

Минатома России, разрабатывает принципы и методы проектирования системы локального экомониторинга для городов и промышленных агломераций на примере г. Глазова (Удмуртия); проводит геоэкологическое обоснование генеральных планов городов и их частей на примере г. Железнодорожного (Московская область) и ряда округов Москвы. В этих работах под руководством М.С. Орлова принимают участие Д.О. Толстихин, С.М. Орлов, М.М. Чеховских, А.А. Соломко.

Четкая экологическая направленность отличает работы сотрудников лаборатории охраны геологической среды, проводившиеся под научным руководством В.М. Шестакова. С 1990 г. эти работы начались в Узбекистане, они связаны с обоснованием систем наблюдений для контроля за загрязнением подземных вод в зоне влияния Алмалыкского горно-металлургического комбината (в состав группы под руководством И.К. Невечери входили И.В. Авилина, Н.И. Зеленцова, Е.А. Скворцова, Л.Г. Померанцева, Л.Д. Бруевич). В изучении условий распространения загрязнения подземных вод нефтепродуктами на тер-

ритории Москвы принял участие аспирант кафедры В.Л. Воронин. С 1999 г. исследованиями условий формирования повышенных содержаний железа в водах подземных вод Московского региона занимались И.К. Невечера, С.А. Брусиловский, Д.А. Павлов, Е.А. Петрова.

За 50 лет своей истории кафедра подготовила 840 специалистов-гидрогеологов, 23 магистра, 96 кандидатов наук. В разные годы сотрудники кафедры защитили 10 докторских диссертаций. Помимо граждан России на кафедре обучались представители других республик бывшего СССР, Вьетнама, Германии, Египта, Индии, Китая, Ливана, Островов Зеленого мыса, Португалии, Сирии, Судана, Туниса.

Отмечая 50-летие кафедры гидрогеологии, ее сотрудники сознают свою ответственность за состояние и развитие гидрогеологического образования в Московском университете и других университетах России, за подготовку специалистов высшей квалификации через аспирантуру и докторантуру, принимают активное участие в решении наиболее актуальных проблем гидрогеологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеев Д.И., Мельникова К.П., Пряхин А.И. Октавий Константинович Ланге (1883—1975). М., 1982.
2. Рябухин А.Г., Брянцева Г.В. Геологи Московского университета. М., 2002.
3. Сергеев Е.М., Всеволожский В.А., Ершов Э.Д. Развитие кафедр инженерной геологии, гидрогеологии и гео-

криологии на геологическом факультете // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1989. № 1. С. 86—110.

4. Чернов В.Г. Геологи Московского университета. М., 1989.
5. Шестаков В.М. Принципы построения и рубрикация гидрогеологических дисциплин // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1975. № 4. С. 55—63.

Поступила в редакцию
18.06.02

УДК 551.1

В.С. Савенко

РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БИОСФЕРЕ

Недавно исполнилось 75 лет с выхода в свет небольшой по объему книги В.И. Вернадского «Биосфера» (1926), коренным образом изменившей представления о сущности жизни, которая предстала как некое планетное и космическое явление, закономерно вытекающее из общей организации процессов, протекающих на Земле и в Солнечной системе.

В настоящее время понятие о биосфере стало одним из фундаментальных понятий современного естествознания. Оно широко используется в биологии, геологии, географии, физике, химии и многих других науках, так или иначе участвующих в решении экологических проблем, которые приобрели общечеловеческое значение. Разноплановость изучения явлений жизни на Земле, связанная с участием в этом процессе многих наук и появление новой ин-

формации вызывают порой противоречивые толкования понятия «биосфера». Предлагаемые изменения содержания этого понятия не всегда достаточно обоснованы и согласованы с другими данными. К тому же, разные науки подошли к представлениям о биосфере в значительной степени самостоятельно, базирясь на собственных данных и используя свой понятийный аппарат. Следствием этого стало ничем не оправданное увеличение терминологического разнообразия.

Вместе с тем различное толкование понятия о биосфере представляет собой не только терминологическую проблему. По мере развития науки происходит эволюция представлений о существовании предмета исследования, что сопровождается изменением содержания используемых терминов. Вследствие этого

анализ существующих взглядов на биосферу, сравнение различных точек зрения и используемой аргументации позволяют получить представление о современном состоянии знаний и тенденциях их развития, иногда еще только намечающихся. Именно в этом аспекте рассматриваются история становления и эволюция содержания понятия «биосфера»¹ в настоящей статье.

Становление представлений о биосфере

Понятие о биосфере возникло из представлений об особом характере природных явлений, происходящих с участием живых организмов, и их повсеместном проявлении на поверхности Земли. Ясное понимание того, что жизнь непрерывно связана с неживой природой, преобразует ее и зависит от нее, имелось уже в конце XVIII в., когда химик А.-Л. Лавуазье и биолог Ж.-Б. Ламарк независимо дали близкое к современному описание биотического круговорота веществ и подчеркнули его определяющую роль в формировании вещественного состава и строения земной поверхности. О том, насколько эти представления были схожи с современными взглядами, можно судить по двум небольшим выдержкам.

В одной из своих последних работ с символическим названием «Круговорот элементов на поверхности земного шара» А.-Л. Лавуазье² писал: «Растения получают из окружающего их воздуха, из воды и из всей неживой природы в целом вещества, необходимые для их организма. Животные питаются либо растениями, либо другими животными, так что, в конечном счете, вещества, из которых строится их организм, берутся из воздуха или из минерального царства. Наконец, брожение, гниение и сгорание непрерывно возвращают в воздух атмосферы и в минеральное царство те исходные вещества, которые у них позаимствовали растения или животные. Какими путями осуществляет природа этот изумительный круговорот веществ между тремя своими царствами?» (цит. по [2]).

Ж.-Б. Ламарк в «Гидрогеологии», изданной в 1802 г. (через восемь лет после смерти А.-Л. Лавуазье), дал схожее описание химической стороны биотического круговорота, подчеркнув огромную геологическую роль живых организмов: «Все существа, наделенные жизнью, обладают способностью с помощью своих органов: одни — образовывать непосредственные сочетания, т.е. объединять свободные элементы и непосредственно образовывать химические соединения, другие — преобразовывать эти соединения» [63, с. 106; — пер. Н.Б. Вассоевич]. Ж.-Б. Ламарк считал, что сложные минеральные вещества всех

видов, образующие внешнюю кору земного шара, являются исключительно продуктами жизнедеятельности животных и растений. Кроме того, Ж.-Б. Ламарк обратил внимание еще на одно важное свойство живых организмов, связанное с непрерывностью биотических процессов, вследствие чего суммарный эффект производимых ими изменений окружающей среды за длительное время многократно возрастает, и поэтому, несмотря на ничтожную массу живых организмов по сравнению с косной материей, их роль в геологических процессах оказывается не менее значимой.

К концу XIX века в естественных науках появилось ясное понимание того, что влияние жизни на состояние земной поверхности не только сравнимо по интенсивности с абиотическими процессами, но и качественно отличается от них. Это как геолог чувствовал Э. Зюсс, который в 1875 г., выделяя различные по агрегатному состоянию земные оболочки — атмосферу, гидросферу и литосферу, писал: «Одно кажется чужеродным на этом большом, состоящем из сфер, небесном теле, а именно, органическая жизнь» [64, с. 159; — пер. Н.Б. Вассоевич]. В этой же работе Э. Зюсс впервые выделил биосферу как особую планетную оболочку, связанную с жизнью. Термин биосфера довольно быстро получил широкое распространение, однако его смысловое содержание не было точно определено. Под биосферой понимали как всю совокупность живущих в данный момент времени организмов, так и пространство, в котором они обитают.

До работ В.И. Вернадского о биосфере преобладала первая точка зрения, которой придерживались такие известные географы и геологи, как Э.Ю. Петри (1887), И.В. Мушкетов (1891), П.И. Кротов (1892), Н.М. Сибирцев (1899), Д.Н. Анучин (1902), И. Вальтер (1908), Дж. Меррей (1910), П.И. Броунов (1910). Немаловажную роль в формировании таких представлений, возможно, сыграли биогеографические исследования Ф. Ратцеля, особенно его книга «Земля и жизнь» [45], способствовавшие распространению взглядов о всеобщей взаимосвязи живых организмов, образующих живой покров планеты. Одновременно существовало представление о биосфере как пространстве обитания организмов. Его придерживался, например, Г. Вагнер (1900), также оказавший заметное влияние на развитие географической науки. Однако лишь после работ В.И. Вернадского, когда понятие биосфера кроме терминологического значения приобрело глубокое научное содержание, его пространственная трактовка стала преобладающей, а соотношение биосферы с совокупностью организмов,

¹ Обстоятельный аналитический обзор истории развития представлений о биосфере был сделан в конце 70-х гг. XX века Н.Б. Вассоевичем и А.Н. Ивановым [7–9], что позволяет опустить многочисленные библиографические ссылки, ограничившись упоминанием имен и акцентировав внимание на работах, имеющих принципиальное значение.

² А.-Л. Лавуазье был казнен в 1794 г. во время Великой французской революции, и эта работа долгое время находилась в архиве, оставаясь неизвестной до 1862 г., когда Л. Пастер использовал ее в докладе об успехах химических и биологических наук.

живущих на Земле, хотя и сохранилось, но утратило широкую поддержку.

Сам Э. Зюсс понимал под биосферой пространство, где осуществляется жизнедеятельность организмов, но дал очень нечеткие формулировки. «Растение, — писал Э. Зюсс, — корни которого в поисках пищи проникают в почву и которое одновременно поднимается в воздух, чтобы дышать, является хорошей иллюстрацией расположения органической жизни в области взаимодействия верхних сфер и литосферы, и на поверхности материков можно выделить самостоятельную биосферу» [64, с. 159; — *пер. Н.Б. Вассоевич*]. В более поздней работе Э. Зюсс писал о биосфере как пространственно ограниченной совокупности организмов, которая существует на твердом каркасе Земли [65].

Когда указывают на существование двух определений биосферы (совокупности всех живых организмов на Земле и земном пространстве, в котором наблюдаются проявления жизни), обычно отмечают, что они сложились исторически как две трактовки одного и того же термина, но не поясняют причин этого. Между тем, обе точки зрения имеют достаточно серьезные основания.

Э. Зюсс ввел термин «биосфера» одновременно с выделением других геосфер Земли по агрегатному состоянию вещества. Живые организмы даже по физическим свойствам не могут быть отнесены ни к одному из этих состояний. Поэтому вполне логично рассматривать их как особое физическое состояние вещества и на этом основании выделять совокупность организмов в качестве самостоятельной геосферы. Однако живые организмы нигде не образуют единого физического тела, нигде не заполняют пространство полностью. Организмы всегда отделены от окружающей среды четкой физической границей и все вместе «пропитывают» пространство, где они обитают, составляя по массе ничтожную его часть. В то же время живые организмы функционально неотделимы от среды обитания и образуют вместе с ней единую целостную систему. В изолированном от внешней среды организме жизнь прекращается. Все это является основанием для выделения биосферы как пространства Земли, в котором обитают живые организмы.

Но можно также говорить об особых свойствах совокупности всех живых организмов, обитающих на планете в данный момент времени. Организм не может существовать не только в изоляции от окружающей среды, но также вне связи с другими организмами [34]. Одни организмы синтезируют органическое вещество из минеральных компонентов, другие, наоборот, разрушают его и восстанавливают запасы минеральных веществ. В итоге оказывается, что продукция и деструкция органического вещества с высочайшей точностью сбалансированы, и именно это обеспечивает возможность длительного существования жизни на Земле. Если бы один из указанных

сопряженных процессов существенно преобладал над другим, то финалом биотического круговорота стал бы либо полный перевод доступных для организмов минеральных компонентов в органические соединения, либо полная минерализация органического вещества. В обоих случаях это означало бы прекращение жизни на Земле. Кроме того, внутривидовое взаимодействие обеспечивает размножение и воспроизводство организмов, без которого жизнь также невозможна. Поэтому определение биосферы как совокупности живых организмов тоже имеет основания.

Очевидно, что два указанных аспекта понятия о биосфере нуждались в терминологическом разграничении. Это сделал В.И. Вернадский в своем учении о биосфере, где совокупность живых организмов была названа живым веществом, а за термином биосфера закрепилось обозначение пространства, в котором существуют живые организмы.

Учение В.И. Вернадского о биосфере

В.И. Вернадский воспользовался введенным Э. Зюссом термином «биосфера», но вложил в него новое содержание, выделив область существования живых организмов в качестве подсистемы более крупной планетной системы — земной коры (этот аспект системной соподчиненности биосферы и земной коры обычно упускают из вида). В соответствии с представлениями В.И. Вернадского взаимодействие живого и косного вещества в биосфере приводит к появлению качественно новых свойств у природных тел, ими образованных, т.е. биокосных тел, которые все вместе взятые образуют пространство биосферы. Биосфера в целом также представляет собой биокосное тело [12], или, точнее, биокосную планетную систему, участвующую в общей структурно-функциональной организации процессов во внешних геосферах Земли.

В авторском предисловии к «Биосфере», в которой впервые было дано обобщенное представление о роли и формах проявления жизни на Земле, В.И. Вернадский, разъясняя цель публикуемой работы, писал: «Среди огромной геологической литературы отсутствует связный очерк биосферы, рассматриваемой как единое целое, как закономерное проявление механизма планеты, ее верхней области — земной коры» [14, с. 222] (напомню, что В.И. Вернадский и многие его современники под земной корой понимали всю систему внешних геосфер Земли, включая в нее не только литосферу, но и гидросферу с атмосферой, тогда как в настоящее время земной корой принято считать часть литосферы, которая находится выше границы Мохоровичича, а литосферу продолжают в верхнюю мантию до астеносферы).

Хотя в понимании В.И. Вернадского биосфера была не только пространством, в котором существуют живые организмы, выделялась она именно по этому признаку. Этим объясняется то большое вни-

мание, которое В.И. Вернадский уделял сбору и систематизации сведений о максимальной глубине обнаружения живых организмов в литосфере или максимальной высоте их присутствия в атмосфере [14, 15]. Выбор живых организмов в качестве отличительного признака биосферы позволяет точно провести ее границы, поскольку жизнь вне биосферы по определению отсутствует. В то же время существование организмов в активном состоянии является необходимым условием образования биокосных тел, представляющих собой закономерные структуры, которые состоят одновременно из косного и живого вещества и обладают свойствами, отсутствующими у составных компонентов в отдельности [12, 15]. Поэтому границы распространения живых организмов очерчивают и область распространения биокосных тел. Понятие В.И. Вернадского о биосфере не просто связывало в пространстве живые организмы и окружающую неорганическую природу, а выводило на первый план их неразрывное единство и взаимообусловленность биотических и абиотических процессов, последняя проявляется в эмерджентности биокосных систем. Именно эта сторона учения В.И. Вернадского, связанная с введением нового для естествознания системного понятия «биокосное тело», позволила взглянуть на жизнь как на планетное явление, связав его с особой земной оболочкой — биосферой.

Этим, однако, проявление системного подхода к изучению биосферы не ограничивалось. Не менее важным было то, что жизнь и биосферу В.И. Вернадский рассматривал с точки зрения структурно-функциональной организации внешних геосфер Земли, образующих более обширную планетную систему — земную кору. Здесь биосфера выступала в качестве одной из подсистем, а жизнь представляла как часть общей структурно-функциональной организации земной коры: «Нет ни одного крупного химического равновесия в земной коре, в котором бы не проявилось основным образом влияние жизни... Она (жизнь. — В.С.) теснейшим образом связана со строением земной коры, входит в ее механизм и в этом механизме исполняет высочайшей важности функции, без которых он не мог бы существовать» [14, с. 242]. Это высказывание, равно как и многие другие [13—15], дает ясное представление о том, что В.И. Вернадский признавал самообразующую роль живого вещества в отношении земной коры в целом и считал, что влияние жизни далеко выходит за пределы собственно биосферы. Вместе с тем из признания влияния жизни на состояние вещества и процессы, происходящие вне области существования живых организмов, В.И. Вернадский никогда не делал вывода о необходимости автоматически расширить биосферу за счет присоединения к ней абиотической среды. Поэтому некоторые ученые, приписывающие В.И. Вернадскому такие взгляды [17, 52, 54, 58], несомненно, заблуждаются (подробно этот вопрос рассмотрен в [9, 10]).

Использование системного подхода при выделении биосферы предполагает наличие критериев, позволяющих объективно провести границы между разными геосферами. В.И. Вернадский сделал акцент на динамических характеристиках миграции вещества. В строении Земли он выделял три большие части: ядро, промежуточный слой (мантию) и земную кору. Важнейшей отличительной чертой этих областей В.И. Вернадский считал пониженную интенсивность энергообмена между ними: «По-видимому, вещество этих областей отделено друг от друга и если переходит из одной области в другую, то этот переход совершается чрезвычайно медленно или временами и не является фактом ее текущей истории. Каждая область представляет, по-видимому, замкнутую, независимую от другой механическую систему» [14, с. 281]. «Большие участки коры разного удельного веса... все сосредоточены только в верхней части планеты; они размещаются на ней так, что в вертикальном разрезе легкие участки компенсируются более тяжелыми и на некоторой глубине — на изостатической поверхности — устанавливается полное равновесие... Логическим выводом отсюда является то, что ниже изостатической поверхности отсутствует возможность механических нарушений и химических различий в слоях одинаковой глубины: должно существовать полное равновесие вещества и энергии» [Там же, с. 285].

Принципиальное различие в динамических характеристиках верхних геосфер (земной коры) и нижележащих областей Земли дополняется, по В.И. Вернадскому, не менее принципиальными различиями химических свойств образующего их вещества: «Нет никаких данных, которые указывали бы, что сима (мантия. — В.С.) не находится в состоянии химической индифферентности, полного и неизменного в течение всего геологического времени устойчивого равновесия. На возможность такого ее и ядра состояния указывает, во-первых, то, что мы не знаем в изученных слоях земной коры ни одного научно установленного случая притока вещества из глубоких частей планеты, лежащих за пределами земной коры, и, во-вторых, то, что нет ни одного на ней явления, в котором бы проявлялась предполагаемая в сима свободная энергия, например, возможная ее высокая температура. Проникающая из глубин на земную поверхность свободная энергия — теплота — связана не с симой, а с атомной энергией радиоактивных элементов, по-видимому, сосредоточенных главным образом в земной коре» [14, с. 284].

Мы привели две обширные выдержки из первой обобщающей работы В.И. Вернадского о биосфере, чтобы обратить особое внимание на использование динамических характеристик земного вещества и, в частности, их радиальной изменчивости при выделении геосфер. Согласно представлениям В.И. Вернадского, изменение физико-химических свойств вещества с глубиной является причиной, вызывающей

радиальную динамическую неоднородность Земли. Динамические характеристики — очень сильный критерий при выделении систем и определении их строения, поскольку они представляют интегральное выражение структурно-функциональной организации систем.

Биосфера, выделяемая в составе земной коры по динамическим характеристикам миграции вещества, также должна отличаться от других геосфер. Поэтому становится понятным то огромное значение, которое В.И. Вернадский придавал биогенной миграции вещества при рассмотрении строения и определении границ биосферы. К сожалению, на эту сторону системного подхода в учении В.И. Вернадского о биосфере тоже обращают мало внимания. Причины этого достаточно ясны: В.И. Вернадский ошибался, считая глубинное вещество Земли химически инертным, и, по-видимому, сильно преувеличивал изолированность земной коры в отношении процессов энергообмена с мантией. Сейчас существование вещественной и энергетической связи земной коры с глубинными оболочками Земли не вызывает сомнений, равно как нет сомнений и в том, что в мантии протекают химические процессы, оказывающие влияние на состояние внешних геосфер [19, 44, 50, 62]. Однако наличие достаточно сильной связи между земной корой и мантией, равно как и между различными слоями земной коры (осадочным, гранитно-метаморфическим и гранулит-базитовым), не отрицает существования между ними динамических границ раздела, на которых радиальная составляющая энергообмена резко ослаблена. Если такие динамические границы раздела существуют, то они, в соответствии с идеей В.И. Вернадского, будут естественными границами глобальных геологических систем. То, что основная масса глубинных кристаллических пород на земной поверхности относится к гранитно-метаморфическому слою, залегающему над гранулит-базитовым слоем, петрографический состав которого с большой долей вероятности имеет существенные отличия [61], дает основания предположить существование внутрикоровой динамической границы раздела, препятствующей поступлению вещества гранулит-базитового слоя на поверхность Земли.

Все сказанное относится к общим принципам выделения геосфер и лишь частично связано с определением биосферы; для которой главным отличительным признаком В.И. Вернадский считал присутствие живых организмов в активном состоянии. В соответствии с этим основным признаком он проводил границы биосферы.

Выделение любого природного объекта ведется, как правило, не по одному, а по набору свойств, отличающих его от других объектов. Границы, проводимые по разным свойствам, часто точно не совпадают. Поэтому возникает необходимость в их согласовании, для которого важное значение имеет выделение главных свойств, отражающих наиболее суще-

ственные отличия объекта, и второстепенных свойств, играющих вспомогательную роль. Это относится и к биосфере, которую В.И. Вернадский рассматривал в различных аспектах. Связывая биосферу с жизнью (живым веществом), он различал поле устойчивости и поле существования жизни [14]. Поле устойчивости жизни соответствует пространству, свойства которого допускают, хотя бы теоретически, существование живых организмов. Это пространство может быть освоено организмами, с одной стороны, путем эволюционного приспособления, а с другой — в результате его преобразования. Отсюда следует, что поле устойчивости жизни связано с потенциальными возможностями ее распространения, отличаясь в этом отношении от поля существования жизни, которое соответствует пространству, где в данный момент времени реально осуществляется жизнедеятельность (метаболизм и размножение) организмов. Таким образом, реальная биосфера соответствует полю существования жизни и является лишь частью поля устойчивости жизни, которое, наверное, можно было бы назвать потенциальной биосферой.

В пределах поля существования жизни, т.е. в реальной биосфере, В.И. Вернадский различал две зоны: область временного проникновения организмов, где они быстро не погибают, но в то же время не могут полноценно функционировать (размножаться), и область длительного существования, в которой проявляется одно из главных свойств жизни — размножение организмов [14]. Этим принципиально разным областям биосферы В.И. Вернадский не дал специальных названий, вследствие чего некоторые авторы отмечали неопределенность верхней и нижней границ биосферы, которые в одних случаях проводились по тропопаузе и подошве коры выветривания (если к ней причислить неконсолидированные донные отложения океанов и морей), а в других случаях расширялись до озонового слоя стратосферы и низов осадочной оболочки земной коры [17, 58]. В последнем случае, очевидно, границы биосферы совпадают с границами поля устойчивости жизни, что как будто бы противоречит определению биосферы, которое дал В.И. Вернадский. Однако провести грань, отделяющую область временного существования организмов в биосфере от пространства поля устойчивости жизни вне биосферы, практически невозможно. Микроорганизмы обнаруживаются далеко за пределами реальной биосферы: в стратосфере, куда они пассивно переносятся из нижних слоев атмосферы в результате процессов тропосферно-стратосферного обмена и при крупных вулканических извержениях, а также в глубоких слоях осадочной оболочки — пластовых водах, в которые они проникают, вероятно, тоже путем пассивной миграции. Поскольку всегда имеется отличная от нуля вероятность случайного попадания какого-нибудь живого организма в поле устойчивости жизни за

пределами области ее существования, границы области временного существования организмов не могут быть резко очерчены.

Особый интерес в работах В.И. Вернадского представляют те места, где в биосферу включалось земное пространство, в котором жизнь не может существовать ни в какой известной нам форме. Это относится к метаморфическому и гранитному слоям, включенным в биосферу, например, в «Очерках геохимии» [13, с. 69, 71], что послужило одним из оснований для того, чтобы приписать В.И. Вернадскому взгляды, выводящие биосферу далеко за пределы поля устойчивости и существования жизни [17, 52, 54, 58]. Кажущееся противоречие, однако, легко устраняется при внимательном чтении пояснений к схеме соотношения биосферы с другими геосферами: «В кору выветривания — в биосферу — выходят породы, непосредственно связанные со стратисферой и с метаморфической оболочкой и непрерывно переходящие в вещество этих низших геосфер. Это менее ясно для гранитной оболочки, однако, вполне допустимо, что большие батолиты, непосредственно корнями своими переходя в сплошную гранитную геосферу, выступают в биосферу» [13, с. 69]. Очевидно, что ни метаморфический, ни гранитный слои в состав биосферы полностью не включаются, и речь идет лишь о той их части, которая в процессе геологического круговорота вещества была вынесена из глубин Земли на поверхность и уже потом заселена организмами. Касаясь того же вопроса в своей последней книге «Химическое строение биосферы и ее окружения», В.И. Вернадский выразил эту мысль не менее определенно: «Части нижних геологических оболочек, стратисферы, метаморфической, гранитной, возможно, даже местами подгранитной, которые входят в биосферу, *должны быть исключены из них* и составляют вещество биосферы» (курсив мой. — В.С.) [15, с. 75].

Подводя итоги рассмотрению взглядов В.И. Вернадского, можно выделить два главных положения, лежащих в основе его концепции биосферы. Во-первых, введение понятия биосферы как области обитания живых организмов отражает факт существования особой планетной оболочки, целиком состоящей из биокосных природных тел, в которых живое и косное вещество, объединенное посредством взаимодействия в единые целостные системы, образует качественно новое состояние земного вещества. Необходимым составным элементом биокосных тел являются живые организмы, область существования которых совпадает с областью существования биокосного вещества. Именно поэтому при определении биосферы область существования жизни используется в качестве отличительного признака. Во-вторых, биосфера является частью (подсистемой) более крупной системы — земной коры, включающей кроме биосферы атмосферу, гидросферу и часть литосферы до границы Мохоровичича, ниже которой, по представлению

В.И. Вернадского, вещество не участвует в геологическом круговороте. Таким образом, биосфера оказывается одним из элементов структурно-функциональной организации земной коры.

Дальнейшее развитие и современное состояние представлений о биосфере

После работ В.И. Вернадского в науках о Земле постепенно утвердилось представление о биосфере как о пространстве, в котором обитают живые организмы. В настоящее время этот взгляд разделяют подавляющее большинство геологов, географов и биологов. Для обозначения совокупности всего живого населения планеты обычно используются другие термины: живое вещество или глобальная биота (собственно понятие биоты относится к совокупности организмов, объединенных общей областью распространения).

Многие авторы, разделяя представление В.И. Вернадского о биосфере как области существования живых организмов, дают собственные определения, в которых стремятся отразить наиболее существенные, по их мнению, черты биосферы, отличающие ее от других геосфер Земли. Однако не все формулировки можно признать удачными. Чаще всего встречаются указания на системообразующую роль живых организмов, а также материально-энергетическую и генетическую связь вещества биосферы с процессами жизнедеятельности. В большинстве случаев в контексте общего изложения эти определения не вызывают сколько-нибудь серьезных возражений по существу, однако конкретные формулировки открывают возможность неоднозначных толкований понятия о биосфере, в том числе отличающихся от представлений В.И. Вернадского. Приведем некоторые примеры таких определений:

«Биосфера — оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов» [5, с. 69—70];

«Биосфера — это одна из наружных оболочек земного шара, в которой развилась жизнь... В своей основе биосфера является продуктом взаимодействия живой и неживой материи» [36, с. 4];

«Область на Земле, в которой существует органическое вещество (организмы. — В.С.) и где проявляется влияние этого вещества, принято называть биосферой» [32, с. 294];

«Биосфера — область планеты, в которой существует живое вещество и где проявляется его влияние» [60, с. 3];

«Результат деятельности живого вещества выражается в создании биосферы — оболочки Земли, каждый атом которой прошел в своей истории через биогенный цикл» [56, с. 176];

«Биосфера представляет собой ту часть поверхности Земли, которая связана с деятельностью живых систем. В нее входят как сами живые системы, так и продукты их жизнедеятельности» [59, с. 170];

«Биосфера — это особая термодинамически открытая оболочка Земли, вещество, энергетика и организация которой обусловлены и обуславливаются взаимодействием ее биотического и абиотического компонентов» [35, с. 72];

«Биосфера — это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами» [16, с. 8].

Общая черта всех приведенных определений биосферы — указание на проявление в ее пределах влияния жизнедеятельности организмов. Несомненно, биотические процессы активно воздействуют на среду обитания организмов, преобразуя структурно-функциональную организацию всей системы, образованной живым и косным веществом. Об этом, характеризуя биосферу, писал и сам В.И. Вернадский. Но одного утверждения о том, что в биосфере проявляется влияние живого вещества, недостаточно, поскольку это влияние выходит далеко за пределы области существования живых организмов — биосферы в понимании В.И. Вернадского. Озоновый экран и вся атмосфера в целом, осадочные и метаморфические породы, залегающие ниже области существования живых организмов, также могут быть причислены к телам, испытывавшим воздействие жизни. Кроме того, имеются достаточно серьезные основания считать, что биотические процессы существенным образом влияют на энергетiku земной коры в целом и являются одним из важнейших факторов, определяющих характер глобального геологического круговорота вещества во внешних оболочках Земли, который охватывает всю атмосферу, гидросферу и литосферу до границы Мохоровичича и, может быть, до астеносферы [11, 47, 48 и др.]. Если считать любые проявления деятельности живого вещества определяющим признаком, то в этом случае следует расширить пространство биосферы и выйти за пределы области существования живых организмов.

Одним из первых такое расширенное толкование понятия биосферы как оболочки Земли, в формировании которой организмы играли и играют существенную роль, дал в 1961 г. Н.В. Тимофеев-Ресовский [52], включивший в нее не только пространство, населенное в данный момент времени живыми организмами, но и область «былых биосфер», охватывающую почти всю атмосферу, все природные воды, кору выветривания и все в той или иной мере биогенные горные породы. С небольшими уточнениями, но без изменения смыслового содержания такое понимание биосферы воспроизводилось во всех последующих работах Н.В. Тимофеева-Ресовского [53—55]. Эти представления были положены в основу определения биосферы, которое дали В.А. Ковда и А.Н. Тюрюканов в Большой советской энциклопедии: «Биосфера Земли — это общепланетарная оболочка, состав, структура и энергетика которой в су-

щественных чертах обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов (живым веществом) в течение геологического времени» [37, с. 364].

Следует отметить, что определение биосферы как всего земного пространства, где *проявляется* влияние жизни, Н.В. Тимофеев-Ресовский ошибочно приписывал В.И. Вернадскому, который под биосферой понимал только область фактического существования организмов в биологически активном состоянии, а проявления их влияния за пределами этой области рассматривал в плане функциональной организации более крупной природной системы — земной коры, включающей биосферу в качестве составного элемента. Эта неточность впоследствии стала причиной выпавшей за рамки истории науки дискуссии между Н.Б. Вассоевичем и последователями Н.В. Тимофеева-Ресовского [7—10, 17, 58], которая показала необходимость терминологического разграничения двух глобальных уровней системной организации жизни на планете: непосредственного и опосредованного влияния организмов на состав, строение и энергетiku внешних оболочек Земли.

Чтобы отразить тот неоспоримый факт, что область обитания и активного метаболизма организмов обладает особой спецификой протекания физических и химических процессов, отличающей ее от примыкающих к ней сверху и снизу других областей планеты (верхних слоев атмосферы и глубоких слоев литосферы), которые благодаря непрерывно идущему геологическому круговороту вещества и энергии испытывают влияние жизни и ею видоизменяются, А.Н. Тюрюканов и В.Д. Александрова [57] предложили выделять особую геологическую оболочку — витасферу, входящую в качестве составного элемента в биосферу (в понимании Н.В. Тимофеева-Ресовского и его последователей). Витасфера соответствует области наибольшей биологической активности (биогенеза) и, в отличие от биосферы, простирающейся, согласно А.Н. Тюрюканову и В.Д. Александровой, от верхних слоев тропосферы до границы Мохоровичича, имеет мощность порядка нескольких десятков — нескольких сотен метров. Предложение о выделении витасферы Н.Б. Вассоевич подверг справедливой критике по двум основным пунктам: 1) необоснованное приписывание В.И. Вернадскому представлений о включении в биосферу пространства, в котором жизнь в данный момент времени отсутствует; 2) использование двух языков при образовании термина: греческого (сфера) и латинского (вита). Наряду с этим целесообразность введения специального термина для обозначения абиотического окружения биосферы, с которым она связана генетическим и материально-энергетическим обменом, образуя единую систему, никак не оспаривалась. Для этой цели Н.Б. Вассоевич предложил собственно биосферу и ее абиотическое окружение вместе называть мегабиосферой, или эврибиосферой.

Идея выделения витасферы как области наибольшей активности жизни, вообще говоря, не являлась новой. В.И. Вернадский отмечал, что в биосфере живое вещество образует ступени или пленки жизни, в которых резко увеличивается биомасса организмов и совершается основная биогеохимическая работа [14]. На суше такой пленкой жизни является почва вместе с населяющей ее фауной и флорой; в океане жизнь образует две основные пленки, из которых одна связана с границей раздела между атмосферой и гидросферой, а другая приурочена к границе раздела вода — дно, где сконцентрированы гетеротрофные бентосные организмы. Слой максимальной активности жизни под названием эпигенема в 1914 г. выделил Р.И. Аболин [38]. В дальнейшем фактически то же самое В.Н. Сукачев называл биогеоценотической оболочкой [51], Н.В. Дылис — биогеосферой [26], а Е.М. Лавренко — фитогеосферой [38]. Однако во всех указанных случаях понятие о биосфере как области существования живых организмов вообще не затрагивалось, и можно говорить лишь о терминологическом оформлении представлений о внутренней структуре биосферы. В этом плане выделение витасферы, ведущее к умножению числа терминов, которые обозначают один и тот же объект, нельзя признать удачным.

Чтобы как-то обособить в расширенной за счет включения абиотического пространства биосфере область реального существования организмов, Н.В. Тимофеев-Ресовский и А.Н. Тюрюканов [54] назвали ее современной биосферой и указали, что последняя состоит из совокупности биогеоценозов, представляющих собой элементарные структурные единицы, в которых протекают более или менее автономные вещественно-энергетические круговороты, связанные с жизнедеятельностью организмов. В совокупности все биогеоценозы Земли составляют современную биосферу, а биогеоценотические круговороты образуют большой биосферный круговорот. Идея выделения биогеоценозов в качестве элементарных ячеек биосферы, высказывавшаяся ранее В.Н. Сукачевым [51], оказалась весьма плодотворной и была использована многими авторами при рассмотрении структурно-функциональной организации внутрибиосферных процессов. Однако, проводя верхнюю границу биогеоценозов по нижним слоям тропосферы, находящимся в постоянном газообмене с почвой и ее растительно-животным населением, а нижнюю границу — по первому от земной поверхности водоносному горизонту, Н.В. Тимофеев-Ресовский и А.Н. Тюрюканов вольно или невольно исключили из современной биосферы обширную область, в которой существуют живые организмы, но где их активность не столь велика, как в биогеоценозах. Для этой области не было дано никакого названия, что привело к фактическому сужению пространства современной биосферы, а отсюда — к возможности существования живых организмов за пределами биосферы.

При всем различии рассмотренных выше взглядов, в них имеется одна общая черта, связанная с использованием при определении биосферы системного подхода. Выделялась ли биосфера как биокосное тело, в котором живые организмы и косное вещество взаимодействуют непосредственно, или в биосферу включалось пространство, где влияние жизни проявляется опосредованно через процессы циклической миграции вещества, приводящие лишь к временному прямому воздействию биоты на косное вещество. Во всех случаях в основе логических построений отмечалось стремление связать определяемый объект — биосферу — со структурно-функциональной организацией внешних геосфер Земли, включая явления жизни. Этот основной вопрос решался по-разному, и поэтому возникали различные трактовки понятия «биосфера».

Учение В.И. Вернадского о биосфере было не единственным направлением в науках о Земле, где системный подход использовался при изучении природных объектов и явлений, так или иначе связанных с органическим миром. В географии системный подход получил развитие в учении о ландшафте как типическом устройстве земной поверхности, характеризующемся определенным составом и взаимоотношением биотических и абиотических компонентов, объединенных благодаря взаимодействию в единую целостную систему, состояние которой определяется совокупным действием ландшафтообразующих факторов (рельеф, климат и т.д.) [3, 4, 31, 49]. За почти двухвековую историю использования понятия ландшафт, получившего после А. Гумбольдта всеобщее признание, смысловое содержание этого термина значительно расширилось, распространившись также на моря, океаны и другие водные объекты [41, 43]. Появилась возможность рассматривать совокупность всех наземных и водных ландшафтов как самостоятельную геосферу, одним из компонентов которой являются живые организмы.

Исторически, однако, сложилось так, что в географии раньше сформировалось представление не о ландшафтной сфере, а о географической оболочке, охватывающей значительно большее пространство, чем ландшафты Земли в традиционном их понимании.

Впервые термин физико-географическая (географическая) оболочка был использован А.А. Григорьевым [22] для обозначения пространства Земли, где происходит взаимное проникновение трех различающихся по агрегатному состоянию вещества геосфер (атмосферы, гидросферы и литосферы) и где обитают живые организмы, включая человека. А.А. Григорьев считал, что именно в географической оболочке воздействие солнечной энергии на воздух, воду и горные породы имеет своим результатом формирование определенным образом организованной единой динамической системы потоков вещества, которая составляет суть этой оболочки и определяет ее «внеш-

ний вид». Отмечая большое значение глубинных процессов, находящих свое отражение в морфологии земной поверхности — рельефс, а особенно органического мира, придающего качественное своеобразие всей географической оболочке, А.А. Григорьев в ранних работах все же отводил ведущую роль четырем «составляющим физико-географического процесса»: воде, воздуху, горным породам и солнечной энергии. В дальнейшем живое вещество (биосфера, по А.А. Григорьеву. — В.С.) стало более определенно упоминаться в качестве равноправного компонента географической оболочки. Глубинные тектоно-магматические процессы тоже приобрели равный статус с экзогенными процессами. Это, с одной стороны, нашло отражение в характеристике целостности географической оболочки как определенной совокупности сопряженных процессов энерго- и массообмена между всеми ее компонентами, а с другой — как объекта, находящегося в материально-энергетическом взаимодействии с внешними по отношению к нему средами: атмосферой (несколько выше слоя максимальной концентрации озона) — на верхней границе и подкоровыми массами — на нижней границе [23—25]. Обе указанные границы проводились А.А. Григорьевым там, где, по его мнению, наблюдается ослабление энергомассообмена между выше- и нижележащими слоями. Над верхней границей географической оболочки движения воздушных масс, связанные с взаимодействием атмосферы с поверхностью суши и океана, перестают быть сколько-нибудь значимыми, как и в верхних частях подкорового слоя с относительно высокой пластичностью ослабляют тектонические рельефообразующие процессы.

Предложение А.А. Григорьева о выделении географической оболочки нашло поддержку среди многих географов, но некоторые из них, давая собственное определение этому понятию, часто вносили в него иной смысл. Одним из первых предложение А.А. Григорьева поддержал С.В. Калесник, который в 1947 г. использовал аналогичную аргументацию и выделил практически те же границы географической оболочки — от озонового слоя в стратосфере до глубин залегания очагов обычных землетрясений в земной коре [32]. Позднее, считая, что географическая и ландшафтная оболочки являются синонимами, С.В. Калесник [33] поднял нижнюю границу до зоны гипергенеза, а верхнюю границу провел по стратоплаузе, что довольно логично следует из данного им определения этих оболочек как внешнего слоя планеты, в котором соприкасаются, проникают друг в друга и взаимодействуют литосфера, гидросфера, биосфера и атмосфера. Такое изменение границ географической оболочки по существу означает, что в последней работе С.В. Калесник ограничил действие круговоротов вещества и энергии, определяющих состояние земной поверхности, малым геологическим циклом, исключив из рассмотрения процессы метаморфизма, анатексиса, палингенеза, а также другие

процессы, составляющие глубинное звено большого геологического цикла.

А.Г. Исаченко [30] и Ю.К. Ефремов [28] также ограничивали нижний предел географической оболочки областью распространения осадочных пород (стратисферой). Однако если Ю.К. Ефремов вообще не видел необходимости выделять географическую оболочку и считал ее просто синонимом ландшафтной сферы, то А.Г. Исаченко утверждал, что зона метаморфизма не должна входить в географическую оболочку, поскольку к ней неприменимы условия взаимного проникновения трех агрегатных состояний вещества и живых организмов.

Для географов объектом изучения была и остается земная поверхность, неотъемлемой составной частью которой являются живые организмы. Отсюда понятно желание включить в определение географической оболочки наличие в ее составе органического мира, но тогда эта оболочка оказывается тождественной биосфере в понимании В.И. Вернадского. Именно так определяют географическую оболочку И.М. Забелин [29] и К.К. Марков с соавторами [39], считая ее синонимом биосферы.

И.М. Забелин справедливо отметил, что при выделении географической оболочки принцип взаимодействия фазовых геосфер вывел географов далеко за пределы жизни и, добавим от себя, за пределы области собственно географических исследований. География никогда не занималась и не занимается изучением глубинных процессов, протекающих в недрах Земли, но в силу их влияния на состояние земной поверхности вынуждена с ними считаться. Тектонические движения являются таким же важным рельефообразующим фактором, как эрозионная деятельность водных и воздушных потоков. Образование газов при метаморфизме осадочных пород и их вынос на земную поверхность представляют собой необходимый элемент гомеостаза химического состава атмосферы и биосферы в целом. Число подобных примеров, показывающих существенное значение глубинных процессов как фактора состояния земной поверхности, без труда можно умножить.

При выделении географической оболочки А.А. Григорьев руководствовался не только тем, что область непосредственного взаимодействия организмов и косного вещества в его трех различных агрегатных состояниях представляет собой целостный природный объект со специфическим составом, строением и свойствами (из географов об этом писал значительно раньше, например, П.И. Броунов, называя его просто поверхностной оболочкой [6]), но еще и тем, что этот объект является составным элементом более обширной целостной системы, для которой собственно и предназначался предполагавшийся термин. В.И. Вернадский и многие его современники (см., например, [42]) называли эту систему земной корой, ниже которой (по существовавшим тогда представлениям) резко снижается тектоническая ак-

тивность, и вещество становится инертным в химическом отношении. Ту же природную систему на основании аналогичной аргументации выделил А.А. Григорьев, но назвал ее не земной корой, а географической оболочкой. Подобные ситуации, когда одни и те же природные явления, изучаемые с разных сторон, получают различные названия, в истории науки встречаются очень часто.

В настоящее время пражское толкование понятия земная кора вытеснено другим, согласно которому к ней относится только верхняя часть литосферы до границы Мохоровичича; сама же литосфера продолжается до астеносферы, где земное вещество теряет свойства твердого тела и становится пластичным. Следствием этого стало то, что для системы, состоящей из внешних геосфер Земли, — земной коры в понимании В.И. Вернадского — нет названия. Географическая оболочка для этого не подходит по той причине, что объект географических исследований составляет лишь часть данной системы, и география не может претендовать на сколько-нибудь полное ее изучение. На необходимость нового названия системы внешних оболочек Земли указывали А.Б. Ронов, А.А. Ярошевский и А.А. Мигдисов [46]. Хотя термин «экосфера» в настоящее время обычно используется в качестве синонима биосферы, он, по-видимому, лучше других подошел бы для этой цели.

В отличие от «системного» подхода, имеется довольно много работ, в которых определение биосферы строится на принципе выделения одного основного свойства, являющегося единственным отличительным признаком биосферы. В целом такое решение вопроса не может считаться полностью несовместимым с системным подходом, но только в том случае, когда выбранный признак является системообразующим.

М.М. Ермолаев [27] предложил называть собственно биосферой часть географической оболочки, где физико-географические условия обеспечивают нормальную работу ферментов, а область, где ферменты могут существовать, но ферментативные реакции не протекают, назвал парабисферой. В состав последней М.М. Ермолаев традиционно включил высокие слои атмосферы, а также «стерильные» пустыни вроде Сахары и ледниковых щитов Арктики и Антарктики (на самом деле стерильность пустынь относительна, так как в них обитают насекомые, живущие под слоем песка и питающиеся аллохтонным детритом [18]). Придание ферментам и их состоянию статуса отличительного признака биосферы, несомненно, перекликается с высказыванием И.П. Павлова [40], считавшего ферменты «возбудителями» всех химических процессов, благодаря которым существует жизнь. Действительно, без нормального функционирования ферментов жизнь невозможна, но тогда нет смысла использовать в качестве отличительного признака биосферы условие нормального функционирования ферментов, а не существование живых организмов, ибо там, где есть

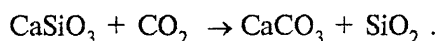
первое, есть и второе. Мы слишком мало знаем о физико-химических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности организмов, чтобы через это частное определять общее, т.е. нахождение организмов в состоянии жизни. К тому же в неживой природе тоже имеются катализаторы, гораздо менее селективные, но действующие принципиально так же, как ферменты в живых организмах.

Среди современных подходов к определению биосферы особое место занимают представления В.Г. Горшкова [20], которые были активно поддержаны некоторыми известными учеными [1, 21 и др.]. Согласно В.Г. Горшкову, «под биосферой следует понимать устойчивое *состояние* биоты, окружающей ее и взаимодействующей с ней внешней среды, в котором возмущение находится ниже порога нарушения действия принципа Ле-Шателье» [20, с. 19] (курсив мой. — В.С.). Из этого определения следует, что биосфера рассматривается не как совокупность материальных тел, связанных между собой специфическим процессом — жизнью, а как их *состояние*, при котором возможно устойчивое протекание этого процесса. Называть состояние биоты и окружающей среды биосферой недопустимо уже потому, что состояние не может быть сферой, однако эта нелепость неслучайна — она логически вытекает из основного постулата концепции В.Г. Горшкова, сводящего все разнообразие процессов взаимодействия организмов с окружающей средой к продукции и деструкции органического вещества («воздействие биоты на окружающую среду сводится к синтезу органических веществ из неорганических, разложению органических веществ на неорганические составляющие» [20, с. 11]) и абсолютизирующего роль организмов в этом взаимодействии («в понятие биосферы естественно включать только характеристики, управляемые биотой, и не включать компоненты природы, не подверженные воздействию современной биоты» [20, с. 10]). Получается, что в едином пространстве существуют два разных мира явлений, между собой никак не связанных. Один из них проявляется в форме биологического круговорота веществ, связанного исключительно с процессами продукции и деструкции органических соединений; другой охватывает всю остальную природу, абсолютно инертную по отношению к проявлениям жизни. Для биокосных тел, представляющих собой единство живого и неживого вещества, места вообще не остается.

В биосферной концепции В.Г. Горшкова состояние окружающей среды регулируется исключительно биотой, а механизм этого регулирования связан с одним единственным процессом синтеза и разложения органического вещества [20, 21]. Отсюда логически следует, что в качестве главной характеристики окружающей среды выступают концентрации биогенных веществ, в число которых входят «только те вещества (составляющие биосферы), концентрации которых контролируются биотой» [20, с. 10]. Получается, что биосфера состоит из живых орга-

низмов и биогенных веществ, объединяемых только процессом продукции—деструкции органических соединений. При этом остается неясным, входят ли в перечень биогенов лишь те элементы, которые имеют физиологическое значение, либо к ним следует относить все химические элементы, обнаруженные в составе живых организмов и органического вещества. В первом случае окружающая среда становится бесструктурным образованием, во втором — она остается в привычном ее понимании, и нет надобности в новом определении (в организмах и органическом веществе присутствуют все известные на Земле химические элементы).

Что же позволяет В.Г. Горшкову отводить биоте исключительную роль в регулировании состояния окружающей среды? В основе всей аргументации лежат оценки интенсивности поступления CO_2 из недр Земли во внешние геосферы и предположение об отсутствии абиотических процессов, приводящих к удалению CO_2 из атмосферы: «В отсутствие депонирования органического углерода в осадочных породах содержание неорганического углерода в окружающей среде, в основном, в виде CO_2 , должно было бы за последние $6 \cdot 10^8$ лет возрасти на четыре порядка по сравнению с современным значением. Это могло бы привести к катастрофическому возрастанию парникового эффекта и подъему температуры выше точки кипения воды» [20, с. 71—72]. Однако удаление CO_2 из атмосферы происходит не только за счет его перевода в органические соединения, но и в результате хорошо известной реакции замещения кремнекислоты силикатов углекислотой в процессе выветривания кристаллических пород:



Также хорошо известно, что обратная реакция образования силиката кальция и CO_2 из CaCO_3 и кремнезема идет при высокой температуре в зоне метаморфизма. Поэтому концентрация CO_2 в атмосфере регулируется не только продукционно-деструкционными процессами, но и глобальным геологическим круговоротом вещества земной коры.

Приведенный пример показывает, что существуют как биотические, так и абиотические процессы, обладающие свойствами отрицательных обратных связей и совместно обеспечивающие стационарное состояние внешних оболочек Земли в течение геологического времени. Живое и неживое вещество образуют неразрывное единство, проявляющееся во

взаимодействии этих компонентов в пределах целостной, определенным образом структурно и функционально организованной системы — биосферы. Считая определение биосферы, предложенное В.И. Вернадским, устаревшим и лишь намечающим объект исследования [20], В.Г. Горшков подает свое понимание биосферы как наполнение этого термина новым содержанием, базирующимся на накопленных к настоящему времени знаниях. На самом деле эти представления сводятся к примитивной логической конструкции, игнорирующей одно из важнейших достижений наук о Земле — существование глобального геологического круговорота вещества.

Заключение

Развитие естествознания на протяжении последних 75 лет, прошедших после публикации работы В.И. Вернадского «Биосфера», показало, что учению о биосфере досталась завидная судьба. Во многом опередив свое время, оно не оказалось забытым и, более того, стало основой всего комплекса исследований, направленных на изучение жизни как планетного и космического явления. Так или иначе, в этих исследованиях участвуют практически все отрасли современного естествознания, внося свою лепту в развитие учения о биосфере. Трудно найти какое-нибудь другое научное направление, которое имело бы столь широкую поддержку других наук. Не меньшее значение для учения о биосфере имело и то обстоятельство, что оно стало теоретической основой решения экологических проблем, возникших перед человечеством в конце XX века.

Если попытаться выделить в учении о биосфере самое главное, что оказало и оказывает наибольшее влияние на развитие наук о Земле, то, несомненно, это системный подход к изучению явлений жизни, связывающий воедино биотические и абиотические процессы. В.И. Вернадский и здесь намного опередил свое время. Только сейчас, когда идеи и методы кибернетики и общей теории систем начинают широко использоваться в науках о Земле, становится ясен глубокий смысл, который вкладывал В.И. Вернадский в понятия «биосфера», «биокосное вещество», «организация». Современные исследования во многом повторяют путь, пройденный В.И. Вернадским, но в их основе лежит новая информация, которая позволяет глубже понять основные положения его учения о биосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арский Ю.М., Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч. и др. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? М., 1997.
2. Барбье М. Введение в химическую экологию. М., 1978.
3. Берг Л.С. Предмет и задачи географии // Избр. тр. Т. 2. М., 1958. С. 112—119.
4. Берг Л.С. Ландшафтно-географические зоны СССР. Ч. 1. М.; Л., 1931.

5. Биосфера // Биологический энциклопедический словарь. М., 1986. С. 69—70.
6. Броунов П.И. Курс физической географии. СПб., 1910.
7. Вассоевич Н.Б. Различное толкование понятия биосфера // Исследования органического вещества современных и ископаемых осадков. М., 1976. С. 381—399.

8. *Вассоевич Н.Б.* Учение о биосфере (1802—1875—1926) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 1. С. 5—13.
9. *Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н.* К истории учения о биосфере // Методология и история геологических наук. М., 1977. С. 57—94.
10. *Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н.* О биосфере и мегабиосфере // Журн. общей биологии. 1983. Т. 64. № 3. С. 291—303.
11. *Верзилин Н.Н.* Роль живого вещества в энергетике горообразования // Докл. АН СССР. 1977. Т. 237. № 1. С. 168—170.
12. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. II. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы // В.И. Вернадский. Проблемы биогеохимии. М., 1980. С. 55—84.
13. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии // В.И. Вернадский. Избр. соч. Т. 1. М., 1954. С. 9—360.
14. *Вернадский В.И.* Биосфера // В.И. Вернадский. Избр. тр. по биогеохимии. М., 1967. С. 222—348.
15. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1987.
16. *Войткевич Г.В., Вронский В.А.* Основы учения о биосфере. М., 1989.
17. *Гегамян Г.В.* О биосферологии В.И. Вернадского // Журн. общей биологии. 1980. Т. 41. № 4. С. 581—594.
18. *Гиляров М.С.* Примечания редактора к статье Дж. Хатчинсона «Биосфера» // Биосфера. М., 1972. С. 11.
19. *Гончаров М.А.* Компенсационная, многоярусная и иерархическая геодинамика: сочетание фиксизма и мобилизма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72. № 6. С. 13—21.
20. *Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. М., 1995.
21. *Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С.* Природная биологическая регуляция окружающей среды // Изв. Русского геогр. об-ва. 1994. Вып. 6. С. 17—23.
22. *Григорьев А.А.* Проблемы динамической физической географии // Тр. I Всесоюз. геогр. съезда. Вып. 2. Л., 1932. С. 65—70.
23. *Григорьев А.А.* Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1946. Т. 10. № 2. С. 139—167.
24. *Григорьев А.А.* О взаимосвязи и взаимообусловленности компонентов географической среды и о роли в них обмена веществ и энергии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1956. № 4. С. 38—45.
25. *Григорьев А.А.* Теоретические основы современной физической географии // Взаимодействие наук при изучении Земли. М., 1963. С. 78—92.
26. *Дылис Н.В.* Биосфера, ее свойства и особенности // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1969. № 4. С. 497—504.
27. *Ермолаев М.М.* Введение в физическую географию. Л., 1975.
28. *Ефремов Ю.К.* Ландшафтная сфера и географическая среда // Природа и общество. М., 1968. С. 92—100.
29. *Забелин И.М.* Физическая география в современном естествознании. М., 1978.
30. *Исаченко А.Г.* О предмете физической географии // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1953. Т. 85. Вып. 1. С. 60—72.
31. *Калесник С.В.* Задачи географии и полевые географические исследования // Уч. зап. ЛГУ. Сер. геогр. наук. 1940. Вып. 2. № 50. С. 3—20.
32. *Калесник С.В.* Основы общего землеведения. М.; Л., 1947.
33. *Калесник С.В.* Общие географические закономерности Земли. М., 1970.
34. *Камишилов М.М.* Биотический круговорот. М., 1970.
35. *Камишилов М.М.* Эволюция биосферы. М., 1979.
36. *Ковда В.А.* Современное учение о биосфере // Журн. общей биологии. 1969. Т. 30. № 1. С. 3—17.
37. *Ковда В.А., Тюрюканов А.Н.* Биосфера // БСЭ. Т. 3. М., 1970. С. 364.
38. *Лавренко Е.М.* О фитогосфере // Вопр. географии. Сб. 15. М., 1949. С. 53—66.
39. *Марков К.К., Добродеев О.П., Симонов Ю.Г., Суева И.А.* Введение в физическую географию. М., 1978.
40. *Павлов И.П.* Лекции по физиологии. М.; Л., 1952.
41. *Панов Д.Г.* О подводных ландшафтах Мирового океана // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1950. № 6. С. 582—606.
42. *Польнов Б.Б.* Кора выветривания. М., 1934.
43. *Польнов Б.Б.* Учение о ландшафтах // Избр. тр. М., 1956. С. 492—511.
44. Проблемы глобальной геодинамики. М., 2000.
45. *Ратцель Ф.* Земля и жизнь. Т. 2. СПб., 1906.
46. *Ронов А.Б., Ярошевский А.А., Мигдисов А.А.* Химическое строение земной коры и геохимический баланс главных элементов. М., 1990.
47. *Сидоренко А.В., Теняков В.А.* О планетогенном аспекте познания экзогенных, биогенных и метаморфогенных процессов // Докл. АН СССР. 1978. Т. 241. № 6. С. 1409—1412.
48. *Синицын В.М.* Спаль. Л., 1972.
49. *Солнцев Н.А.* Природный географический ландшафт и некоторые его общие закономерности // Тр. II Всесоюз. геогр. съезда. Т. 1. М., 1948. С. 258—269.
50. *Сорохтин О.Г., Ушаков С.А.* Глобальная эволюция Земли. М., 1991.
51. *Сукачев В.Н.* Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М., 1964. С. 5—49.
52. *Тимофеев-Ресовский Н.В.* О некоторых принципах классификации биохронологических единиц // Тр. Ин-та биологии УрФ АН СССР. 1961. Вып. 27. С. 23—28.
53. *Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В.* Краткий очерк теории эволюции. М., 1969.
54. *Тимофеев-Ресовский Н.В., Тюрюканов А.Н.* Об элементарных биохронологических подразделениях биосферы // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1966. Т. 71. № 1. С. 123—132.
55. *Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В.* Очерк учения о популяции. М., 1973.
56. *Тугаринов А.И.* Общая геохимия. М., 1973.
57. *Тюрюканов А.Н., Александрова В.Д.* Витасфера Земли // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 74. № 4. С. 14—26.
58. *Тюрюканов А.Н., Федоров В.М.* Н.В. Тимофеев-Ресовский: биосферные раздумья. М., 1996.
59. *Уголев А.М.* Биосфера и ее трюфосфера // В.И. Вернадский и современность. М., 1986. С. 170—180.
60. *Хильми Г.* Основы физики биосферы. Л., 1966.
61. *Ярошевский А.А.* О химическом составе гранулит-базитового слоя континентальной коры и химическом строении земной коры с позиций концепции геохимического баланса // Геохимия. 1985. № 8. С. 1139—1147.
62. *Ярошевский А.А.* Модель динамики геохимического круговорота и эволюция континентальной коры Земли. Препринт. М., 1985.
63. *Lamarck J.B.* Hydrogeologie. Paris, 1802.
64. *Suess E.* Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875.
65. *Suess E.* Das Antlitz der Erde. Dritter Band. Zweite Hälfte. Wien-Leipzig, 1909.