



С. П. ГОРШКОВ

Научное наследие В. И. Вернадского и современная геоэкология

В эпоху усиления интереса к экологическим проблемам идеи В. И. Вернадского все сильнее начинают влиять на мировую науку. Яркий пример тому — Международная геосферно-биосферная программа (МГБП) «Глобальные изменения», подготавливаемая под эгидой Международного совета научных союзов. В сборнике официальных материалов за 1987 г. сказано, что изучение глобальных изменений будет проводиться «с целью описать и понять взаимодействие физических, химических и биологических процессов, которые определяют всю систему Земли, ту исключительную ее среду, которая обеспечивает жизнь, те изменения, которые происходят в этой системе, и то влияние, которое на эти изменения оказывает деятельность человека»*. По сути дела, участники МГБП должны использовать накопленные человечеством знания точных естественных и общественных наук для развития учения Вернадского о биосфере. Необходимо заставить «работать» это жизненно важное для человечества учение, найти четкие практические принципы его применения.

ГЛАВНЫЙ ЗАКОН ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Основу учения Вернадского о биосфере составляет представление о том, что жизнь — это планетарная константа Земли. Вернадский** писал: «Никогда в течение всего геологического

* Международная геосферно-биосферная программа «Глобальные изменения»: Официальные материалы. М.: ВИНТИ, 1987. С. 9.

** *Вернадский В. И.* Размышления натуралиста: Кн. 1. Пространство и время в неживой и живой природе. М.: Наука, 1975. С. 71.

времени не наблюдались азойные, т. е. лишённые жизни, геологические эпохи». Сегодня это положение звучит почти как аксиома. Спустя шесть десятилетий известный американский учёный С. Поннамперума в трудах 27-го Международного геологического конгресса, состоявшегося в 1984 г. в Москве, пишет почти то же самое: «...как бы мы далеко ни уходили в глубь истории Земли, всюду, видимо, существовала жизнь» *.

Присутствие на Земле живого вещества в течение примерно 4 млрд. лет даёт право считать, что устойчивость биосферы превышает силу дестабилизирующих её геодинамических и гелио-космических воздействий. Есть, правда, и другая точка зрения. Она сводится к тому, что удивительный факт неуничтожения биосферы — результат случая, имеющего ничтожную вероятность. Допускается, что на протяжении геологической истории геодинамические и гелио-космические события как бы мешали друг другу уничтожить жизнь на Земле. Высказывается мысль, что история биосферы завершается: все живое на Земле должно будет погибнуть в результате близящегося сплошного оледенения. И только начавшийся антропогенный «перегрев Земли» снимет, по-видимому, эту угрозу.

Трудно согласиться с такими прогнозами. Ни одна из многочисленных ледниковых эпох прошлого не заканчивалась столь катастрофически, и вряд ли это случайно. Перефразируя Марка Твена, можно утверждать, что слухи о приближении ледяной смерти биосферы сильно преувеличены. Следует напомнить, что, согласно положениям Вернадского, биосфера обладает определёнными защитными механизмами от случайных изменений абиотических факторов. Эту устойчивость ей придаёт жизнь, без которой облик Земли не имел бы ничего общего с существующим. Аргументы для такого утверждения более чем весомы. Учёный доказал: современная кислородная атмосфера Земли — результат преобразующей силы живого вещества; многие важные особенности химизма поверхностных вод обусловлены деятельностью их обитателей; гранитный слой материков — это область былых биосфер; материки — своеобразная «визитная карточка» жизни, отражение её работы в космическом портрете Земли.

Установив, что воздействие живого вещества кардинальным образом изменило состав и структуру трех геосфер (атмосферы,

* Поннамперума С. Химические исследования происхождения жизни // 27-й Международный геологический конгресс: Сравнительная планетология. М., 1984. Т. 19. С. 138.

гидросферы и литосферы), Вернадский подошел к открытию, вероятно, основного закона геологического развития. Он писал: «Жизнь не является... внешним случайным явлением на земной поверхности. Она теснейшим образом связана со строением земной коры*, входит в ее механизм и в этом механизме исполняет величайшей важности функции, без которых он не мог бы существовать»**. Тем самым было установлено, что биосфера — это глобальная экосистема, ибо в ней связи между газовой, жидкой и твердой оболочками регулируются живым веществом и многие их свойства — результат его деятельности. По сути дела, биосфера, как показал Вернадский, — это гигантское вместилище живого вещества, преобразованное им в удобное и надежное жилище. В составе и структуре трех геосфер сохраняются следы взаимодействия живого и неживого вещества. В природных образованиях, которые ученый назвал биокосными телами, все процессы приобретают особую «биосферную окраску» — в них явственно ощущается энергетический и геохимический вклад живого вещества. «В действительности и создание озонового экрана в стратосфере, и создание органогенных горных пород — углистых, углеводородистых или карбонатов в стратосфере и в метаморфической оболочке — неотделимо от проявлений жизни в биосфере и определяет организованность всей биосферы. Рассмотрение этих процессов есть дело будущего», — писал Вернадский***.

Биосферные образования, перемещенные геологическими силами в глубь литосферы, Вернадский назвал «областью былых биосфер». В трудах его последователей большое внимание уделяется проблеме соотношения биосфер: древних и существующей. Так, Н. Б. Вассоевич**** назвал мегабиосферой пространство Земли, включающее в себя область жизни и области, испытавшие на себе ее влияние. А. В. Лапо***** предложил мегабиосферу делить следующим образом: а) апобиосфера — верхняя часть атмосферы Земли выше границы распространения жизни в состоянии анабиоза; б) парабиосфера — жизнь в ней находится в покоящемся состоянии; в) биосфера; г) метабио-

* Вернадский называл земной корой совокупность трех внешних геосфер.

** Вернадский В. И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. С. 212.

*** Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. С. 78.

**** Вассоевич Н. Б. Учение о биосфере // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 1. С. 5—12¹.

***** Лапо А. В. Следы былых биосфер. М.: Знание, 1987. 207 с.

сфера — область литосферы, где биосферные образования преобразованы высоким давлением, температурами и другими факторами.

Показав могущество живого вещества в формировании внешних геосфер, Вернадский не только раскрыл ряд фундаментальных законов природы, но и поставил много вопросов, требующих скорейшего разрешения в конце XX в. В частности, необходимо изучить, как сообщества организмов управляют процессами в неживой природе в пределах крупнейших биосферных подразделений — суши и океана. Без этого невозможно понять, как обеспечивается саморегулирование биосферы.

Подразделение лика Земли на континенты и океаны можно считать едва ли не важнейшей чертой организованности биосферы. Приглядемся к ней внимательнее. То, что кажется застывшим на космических снимках и картах, в действительности, как мы теперь знаем, находится в постоянном движении. Двигаются материки, наступают и отступают моря и, наконец, медленно разрастаются материковые сегменты литосферы, замещая океанические впадины. Правда, этот процесс, идущий на протяжении всей геологической истории, имеет возвратно-ступенчатый характер.

Называя гранитный слой материковых поднятий областью былых биосфер, Вернадский исходил из того, что исходный материал слагающих его пород возник при участии живого вещества. Более поздние исследования, например работы Св. А. Сидоренко и А. В. Сидоренко*, подтвердили, что вещество гранитного слоя материков, как и его осадочного чехла, — преимущественно продукты прошлой биогеохимической переработки. Значит, материковые поднятия с их легким «строительным материалом» осадочного и гранитного слоев — производные геодинамики при обязательном участии живых организмов.

Развивающаяся система суша—океан обладает различными по скорости воздействия связями. Для живого вещества океана, за небольшими исключениями, характерен ярко выраженный периконтинентальный рисунок распространения. Это свидетельство его огромной зависимости от поступления питательных веществ с суши. Мировой океан называют гигантским котлом, в котором «сжигаются» «отходы», поступающие из наземных экосистем. В какой-то мере так оно и есть. По воздуху, с водами прибрежных течений и волнений, с речным, айсберговым и пря-

* Сидоренко Св. А., Сидоренко А. В. Органическое вещество в осадно-метаморфических породах докембрия. М.: Наука, 1975. 140 с.

мым подземным стоком в океан с суши, не иссякая ни на минуту, двигаются вещества в газообразной, жидкой и твердообломочной формах. В этом вечном движении участвуют те самые продукты биогеохимической переработки литосферного субстрата суши, которые в переходной зоне, интегрируясь с исходно мантийным материалом, в конечном итоге формируют гранитный и осадочный слои материков.

Поток содержит громадное количество питательных (биогенных) веществ, за счет которых в океане существуют многоярусные по характеру поедания одних другими трофические пирамиды живых сообществ. Минеральные соединения, в первую очередь азотные и фосфорные, поглощаются фотосинтетиками; органический детрит, пленки на минеральных частицах и растворенное органическое вещество служат пищей для животных-фильтратов и бактерий.

Благодаря биофильтрации и поеданию органического вещества, выносимого в качестве «отходов» из экосистем суши, существенно увеличивается продуктивность океана. Однако очистительная работа зоопланктона и зообентоса сама по себе очень важна для функционирования биосферы. Больше всего «трудится» зоопланктон, фильтрующий слой воды до глубин в 500 м. В огромных масштабах это делают и донные организмы. Согласно А. В. Лапо *, все мидии Черного моря профильтровывают объем акватории за 1 год и 5 мес. Ну, а зоопланктон Мирового океана очищает, по А. П. Лисицыну **, 18 млн. км³ воды в год. Эту оценку, однако, следует считать минимальной.

Благодаря биофильтрации в краевых морях и близ устьев рек осаждается свыше 90 % терригенного материала, поступающего в Мировой океан. Она является главной силой, локализирующей многокилометровые скопления осадков у континентальных окраин. Происходит как бы концентрация гравитационной энергии потоков вещества на стыке их с океанами. Упомянутые скопления помимо продуктов сноса с суши содержат морские, обычно биогенные карбонатные и кремнистые породы, а также продукты вулканизма и глубинной магматической деятельности.

Осадочный материал, образующийся при участии живого вещества, оказывается носителем аккумулятивной солнечной энергии, проникающей с ним в глубины литосферы. Особенно

* Лапо А. В. Указ. соч.

** Лисицын А. П. Процессы океанской седиментации. М.: Наука, 1978. 392 с.

велики «энергетические ресурсы» глинистых пород — сугубо биосферных и самых распространенных в осадочной оболочке Земли образований. Аккумулируется энергия в рассеянном органическом веществе, в кристаллохимических связях некоторых глинистых минералов и в виде поверхностной энергии частиц. К тому же глины содержат в повышенных количествах кремнезем и щелочи, наличие которых является необходимым условием гранитизации. Не вдаваясь подробно в рассмотрение грандиозного процесса материковогенеза, отметим, что живое вещество в нем действительно исполняет важнейшие функции, участвуя не только в образовании основной массы осадочного материала, но и обеспечивая поток энергии с поверхности Земли в ее недра*.

Трансформация океанической коры в материковую представляет собой энтропийный процесс. В ходе ее высвобождаются огромные количества гравитационной, химической и, по-видимому, ротационной энергии. Важно, что материковогенез выступает в роли преобразователя энергии биосферы, накапливаемой в различных ее подразделениях с помощью живого вещества. Указывая на эту способность планетарной биоты, Вернадский** писал: «В своей совокупности животные и растения, вся живая природа представляют природное явление, противоречащее в своем эффекте в биосфере принципу Карно в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех ее проявлений происходит увеличение действенной энергии».

Но что «получает» живое вещество взамен за свою гигантскую работу в процессе материковогенеза? Являются ли материки простым скоплением «твердых отходов» биосферы, или их наличие некоторым образом оптимизирует среду обитания? Факты говорят в пользу второго предположения.

В пределах более стабильных материковых сегментов сконцентрирована почти вся планетарная биомасса (около 99%). Да и остальная часть биомассы приурочена главным образом к подводным окраинам. Биомасса, приходящаяся на единицу площади суши, превышает таковую в океане на четыре порядка. *Материки — главный плацдарм жизни и арена ее эволю-*

* Колчинский Э. И. Развитие эволюционного подхода к явлениям живой природы // Научное и социальное значение деятельности В. И. Вернадского. Л.: Наука, 1989. С. 63—86.

** Вернадский В. И. Очерки геохимии. М. и др.: Гос. науч.-техн. горн. геол.-нефт. изд-во, 1934. С. 212.

ции. На них находятся самые сложные биологические сообщества, такие как влажнотропические леса, насчитывающие в своем составе, по разным данным, от 0.5 до 3 млн. видов. Таким образом, перерождение океанических впадин в материковые поднятия служит мощным базисом для эволюции организмов и их сообществ. Причина этого видится в принципиально лучшей обеспеченности питательными веществами и солнечной радиацией наземных сообществ по сравнению с водными. Но ведь именно в возрастании потока энергии в экосистемы многие биологи видят необходимое условие прогрессивной эволюции организмов и их сообществ (см., например: Лавренко, 1986; Левченко, Старобогатов, 1986)*.

Обосновывая эту идею, А. С. Константинов** пишет, что вследствие развития живой материи в направлении повышения ее организованности на каждом уровне существования (клеточном, организменном, популяционном, биоценотическом) формируются все более сложные сообщества организмов, обладающие наименьшей энтропией и наибольшей информацией. Эта прогрессирующая упорядоченность организации делает биоценозы более устойчивыми, но одновременно повышает их потребность в притоке «отрицательной энтропии», нейтрализующей результаты энтропийных процессов. Поэтому чем сложнее биоценозы, тем большее количество энергии они должны рассеивать для обеспечения своего существования. Это «плата» за более высокий уровень организованности и устойчивости систем. Вернадский рассматривал стремление живого вещества к повышению энергетического потенциала как его неотъемлемое свойство, что и отразил в форме двух биогеохимических принципов.

Не приходится сомневаться, что разрастание материков ведет к увеличению потока энергии в наземные экосистемы. Более того, чем обширнее становилась суша, тем разнообразнее делались биогеоценозы; рос генетический фонд планеты. Одновременно усложнялось строение неорганической природы, на развитие которой влияло усиливавшееся во времени биологическое движение материи. Эта особенность эволюции природы

* Лавренко Е. М. Биосфера в понимании В. И. Вернадского и растительный покров Земли // В. И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986. С. 147—154; Левченко В. Ф., Старобогатов Я. И. Два аспекта эволюции жизни: физический и биологический // Физика: Проблемы, история, люди. Л.: Наука, 1986. С. 102—141.

** Константинов А. С. Общая гидробиология. М.: Высш. шк., 1967. 280 с.

отмечена Вернадским*: «...в ходе геологического времени *растет мощность выявления живого вещества в биосфере*, увеличивается его в ней значение и его воздействие на косное и живое вещество». И далее: «Эволюция биосферы связана с *усилением эволюционного процесса живого вещества*»**.

Подведем некоторые итоги и назовем главные особенности взаимодействия живого и косного вещества планеты: 1) тенденции эволюции живой и неорганической природы противоположны; 2) их реализация идет согласованно, с возрастающей скоростью; 3) интенсификация биологического движения материи усиливает и, вероятно, катализирует действие внутренних сил Земли.

Во всем этом нельзя не увидеть грандиозное спонтанное развитие мегабиосферы, коэволюцию косной материи и живого вещества, подчиняющуюся единым законам. Вернадский, как никто, много сделал для их понимания. Рассмотренный выше основной закон геологического развития — один из важнейших результатов в этом поиске. Формулируя этот закон, ученый писал: «Космические излучения вечны и непрерывны, льют на лик Земли мощный поток сил, придающий совершенно особый, новый характер частям планеты, граничащим с космическим пространством.

Благодаря космическим излучениям биосфера получает во всем своем строении новые, необычные и неизвестные для земного вещества свойства, и отражающий ее в космической среде лик Земли выявляет в этой среде новую, измененную космическими силами картину земной поверхности...

Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайностей»***.

Идея Вернадского о том, что организованность биосферы — это всего лишь локальное отображение такого же свойства Вселенной, получает оригинальные толкования. А. С. Пресман**** считает, что биосфера в своем возникновении и развитии моделировала пространственно-временной «портрет» космической

* Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Кн. 2: Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. С. 18.

** Там же. С 20.

*** Вернадский В. И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. С. 227.

**** Пресман А. С. Идеи В. И. Вернадского в современной биологии. М.: Знание, 1976. 64 с.

организованности. На это указывают изоморфизм симметрии живых и космических объектов, согласованность биологических и космических ритмов и данные о гелио- и космобиологических связях посредством электромагнитных полей.

К этому следует добавить, что в спонтанности развития мегабиосферы, обусловленной возрастанием поглощения солнечной энергии живым веществом, можно видеть конкретное проявление тех единых законов, которым подчиняется эволюция материи в системе Земля—Солнце—Вселенная. <...>

XXI век, приближение которого все больше ощущается, будет веком сюрпризов ноосферогенеза. Как важен сейчас вывод Вернадского о стихийности геологического процесса в ходе ноосферогенеза и об утрате природной средой ее квазистационарности в масштабах времени, охватывающего одно-два поколения людей. Вот как им об этом сказано: «...начавшееся создание ноосферы человеческой мыслью и трудом меняет всю обстановку его (человечества) истории, не позволяет просто сравнивать прошлое с настоящим, как это было допустимо раньше» *.

Это высказывание Вернадского следует помнить тем, кто сегодня пытается увидеть завтрашний день биосферы. Можно с уверенностью говорить о неполноценности долгосрочных экологических прогнозов, в которых состояние природной среды рассматривается как квазистационарное, подверженное изменениям лишь в результате местных и региональных антропогенных воздействий. Все разработки такого рода требуют введения поправки, учитывающей изменения глобального фона. <...>

Выделяя научную мысль как главный фактор происходящего формирования ноосферы, Вернадский подчеркивал, что она приведет человечество к осознанию необходимости выступать в биосфере в виде организованного целого. Во время самой кровопролитной в истории человечества второй мировой войны ученый указывал на антиноосферный характер любых военных событий. «В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление», — писал Вернадский в 1944 г. в работе «Несколько слов о ноосфере» **. <...>

* Вернадский В. И. Размышления натуралиста // Природа. 1973. № 6. С. 33.

** Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. С. 218.

Свое экологическое восприятие мира, уникальное по простоте, образности, убедительности, целостности и дальновидности, Вернадский оставил как бесценный дар науки человечеству. И сегодня необходимо сделать так, чтобы люди в полной мере смогли воспользоваться им и, сохранив мир, успешно бы справились с экологическими трудностями.

