ресурсами биосферы. Поэтому не все в полной мере разделяют оптимизм В. И.

Вернадского. Так, академик Н. Н. Моисеев в статье «В. И. Вернадский и современность» (1994) пишет о том, что у В. И. Вернадского и Тейяр де Шардена было больше оснований для оптимизма, чем у людей сегодняшнего дня. Тогда ничего еще не знали об атомном оружии, парниковом эффекте, кислотных дождях, демографическом взрыве и других экологических проблемах. Переход в эпоху ноосферы, вероятно, не будет таким плавным и безболезненным, как они предполагали.

Человечеству придется согласовать свои потребности с возможностями биосферы. По существу, придется обратиться к новой нравственности в своей жизни, так как духовный мир должен превратиться в фактор, определяющий развитие и выживание человечества. Это будет новый этап эволюции Homo Sapiens, поскольку в основу приспособления ляжет разум, душа человека.

Оптимизм В. И. Вернадского опирался на представления о том, что «наука - природное явление» и как один из способов приспособления человечества она не может «не сработать». Действительно, расшифровка основных взаимосвязей в природе на количественном уровне, определение управляющих факторов, выявление критериев развития, разработка моделей биосистем всех уровней, вплоть до биосферного, развитие высоких технологий, оценка устойчивости и экологической емкости экосистем, т. е. решение главных задач экологии - это и есть работа по становлению ноосферного мышления.

В мировом сообществе пока еще с трудом пробивает дорогу осознание того, что общая судьба человечества зависит не от политических, государственных и национальных амбиций, а от угрозы самоуничтожения в планетарной экологической катастрофе. Выбор стратегии взаимодействия человека с биосферой, формирующейся как «модель

устойчивого развития» - это и есть ноосфера В. И. Вернадского. Но при наличии современного ядерного оружия движение к ноосфере не может занимать тысячи и даже сотни лет. Для такого перехода остаются десятилетия. Времени нет! Несомненно, эволюционный процесс идет, «природные явления действуют». Признаки этого движения видны: это и энергосберегающие технологии; и перестройка экономики; и стремительное развитие коллективного интеллекта, основанного на новых средствах коммуникаций и возможностях компьютеризации; и постепенный поворот в сознании ученых, политиков и простых людей в сторону экологического мировоззрения, перевод экологических ценностей в экономические категории и многое другое. Но хватит ли у людей времени? Не разразится ли катастрофа раньше?

Контрольные вопросы

- Кто ввел в науку термин «биосфера»? Когда впервые использовал его В. И. Вернадский?
- Назовите основные оболочки Земли.
- Чем отличается земная кора от мантии и ядра?
- Чем отличается биосфера от других геосфер?
- Дайте определения атмосферы, гидросферы, литосферы.
- Какие космические лучи губительны для живых организмов?
- Как образовался озоновый экран, какова его роль?
- Может ли «живое вещество» функционировать без космических излучений?
- Какие излучения использует биосфера? Какие излучения губительны для нее?
- Какова связь между биосферой и космосом?
- Расскажите о роли «живого вещества» в геохимических процессах.
- Какие живые организмы могут непосредственно использовать солнечную энергию?
- В чем основное отличие «живого вещества» от «косного»?
- Какие ограничения имеет распространение жизни на Земле?
- Каковы были взгляды В. И. Вернадского на возникновение жизни на планете?
- Возможен ли абиогенез на Земле с позиций современной науки?
- Были ли экологические кризисы в доисторические времена?
- Кто ввел в науку термин «ноосфера»?
- В чем основной смысл учения В. И. Вернадского о ноосфере?
- Каковы современные представления о ноосфере?