**Открытие биосферы**

В.Ф.Попов, О.Н.Толстихин

Биосфера - живая оболочка земли. Автором термина "биосфера" является французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк, который употребил его в 1803 г. в труде по гидрогеологии Франции для обозначения совокупности организмов, обитающих на земном шаре. Затем термин был забыт. В 1875 г. его "воскресил" профессор Венского университета геолог Эдуард Зюсс (1831 - 1914) в работе о строении Альп. Он ввел в науку представление о биосфере как особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. В таком общем смысле впервые в 1914 г. использовал этот термин и В. И. Вернадский в статье об истории рубидия в земной коре. Однако, учение В. И. Вернадского о биосфере было еще впереди. Его книга "Биосфера", переведенная затем на французский и английский языки, вышла в 1926 г. Статьи по этой тематике он публиковал до конца жизни. Изучение геохимической роли живого вещества В. И. Вернадский считал своей основной научной задачей. Но его главные мысли о биосфере, глубина и значение его идей только теперь начинают осознаваться обществом. К сожалению, как зарубежные, так и отечественные исследователи раньше мало опирались на труды В. И. Вернадского, часть из которых впервые была опубликована только в конце 70-х гг. Идеям В. И. Вернадского предстоит сыграть ключевую роль в формировании мировоззрения современного человека, в понимании им своего места в природе и ответственности за будущее биосферы, в формировании новой экологической морали

Естественно, что в своих построениях В. И. Вернадский опирался на эмпирические данные своего времени, которые во многом устарели с позиций современности. Но главные его мысли об уникальной роли "живого вещества", которое неразрывно связано с окружающей материей и космическим пространством, учение о биосфере как развивающейся и самоорганизующейся системе, еще долго будут служить науке. Многие затронутые им проблемы остаются до сих пор нерешенными или спорными: возникновение жизни, ноосфера и другие. Их актуальность в наши дни свидетельствует о могуществе и гениальности теоретических обобщений В. И. Вернадского, который во многом опередил свое время.

Взглянем на нашу планету глазами В. И. Вернадского. Он подчеркивал, что не строил никаких гипотез, а пытался описать картину планетного процесса на основе эмпирических обобщений. "Основные физические и химические свойства нашей планеты меняются закономерно в зависимости от их удаления от центра. В концентрических отрезках они идентичны, что может быть установлено исследованием" (В. И. Вернадский, 1926). Возможно выделить большие концентрические области и дробные внутри них, называемые земными оболочками, или геосферами. Можно предполагать, что в глубоких областях Земли имеются достаточно устойчивые равновесные системы: ядро и мантия, а над ними - земная кора.

Вещество ядра, мантии и земной коры, вероятно, отделено друг от друга, и если переходит из одной области в другую, то очень медленно.

Можно ли открыть биосферу? Если согласиться с определением В.И., что:

"Биосфера - это среда нашей жизни, это та "природа" которая нас окружает, та "природа" о которой мы говорим в разговорном языке", если учесть, что "Человек - прежде всего - своим дыханием, проявлением всех своих функций, неразрывно связан с этой "природой", хотя бы он жил в городе или в уединенном домике", вопрос о возможности открытия биосферы звучит чисто риторически.

И все-таки открытие биосферы состоялось. Состоялось потому что понятие Биосферы и ее синонима Лика Земли, введенные австpийским геологом Э.Зюссом, оказались "... коренным образом измененные ходом дальнейшего исследования...". Потому что в результате этих исследований стало "...ясно, что Лик Земли не является результатом "случайных явлений", а отвечает определенной резко ограниченной геологической земной оболочке – биосфере. Одной из многих других, оболочек, имеющих определенную структуру, характерную для земных планет." Эту структуру удобно называть организованностью по характеру идущих в ней геологических процессов". И далее уточняется: "Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей". Соответственно, "...совокупность всех живых организмов, в данный момент существующих" определена В.И.Вернадским как живое вещество, "численно выраженное в элементарном химическом составе весе и энергии".

Здесь, в этом определении места и значения живого вещества в геологических процессах, в геологической истории земли и кроется формула открытия биосферы, влекущая за собой множество следствий, которые в такой же мере являются открытиями и ориентирами новых научных направлений.

Приведем пять постулатов В.И.Вернадского, относящихся к функции биосферы.

Постулат первый: "С самого начала биосферы жизнь, в нее входящая, должна была быть уже сложным телом, а не однородным веществом, поскольку связанные с жизнью ее биогеохимические функции по разнообразию и сложности не могут быть уделом какой-нибудь одной формы жизни". Смысл сказанного однозначен: первобытная биосфера изначально была представлена богатым функциональным разнообразием.

Постулат второй: "Организмы проявляются не единично, а в массовом эффекте... ". И далее: "Первое появление жизни... должно было произойти не в виде появления одного какого-нибудь вида организмов, а их совокупности, отвечающей геохимической функции жизни. Должны были сразу появиться биоценозы".

Третий постулат: "В общем монолите жизни, как бы не менялись его составные части, их химические функции не могли быть затронуты морфологическим изменением". Смысл приведенных постулатов таков: первичная биосфера была представлена "совокупностями" организмов типа биоценозов, которые и были главной "действующей силой" геохимических преобразований, а морфологические изменения компонентов этих "совокупностей" не отражались на их "химических функциях".

Постулат четвертый: "Живые организмы... своим дыханием, своим питанием, своим метаболизмом... непрерывной сменой поколений... порождают одно из грандиознейших планетных явлений... миграцию химических элементов в биосфере", поэтому "на всем протяжении протекших миллионов лет мы видим образование тех же минералов, во все времена шли те же циклы химических элементов, какие мы видим и сейчас".

И пятый постулат: "Все без исключения функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами".

Какие же именно "геохимические функции" имел в виду Вернадский? Он определил их такими терминами: газовая, кислородная, окислительная, кальциевая, восстановительная, концентрационная, разрушение органических соединений, восстановительное разложение, метаболизм и дыхание. Функций этих было достаточно, чтобы "былая биосфера" сыграла свою определяющую роль в становлении оболочек Земли - атмосферы, гидросферы, литосферы и геосферы. Современная наука о биосфере те же функции классифицирует по пяти категориям: энергетическая, концентрационная, деструктивная, средообразующая, транспортная.

Естественно возникает вопрос, какой же механизм функционировал и продолжает обеспечивать способность биосферы выполнять геологические. а также и экологические функции?

В классических направлениях современной геологической науки движущими силами развития Земли как планеты полагаются ее внутренние процессы, приводящие, в конечном итоге, к тем или иным деформациям ее поверхности, к борьбе эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) сил. В лучшем случае геологи нисходят до признания роли накопления органики при формировании некоторых видов осадочных пород, например каустобиолитов, органогенных известняков и их метаморфических производных. Между тем именно биосфера принимает на себя и перерабатывает основную часть притока к поверхности Земли космической, главным образом - солнечной энергии. Попробуем сопоставить несколько цифр.

Биологическая продуктивность биосферы, всего живого вещества Земли составляет 1,7\*1015 МДж/год. По абсолютному своему значению она сопоставима, в пределах одного порядка величин, с такими глобальными геологическими процессами, как энергия приливно-отливных течений 2,3\*1015 MДж/год, энергия движения воздушных масс атмосферы - 1,3\*1015 МДж/год и величина теплового потока из недр Земли, равная 1,3\*1015 МДж/год; на порядок выше энергии землетрясений Земли и на два порядка выше энергии речного стока и вулканических извержений.

Сопоставляя приведенные цифры, необходимо иметь в виду, что значение биологической продуктивности отвечает энергии, накопленной в массе сухого вещества. Однако хорошо известно, что накопление какой то массы органического вещества, требует поглощения солнечной энергии на два порядка выше. Следовательно, реальное поглощение солнечной энергии биосферой Земли по своим масштабам превышает не меньше чем на порядок любой из глобальных геологических процессов, формирующих Лик Земли.

Часть солнечной энергии поглощенная биосферой и вторично освобождающаяся при дыхании, испарении и обмене веществ всех живых организмов, фактически расходуется на ход :

процессов стабилизации состава атмосферы и водных масс,

биогеохимической миграции атомов,

биогеохимической переработки горных пород приповерхностной части Земной коры,

почвообразовательных процессов,

формирования термовлажностного режима приземного слоя тропосферы.

Однако энергия развития живого вещества, биогенная энергия, не есть нечто постоянное. Любая биологическая или биокосная система, находясь в состоянии "устойчивой неравновесности", т.е. подвижного динамического равновесия с окружающей ее средой, и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. Эти позиции закреплены в двух биогеохимических принципах В.И.Вернадского:

Геохимическая биогенная энергия стремиться в биосфере к максимальному проявлению (первый биогеохимический принцип) и

При эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию (второй биогеохимический принцип).

Все сказанное делает необходимым уточнить "что есть биосфера, каков ее состав?" и мы снова обращаемся к трудам В.И.Вернадского [2.1, c.58-60] "...Вещество ее (биосферы, прим.авт.) состоит из семи глубоко разнородных частей, геологически не случайных.

Во первых - из совокупности живых организмов, живого вещества, рассеянного в мириадах особей, непрерывно умирающих и рождающихся, обладающих колоссальной действенной энергией (биогеохимической энергией) и являющихся могучей геологической силой, нигде на планете больше не существующей, связанной с другим веществом биосферы только биогенной миграцией атомов. Концентрация живым веществом определенных химических элементов в биосфере есть, по-видимому - биогенный - геологический процесс".

"Во вторых мы имеем дело с веществом, создаваемым и перерабатываемым жизнью, т.е. живыми организмами, с биогенным веществом, источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т.д.)".

"В третьих, мы имеем вещество, образуемое процессами, в которых живое вещество не участвует: косное вещество, из которых только газообразное и жидкое ( и дисперсное твердое) являются на поверхности биосферы носителями свободной энергии".

"Четвертая часть вещества - это биокосное вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамические равновесные системы тех и других. Таковы вся океаническая и почти вся другая вода биосферы, нефть, почва, кора выветривания и т.д. "В этих сложных биокосных "организованных массах" резко проявляется "геохимическая энергия живого вещества - биогеохимическая энергия".

"В пятых - вещество, находящееся в радиоактивном распаде в форме немногих относительно прочных радиоактивных элементов.."

"...шестой формой вещества, рассеянными атомами, которые непрерывно создаются из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений..."проникнуто все вещество биосферы".

Наконец седьмым типом вещества является вещество космического происхождения, поступающее на поверхность Земли из космоса."

И так, известны состав вещества биосферы и в определенной степени соотношение отдельных компонентов ее вещества и основной источник энергии его развития и преобразования. Каковы же ее пределы? По В.И.Вернадскому "Пределы биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни". Каковы же критерии его существования, в частности в пределах земных недр?

"Неизбежно существует нижняя граница биосферы в области, в которой по условиям температуры, химической активности и физического состояния вещества явления жизни иметь место не могут" Это вызывается тремя факторами, проявляющимися в том, что происходит:

1) повышение температуры по направлению к центру планеты, геотермическая ступень..."

2) переход воды в газообразное состояние и

3) исчезновение трех физических состояний химических соединений (твердого, жидкого и газообразного, прим.авт.) и замена их единым глубинно-планетным состоянием материи".

При этом неоднократно подчеркивается, что "Стратисфера - оболочка осадочных пород - в значительной мере явно биогенного происхождения и находится очень часто, может быть всегда, в верхней своей части в области подземного живого вещества (частью в форме латентной жизни) т.е. в биосфере". В какой то мере сказанное относится и к метаморфическим породам и к интрузивам, которыми переработаны осадочные образования либо которые подняты тектоническими процессами в биосферу. Полностью к биосфере относится также и тропосфера и часть стратосферы.

Однако при всей этой огромной мощности биосферы и ее проникновения в смежные оболочки земной коры, образование живого вещества и реализация его энергетического потенциала осуществляется в тонком слое на поверхности континентов и океана.

На земной поверхности живое вещество сосредоточено в области геохор "...в виде тонкого слоя (иногда В.И. называет его пленкой жизни) подвижного и изменяющегося, огромная геологическая роль которого только сейчас начинает выявляться, и геологами, к сожалению мало учитывается". Последнее замечание В.И. правомерно и по сию пору. Надобно пояснить и непривычный для нас, но обычный для сибирских географов термин "Геохора": он применен В.И. в соответствии с греческим началом geo - Земля и hora - пространство, место, как пояс ландшафтов, взамен понятия ландшафт. В дальнейшем этот термин был широко использован учеными Института географии СО РАН.

Нельзя не отметить, что плодотворные идеи В.И., касающиеся степени воздействия живого вещества на земную кору, нашли отражение и у ландшафтоведов, определяющих мощность ландшафтной сферы по крайней мере не менее мощности осадочной оболочки Земли. Хотя есть и иные точки зрения, и не всегда, изучая ландшафты, целесообразно достигать подобных глубин.