

ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ В ПЛАНЕТАРНОМ РАКУРСЕ

В. Б. КАДАЦКИЙ¹⁾¹⁾Независимый исследователь, г. Минск, Беларусь

Аннотация. На основе систематизации научных материалов, идей авторитетных ученых и современных данных рассматриваются причины уникальности природы Земли в сравнении с мирами планет земной группы (Меркурия, Венеры и Марса), которые имеют сходный генезис из единого источника, располагаются недалеко (по космическим меркам) друг от друга и от Солнца и получают от него достаточное количество энергии. К ним следует отнести и Луну, так как после своего образования, являясь спутником Земли, она развивалась как самостоятельное космическое тело. Кроме того, Луна наиболее изучена среди соседей, что важно для общепланетарного понимания роли живых организмов. Исходя из этого, ранее существовало мнение, согласно которому внутренние планеты должны быть во всем похожи на Землю, включая наличие кислородной атмосферы, поверхностной воды и живых организмов. Дальнейшие научные исследования изменили эти представления. Выполненный сравнительный анализ природной обстановки внутренних планет и Луны (рельефа, вод, атмосферы) показывает, что почти все они по своим внешним характеристикам во многом похожи между собой, но резко отличаются от Земли. Главной причиной, объясняющей этот феномен, является наличие живых организмов, которые в процессе жизнедеятельности перестраивают исходную обстановку в оптимальную для себя среду обитания – биосферу. Здесь живые организмы выступают основным биогеохимическим фактором, поглощая солнечную радиацию, обеспечивая малый биотический и большой геологический круговороты вещества и энергии, поступление кислорода в атмосферу. Утверждается, что при этом происходят эволюция живого, накопление биогенных осадков, контроль соотношений солености и кислотности вод и, по-видимому, поддержка неугасающей геологической активности. Установленные факты позволяют выдвинуть гипотезу, согласно которой все основные отличия Земли от своих соседей не являются случайными, а выступают в биосфере как закономерности, сформированные в процессе эволюции живых организмов.

Ключевые слова: Солнечная система; биосфера; живые организмы; живое; внутренние планеты; биогеохимические циклы; малый биотический круговорот вещества и энергии; большой геологический круговорот вещества и энергии.

LIVING ORGANISMS FROM A PLANETARY PERSPECTIVE

V. B. KADATSKY^a^aIndependent researcher, Minsk, Belarus

Abstract. The article, based on the systematisation scientific materials, ideas of authoritative scientists and modern data, examines the reasons for the unique nature of the Earth in comparison with the worlds of the terrestrial planets (Mercury, Venus and Mars). These neighbouring planets have a similar genesis from a single source, are located close (by cosmic standards) to each other and from the Sun, and receive a sufficient amount of energy from it. The Moon should also be included among them, since after its formation, being a satellite of the Earth, it developed as an independent cosmic body. In addition, the Moon is the most studied among its neighbours, which is important for a planetary understanding

Образец цитирования:

Кадацкий ВБ. Живые организмы в планетарном ракурсе. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2024;1:37–44.
EDN: RCNKMQ

For citation:

Kadatsky VB. Living organisms from a planetary perspective. Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology. 2024;1:37–44. Russian.
EDN: RCNKMQ

Автор:

Валерий Борисович Кадацкий – доктор географических наук, профессор; независимый исследователь.

Author:

Valery B. Kadatsky, doctor of science (geography), full professor; independent researcher.
v.kadatsky@tut.by

of the role of living organisms. Based on this, there was previously an opinion that the inner planets should be similar to the Earth in everything, including the presence of an oxygen atmosphere, surface water and living organisms. Subsequent studies have largely changed these ideas. A comparative analysis of the natural environment of the inner planets and the Moon (relief, water, atmosphere) shows that almost all of them are largely similar in their external characteristics, but differ sharply from the Earth. The main reason explaining this phenomenon is the presence of living organisms, which, in the process of life activity, reconstruct the original environment into an optimal habitat for themselves – the biosphere. Here living things act as the main biogeochemical factor, absorbing solar radiation, providing small biotic and large geological cycles of matter and energy, and the supply of oxygen to the atmosphere. At the same time, the evolution of living things occurs, the accumulation of biogenic sediments, the control of the ratio of salinity and acidity of waters and, apparently, maintains unabated geological activity. Established facts allow us to put forward the hypothesis that all the main differences between Earth and its neighbours are not accidental, but appear in the biosphere as patterns formed in the process of evolution of living organisms.

Keywords: Solar system; biosphere; living organisms; living things; inner planets; biochemical cycles; small biotic cycle of matter and energy; large geological cycle of matter and energy.

Введение

Внутренние планеты Солнечной системы (Меркурий, Венера, Земля и Марс), как известно, имеют подобный генезис, обладают сходным строением, получают от Солнца достаточное количество энергии, и они должны быть во многом идентичны. При этом почти все внутренние планеты, включая Луну, по своим природным характеристикам действительно похожи между собой, но они резко отличаются от Земли.

Основная цель работы – сравнение свойств биосферы Земли, формирование которых связано с функционированием живых организмов (живого) на протяжении миллиардов лет, с особенностями миров других планет земной группы.

Материалы и методы исследования

В работе рассматриваются основные природные особенности Земли и ближайших к ней планет с точки зрения основных структурных сфер (литосферы, гидросферы и атмосферы) для выяснения их генезиса и специфики функционирования. Данный метод имеет ключевое значение для анализа реального мира, однако при его применении возникают спорные моменты, вызванные различиями во мнениях авторитетных ученых. Поэтому автор настоящей статьи стремится следовать наиболее целесообразным объяснениям, выработанным философами и учеными всех времен. Кроме того, необходимо, чтобы полученные при таком анализе результаты можно было проверить независимыми способами. Наконец, используемые факты и сделанные с их помощью выводы должны логично встраиваться в существующую теорию познания мира.

Живые организмы тесно связаны с термином «биосфера», который имеет неоднозначные толкования. В трактовке А. А. Григорьева под биосферой понимается только совокупность живых организмов (растений, животных, грибов, микроорганизмов, бактерий и др.), наряду с атмосферой, гидросферой и литосферой она составляет географическую оболочку планеты [1]. При этом настойчиво подчеркивается, что природные условия Земли наиболее благоприятны для развития биосферы. Некоторые последователи такого представления считают, что географическая оболочка планеты существовала до появления биосферы и она останется после прекращения ее функционирования [2].

Принципиально иную точку зрения высказал В. И. Вернадский в учении о биосфере, в котором обосновано, что биосфера – это область планеты, заселенная живыми организмами и находящаяся под их воздействием, т. е. живые организмы активно влияют на окружающую среду, изменяя ее в своих интересах [3; 4]. Иными словами, биосфера охватывает тропосферу, воды планеты и верхнюю часть литосферы – все, что освоено живыми организмами [5]. Автор настоящей статьи придерживается этого учения [6].

Часто обе дефиниции термина «биосфера» произвольно смешиваются, что порождает недопонимание между их приверженцами. В связи с этим уместно сослаться на философское замечание Р. Декарта: «Определяйте значения слов, и вы избавите мир от половины заблуждений».

В вопросах истории возникновения и эволюции тех или иных объектов научные факты соседствуют с многочисленными дискуссионными предположениями, догадками и заключениями¹. Эта ситуация неизбежно возникает при исследовании сложных проблем, причем они решаются различными путями, как посредством изучения деталей, так и с помощью обобщения известного материала с учетом новых фактов. В данной статье методом от противного сравниваются особенности биосферы Земли с изучаемыми, предполагаемыми и спорными явлениями соседних с ней планет.

¹Яблоков А. В., Юсупов А. Г. Эволюционное учение : учеб. пособие. М. : Высш. школа, 1998. 335 с.

Результаты и их обсуждение

Солнечная система образовалась примерно 4,5–4,6 млрд лет назад, что составляет около трети возраста Вселенной. Из восьми планет, ныне вращающихся вокруг Солнца, ближайшими к нему являются Меркурий, Венера, Земля и Марс. Их называют внутренними планетами или планетами земной группы, а Меркурий, Венеру и Марс – ближайшими соседями Земли. К ним можно отнести также Луну, которая, хотя и выступает спутником Земли, после своего образования развивалась как самостоятельный объект. Кроме того, Луна наиболее изучена среди ближайших соседей Земли, что важно для общепланетарного понимания.

Внешние планеты, в число которых входят Сатурн, Юпитер, Уран и Нептун, именуют газовыми гигантами. Они имеют многочисленных спутники, размещаются далеко от центральной звезды (на удалении 780–4500 млн км от нее) и находятся в других природных условиях, непригодных для органической жизни [7].

Внутренние планеты при гипотетическом разрезе обладают сходным строением, в котором выделяются три основных структурные части. По аналогии с Землей внутри у них имеется двуслойное металлическое ядро, по-видимому железоникелевое. Центральная часть ядра твердая, а его внешняя часть жидкая. Средняя область (мантия) состоит из смеси расплавленных пород – магмы. Наружная оболочка (литосфера) представлена снизу вязким слоем верхней мантии и перекрывающей ее твердой силикатной корой. Кора плотная, каменная. Она разломана на отдельные блоки (плиты), которые могут перемещаться (дрейфовать) по пластичной поверхности мантии.

В период формирования Солнечной системы внутренние планеты рождались путем аккреции газов, ледяных тел и минеральных обломков из единого протопланетного облака. Данный процесс происходил примерно в одно и то же время. Порой масса соударяющихся тел была огромной, что вело к переходу кинетической энергии столкновений в теплоту и ее мощному потоку по направлению от поверхности к ядру. Этой энергии хватало и для развития активного вулканизма, так как для всех внутренних планет характерны древние изверженные породы. Также считалось, что внутренние планеты из-за подобного генезиса, небольших размеров и относительно близкого расположения друг к другу и Солнцу должны быть похожи на Землю, включая наличие у них атмосферы, воды и живых организмов. Однако дальнейшие исследования во многом изменили эти представления.

Живые организмы и литосфера. В отличие от литосферы Меркурия, Венеры и Марса поверхностный слой земной коры освоен живыми организмами, причем его нижняя граница очень неровная. Эта особенность вызвана тем, что нижняя граница поверхностного слоя земной коры фиксирует различные пределы распространения жизни. На континентах живые организмы могут проникать на глубину до 6–7 км и, по-видимому, еще больше, а в океане находятся ниже слоя донных осадков. Условно пределы распространения жизни ограничиваются изотермой 100 °С, приближение к которой вызывает гибель большинства живых клеток.

На поверхности земной коры влияние живых организмов проявляется прежде всего в наличии рыхлого почвенного слоя (педосферы). Его генезис обусловлен, помимо климата, деятельностью разнообразных существ (микроорганизмов, насекомых, червей, грибов, млекопитающих-землероев, а также растений). Они разрушают поверхностные каменные породы, «перелопачивают» грунты, разлагают отмершие органические материалы, высвобождают исходные химические элементы и создают органический субстрат (гумус) – вещество, необходимое для формирования новых пищевых сетей. Следующие поколения живых организмов, сменяя друг друга, участвуют в этом процессе, продолжительность которого составляет десятки лет. Он называется малым биотическим круговоротом вещества и энергии.

Одновременно в биосфере имеет место большой геологический круговорот вещества и энергии, условно начинающийся в педосфере и несколько ниже, в зоне гипергенеза. Здесь под воздействием прямой и опосредованной солнечной энергии, живых организмов, газов атмосферы, воды и ее растворов образуются специфические биогеохимические условия, способствующие процессам выветривания, денудации и дифференциации окружающих пород. Местами в них скапливаются остатки биоты, из чего формируются каустобиолиты. Кроме того, в осадочной толще содержатся и иные органогенные породы (известняки, мел, кремнезем, диатомит и др.). На больших глубинах они преобразуются, вовлекаются в дрейф литосферных плит, что за миллионы лет приводит к перестройке рельефа, возникновению океанических впадин, новых границ материков, образованию срединно-океанических хребтов и иных геологических структур².

Параллельно часть расплавленных пород, газов, водяных паров по разломным зонам и вулканическим путем возвращаются в пределы биосферы, завершая большой геологический круговорот вещества

²Хаин В. Е., Рябухин А. Г. История и методология геологических наук : учебник. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. 317 с.

и энергии. Его продолжительность может составлять тысячи и даже миллионы лет. На Земле насчитывается свыше 1 тыс. действующих вулканов (включая подводные). На протяжении приблизительно 4 млрд лет они сменяют друг друга и в зависимости от количества выбрасываемого пепла и газов вызывают глобальные похолодания или потепления.

Вращающееся ядро участвует в теплообмене с мантией и возбуждает механизм генерации магнитного поля планеты. Оно окружает Землю и создает особое пространство, называемое магнитосферой, которое предотвращает опасный для живых организмов поток ионизированных частиц (солнечного ветра), испускаемых солнечной короной, и галактических излучений. В связи с этим ученые высказывают идею о том, что жизнь на Земле возможна, пока ее недра не остыли и не утратили магнитосферу. Однако, по мнению автора настоящей статьи, данный вывод преждевременен, поскольку он не учитывает роль биосферного подхода к исследованию активности недр Земли.

Отсутствие живых организмов на соседних планетах. С середины XX в. усилилось изучение соседей Земли вначале с помощью пролетных зондов, а затем с использованием десантированных аппаратов и планетоходов. Также было осуществлено шесть межпланетных экспедиций астронавтов на Луну. Выяснилось, что, если не учитывать земных живых организмов и акваторий, рельеф внутренних планет во многом идентичен. Он включает скальные образования, потухшие вулканы (самые грандиозные из них находятся на Марсе), обширные лавовые равнины и плато, крутые уступы, а также многочисленные кратеры. На больших площадях грунты Луны разбиты в результате падения метеоритов, длившегося миллионы лет. Космическое выветривание измельчило их, превратив в пылеато-песчаные наслоения. За ними закрепился термин «реголит», который, возможно, распространится на подобные образования других планет.

Как свидетельствуют многочисленные фотоснимки, внеземные ландшафты абсолютно пустынно. На Меркурии, Венере, Марсе и Луне отсутствует жидкая поверхностная вода, хотя на Марсе сохранились следы речных потоков и водоемов. Важно, что если во внеземных отложениях не обнаружатся следы биогенных пород, то это явится дополнительным свидетельством их вечной безжизненности. У соседних с Землей планет нет почвенно-растительного покрова, и, следовательно, там не происходит малый биотический круговорот вещества и энергии. Вероятно, по этой же причине нет и большого геологического круговорота вещества и энергии.

При сравнении внутренней динамики планет неясно, по каким причинам у соседей Земли ослабли внутренние источники энергии. Случившееся привело к сокращению количества тепла, поступающего через границу между ядром и мантией, утрате геомагнетизма, исчезновению магнитосферы и затуханию вулканизма. Считается, что раньше всего эти явления произошли на Луне и Меркурии из-за их относительно небольшой массы. После утраты геомагнетизма они оказались без защиты от космических излучений. В результате поверхностная вода испарилась и ее пары вместе с газами атмосферы были выметены в космос. На протяжении последних миллионов лет сходные процессы действуют на Марсе и, возможно, затрагивают Венеру.

В настоящее время главным источником энергии для планет Солнечной системы, кроме внутриядерной энергии, остается Солнце. Следовательно, Земле достаточно его энергии для сохранения внутренней активности, а также для действия геомагнетизма, формирования магнитосферы и продолжения вулканизма в отличие от других четырех планет.

Напрашивается одно логическое объяснение этому явлению: только малый биотический и большой геологический круговороты вещества и энергии способны восполнить нехватку требуемой энергии. Иными словами, сравнение внутренней активности Меркурия, Венеры, Марса и Луны позволяет допустить, что, пока на Земле существует жизнь, она будет геологически активной.

Воды внутренних планет. Причины появления воды (льда) на планетах земной группы во многом остаются неясными, и, как всегда, в подобных случаях на этот счет возникают различные гипотезы. Поскольку строительный материал поступал на них из единого протопланетного облака в одно и то же время, вопрос усложняется: почему именно Земля обладает таким большим объемом жидкой воды, формирующей ее поверхностную оболочку (гидросферу)? Ранее одна из точек зрения сводилась к мнению о том, что данный факт – счастливая случайность. Имеется иная веская гипотеза, согласно которой вода в виде льда появилась на планетах земной группы благодаря кометам, после того как их поверхности остыли. В соответствии с еще одной идеей вода – результат дегазации недр молодых планет с последующей миграцией пара к их поверхности и его конденсацией, что способствовало образованию океана.

Другая часть вопроса сводится к следующему: если все внутренние планеты на этапе своего создания имели воду, то почему через миллиарды лет она в свободном состоянии продолжает сохраняться только на одной из них? Изучение этой проблемы представляет исключительный интерес, поскольку само наличие воды – важная часть уникальности земной природы. Вместе с тем с биосферных позиций можно объяснить некоторые аспекты этой проблемы.

Гидросфера Земли включает все поверхностные и подземные воды, постоянный и временный лед и снег, а также водяные пары. Основная часть объема воды на планете (более 97 %) приходится на Мировой океан (с морями, заливами и проливами). Пресные воды суши размещаются в реках, озерах, болотах, подземных источниках, ледниках, снежном покрове и вечной мерзлоте.

Перечисленные резервуары безостановочно обмениваются своими водами, создавая круговорот воды в природе (гидрологический цикл). Данный процесс является важным элементом глобального переноса вещества и энергии [8]. Геологическое изучение древнейших пород свидетельствует о том, что гидросфера сформировалась приблизительно 4 млрд лет назад. Примерно в это же время в водных отложениях появились примитивные существа – первые планктонные микроорганизмы (одноклеточные безъядерные бактерии, археи, прокариоты). Они размножались простым делением, впитывали воду поверхностью тела, питались органическими материалами, создаваемыми фотосинтетическими реакциями, и обитали только в водной среде под защитой от солнечного ветра и других негативных внешних факторов.

В свою очередь, живые организмы оказывали целенаправленное воздействие на воду. По оценкам биологов, в процессе фотосинтеза синезеленые водоросли с момента своего появления расщепляли воду на элементы. Выделяющийся при этом свободный кислород поступал в атмосферу, обеспечивая дыхание почти всех видов живых организмов.

Соленость океанской воды – это важный химический показатель, характеризующий состав растворенных в ней веществ. Он влияет на плотность воды, температуру ее замерзания и, следовательно, на глобальный климат. Показатель солености очень устойчив, его значение достигает примерно 35 г/л (35 ‰). Такой уровень солености установился еще в начале палеозойской эры (более 500 млн лет назад) и несущественно колебался в отдельные геологические периоды. В это же время бурно развивались водные организмы – от безъядерных прокариот до крупных ядерных эукариот (так называемый большой биологический взрыв). Параллельно появились скелетные живые организмы, и гидробионты приобрели такую же сложность, как и современные виды, что свидетельствует о становлении экологической устойчивости океана.

Некоторые специалисты считают соленость земной воды наследием первичного океана. По мнению других ученых, соли постоянно поступают из трещин и разломов в тектонических зонах дна, а также возникают в результате вулканических извержений (включая подводные). Согласно другой гипотезе они выщелачиваются из почв и горных пород под влиянием различных видов континентального стока.

Иногда соленость прибрежных морей и отделившихся замкнутых водоемов может повышаться в связи с сильным испарением. Однако такие отклонения от устоявшихся значений недолговечны, поскольку сгущение растворов ведет к осаждению и образованию различных соляных месторождений. Встречаются ситуации, когда в окраинных морях соленость воды понижается из-за притока речных вод. Но главное заключается в том, что никаких изменений в солености пелагической зоны океана не происходит.

Существует еще один важный фактор, влияющий на концентрацию в воде растворенных солей. Эта роль принадлежит водным организмам. Со временем они сменяются новыми поколениями гидробионтов, извлекающими из воды вещества, необходимые для формирования скелетов, зубов, раковин, панцирей, хитиновых покровов и т. д. После их отмирания нерастворимые фрагменты оказываются в осадке. Причем такой сценарий продолжается миллионы лет, а суммарная концентрация солей остается стабильной.

Вода – универсальный растворитель, она может быть кислой, нейтральной или щелочной, и показателем этой способности выступает pH. В чистой природной воде значение pH равняется 7 и свидетельствует о ее нейтральности, такую среду предпочитают живые организмы. В морской воде в связи с наличием в ней солей среднее значение pH в доиндустриальную эпоху составляло примерно 8,2. Сейчас выбросы техногенного углекислого газа в атмосферу и его частичное растворение в воде ведут к уменьшению pH океана до 8,1 (около 28 % снижения этого показателя). Некоторые гидробиологи, прогнозируя такую тенденцию, опасаются, что она провоцирует растворение карбонатов в раковинах моллюсков, панцирях крабов, коралловых полипов, потерю рыбами сенсорных свойств и др. Однако начавшиеся углубленные исследования этой темы показали следующее: существует еще много противоречий и эффект данной угрозы может быть ничтожен.

Природные воды содержат 99,73–99,76 % легкого изотопа водорода, или протия (^1H). Остальной водород представлен дейтерием (D, ^2H). В незначительном количестве встречаются ядра радиоактивного изотопа водорода трития (T, ^3H) с периодом полураспада 12,32 года. Массовые числа этих изотопов равны 1, 2 и 3 соответственно. Другой компонент воды принадлежит изотопам кислорода, в основном легкому изотопу ^{16}O с ничтожной примесью изотопа ^{17}O и тяжелого изотопа ^{18}O [9].

Противевая легкая вода (H_2O) оптимальна для всех живых организмов в отличие от дейтериевой воды (D_2O), которая оказывает на них угнетающее воздействие. Радиоактивная тритиевая вода (T_2O) имеет только научную значимость.

Анализом того, имеется ли вода на соседних планетах, занимаются многие ученые, поскольку не исключено, что ответ на этот вопрос поможет выяснить причины ее появления на Земле и механизм формирования гидросферы. Однако недавние исследования показывают, что все соседние планеты отличаются от Земли полным отсутствием жидкой поверхностной воды. Помимо этого, представление о том, что вода (лед) доставлялась на внутренние планеты во время их формирования кометами, критикуется рядом ученых. Кометная вода содержит примерно в 2–3 раза больше дейтерия, чем земная, поэтому их следует считать водами разных типов.

В некоторых подповерхностных породах Марса и Луны встречается вечная мерзлота, которая могла бы служить источником воды. Кроме того, в рельефе Марса сохранились следы, похожие на русла древних потоков и акваторий. Отношение количества дейтерия к количеству протия в парах его атмосферы существенно выше, чем на Земле. Данный факт свидетельствует о том, что на Марсе была вода, а при ее испарении происходило расщепление молекул и протий улетучивался из атмосферы быстрее, чем дейтерий, доля которого возрастала.

На Марсе и Луне, а также на Меркурии на дне глубоких ударных кратеров, никогда не освещаемых Солнцем, находится водяной лед. По-видимому, он прибыл на эти планеты несколько миллионов лет назад и сохранился. В газовой оболочке Венеры обнаружены ничтожные пары воды, но еще предстоит выяснить, была ли у нее на поверхности жидкая вода.

Атмосфера Земли. Земная тропосфера, ограниченная сверху озоновым слоем, содержит около 75 % всей массы атмосферы и полностью входит в биосферу. Биосферная значимость озона, образующегося при распаде молекулярного кислорода (O_2) под воздействием космических излучений, хорошо известна.

Современный усредненный химический состав тропосферы представлен в основном смесью двух элементарных газов – азота (78 %) и кислорода (21 %). В небольших количествах в атмосфере содержатся и другие примеси: инертные газы, водяной пар, двуокись углерода, метан, водород, а также аэрозольные и пылевые частицы. Сейчас выяснено, что газовая оболочка Земли в своем вещественном составе претерпела изменения.

Ранняя атмосфера Земли, как считается, из-за постоянного вулканизма и дегазации недр состояла из углекислого газа (CO_2), сероводорода (H_2S), аммиака (NH_3), метана (CH_4), водяного пара (H_2O) и ряда примесей [10; 11]. Хотя газы O_2 и O_3 не присутствовали в воздушной среде, она была пригодной для первых анаэробных одноклеточных доядерных микроорганизмов (например, прокариот), которые использовали CO_2 для своей жизнедеятельности. Несколько позже в процессе эволюции микроорганизмы приобрели функцию фотосинтеза – разложения воды с выделением свободного кислорода. После отмирания в морской среде они включались в осадок, при этом кислород не тратился на утилизацию отходов.

Вначале кислород полностью расходовался в морских условиях, но по мере увеличения своего количества он стал окислять породы суши, а затем (приблизительно 3,0–0,5 млрд лет назад) начал накапливаться в воздушной среде. Здесь же следует отметить, что сохранность газовой оболочки Земли со времени образования планеты обязана окружающему магнитному полю (магнитосфере), которое возникает у космических тел благодаря сложным внутренним процессам. Магнитосфера выступает защитным экраном, огораживающим планету от различных внешних излучений, включая солнечный ветер – быстрый поток ионизированных частиц от солнечной короны.

Кроме того, воздушная среда приобрела необходимую мощность и плотность, защищая биосферу от метеоритов. При вторжении в атмосферу Земли они разрушаются и сгорают в ней, за исключением массивных объектов, иногда прорывающихся к поверхности планеты.

Живые организмы (и древние, и современные) способны длительно функционировать в диапазоне температур от 0 °С до примерно 100 °С. Но наиболее комфортные средние температуры для них находятся в пределах от 5–10 до 30–35 °С, что в основном и наблюдается в биосфере.

Для сравнения изложенной ситуации рассмотрим атмосферные условия соседних планет.

Атмосферы соседних планет. Знания об атмосфере внутренних планет в настоящее время претерпели принципиальные изменения. В. И. Вернадский в своей последней прижизненной работе с учетом имевшихся на тот момент скудных астрономических сведений о составе атмосфер соседних планет отмечал, что живые организмы присутствуют на Марсе и Венере [12]. С развитием космических исследований эти представления кардинально изменились. В последние два-три десятилетия было установлено, что Меркурий и Луна обладают сильно разреженными газовыми оболочками. У Меркурия эта газовая оболочка сравнивается с техническим вакуумом, а у Луны характеризуется еще меньшей плотностью. У специалистов нет единого мнения даже о том, считать ли их атмосферами. Оболочечные газы обеих планет пополняются за счет внутренних процессов, в результате облучения солнечным ветром или из-за воздействия метеоритов. Параллельно солнечный ветер выметает часть газов в космос, не позволяя им накапливаться.

Погодные наблюдения показывают, что днем на Меркурии температура может достигать +473 °С, а ночью опускаться до –173 °С. На Луне эти же показатели равняются +127 и –173 °С соответственно, а на дне глубоких кратеров у полюсов, никогда не освещаемых Солнцем, могут составлять почти –250 °С.

Атмосфера Венеры совершенно иная. Вулканические газы, скопившиеся в зоне притяжения планеты, образовали газовую оболочку, которая более чем в 90 раз плотнее земной атмосферы. Хотя у Венеры слабое магнитное поле (на порядок меньше земного), ее плотная атмосфера вынуждает солнечный ветер обгибать планету. Эту оболочку способны преодолеть только единичные крупные метеориты, оставляющие на поверхности Венеры ударные кратеры большого диаметра. В атмосфере доминируют CO₂ (96,5 %) и N₂ (3,5 %), а в ее верхних слоях содержатся облака из капель серной кислоты и сернистого газа. Такой газовый состав и относительная близость Венеры к Солнцу привели к формированию сильного парникового эффекта, в результате чего нижние слои атмосферы имеют постоянную температуру, превышающую 450 °С. Несмотря на то что Венера считается «сестрой» Земли, особенности их климата разительно отличаются друг от друга [13].

Плотность разреженной атмосферы Марса составляет менее 1 % плотности земной атмосферы, поэтому в ней сгорают только микрометеориты. Химический состав атмосферы Марса является результатом древней вулканической активности и включает CO₂ (95 %), N₂ (2,8 %) и Ar (2 %). В настоящее время на Марсе находится несколько десантированных аппаратов, которые всесторонне его исследуют. Удаленность Марса от Солнца обуславливает его среднюю температуру около –60 °С, при этом летние дневные температуры в экваториальной области могут достигать 30 °С, а зимние ночные температуры на полюсах опускаться ниже –140 °С. Такие перепады даже в неплотной атмосфере способны породить сильные ветры, скорость которых превышает 100 м/с, что иногда вызывает продолжительные глобальные пыльные бури, не имеющие аналогов в биосфере. На примере Марса еще раз показано, насколько биосфера Земли не похожа на природные миры соседних с ней планет [14].

Заключение

Учение о биосфере В. И. Вернадского, подтвержденное его многочисленными последователями, обосновывает ведущую роль живых организмов в создании уникальной природы Земли, которая является для них оптимальной средой обитания. Это положение находит дополнительное подтверждение при сравнении биосферы с природными мирами планет земного типа.

Считается, что внутренние планеты возникли в одно и то же время, развивались сходным образом, вышли из единого протопланетного облака, и они должны быть похожи по своим природным особенностям. Однако, как сейчас выяснено, природа Земли радикально отличается от природы соседних с ней планет по всем характеристикам.

Затухание вулканизма на соседних планетах связывается с нехваткой внутренней энергии, прежде всего ядерной. Несомненно, это сказывается на отсутствии геомагнетизма и магнитосферы, что открывает пути для космических облучений поверхности. Земля в силу действия малого биотического и большого геологического круговоротов вещества и энергии, происходящих благодаря функционированию живых организмов, имеет каналы передачи солнечной и органической энергии в глубокие горизонты коры. Данный факт способствует геологической активности недр планеты, сопровождаемой мощным геомагнетизмом и, соответственно, наличием магнитосферы, что логично подтверждает причины отличий.

Генезис уникальной гидросферы Земли неясен, но на других планетах уже миллионы или, возможно, даже миллиарды лет ее нет. Исходя из, по-видимому, единственного предположения, можно заключить, что ее наличие обязано живым организмам, которые, влияя на климат, способствуют сохранению воды. Более того, основные показатели гидросферы (соленость, кислотность, изотопный состав) благодаря живым организмам находятся в оптимальных для гидробионтов значениях.

Атмосфера на соседних планетах либо отсутствует, либо содержит древние вулканические газы, не испытывавшие эволюции по причине отсутствия фотосинтезирующих живых организмов. Между тем атмосфера Земли является следствием развития живых организмов, удовлетворяющих свои потребности, причем в отличие от температурных параметров газовых оболочек других планет температурные параметры атмосферы Земли варьируют в значениях, благоприятных для живых организмов.

Сравнительный анализ природы Земли и соседних с ней планет позволяет сделать вывод о том, что живых организмов на Меркурии, Венере, Марсе и Луне нет и, по-видимому, никогда не было. Все биогеохимические изменения в биосфере происходят при участии живых организмов или в созданной ими среде.

Библиографические ссылки

1. Григорьев АА. *Развитие теоретических проблем физической географии (1917–1934 гг.)*. Москва: Наука; 1965. 246 с.
2. Преображенский ВС. Географическая оболочка, ноосфера, география. *Известия Академии наук СССР. Серия географическая*. 1988;4:27–37.

3. Вернадский ВИ. *Химическое строение биосферы Земли и ее окружения*. Москва: Наука; 2001. 374 с.
4. Вернадский ВИ. *Живое вещество*. Москва: Наука; 1978. 358 с.
5. Вассоевич НБ. Учение о биосфере (1802 – 1876 – 1926). *Известия Академии наук СССР. Серия геологическая*. 1977;1:5–13.
6. Кадацкий ВБ. *Биосфера как система*. Минск: Беларуская навука; 1997. 151 с.
7. Вайнберг С. *Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной*. Берков АВ, переводчик. Москва: Энергоиздат; 1981. 209 с.
8. Виноградов АП. *Введение в геохимию океанов*. Москва: Наука; 1980. 192 с.
9. Ферронский ВИ, Поляков ВА. *Изотопия гидросферы Земли*. Москва: Научный мир; 2009. 632 с.
10. Бudyko МИ, Ронов АБ, Яншин АЛ. *История атмосферы*. Ленинград: Гидрометеоздат; 1985. 208 с.
11. Войткевич ГВ. *Происхождение и химическая эволюция Земли*. Москва: Наука; 1973. 168 с.
12. Вернадский ВИ. Несколько слов о ноосфере. *Успехи современной биологии*. 1944;18(2):113–120.
13. Кадацкий ВБ. *Климат как продукт биосферы*. Левков ЭА, редактор. Минск: Наука и техника; 1986. 110 с.
14. Кадацкий ВБ. Уроки биосферы. В: Ермаков ВВ, редактор. *Современные проблемы состояния и эволюции таксонов биосферы*. Москва: Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского РАН; 2017. с. 28–34. EDN: QNPQBJ.

References

1. Grigor'ev AA. *Razvitie teoreticheskikh problem fizicheskoi geografii (1917–1934 gg.)* [Development of theoretical problems of physical geography (1917–1934)]. Moscow: Nauka; 1965. 246 p. Russian.
2. Preobrazhenskii VS. [Geographical envelope, noosphere, geography]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geograficheskaya*. 1988;4:27–37. Russian.
3. Vernadskii VI. *Khimicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzeniya* [Chemical structure of the Earth's biosphere and its environment]. Moscow: Nauka; 2001. 374 p. Russian.
4. Vernadskii VI. *Zhivoe veshchestvo* [Living matter]. Moscow: Nauka; 1978. 358 p. Russian.
5. Vassoevich NB. [The doctrine of the biosphere (1802 – 1876 – 1926)]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya*. 1977;1:5–13. Russian.
6. Kadatsky VB. *Biosfera kak sistema* [Biosphere as a system]. Minsk: Belaruskaja navuka; 1997. 151 p. Russian.
7. Weinberg S. *Pervye tri minuty. Sovremennyi vzglyad na proiskhozhdenie Vselennoi* [The first three minutes. A modern view of the origin of the Universe]. Berkov AV, translator. Moscow: Energoizdat; 1981. 209 p. Russian.
8. Vinogradov AP. *Vvedenie v geokhimiyu okeanov* [Introduction to oceanic geochemistry]. Moscow: Nauka; 1980. 192 p. Russian.
9. Ferronskii VI, Polyakov VA. *Isotopy of the Earth hydrosphere*. Moscow: Nauchnyi mir; 2009. 632 p. Russian.
10. Budyko MI, Ronov AB, Yanshin AL. *Istoriya atmosfery* [History of the atmosphere]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1985. 208 p. Russian.
11. Voitkevich GV. *Proiskhozhdenie i khimicheskaya evolyutsiya Zemli* [Origin and chemical evolution of the Earth]. Moscow: Nauka; 1973. 168 p. Russian.
12. Vernadskii VI. [A few words about the noosphere]. *Uspexi sovremennoi biologii*. 1944;18(2):113–120. Russian.
13. Kadatsky VB. *Klimat kak produkt biosfery* [Climate as a product of the biosphere]. Levkov EA, editor. Minsk: Nauka i tekhnika; 1986. 110 p. Russian.
14. Kadatsky VB. [Lessons from the biosphere]. In: Ermakov VV, editor. *Sovremennye problemy sostoyaniya i evolyutsii taksonov biosfery* [Modern problems of the state and evolution of biosphere taxa]. Moscow: Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian Academy of Sciences; 2017. p. 28–34. Russian. EDN: QNPQBJ.

Получена 27.12.2023 / исправлена 28.02.2024 / принята 29.02.2024.
Received 27.12.2023 / revised 28.02.2024 / accepted 29.02.2024.