

УДК 552.143

© В.Х. Геворкьян, 2010

*Институт геологических наук НАНУ, Киев*

## **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕНИЯ В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ**

*На основе новых данных, полученных главным образом в результате морских геологических исследований, доказывається концептуальная обоснованность идей В.И. Вернадского о значении биосферы в геологических процессах. В статье рассмотрены некоторые спорные положения учения В.И. Вернадского о биосфере. В частности, о постоянстве массы живого вещества, связи климатических условий с историей геологического развития Земли, биогеохимической роли бактериальной микрофлоры в осадкообразовании и рудогенезе.*

Морскими геологическими исследованиями был открыт целый ряд явлений, связанных с глубинными процессами, происходящими на дне морей и океанов. Интерпретация этих данных позволяет с новых позиций рассмотреть учение В.И. Вернадского о биосфере и его роли в современной теоретической литологии.

В.И. Вернадский считал, что изучение биосферы – главное дело его жизни, основной вклад в науку. К понятию биосфера и ее роли в геологической истории Земли В.И. Вернадский подходил фундаментально и весьма последовательно, оперируя огромным количеством фактического материала различных областей естествознания. Основным критерием в оценке значимости используемого материала являлась его “эмпирическая основа”. Как отмечал сам В.И. Вернадский, он не “принимал теоретические построения и гипотезы, лишенные этой основы”. “Стоя на эмпирической почве, я буду и здесь оставаться на ней и не буду входить, поскольку это возможно, в область научных гипотез и научных теорий” [4, с. 16].

Ещё в начале прошлого столетия В.И. Вернадский, будучи председателем ученого совета при Министерстве земледелия, проводит исследования по изучению роли живого вещества с геохимической точки зрения. Им публикуются очерки о живом веществе, о биосфере. В одноименной монографии, изданной в 1926 г., впервые дается четкое определение понятия биосфера. В значительно более полном виде “Биосфера” [5] была переиздана на французском языке в 1929 г. в Париже [31]. И это направление становится главным в деятельности исследователя. Итогом многолетней работы явилась монография “Химическое строение биосферы Земли и ее окружения” [4], которую В.И. Вернадский называл “главной книгой моей жизни” (опубликована только в 1965 г., через 17 лет после кончины ее автора). В ней доказывається, что явление жизни на Земле является мощным геологическим фактором, которому принадлежит решающая роль в геологической истории развития планеты и без учета которого ряд геологических явлений объяснить весьма затруднительно.

Проблема биосферы и оценка ее роли в геологической истории Земли, разрабатываемая В.И. Вернадским с конца 20-х годов прошлого столетия и суммированная в его монографии, не была воспринята советской геологической наукой. Ф.Т. Яншина и А.Л. Яншин отмечают [29, с. 246]: «На труды В.И. Вернадского по этой проблеме не была опубликована ни одна положительная рецензия». Зато отрицательных было более чем достаточно. В.И. Вернадский обвинялся в идеализме, недиалектическом подходе к проблемам науки и геологии, в частности антиматериалистических взглядах на природу и просто в ошибочной интерпретации фактических данных. Сведения о роли живого вещества в геологических процессах просто игнорировались.

Так, в трехтомной монографии Н.М. Страхова «Основы теории литогенеза» [21] и в книге «Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли» [22] ссылки на В.И. Вернадского отсутствуют, хотя многие проблемы седиментогенеза рассмотрены им достаточно подробно. В 1971 г. в работе «Развитие литогенетических идей в России и СССР» [23] Н.М. Страхов пишет, что биогеохимическая концепция (основа учения о биосфере) достигла апогея, «когда к ней присоединился В.И. Вернадский» [23, с. 314]. «Сейчас мы знаем, что эта идея – плод крайнего увлечения биогеохимией; она не реализована до сих пор, и мало надежды на ее реализацию вообще». «Присоединение к биогеохимической концепции стало носить признаки шаблона – с неизбежной при этом вульгаризацией представлений» [23, с. 315]. Судя по всему, биогеохимические седиментационные идеи противоречили представлениям Н.М. Страхова, который свел все процессы литогенеза к процессам физико-химическим – без участия биоса.

Из всего учения о биосфере Н.М. Страхов выделил только одну идею: «особенно важной и плодотворной оказалась идея В.И. Вернадского о биогенном происхождении кислорода» [23, с. 314]. Однако это не совсем точная формулировка идеи. Забегая вперед, отметим, что В.И. Вернадский писал о стабилизации биосом содержания в атмосфере и гидросфере кислорода, первичный генезис которого мог быть совершенно другим.

По представлениям В.И. Вернадского, биосфера – «одна из многих других» [4, с. 52] геологических оболочек Земли, которая отличается от иных оболочек тем, что «в ней господствуют проявления живого вещества» [4, с. 34], «это среда нашей жизни» [4, с. 63]. «Живое вещество по весу составляет ничтожную часть планеты – тонкая пленка жизни» [4, с. 325]. Но «биогенные породы (т.е. созданные живым веществом) составляют огромную часть ее (Земли) массы» [4, с. 325]. «Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей» [4, с. 52]. Живое вещество (биокосная материя по В.И.Вернадскому) в жизни планеты является колоссальной буферной системой, уравнивающей и стабилизирующей взаимодействия между внутренними и внешними геологическими сферами Земли. Этим и определяется планетная роль живого вещества [4, с. 151].

Отметим, что «живое вещество», по В.И. Вернадскому, «есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обоб-

щение всем известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов” [4, с. 324]. В основе учения о биосфере лежит биогеохимия [4, с. 328]. “Современная стадия, геологически переживаемая биосферой – это ноосфера”.

В настоящее время взгляды В.И. Вернадского на биосферу и переход ее в новое качество под влиянием деятельности человека – в ноосферу, трансформировались в понимание необходимости сохранения окружающей среды и воспринимаются современными исследователями как давно известная истина, требующая активных действий в аспекте анализа влияния человека на состояние биосферы и ее сохранение.

Последнее обстоятельство способствовало созданию ряда общественных и научных организаций и даже партий, объединенных решением одной задачи – защитой окружающей среды. По их инициативе под эгидой ЮНЕСКО в 1972 г. в Стокгольме состоялась первая Международная конференция по охране окружающей среды, на которой была принята программа “Человек и биосфера” [26]. Действие этой программы охватывает чрезвычайно широкий круг вопросов: в соответствии с ее основными положениями создаются биосферные заповедники, государственные и международные природоохранные органы. Это принципиально новое воззрение человечества на окружающую нас среду нашло отражение во многих международных конвенциях.

В частности, Украина, присоединившись к Международной конвенции по морскому праву [25], взяла на себя определенные обязательства, в соответствии с которыми “Прибрежные государства должны принимать законы и правила для предотвращения, сокращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды, вызываемого или связанного с деятельностью на морском дне, попадающем под их юрисдикцию, и искусственными островами, установками и сооружениями” [25, ст. 208, §1]. При этом, “Национальные законы, правила и меры должны быть не менее эффективными в предотвращении, сокращении и сохранении под контролем такого загрязнения, чем глобальные нормы и стандарты” [25, ст. 210, §6].

В этом же аспекте необходимо отметить решения Международной конференции по климату планеты, состоявшейся в Киото (Япония) в декабре 2000 г. В результате работы конференции был принят Киотский протокол, согласно которому страны, его подписавшие, должны сократить выбросы углекислого газа, а также других “парниковых” составляющих атмосферы с целью исключения антропогенного вмешательства в климатические вариации. Украина подписала и ратифицировала решения Киотского протокола.

Однако концептуальная постановка проблемы о роли биосферы в геологических процессах сохранилась. Ряд идей требуют более глубокого анализа, особенно в свете новых данных, полученных морскими геологами в последние годы. К таким идеям относятся воззрения В.И. Вернадского о том, что в геологический период существования Земли газовый состав атмосферы относительно стабилен, атмосферные газы преимущественно биогенного происхождения, климатические условия меняются в крайне незначительных пределах, биомасса живого вещества постоянна. Эти, на первый

взгляд парадоксальные положения, связаны В.И. Вернадским в единый комплекс действий биосферных факторов, исходя из тех данных, которыми можно было оперировать в годы написания книги. Необходимо отметить, что по представлениям В.И.Вернадского геологический период существования Земли начался одновременно с появлением жизни на Земле.

Даже А.П. Виноградов, ученик и последователь В.И. Вернадского, в редакционной статье к пятому тому избранных сочинений В.И. Вернадского отмечает, что "с некоторыми утверждениями В.И.Вернадского нельзя согласиться, например "о постоянстве массы живого вещества на Земле в течение всей геологической истории" [6, с. 3].

Однако, этот наиболее спорный вывод, который практически лежит в основе всего учения о биосфере, и, на первый взгляд, находится в противоречии с результатами палеобиологических исследований, неоднократно повторяется: "Количество жизни на земной поверхности неизменно в геологические периоды (от архея до настоящего времени)" [6, с. 46]; "количество живого вещества остается незыблемым в течение всего геологического времени", [6, с. 47]; "неизменность массы протоплазматических образований в биосфере в течение геологических периодов" [6, с. 48].

Обоснованию этого положения В.И. Вернадский уделил огромное внимание, проведя детальный анализ развития "пленки жизни": скорости размножения организмов различного уровня организации, темпов их распространения на поверхности Земли, интенсивности обменных процессов живого вещества с окружающей средой.

Ведущую роль в формировании и эволюции биосферы В.И.Вернадский придавал простейшим организмам, следы которых в виде слепков и отпечатков обнаружены в породах, возраст которых достигает 3,0 – 3,5 млрд лет. Наиболее активным компонентом живого вещества планеты являются бактерии, одноклеточные растительные организмы, размножающиеся делением. Бактерии обладают «максимальной для живого вещества кинетической, геохимической энергией» [6, с. 93]. Выражается это в максимальной скорости размножения бактериальной микрофлоры. Так, по расчетам В.И. Вернадского, заселение всей поверхности Земли микрофлорой *Vibrio cholerae* составляет 1,25 суток, суточный прирост клеток достигает значений  $(2,2-6,4) \cdot 10^{18}$  [5, с. 317]. Скорость распространения одноклеточных живых организмов на два порядка ниже и в целом для планктона составляет 168–183 суток. Отметим, что современными исследованиями эти расчеты подтверждаются.

Возможно, что в процессе создания первичной биосферы определенную роль играли субмелкие неклеточные формы жизни – вирусы и бактериофаги. Так, относительно крупный вирус табачной мозаики имеет размеры в поперечнике  $15 \cdot 10^{-8}$ , до  $300 \cdot 10^{-8}$  см по длине. Число атомов в молекуле этого вируса составляет  $5 \cdot 10^6$ . Вирус ящура сферической формы имеет диаметр до  $20 \cdot 10^{-8}$  см и содержит  $70 \cdot 10^3$  количество атомов.

Еще более мелкие размеры имеют бактериофаги – патогенные вирусы, обнаружены для всех видов бактерий. Размеры их варьируют от  $0,4 \cdot 10^{-8}$  до  $90 \cdot 10^{-8}$  см. Формы – шаровидные, призматические, нитевидные. Призматические и цилиндрические имеют отросток в виде хвостика. В оболоч-

ку цилиндрических форм упакован спиральный фрагмент белковой молекулы. При выделении из несущей матрицы и обезвоживании образуют паракристаллы, которые могут существовать весьма длительный промежуток времени и сохранять свойства живой органики, пока сохраняется их кристаллическая структура. Предполагалось, что они отличаются строгой специфичностью и не могут существовать без “хозяина”. Но исследования последних лет показали, что вирусы активно мутируют в зависимости от конкретных условий обитания.

Природа этих образований до настоящего времени остаётся загадочной. Высказывается предположение, что это вообще не живое вещество, так как образует кристаллические формы. Наиболее обоснованным является определение вирусов как неклеточной формы жизни деградированных бактерий. На наш взгляд правомочна обратная постановка вопроса: вирусы – начальный этап эволюционного развития бактерий.

Роль вирусов в формировании биосферы совершенно не изучена, но вполне вероятно, что они являются ограничительным фактором в безудержном развитии бактериальной биомассы.

Размеры бактерий  $n \cdot 10^{-4}$ – $n \cdot 10^{-6}$  см и масса единичных индивидуумов крайне незначительны, но их количество в процессе размножения растет в геометрической прогрессии, что создает в совокупности за весьма краткий промежуток времени огромную биомассу. Эквивалент, которой более высокоорганизованное живое вещество может накопить за десятки – сотни лет. В.И.Вернадский отмечает исключительную консервативность протоплазматических образований и приводит примеры форм “живой материи, которые не менялись в заметной степени, например *Lingula* с кембрийского времени, т. е. в течение 500 млн лет по крайней мере. В Бретани и Чехословакии найдены остатки радиоларий альгонкского времени, не отличимые по форме от современных“ [4, с. 285].

Распространение бактериальной микрофлоры (и в целом – всей живой органики) и производимой биомассы ограничивается главным образом наличием в достаточных количествах веществ, используемых в трофических цепях организмов, т.е. продуктов питания. Как пишет В.И.Вернадский, “Теоретически... есть предел количеству поколений в сутки, связанный с тем, что организмы обладают той или иной формой газового обмена“ [4, с. 302]. “...Бактерии всегда дышат, т. е. проявляют газовый обмен“ [4, стр. 315]. По В.И. Вернадскому газовый обмен организмов – их дыхание – главная часть механизма биосферы [4, с. 49]. “Одним из важнейших проявлений жизни, имеющих огромное значение в биосфере, является газовый обмен организмов с окружающей средой“ [6, с. 48]. Биогеохимическая энергия роста и размножения – следствие газового обмена живого вещества, биомасса которого определяется количеством биологически активных веществ, используемых в трофических цепях организмов различного уровня развития. Прежде всего – биологически активных газов, в том числе диоксида углерода, первичным и наиболее активным потребителем которого является бактериальная микрофлора и растительность.

“В мире организмов в биосфере идет жесточайшая борьба за существование – не только за пищу, но и нужный газ, и эта последняя борьба более

основная, так как она нормирует размножение” [6, с. 35]. “Кругом идет между живыми существами, неподвижными растениями жестокая борьба за существование, ...прежде всего борьба за газ, за дыхание” [4, с. 304].

Таким образом, можно сделать вполне обоснованный вывод, что масса живого вещества определяется главным образом массой газовой компоненты атмосферы и гидросферы, причем состав атмосферы и газовый режим океана находятся в тесной взаимосвязи, обуславливая их квазистационарное состояние.

Это положение нашло подтверждение в исследованиях В.Е.Закруткина проблемы формирования древнейших карбонатных пород и роли живого вещества в этом процессе [14]. Он показал, что если скорость фотосинтеза в первом приближении пропорциональна концентрации  $\text{CO}_2$ , то эта зависимость сохраняется для скорости образования чистой биопродукции [10] в мировом масштабе, а следовательно, и биомассы.

Отметим, что трофические цепи бактериальной микрофлоры не ограничиваются только газами. С.И.Виноградский еще в конце прошлого столетия [7] открыл способность нитрифицирующих и некоторых других видов бактерий окислять неорганические соединения и использовать выделяющуюся при окислении неорганических веществ энергию на усвоение углекислоты, марганца, железа для построения своего тела. Трудями многих исследователей в последующие годы такой способ усвоения и концентрации вещества и перевода его в нерастворимые или труднорастворимые соединения был выявлен у силиконовых, сульфатредуцирующих, метаноксиляющих и других бактерий, а также и грибковых организмов.

Кроме того, как показал Г.А. Заварзин [12, 13], авто- или литотрофные (по Г.А. Заварзину) бактерии, кроме способности накапливать в своей оболочке минеральное вещество, создают на своей поверхности условия, способствующие его осаждению. Не отрицая роли физико-химических процессов в накоплении рудного вещества, Г.А. Заварзин полагает, что этот процесс может происходить и без бактерий, но только скорость его протекания в этом случае будет многократно меньше. Эту особенность формирования скоплений марганца в современных условиях отметил В.Ф.Чухров [27, 28].

Во всех этих процессах используется газ. Поэтому утверждение В.И. Вернадского: “Среда, лишенная газов, не может являться областью жизни” [6, с. 35], вполне обосновано.

Формирование газовой оболочки Земли, её атмосферы, у А.П.Виноградова связывается с процессами дегазации глубинных недр Земли, прежде всего пород мантии [8]. По представлениям В.А. Рудника и Э.В. Собботовича [19], формирование атмо- и гидросферы происходило одновременно вместе с земной корой вследствие дегазации протокоры и закончилось примерно 4 млрд. лет назад. Легкие газы (в том числе  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$ ) диссипировали, тяжелые ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NOH}$ ) оставались в поле притяжения Земли. На заключительном этапе аккреции включились в “работу” магматические процессы и началось накопление газов в атмосфере, создав определенный экран процессам диссипации.

Таким образом, на начальных этапах развития Земли компонентный состав атмосферы мог меняться в значительных пределах (метановая, углекислотная, азотная атмосферы), но кислород в первичной атмосфере, по мнению многих исследователей, отсутствовал. Это вряд ли соответствует действительности, так как наличие кислорода в составе атмосферы связано не только с процессами дегазации глубинных горизонтов, в том числе и мантии, но и диссоциацией паров воды, которая сопутствует любым магматическим процессам и присутствует в составе практически всех видов изверженных пород.

Пары воды не были инертной составляющей атмосферы, а активно реагировали на ультрафиолетовое излучение Солнца, разлагаясь на кислород и водород. Наиболее интенсивно процесс фотодиссоциации начался при появлении зеркала воды на поверхности Земли. Время появления жидкой фазы воды на поверхности Земли можно определить по времени начала формирования пород аквального осадочного комплекса. Наиболее древние осадочно-вулканогенные образования, содержащие хорошо окатанную гальку и валуны, возраст которых определен в 3 760 млн лет [1], обнаружены в юго-западной Гренландии (район Амитсок). Г.И. Каляев показал, что железистые кварциты района Исуа (Гренландия) ассоциируются с амфиболитами, гранитогнейсами Амитсок вследствие “магматического замещения океанской коры в первичных островных дугах”. Отметим, что накопление железа в древних железистых кварцитах связано с деятельностью бактерий в мелководных морских бассейнах [16].

Следовательно, уже 4 млрд лет назад существовал водный бассейн. С образованием зеркала воды вследствие фотодиссоциации, согласно расчетам Э.Бютнер, содержание кислорода в атмосфере за 30 млн лет может достичь 20% [18].

Однако Э. Бютнер не указывает на два важных обстоятельства: 1) какова первичная плотность атмосферы в момент появления водного зеркала и 2) на какую площадь водной поверхности воздействовало солнечное излучение. Мы провели несколько вариантов аналогичных расчетов, предполагая, весьма условно, что, в крайнем случае, плотность первичной атмосферы, темп процессов фотодиссоциации и активность солнечного излучения примерно соответствуют современным параметрам. Именно в этом крайнем случае оказалось, что водной поверхности Черного моря вполне достаточно для 20% насыщения атмосферы кислородом всего 10 млн лет.

Содержание кислорода и углекислого газа в атмо- и гидросфере было всегда взаимосвязано, и между ними устанавливалось определенное динамическое равновесие, которое стабилизировалось после появления биосферы.

По представлениям Ю.П. Казанского, “количество растворенного в морской воде  $\text{CO}_2$  древних морских бассейнов было того же порядка, что и в современном океане” [15, с. 13]. Поэтому вполне обосновано мнение, что состав атмосферы и гидрохимический режим океанов существенно не менялся, по крайней мере за последние 500 млн лет состав атмо- и гидросферы не испытывал существенных изменений и мало отличался от нынешнего. Состав газов ”количественно неизменен в ходе геологи-

ческого времени“ [4, с. 238] от момента появления жизни на Земле до настоящего времени.

При такой оценке геохимических параметров атмосферы и гидросферы, оставшихся практически неизменными как минимум с кембрийского периода, заключение В.И. Вернадского, что со дня появления органической жизни на Земле биомасса является величиной конечной и строго определенной, не кажется столь парадоксальным. Это обусловлено тем, что количество живого вещества в любой экологической системе определяется темпом его развития, наличием жизнеобеспечивающих биологически активных компонентов и является результатом функционирования взаимосвязанных процессов фотосинтеза и дыхания. Таким образом, масса продуктов, используемых в трофических цепях живых организмов, определяет массу живого вещества планеты.

Это положение может быть выражено следующей формулой:

$$M \text{ биомассы} \times K_1 = M \text{ биогены} \times K_2, \quad (1)$$

где  $K_1$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий особенности живого вещества;  $K_2$  – коэффициент, учитывающий наличие и виды биологически активного минерального вещества.

Из этой формулы следует, что отношение биомассы к жизнеобеспечивающим биологически активным компонентам есть величина постоянная:

$$M \text{ биомассы} : M \text{ биогены} = \text{Const}. \quad (2)$$

Это соотношение определяет закономерность развития биосферы.

Необходимо отметить, что создание биомассы выводит из оборота огромное количество биологически активных компонентов среды, прежде всего газов, переводя их в нерастворимые или труднорастворимые соединения: карбонаты, фосфаты, гипсы и др. Причем темп их извлечения очень высокий. А.П. Виноградов [8] полагает, что содержание  $\text{CO}_2$  в атмо- и гидросфере определяется деятельностью биоса в последние 2,5–3,5 млрд лет. Расчеты динамики биосферных процессов показали полное время пребывания  $\text{CO}_2$  в атмосфере около 5 лет, фотосинтезирующие растения оборачивают примерно весь кислород атмосферы в 2000–3000 лет;  $\text{CO}_2$  в океане (при современном его содержании) – в 350–500 лет, а вся вода океана проходит через фотосинтезирующие растения в течение нескольких миллионов лет. Биосфера стала одной из динамичных оболочек земного шара.

Новые расчеты о времени пребывания углерода и его массообмене между разными углеродными резервуарами, основанные на радиоуглеродных исследованиях, выполнены Р.Е. Damon, J.C. Lerman, A. Long [31]. Отметим, что в качестве самостоятельного углеродного резервуара авторы работы выделяют биосферу (таблица).

Порядок приведенных величин не означает строго стабильного содержания  $\text{CO}_2$  во времени. Отмечаются его количественные вариации за относительно короткий промежуток времени, которые не всегда поддаются четкому объяснению.

Учитывая кратковременность пребывания одного из важнейших элементов биосферы – диоксида углерода – в углеродсодержащих резервуарах (за исключением донных отложений), ещё в конце прошлого века высказы-



Резервуар	Количество С в резервуаре, п · 10 <sup>15</sup> г	Поток С, п · 10 <sup>15</sup> г/год	Время пребывания
Атмосфера	670	156	4 года
Биосфера суши	550	56	10 лет
Гумус	1050	56	19 лет
Гидросфера суши	449	0,37	1213 лет
Поверхностный слой океана	900	124	7 лет
Глубинный океан	36 670	32	1180 лет
Биосфера океана	6	40	2 месяца
Мертвое органическое вещество в океане	3000	40	75 лет
Донные осадки	90 000 000	0,6	150 млн. лет

васлась точка зрения, что в настоящее время наблюдается определенный дефицит CO<sub>2</sub> в атмосфере, что сказывается на развитии растительной органики. "Сегодня все зелёные растения вынуждены работать на голодном углекислотном пайке, так как нынешнее содержание CO<sub>2</sub> менее благоприятно для фотосинтеза" [8].

В этом аспекте была сделана попытка рассчитать динамику потоков диоксида углерода в атмо- и гидросфере, учитывая тот факт, что главным потребителем CO<sub>2</sub> является биосфера. Необходимо отметить, что сведения о биомассе планеты, её количественных характеристиках крайне противоречивы. Расхождения в оценке биопродуктивности достигают одного порядка, но даже эти данные занижены. Фотосинтетические реакции изымают из атмосферного резервуара 590·10<sup>9</sup>т CO<sub>2</sub>, который расходуется на создание годовой массы живого вещества в 360·10<sup>9</sup>т, из них 200·10<sup>9</sup>т продуцируется в океане, 160·10<sup>9</sup>т – на суше. Из приведенного вполне понятен вывод А.П.Виноградова [6] о пятилетнем сроке пребывания CO<sub>2</sub> в атмосфере: 233010<sup>9</sup>: 590·10<sup>9</sup> = 4 года. При этом не учитываются обнаруженные Т.И. Горшковой колоссальные скопления биоса в форме гипонейстона, выявленные нами в последние десятилетия на больших глубинах открытого океана вне зоны фотосинтеза с суммарными запасами биопродукции в пределах отдельных подводных гор и поднятий Атлантического океана до 10–12·10<sup>9</sup> т.

Кроме того, в прежних балансовых расчетах биомассы планеты не учитывались такие формы, как нанопланктон, бактериальная микрофлора, фауна и флора глубоководных зон Мирового океана. Так, потоки эндогенного метана, поступающие в водную толщу, используются как объект питания метанооксиляющими бактериями. Последние накапливаются на поверхности ложа океана в непосредственной близости от газовыделяющих структур – газовых курильщиков и формируют на огромных площадях бактериальные маты толщиной до 30 см и более. Эти маты являются первичным продуктом биохемосинтеза органического вещества; обнаруженные в их составе различные аминокислоты, сахара, белки и различные углеводы используются в трофических цепях гетеротрофных организмов, включая плазмодидные. Массу их определить пока не представляется возможным. Об интенсивности процесса связывания диоксида углерода в карбонатные отложения могут служить исследования F. Bernard и J. Lecal-Schlauder, ко-

торые установили "скорость формирования осадков отмершими скелетами кокколитофорид в 570 мм за 1000 лет".

С целью определения темпов накопления карбонатного материала, радиоуглеродным методом в лаборатории академика Э.В.Собботовича определялся возраст глубоководных донных отложений. Материал был отобран из двух колонок грунтов, поднятых нами в северной части Атлантического океана с глубины 4500 м (ст. 1656 и 1658). Для повышения точности аналитических исследований из колонки грунтов вырезались сантиметровые прослойки в интервалах 4–5, 14–15, 29–30 и 44–45 см станции 1656 и 9–10 и 29–30 см станции 1658. Донные отложения представлены фораминиферовыми слабоглинистыми алевроитовыми илами с содержанием карбонатов до 96%. Анализ показал следующее: время образования прослоя осадка 44–45 см составляет  $2750 \pm 50$  лет. Причём, в первые 500 лет темп осадконакопления был несколько ниже, но в дальнейшем не менялся, составляя примерно 0,17 мм в год.

Тем не менее, даже без учёта деятельности указанных выше углеродфиксирующих организмов, ежегодный дефицит атмосферного углерода составляет:  $223217 \cdot 10^9$  т. А по самым ориентировочным подсчётам из углеродного резерва океана извлекается в год примерно на  $100 \cdot 10^9$  т  $\text{CO}_2$  больше, чем возвращается в водную толщу.

Вполне очевидно, что необратимый расход углекислого газа (а также и кислорода) прежде всего на процессы выветривания осуществлялся за весь геологический период развития Земли. Так, Ф.Г.Смит полагает, что "в процессе выветривания свободный кислород атмосферы расходуется на образование окисных соединений. В свою очередь окисные соединения, реагируя с  $\text{CO}_2$ , образуют карбонаты". По мнению А.П.Виноградова, решающая роль в этом процессе принадлежит биосу, что привело к необратимому связыванию и накоплению многих первичных газов (и растворов) в виде труднорастворимых соединений: кальцита, доломита, ангидрита, гипса, апатитов и др. и стабилизировало соотношение растворённых веществ и газов в атмосфере и океане.

Постоянное необратимое извлечение  $\text{CO}_2$  и некоторых других газов осуществлялось на протяжении всей геологической истории Земли, и масштабы этих процессов таковы, что вода,  $\text{CO}_2$ , кислород воздуха, некоторые газы должны были бы исчерпаться в ходе литогенеза. Вполне понятно, что существование такой геологически неустойчивой системы длительное время невозможно. Очевидно, должны существовать процессы, компенсирующие возникающий дисбаланс газов в атмосфере, гидросфере и дефицит углекислого газа в частности.

До последнего времени считалось общепризнанным, что основным источником  $\text{CO}_2$  на поверхности Земли является вулканизм. Так, в пятидесятые годы установлено, что количество подводных вулканических очагов значительно превышает количество их наземных аналогов, которых по данным В.И. Влодавца насчитывается 850. Морские геологические исследования показали, что практически все подводные горы и гайоты являются подводными вулканами разной степени активности, количество которых в Тихом океане превышает 10000 (по данным Г.У.Менарда), в том числе более

1000 действующих вулканов, изливающих на поверхность  $11 \cdot 10^9$  т в год вулканического материала. В Северной Атлантике – более 1500 подводных гор вулканического типа, общая оценка деятельности которых даже приблизительно не известна. Учитывая данные по вулканической активности за последние 20 лет в Исландском, Азорском и Ян-Майенском регионах, можно полагать, что только в северной Атлантике ежегодно изливается около  $5 \text{ км}^3$  базальта. P.G. Wyllie и J. Elder показали, что в год из верхней мантии к поверхности поступает до  $12 \text{ км}^3$  магматического материала (без учёта газово-жидкостной составляющей).

Учитывая отсутствие чётких данных относительно соотношения жидкостно-газовой компоненты и твёрдых продуктов вулканических извержений, можно принять оценки интенсивности современного поступления вулканической  $\text{CO}_2$ , равные по В.Е. Закруткину  $0,3 \cdot 10^8$  т в год, что явно недостаточно для восполнения потерь  $\text{CO}_2$ .

Н.М. Страхов полагает, что восстановление потерь  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , воды происходит за счёт контрпроцессов, их порождающих: 1) вулканизм; 2) контактовый метаморфизм: “осадочные породы, насыщенные водой, под действием температуры теряют воду, карбонаты превращаются в силикаты, выделяя  $\text{CO}_2$ , – “газовое дыхание” Земли. Этот процесс является основным, поддерживая массу гидросферы и  $\text{CO}_2$ , возвращая воду и  $\text{CO}_2$ , расходуемые при выветривании; 3) жизнедеятельность организмов в основном поддерживает массы  $\text{O}_2$ . Ювенильные воды и газы играют подчинённое значение... За последние  $2 - 2,5 \cdot 10^9$  лет именно глубинный метаморфизм стал главным поставщиком запасов  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  на поверхности планеты, вулканические процессы стали лишь второстепенным фактором. Газовое дыхание Земли целиком метаморфогенное” [22, с. 441–442]. А.В.Сидоренко также предполагал, что “углекислое дыхание” связано с метаморфическими процессами преобразования глинисто-карбонатных пород в амфиболиты. Количественная оценка масштабов таких выделений углекислоты даёт величину порядка  $1,6 \cdot 10^{17}$  т за всю геологическую историю планеты.

Однако, метаморфогенная концепция не обоснована энергетически. Переход карбонатов в силикаты с образованием волластонита возможен в присутствии свободного  $\text{SiO}_2$  при огромных энергетических затратах – 19,9 ккал/моль при комнатной температуре. На основании термодинамических расчётов Дж. Ферхуген показал, что региональный глубинный метаморфизм протекает только при эндотермических реакциях и требует огромных энергетических затрат, составляющих 523 Дж или 125 калорий на 1 грамм вещества, что на порядок выше существующих потоков глубинного тепла. А это ставит под сомнение возможность глубинного метаморфизма карбонатных толщ платформенных областей, в пределах которых преобладают отложения такого типа. Кроме того, кислород, углекислота и вода являются активными реакционноспособными компонентами, и весьма сомнительно, чтобы они в “чистом” виде поступали из глубин Земли в атмосферу и гидросферу.

Учитывая темпы потребления  $\text{CO}_2$ , вполне очевидно, что необходим анализ воздействия всех факторов, влияющих на геохимический баланс гидросферы и атмосферы. К ним могут быть отнесены потоки глубинного

вещества, связанного с различного генезиса флюидами [11], ведущее значение среди которых имеют процессы глубинной дегазации.

Пополнение углеродного резерва атмо- и гидросферы должно происходить непрерывно. В.И. Вернадский в этом вопросе придавал решающее значение деятельности биосферы, обращая внимание на то, что между атмо- и биосферой существует тесная связь, выражающаяся в том, что четыре основных компонента биосферы из пяти – водород, кислород, углерод, азот и кальций – представлены среди пяти главных элементов атмосферы: азот, кислород, водород, углерод, аргон. "Угольная кислота – основной биогенный продукт на нашей планете. Метан и аммиак на нашей Земле всегда биогенные" [4, с. 29]. "В результате – жизнь – живое вещество создает тропосферу и непрерывно ее в динамическом равновесии поддерживает около некоего статического равновесия" [4, с. 239].

Необходимо отметить, что сведения о количественных характеристиках процессов дегазации крайне противоречивы. Так, В.И. Виноградов [9] полагает: "Дегазация Земли и формирование ее газовой оболочки закончились на самых ранних этапах существования планеты. Поэтому сегодня или совсем не обнаруживаются признаки продолжающейся дегазации мантии или обнаруживаются в некоторых случаях признаки ее ничтожной дегазации. В основном в составе современных термопроявлений участвует вещество, которое находится в циклическом круговороте в пределах поверхностных оболочек земной коры». По мнению автора, круговорот углерода происходит по схеме: "органическое вещество – карбонаты через  $\text{CO}_2$  атмосферы и фотосинтез". После открытия глубоководных газовых и газогидротермальных источников эта точка зрения вряд ли оправдана.

Открытие многочисленных газовыделений на различных глубинах ложа океана, в том числе и в Чёрном море, состав газов, интенсивность потоков вещества свидетельствуют в пользу того, что процессы глубинной дегазации идут и в настоящую геологическую эпоху в особой форме в виде эффекта "холодного дыхания Земли"[11]. Такие газовыделения широко развиты и зафиксированы во многих районах океанических и морских бассейнов, где проводящими каналами глубинных флюидов являются подводные горы и поднятия, блоковые хребты, обрамляющие их разломные долгоживущие преимущественно глубинные зоны разломов. "Холодное дыхание" приурочивается к наиболее благоприятным по геологическим условиям "глубинным каналам", в том числе и расположенным на континентах в стабильных в тектоническом отношении областях древних и молодых платформ. Оно происходит практически повсеместно по всей поверхности планеты, включая ложе океанов и морей. Процесс пульсирующий, имел место во время всей геологической истории Земли, и в отдельные эпохи в атмосферу планеты могло поступать около  $0,14 \cdot 10^{17}$  т  $\text{CO}_2$  [16]. Например, по некоторым данным в позднем мелу количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере превышало современные значения в 2–6 раз.

Количественная оценка современного потока газов, в частности  $\text{CO}_2$ , в верхние оболочки Земли за счёт "холодного дыхания планеты" показала значительное превышение его над дефицитом. О масштабности и разнообразии процессов дегазации говорит комплекс газовой компоненты, кото-

рая включает  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$ , благородные газы,  $\text{CH}_4$  и др. Наряду с газами с продуктами дегазации поступает и жидкая фаза, несущая многие растворённые элементы.

В настоящее время в Чёрном море выявлено более 300 полей газовыделений главным образом в пределах шельфа до глубин 200 – 300 м, за исключением экономической зоны Турции. Инструментальная оценка потоков метана проведена только в пределах обширных полей газовыделений Зеленка и Золотые пески в западной части Чёрного моря, насчитывающих сотни газовыделяющих структур. Годовой дебит источников по замерам болгарских учёных в 6-ти точках на Золотых песках и 10-ти Зелёнки в сумме составил 87,5 млн  $\text{м}^3$ . В составе газов преобладает метан 92–96%; присутствуют: диоксид углерода – 0,10–0,39%; кислород – 0,32–1,66%; азот – 3,93–5,16%.

Потоки газа, как правило, рассеиваются в водной толще, не доходя до поверхности. Это позволяет предполагать не менее широкое развитие указанного явления и на больших глубинах. Так, гигантский газовый факел размерами в поперечнике 16 миль был обнаружен с помощью ПЛБ “Бентос – 300” в районе южной части Евпаторийского каньона. Если взять за основу инструментальные определения потока метана только в шельфовой зоне Чёрного моря площадью около 100 000  $\text{км}^2$ , то не трудно определить его годовые поступления в  $17,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ , что при окислении должно продуцировать  $0,695 \cdot 10^9$  т диоксида углерода.

Огромные по масштабам потоки метана, как продукты таяния газогидратных залежей, выявлены практически на всей площади Мирового океана. Так, например, в Тихом океане обнаружены факелы диаметром в 25 км, проходящие от дна через толщу воды в 2,5 км и более. Отметим, что газовое дыхание проявляется не только на дне океана, но и на континентах и обычно сопровождается целым рядом аномальных явлений биологического, физического и геологического порядков.

Как полагает Н.П. Семененко, наиболее глубинным компонентом эндогенных газов является метан, который образуется уже во внешнем ядре Земли и глубинных горизонтах нижней мантии при отсутствии кислорода, мигрируя вплоть до её поверхности. В виде газовой компоненты он поступает в атмосферу во время вулканических извержений, участвует в магматических процессах и, очевидно, является начальным звеном в образовании абиогенных углеводородных соединений. Последнее доказывается прямым наличием углеводородов и газовых включений в базальтах. Как было установлено, количество углеводородов варьирует в очень широких пределах – от 0 до 250 мг на 1 кг исследуемой породы, при этом в составе абиогенной органики преобладают парафины, присутствуют аминокислоты.

Масштабность потоков метана, пути трансформации позволяют рассматривать его в качестве основного источника пополнения углекислотного резерва атмосферы и гидросферы. Диоксид углерода образуется в зоне кислородного каркаса верхней мантии. Необходимо отметить, что не только метан, но и углеводороды в целом являются одним из продуктов дифференциации земной коры.

В.И. Вернадский не исключал поступление газов в атмосферу вследствие дегазации глубинных горизонтов Земли – газового дыхания плане-

ты, но при этом подчеркивал, что живое вещество удерживает состав атмосферы в ее динамическом равновесии [6, с. 215]. “Мы имеем дело с неизменно существующими в течение геологического времени динамическими равновесиями” [4, с. 215].

Исходя из того, что количество живого вещества относительно постоянно и определяется количеством биологически активной преимущественно газовой компоненты, В.И. Вернадский пришёл к выводу, что климатические изменения связаны с геологической историей нашей планеты: “есть времена большей и меньшей интенсивности геологических процессов”, которые он назвал “критическими периодами” [4, с. 48]. Что касается влияния на климат солнечной активности, то исследователь полагал, что “климатические, прежде всего тепловые условия биосферы коренным образом никогда не менялись. Климат в своих астрономических тепловых основах оставался неподвижным” [4, с. 54]. Отметим, что по современным представлениям поток солнечной энергии на Землю за последние 3 млрд лет существенно не менялся, даже было введено понятие – Солнечная постоянная.

Однако физическое воздействие Солнца на электромагнитное и гравитационное поля Земли несомненно и связано со взаимным расположением планеты и светила. Так, в апогее радиус земной орбиты на 5 млн км больше, чем в перигее, что, безусловно, влияет на энергетический потенциал взаимодействия Земля – Солнце.

Но наибольший эффект имеет положение Земли в крайних точках галактической орбиты. В.А. Рудник и Э.В. Собботович [19] рассчитали, что в перигалактии (в области, наиболее близкой к центру нашей галактики) гравитационный потенциал на 27% выше, чем в апогалактии. Они полагают, что в настоящее время Земля уходит в область апогалактии и степень сжатия Земли уменьшается. Это обстоятельство способствует активизации и оживлению глубинных разломов и связанных с ними процессов глубинной дегазации.

В 1959 г. Г.П. Тамразян вычислил периодичность галактического года – примерно 200 млн лет. Эта периодичность совпадает в первом приближении с эпохами максимальной тектонической активности, орогенными фазами по Штилле. Определенные несовпадения в определении галактического года и эпох активизации связано с наложением влияния положения Земли относительно Солнца, взаимодействием с Луной и другими космическими факторами.

Важно отметить, что эпохи тектоно-магматической активизации сопровождаются “холодной дегазацией” глубинных горизонтов Земли, которая, на наш взгляд, является более широко распространенным процессом, чем гидротермальные проявления. При этом выделение углекислого газа в атмосферу в отдельные периоды достигает значений  $0,14 \cdot 10^{17}$  т  $\text{CO}_2$  [8]. По мнению Н.Ф. Балуховского [2], именно сочетание указанных факторов определило цикличность и ритмичность в осадконакоплении и климатические вариации.

Огромное количество газов, поступавших и поступающих в атмосферу и гидросферу в результате холодного дыхания планеты, стало объектом исследований только в самые последние годы. Однако, положение В.И.Вер-

надского о стабилизирующей роли биоса не потеряло своего значения, живое вещество удерживает состав атмосферы в ее динамическом равновесии [6, с. 215].

Это динамическое равновесие обусловлено деятельностью «пленки жизни» [21], через которую "прокачиваются" все компоненты атмосферы, морские и океанические воды, чутко реагируя на любые изменения в их составе и выводя из оборота "избыточные" компоненты.

В этом случае вступает в действие указанное выше соотношение (2), согласно которому интенсивность буферной деятельности биоса приводит к увеличению или уменьшению биомассы в зависимости от интенсивности поступления избыточных (недостающих) биологически активных компонентов глубинных флюидов, используемых в трофических цепях организмов. В этом проявляется регулирующая и стабилизирующая роль биоса в круговороте вещества в природе.

О значении регулирующей роли наземной растительности в стабилизации геохимического режима атмосферы можно судить по данным Ю.В. Тесленко. Уменьшение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере с 0,03 до 0,01% оказывает отрицательное воздействие на процессы фотосинтеза, вплоть до их полной остановки. Обратное явление, увеличение до 0,04%, повышает активность фотосинтезирующих растений вдвое. Для большинства высших растений скорость фотосинтеза возрастает при увеличении концентрации  $\text{CO}_2$  до 0,5%, что является порогом углекислотного насыщения, выше которого фотосинтетические реакции наземной растительности прекращаются. Иными словами, в первом случае растения перестанут извлекать  $\text{CO}_2$  из атмосферы, во втором – активно переводить его в биомассу вплоть до восстановления первичного равновесия.

Что касается низших растений, например, сине-зеленых водорослей, то для них не существует порога углекислотного насыщения, и высокая концентрация  $\text{CO}_2$  не выступает в роли фактора, лимитирующего процесс фотосинтеза [14]. Для морского биоса такого рода численной оценки активности в потреблении  $\text{CO}_2$  не имеется. Однако, вполне очевидно, что рост содержания диоксида углерода в морской среде будет способствовать росту биомассы теплолюбивых карбонатпродуцирующих организмов, главным образом простейших. С периодами похолодания связывается уменьшение количества потребляемого  $\text{CO}_2$  и, соответственно, понижается продуцирование карбоната кальция, выпадающего в осадок главным образом в виде скелетных остатков фораминифер. При этом вполне естественным является возрастание биомассы кремнийпотребляющих организмов.

Таким образом, реакция флоры и фауны на изменение геохимического режима океана и геохимического атмосферы происходит по пути увеличения (или уменьшения) биомассы при сохранении основных геохимических параметров внешних оболочек Земли, включая и верхние горизонты литосферы.

Обладая определенной инертностью, биосфера не может немедленно (в геологическом масштабе времени) реагировать на изменение геохимических параметров атмосферы. Вполне очевидно, что если темп поступлений  $\text{CO}_2$  превышает темп его потребления, то начинает сказываться парнико-

вый эффект, приводящий к глобальному потеплению. В результате активно проявляется неустойчивость атмосферной системы, в частности, резкие перепады давления способствуют возникновению сильных ветров, турбулентности воздушной массы и т.д.

Парниковый эффект приводит к значительному расширению площадей развития растительной жизни. По мере увеличения базы питания растет количество и размер растительноядных животных, и соответственно – количество и размер хищников.

Предполагается, что в меловое время содержание в атмосфере  $\text{CO}_2$  было на порядок выше современного. Этим можно объяснить теплолюбивые формы растительности в Антарктиде и Шпицбергене. Площадь развития биогенных осадков только в Европе и частично Азии составляет более 40 млн км<sup>2</sup>. Следует добавить, что биогенными породами позднего мела перекрыта значительная часть Китая, Северной Африки, Америки и шельфовые зоны Атлантического океана.

Некоторые модальные расчеты [31, с. 267] показывают, что удвоение содержания диоксида углерода может привести к повышению глобальной температуры на 2–3°C, но в полярных областях этот рост может быть существенно выше. В то же время имеются данные, что возрастание  $\text{CO}_2$  на 10% приводит к эффекту глобального потепления на 0,5°C.

Палеотемпературные определения показали, что в позднем мелу температура поверхностных вод в пределах Черноморско-Кавказского региона достигала +28°C. Современная средняя температура равна +12°C. Разницу в 16°C может обеспечить повышение содержания  $\text{CO}_2$  на 16–20%, или до 0,0316–0,0320%, но никак не на десятки и единицы процентов.

Отметим, что атмосферное содержание  $\text{CO}_2$  в настоящее время составляет всего 0,03%. Изменение его количества на 1%, т.е. до 0,0303%, определить весьма затруднительно, так как точность измерений содержаний газов в атмосфере лежит в пределах третьего знака и не превышает  $\pm 0,005\%$ . Иными словами, изменение параметра находится ниже точности определений на целый порядок. Из приведенного следует, что результаты многочисленных замеров, часто противоречивые, требуют весьма осторожного отношения, так как позволяют с высокой точностью получить ошибочные результаты. В этом аспекте вызывают большие сомнения утверждения, что ожидаемое увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере к 2030 г. на 50% вследствие сжигания топлива приведет к потеплению на 2,5°C.

Уменьшение поступлений диоксида углерода сопровождается глобальным понижением температуры атмосферы, одновременно меняются фаунистические и флористические комплексы. Пример: площади развития растительности, основного потребителя  $\text{CO}_2$  и основы питания травоядных ящеров, уменьшаются. Следствие этого – сокращение популяции указанного вида животных вплоть до их полного вымирания. Одновременно вымирают и плотоядные хищные ящеры. Развивается растительный покров, более приспособленный к уменьшению темпов поступлений гипогенного  $\text{CO}_2$ , наблюдается эволюционное развитие организмов, менее подверженных влиянию температурных изменений – теплокровных. Остатки теплолюбивых форм деградируют в размерах и сохраняются как эндемичные организ-



мы в достаточно изолированных наиболее приспособленных для их жизни участках Земли. Потомками древнейших звероящеров являются вараны острова Комодо, крокодилы.

Океаническая фауна более консервативна и реагирует на изменения гидрохимических параметров водных толщ главным образом изменением видовых форм простейших.

Таким образом, можно говорить о метастабильных параметрах водных толщ и атмосферы, допуская возможность их вариаций в определенных пределах, которые обусловлены активностью деятельности массы биоса. Однако эти пределы оценить в настоящее время весьма затруднительно.

Кроме диоксида углерода, в составе глубинных газов отметим метан, сероводород, газообразные соединения азота. В виде растворов поступают соединения железа, марганца, фосфора, серы и другие элементы. Первичным консументом минерального вещества является гетеротрофная бактериальная микрофлора. Бактерии обладают “максимальной для живого вещества кинетической, геохимической энергией” [6, с.с. 86, 93], которая выражается в использовании в своих трофических цепях неорганических соединений в качестве объекта питания, создании первичной биомассы, формировании скоплений рудного вещества, зон повышенной биологической продуктивности на различных глубинах океанического ложа, включая его глубоководные зоны вне пределов фотического слоя. Таким образом, биос во всем своем многообразии является мощным фактором в извлечении ряда компонентов из океанических вод и атмосферы, осуществляя концентрационную функцию живого вещества первого рода – “захват тех элементов, которые составляют тело и ткани животных и растений”.

Однако, эта концепция В.И.Вернадского была раскритикована московской школой литологов, которую возглавлял Н.М.Страхов, не признававший идей В.И.Вернадского о решающей роли биоса в жизни Земли. Климатически зональная теория литогенеза Н.М. Страхова [21] фактически отрицает роль биогеохимических процессов в осадкообразовании и осадконакоплении. Показательно, что в книге «Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли» [6] ссылки на работы В.И.Вернадского, как и ранее, отсутствуют.

Критикуя биохомогенную концепцию, возникшую на основании изучения современных морских осадков Н.И. Андрусовым, Г.А. Надсоном, Я.В. Самойловым, Н.М. Страхов пишет: “Я.В. Самойлов [20] продолжал пропагандировать мысль о возникновении осадочных концентраций элементов в осадочных породах путем прямого экстрагирования этих элементов из морской воды специфическими группами организмов... Сейчас мы знаем, что эта идея – плод крайнего увлечения биогеохимией; она не реализована до сих пор, и мало надежды на ее реализацию вообще... Присоединение к биогеохимической концепции стало носить признаки применения шаблона – и с неизбежной при этом вульгаризации представлений” [23, с. 315]. Н.М. Страхов полагал, что развитие ее достигло апогея, когда к ней присоединился в 20-х годах прошлого века В.И. Вернадский.

Отметим, что на роль биохимических процессов в осадкообразовании и концентрировании рудных компонентов биосом В.И. Вернадский указы-

вал еще в начале XX в. задолго до создания цельной концепции после открытия В.С. Виноградским [7] способности бактерий осажждать железо.

Развитие теоретических представлений В.И. Вернадского в литологии привело к открытию нового типа литогенеза – наложенного. Наложенный литогенез определяется процессами дегазации мантии, поставками в верхние слои литосферы, гидросферу и атмосферу эндогенных флюидов и их трансформации в астадиальные и аседиментационные образования, не связанные с осаждением вещества из водных растворов и климатической зональностью.

В качестве примера укажем на современные железомарганцевые и кобальт-марганцевые корки, обнаруженные нами еще в 1972 г. Корки чрезвычайно прочные, сливной текстуры, толщина их достигает 20–30 см. Развиты они главным образом в пределах подводных гор и поднятий, т.е. приурочены к зонам тектонических нарушений, которые служат проводниками глубинного вещества. Темп железомарганцевой минерализации определялся на основании возраста остатков кораллов, заключенных в железомарганцевую корку толщиной до 15 см. Кораллы находятся в основании корки в пятисантиметровом слое, не прерывают ее, т.е. являются замкнутой системой. Их возраст по углеродному методу варьирует в пределах  $840 \pm 60$  –  $1200 \pm 240$  лет. Связь этих образований с гипогенной поставкой рудного вещества была вполне зримой и контролировалась не только приуроченностью их к поверхности скальных пород или осадка в виде корок, но и скоростями такой минерализации, достигавшей значений десятки сантиметров за тысячу лет. Для сравнения приведём данные А.П. Лисицына [17], установившего скорость формирования гидротермальной рудной марганцевой корки в рифтовых зонах при температуре гидротермальных источников  $300^\circ\text{C}$ , –  $220 \text{ мм}/10^6 \text{ лет}$ .

Обратим внимание на то, что процесс накопления марганца был прерывистым, так как корки имеют слоистую структуру, выраженную чередованием прослоев собственно марганца, преимущественно железистых, с тонкими слоями современных фораминифер. Тектурно корки являются монолитными сливными образованиями, которые можно отнести к метаморфическим стадиям преобразования исходного вещества.

В заключение отметим, что учение о биосфере – это не гипотеза и не теория. Это комплекс научных дисциплин, объединённых изучением воздействия живого вещества как геологического фактора. В настоящее время есть все основания включить в это учение результаты геоэкологических исследований, биогенного осадконакопления, биогенного рудогенеза, а также ряда смежных дисциплин, таких как климатология, биология растительного и животного мира.

К сожалению, приходится констатировать, что теоретическое наследие В.И. Вернадского в сфере довлеющего практицизма в геологии изучено крайне недостаточно. Это необходимо учесть при подготовке геологического профиля специалистов нового поколения.

1. Аллорт Я. Древние супракрустальные породы с возрастом свыше 3760 млн лет и ассоциирующие с ними полосчатые железистые кварциты, район Исуа, цен-

- тральная часть западной Гренландии // Ранняя история Земли. – М.: Мир, 1980. – С. 188-201.
2. *Балуховский Н.Ф.* Геологические циклы – Киев: Наук. думка, 1966–168 с.
  3. *Бримклуб П.* Состав и химия атмосферы – М.: Мир, 1988 – 352 с.
  4. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения – М.: Наука, 1965 – 374 с.
  5. *Вернадский В.И.* Биосфера. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926 – 146 с.
  6. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения. Т. 5. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 422 с.
  7. *Виноградский В.С.* О железобактериях // Микробиология почв. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С. 56.
  8. *Виноградов А.П.* Введение в геохимию океана. – М.: Наука, 1967. – 216 с.
  9. *Виноградов В.И.* Изотопный состав элементов и проблема дегазации мантии и формирование газовой оболочки Земли // Дегазация Земли и геотектоника. – М.: Наука, 1980. – С. 23-30.
  10. *Вудвелл Дж.* Круговорот энергии в биосфере. // Биосфера. М.: Мир, 1972. – С. 41–59.
  11. *Геворк'ян В.Х.* Газовое дыхание планеты и баланс диоксида углерода в атмосфере и гидросфере. // Геол. журн. № 2. 2003. – С. 77-91.
  12. *Заварзин Г.А.* Литотрофные микроорганизмы. – М.: Наука, 1972. – 324 с.
  13. *Заварзин Г.А.* Бактерии и состав атмосферы. – М.: Наука, 1984. – 193 с.
  14. *Закруткин В.Е.* О роли живого вещества в формировании древнейших карбонатных пород. В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия. – М., Наука, 1981. – С. 137-143.
  15. *Казанский Ю.П.* Седиментология. – Новосибирск: Наука, 1976. – 272 с.
  16. *Лазуренко В.И.* Геологическая деятельность железобактерий. – Киев: Наук. думка, 1989. – 92 с.
  17. *Лисицын А.П.* Гидротермальные образования рифтовых зон океана. – М., Наука. 1990. 255 с.
  18. *Мухин Л.М.* О тепловом углекислотном маятнике. // Химия и жизнь. – 1977. № 12. – С. 62 -64.
  19. *Рудник В.А., Собботович Э.В.* Ранняя история Земли. – М.: Недра, 1984. – 350 с.
  20. *Самойлов Я.В.* Изучение известняков с палеофизиологической точки зрения / Изв. Моск. отд-ния Геол. ком. – 1923. – Т. 1. – С. 287–289.
  21. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. 1–3. – М.: Изд-во АН СССР, 1961-1962. Т. 1. – 212 с.; Т. 2. – 574 с.; Т. 3. – 545 с.
  22. *Страхов Н.М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 536 с.
  23. *Страхов Н.М.* Развитие литогенетических идей в России и СССР. – М.: Наука, 1971. – 624 с.
  24. *Тамразян Г.П.* О периодических изменениях климата и некоторых вопросах палеогеографии // Сов. геология. – № 7. – 1959. – С. 140-149
  25. Третья конференция по морскому праву. ООН./CONF/62/L. 76. 3. 28 августа 1981. –194 с.
  26. *Человек и биосфера.* – Стокгольм, 1972.
  27. *Чухров В.Ф., Горшков А.И., Рудницкая Е.С. и др.* Гипергенные окислы железа. – М.: Наука, 1975. – 206 с.
  28. *Чухров В.Ф., Горшков А.И., Рудницкая Е.С. и др.* О вернадите // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1978. – № 6. – С. 5–20.
  29. *Яншина Ф.Т., Яншин А.Л.* Эволюция взглядов В.И. Вернадского на живое вещество и биосферу // Вестн. РАН. Т. 70, № 3. – С. 243–248.

30. Vernadsky V. La Biosphere. – Paris: Alean. 1929. – 232 p.

31. Damon P.E., Lerman J.C., Long A. Temporal fluctuation of atmospheric  $^{14}\text{C}$ : causal factors and implication. – Ann. Rev. Earth. Sci. – 1978. № 6. – P. 457-494.

*На основі нових даних, одержаних головним чином в результаті морських геологічних досліджень, доводиться концептуальна обґрунтованість ідей В.І.Вернадського про значення біосфери в геологічних процесах. В статті розглянуто деякі спірні положення вчення В.І.Вернадського про біосферу. Зокрема, про постійність маси живої речовини, зв'язок кліматичних умов з історією геологічного розвитку Землі, біогеохімічну роль бактеріальної мікрофлори в осадкоутворенні та рудогенезі.*

*Applying new data obtained mainly through marine geological researches, the conceptual substantiation of Vernadsky's notions about importance of the biosphere in geological processes is given. Some discussion positions of the Vernadsky's ideas about biosphere are considered in the paper, in part: the constant amount of alive matter, relation of climatic conditions to the geological history of the Earth; biogeochemical role of bacterial microflora in sedimentation and ore genesis.*

Получено 12.04.2009 г.