

# О биосферной космологии В. И. Вернадского

Г.П. Аксенов

Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН (Москва, Россия)

В отечественной истории науки существует концепция космического смысла биосферы академика В.И. Вернадского. Сама по себе биогеохимия как дисциплина, описывающая земную биосферу, хорошо известна и у нас в стране, и за рубежом, но ее космическое или астрономическое значение до сих пор не признается, причем отнюдь не в результате обсуждения и критики. Жизнь как таковая считается в современной картине мира явлением местным, случайным. Она никогда не согласовывалась с общепринятой космологией, согласно которой в космосе есть только мертвая материя и поля излучения. И вот теперь космический смысл биосферы не только должен стать в повестку дня, но без него уже нельзя двигаться вперед. Все дело в том новом революционном понимании планеты как небесного тела, на котором активно действуют биогеохимические процессы, которое Вернадский предложил еще более восьмидесяти лет назад.

**Ключевые слова:** В.И. Вернадский, биосферная космология, биогеохимия, биосфера, определение планеты, космита (космическая интеграция), экзопланеты, системы экзопланет.

## Вперед, к новому геоцентризму

18 января 1942 г. на казахстанском курорте «Боровое» академик Владимир Вернадский сделал научный доклад «О геологических оболочках Земли как планеты». Аудитория у него была чрезвычайно квалифицированная, состояла из эвакуированных из Москвы пожилых академиков. В том же году доклад был напечатан [1].

В некотором смысле доклад стал заключительным этапом всего гигантского научного пути Вернадского, охватившего все науки о Земле без исключения. Здесь он сосредоточился на космическом смысле оживленной планеты, возникшей, по его гипотезе, не в качестве уникальной диковинки благодаря счастливому стечению обстоятельств, но несущей биосферу как геологическую силу.

Новый решительный поворот соответствовал духу научной революции рубежа веков, когда было доказано существование атома и открыта естественная радиоактивность. Как минералог Вернадский изучал атомы в их историческом бытии. В результате он создал геохимию как науку о движении и строении химических структур в земной коре. Вместе с тем он не мог не думать о такой локации атомов как живые организмы. Каков геохимический смысл непрерывных и, судя по всему, грандиозных по масштабам потоков вещества из организмов в окружающую среду и обратно? Вопросы возникала тьма.

Летом 1908 г. в письме к своему ученику профессору Я.В. Самойлову он высказывает важнейшую стимулирующую догадку:



**Геннадий Петрович Аксенов**, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник отдела истории наук о Земле Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН. Область научных интересов: география, биосферная космология, история науки, научное наследие В.И. Вернадского.  
e-mail: gen.aksenov@mail.ru

«Много последнее время обдумываю в связи с вопросом о количестве живого вещества. Читаю по биологическим наукам. Масса для меня любопытного. Получаемые выводы заставляют меня задумываться. Между прочим, выясняется, что количество живого вещества в земной коре есть величина неизменная. Тогда жизнь есть такая же вечная часть космоса, как энергия и материя? В сущности, ведь все рассуждения о приносе «зародышей» на землю с других небесных тел в основе своей имеют то же предположение о вечности жизни?» [2].

Вернадский расширяет геохимию до еще одной новой науки – биогеохимии, в которой движение атомов прослеживается как материально-энергетическая основа живого вещества. Организмы запускают биогеохимические циклы элементов, образуя совокупный и всеобщий движитель – биосферу. Термин биосфера изобрел в 1875 г. австрийский геолог Эдуард Зюсс, но Вернадский внес в него количественные весовые и объемные характеристики работы живого вещества. Именно Вернадский выясняет закономерности



В.И. Вернадский во время стажировки в Париже. 1889 г.

Архив РАН Ф. 518. Оп. 2. Д. 124. Л. 3

функционирования биосферы и результаты в виде наращивания пластов, слоев и целых геосфер планеты.

В 1922 г. Вернадский издает принципиальную статью «Начало и вечность жизни», в которой провозглашает новое понимание органической жизни. По предположению ученого, она была на нашей планете *всегда* и, следовательно, ее начала во Вселенной нет. Жизнь синхронна не только с планетой, но и с космосом в целом. В 1926 г. выходит в свет классическая «Биосфера» В.И. Вернадского – описание главной земной оболочки в количественных и качественных аспектах. Постулаты, на которых он строит описание биосферы, изложены в § 17. Вернадский называет их эмпирическими обобщениями многовековых фактов науки, которые не требуют проверки, зато все объясняют. Изложим их.

1. Живое происходит только от живого, абиогенеза нет, и никогда не было; принцип *биогенеза* сформулировал еще в 1668 г. флорентийский врач Ф. Реди.

2. «Никогда в течение всего геологического времени не наблюдались азойные (т.е. лишённые жизни) геологические эпохи» [3].

3. Все живое едино, как одинаковы и условия среды; имеется в виду, что все живое строится на клеточной основе и главные законы его существования едины.

4. Непрерывное влияние живого вещества на состояние окружающей среды на всем протяжении геологической истории; в сущности, живое вещество контролирует и поддерживает пригодные для жизни параметры среды как материальные, так и энергетические или термодинамические.

5. Неизменность количества атомов, захваченных жизнью; отношение количества живого вещества к массе косного вещества колеблется около некоторого среднего значения.

Все постулаты, вместе взятые, представляли биосферу не только как биологическое, но преимущественно геологическое явление. Однако вплоть до сего дня науки о Земле продолжают считать живое население планеты или просто как биоту, или – по Зюссу – поверхностным украшением географических ландшафтов, но не главной строительной силой. Мешает понять Вернадского могущественная умственная традиция – считать живые организмы явлением случайным, происшедшими однажды из мертвой материи химическим путем.

Напрасно Вернадский доказывал, что если во все геологические периоды производятся одни и те же минералы, значит, источник их формирования действовал и до кембрия и до протерозоя. Он называл архей археозоем. Ему не верили, в том числе и по идеологическим причинам, инспирированным советскими властями. Учение о биосфере было объявлено философски вредным и даже опасным. Никакой научной школы вокруг нее не образовалось, и только в 1960 гг. началось печатание и широкое изучение трудов Вернадского.

Не обращая внимания на гнетущую обстановку, Вернадский все оставшиеся ему годы жизни развивал концепцию и не просто аргументировал тезис о вечности жизни, но доказывал его биологическим характером времени и пространства. Правда, за вопросом о времени и пространстве нас всегда отсылают к физике и философии, но не к биологии или биогеохимии. Вот почему концепция геологической вечности жизни не принята в мейнстриме науки до сих пор [4].

Таким образом, доклад 18 января 1942 г. стал для ученого итоговым обобщением результатов двадцатилетней работы над утверждением необходимости биосферы на Земле. Биосфера не появилась на заранее готовой планете, она ее сконструировала. Биосфера, как геологическая действенная химическая пленка, формирует и все остальные

оболочки: атмо-, гидро- и литосферу, управляет их составом и строением. И потому формирующим фактором планеты служит не только гравитационная сила, направленная к центру земного шара, но рабочая поверхность геоида мощностью 30 км: 10 в атмосферу и 20 вглубь от его уровня.

Но на этом Вернадский не останавливается. Он утверждает, что несмотря на уникальность Земли, она отнюдь не является некоторым исключением в пространстве Солнечной системы (СС):

«Земля есть одно из ряда близких ей природных тел – планет солнечной системы. Логично неизбежно, что среди явлений, на ней происходящих, основными будут такие, которые являются общими для планет» [5].

О том, что Земля – это планета, догадались еще древние. И все естествознание в течение веков вращается вокруг этого тезиса и даже им определяется. Таким образом, последнее по времени «уточнение» Вернадского вносит радикальное изменение в это главное знание человечества: статус Земли и ее история в космосе организуются внутренним биогеохимическим строением планеты. Все самые существенные ее черты диктуются биосферой и, следовательно, в разной степени полноты они присущи всем планетам такого же класса. Какие же это черты? Вернадский называет пять главных внутренних свойств «земных» планет.

1. Все планеты являются среди небесных тел в основной части как бы твердыми и холодными. Форма их приближается к геометрическим телам вращения.

2. Во всех планетах ясно проявляется разделение на планетные оболочки (все имеют атмосферу). Эти оболочки отвечают геологическим оболочкам Земли.

3. Все планеты индивидуально различны и планетные их оболочки состоят из физически и химически различных тел.

4. Для двух планет допустимо из астрономических данных существование биосферы: для Венеры и Марса.

5. Газы атмосфер всех планет, когда они наблюдаются на земле, всегда биогенны. Они ближе всего по химическому составу к биогенным газам подземной тропосферы Земли, создаваемой микробами [5].

Таким образом, Земля в идее нового геоцентризма являет собой как бы образцово-показательный идеал планеты. На соседних планетах «земного класса» имеются не все, но достаточно важные факторы, формирующие их состав и строение.

Прежде всего неперенное наличие самой важной оболочки – биосферы.

Теперь мы можем от истории науки перейти к современному нашему знанию о планетах СС. Достигнутые на сегодняшний день факты вполне позволяют решить, согласуются ли они с описанием Вернадского?

### Состав и свойства планет Солнечной системы

Итак, самое существенное, что сразу следует из определения Вернадского: планеты СС, которые мы называем гигантами, есть другие тела. Так ли это?

Думаю, очевидно и бесспорно так. Наши четыре гиганта не твердые и не холодные. Они преимущественно газовые, имеющие внутри неизвестного состава и строения твердые фракции. У них нет поверхности и, следовательно, на них не могло быть биосферы. Кстати, их иногда уже называют звездами, т.е. телами звездного класса, только не светящимися.

Не имеют планетных свойств кольца или их фрагменты, которые обращаются вокруг каждого гиганта, что стало известно после полетов «Вояджеров».

Зато крупные тела, которые называются спутниками планет, обладают всеми без исключения характеристиками, которые перечислил Вернадский (табл. 1).

Планетами, исходя из этого принципа, следует также считать Плутон с Хароном и малые тела пояса Койпера – Хаумею, Седну, Эриду. Всего окажется 31 планета. Остальные многочисленные спутники вокруг газовых тел не удовлетворяют

**Таблица 1. Список планет Солнечной системы (включая спутники), исходя из представления В.И. Вернадского**

№№ группы	Центр группы	Планеты	Сумма
1	Солнце	Меркурий, Венера, Земля, Луна, Марс, Церера, Веста	7
2	Юпитер	Ио, Европа, Ганимед, Каллисто	4
3	Сатурн	Мимас, Энцелад, Тефия, Диона, Рея, Титан, Япет	7
4	Уран	Миранда, Ариель, Умбриель, Титания, Оберон	5
5	Нептун	Тритон, Нереида, Протей	3
Итого:			26



Обстановка Мемориального кабинета-музея академика В.И.Вернадского при Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

Фото А.В. Нефедова

критериям отбора по Вернадскому, они незначительны по размерам и массам и, конечно, далеко отклоняются по форме от шара. Это, как правило, силикатные или ледяные куски самых причудливых форм. К тому же обращаются они вокруг центральных тел по нерегулярным орбитам.

Согласно первому пункту, все названные тела отвечают критерию Вернадского, хотя практически шар служит в целом только образцом, к которому они стремятся. Даже Земля не идеальна, экваториальный ее диаметр на 43 км больше полярного, наверное, благодаря несравнимо мощной тропической части биосферы, кстати. Некоторые планеты скорее имеют форму эллипсоида, т.е. приближаются к шару.

Второй критерий определения планет по Вернадскому – наличие планетных оболочек – тоже доказывается теперь исследованиями. Правда, центральная идея о биосфере, существование которой Вернадский предполагал для Венеры

и Марса, не подтверждается прямыми наблюдениями. Но здесь мы сталкиваемся с предвзятым ожиданием найти биосферу там, где видим на Земле – на поверхности. Но все наблюдения последних лет заставляют думать о биосферах подповерхностных. Все больше становится косвенных данных о работе глубинных биосфер. Разнообразная поверхность планет, где есть все земные явления: горы, долины, сбросы, ущелья – свидетельствует о тектонике, по крайней мере, в прошлом, и дают нам возможность предполагать биосферное воздействие.

На поверхности совершенно явственны вышележащие оболочки, т.е. атмосферы. Кроме Земли они имеются на Венере, Марсе, Ио, Ганимеди, Титане и Плутоне. Конечно, плотность атмосфер иногда ничтожная. Состав их очень отличается от земного. Но все же, обобщая, можно сказать, что газовая составляющая имеется на большинстве планет. Часто она представлена истечениями,

гейзерными, как на Тритоне, Энцеладе, или вулканическими, как на Ио или Церере.

Нет сомнения и в наличии гидросферы на многих планетах. На всех галилеевых спутниках Юпитера прослеживается подповерхностный океан.

Поражает чрезвычайно разнообразие планет СС. Оно буквально подтверждает третий признак из списка Вернадского. Нет двух одинаковых тел, как выяснилось после полетов «Вояджеров» и других зондов. Более того, каждая из планет обладает какой-то особенностью, которой нет у других. Причем, чем они больше, тем индивидуальней. Оставляя в стороне Землю, мы видим на Марсе самый высокий в СС потухший вулкан высотой более 20 км. Действующие вулканы, которыми покрыта Ио, производят не менее сильное впечатление. Причем вулканы эти серные. Поэтому вся поверхность Ио охряная и оранжевая. На имеющем самое высокое альbedo среди всех планет Энцеладе обнаружены газопаровые выбросы высотой в сотни километров. На обширных гладких равнинах Тритона хорошо видны тени от метановых гейзеров.

Совсем недавно и на нашей планете резко изменилось представление о видовом составе биосферы. Если ранее при упоминании биосферы все имели в виду видимую ее часть, когда же возникали сообщения о бактериальной подземной жизни, предполагалось, что она проникла в такие экзотические места и приспособилась к суровым условиям температуры и давления.

Однако Вернадский уже предполагал в последнем пункте своего определения планеты, что место обитания бактерий есть «подземная тропосфера».

В последнее время этот вывод подтверждается исследованиями кернов глубинного бурения. На Кольской сверхглубокой скважине бактерии были обнаружены на глубине 8 км. Обобщая эти факты, биолог А.В. Галанин (1947–2014) писал: «Пределы выносливости литосферных бактерий изумляют, но, похоже, что нижнюю границу их обитания все-таки устанавливает температура недр. Они могут размножаться при 110 °С и выдерживать, хоть и короткое время, температуру в 140 °С. Под океанским дном температура растет не так быстро, и нижняя граница жизни там может пролежать на глубине 7 км. <...> Количество видов и особей живых организмов, населяющих горные породы, в тысячи и десятки тысяч раз превысило количество бактерий в водах, непосредственно омывающих тихоокеанское дно. Такая обильная жизнь не может быть случайной» [6].

Галанин называет этот ареал существования бактерий *литобиосферой*. Мощность ее неизвестна. Причем он предполагает, что бактерии превы-

шают по биомассе все остальные водные и наземные организмы.

Нет ничего фантастического в том, что различные истечения из-под поверхностей планет СС гипотетически могут формироваться «подземной тропосферой», по Вернадскому, или литобиосферой, по Галанину. Такой вывод вытекал из биогеохимических исследований Вернадского о функциях живого вещества биосферы. Он выяснил, что бактерии выполняют все без исключения функции, которые поддерживают существование биосферы как целостной системы, причем другие виды им для того не нужны.

Теперь этот тезис доказан микробиологическими работами академика Г.А. Заварзина (1937–2011). Стало понятно, что бактерии составляют главную, фундаментальную часть живого вещества биосферы, причем и по времени существования, и по мощности в литосфере: «Существенно, что прокариотная система самодостаточна и для поддержания собственного существования в течение неопределенно долгого времени (*фактически – в течение всей геологической истории Земли*), и для осуществления биогеохимической сукцессии, составляющей историю биосферы и суть ее эволюции» [7].

Таким образом, признаки планет Вернадского, подтверждаемые современными исследованиями, создают совершенно новую картину строения СС. В частности, она позволяет ввести некоторые количественные характеристики в описание ансамблей, в которые планеты выстроились.

## Правила упаковки планет

Обратим внимание на компоновку планет. Давно уже стало общим местом говорить о некотором сходстве систем планет-гигантов со всей СС. Например, что она похожа на систему Сатурна. Но есть решающее несоответствие, которое разрушает такую аналогию. В системе Солнца есть газовые тела – прежде всего сами гиганты. А в системе Сатурна нет газовых тел – только называемые спутниками твердые шарообразные планеты, мелкие неправильной формы тела и кольца, обрастающие вокруг центрального тела в качестве единых тороидальных тел. Похожи и три других семейства: Юпитера, Урана и Нептуна, что заставляет нас искать новое соответствие. И оно существует и очень даже отчетливое.

Подобие систем гигантов и всей СС обнаруживается посредством несложного мысленного опыта. Проведем в СС одну границу – по внешнему краю пояса астероидов. То есть выделим систему

земных планет от Меркурия до малых тел Весты и Цереры плюс сам пояс астероидов, который, учитывая масштаб составляющих его тел, нетрудно представить как кольцо, аналогичное кольцам Сатурна. С какого-то расстояния эта выделенная группа и будет выглядеть примерно так, как Сатурн со своими спутниками и кольцами выглядит с Земли в телескоп.

И тогда мы сразу увидим, что СС состоит из пяти совершенно одинаково устроенных семейств. В центре каждого расположено газовое тело, вокруг обращаются планеты и кольца (или их фрагменты). Несмотря на несовместимость одного семейства, назовем его солнечным, с остальными четырьмя по занимаемой территории и по массе, мы обязаны признать сходство. Чисто геометрически все пять семейств подобны – это главное. В космосе мы постоянно наблюдаем такие несравнимые по массе и площади системы. Так что аналогия оправдана. Нам придется сравнивать газовое тело, которое светится, т.е. звезду, с другими газовыми телами и внутри СС, и за ее пределами. Одни из них светятся, другие – как Юпитер – как будто эволюционируют к свечению, так как он дает тепла больше, чем получает. В дальнем космосе светила тоже все находятся на разных по свечению уровнях от еле горячих красных карликов до мощных звезд главной последовательности.

Таким образом, СС предстанет, образно говоря, некоей большой «молекулой», состоящей из одинаково устроенных «атомов». Здесь необходимо филологическое отступление, а именно, название для этой группы. Существующие сейчас термины неопределены, относятся к ансамблям разного состава, например, *семья, система* относятся и ко всей СС и к группам гигантов. Ранее, а именно в 1995 г., я предложил назвать эту группу «косминта» – аббревиатура от слов «космическая интеграция». И поскольку оно уже имеет некоторую историю, по логике такой термин можно использовать здесь [8].

Каковы все свойства всей «молекулы», мы сказать еще не можем, но свойства «атомов» теперь есть возможность рассмотреть. Прежде всего, налицо динамические соответствия. В каждой из пяти косминт планеты обращаются не строго вокруг газового тела, а вокруг центра своих масс. Эта точка нигде, ни в одной из косминт не совпадает с центром газового тела. В солнечной косминте она расположена ближе к поверхности звезды. Так что барицентры в каждой косминте зависят только от планет, иначе говоря, они, вероятно, первичны, сложились ранее, чем появился большой газовый центр. Именно они, взаимозависимые тела, а не газовые центры, формируют систему. Об этом свидетельствует их регулярность, т.е. обращение друг к другу одной стороной. Земля с Луной дает нам простейший пример такой системы. И значит, их барицентры как реальная точка определяется суммой гравитационного взаимодействия всех масс.

Кроме того, хорошо видно, что планеты в каждой косминте обращаются вокруг друг друга строго в одной плоскости и не упорядочены по отношению к Солнцу. Особенно удивительно положение косминты Урана, плоскость вращения которой почти перпендикулярна к плоскости эклиптики. Такое положение, возможно, указывает на автономность косминт, на их индивидуальное происхождение. Но пока мы не будем рассуждать о таком сложном вопросе как происхождение планет и косминт, обратимся лучше к бесспорным фактам их устройства. К таким относятся численные соотношения масс внутри косминты (табл. 2).

Если мы возьмем массу центрального тела и разделим на сумму масс планет данной косминты, мы увидим, что подобное устройство их не случайно.

Итак, в самом общем виде соотношение будет выглядеть так:

$$M_{st} / \sum m_p \sim n \cdot 10^{4-6},$$

где  $M_{st}$  – масса центра,  $\sum m_p$  – сумма масс планет, а  $n$  – целое число от 1 до 9.

Таблица 2. Массы в косминтах (в  $10^{24}$  кг) и их соотношения

Косминты	Урана	Нептуна	Сатурна	Юпитера	Солнца
1. Масса центрального газового тела	86.83	102.43	568.4	1989	1 989 100
2. Суммарная масса планет	0.0091	0.0214	0.1519	0.3931	11.8873
Соотношение	9541	4786	3741	5059	167 329

Таблица 3. Соотношение плотностей в косминтах в цифрах и процентах

Плотность самой развитой планеты косминты, г/см <sup>3</sup>	Плотность газового центра косминты, г/см <sup>3</sup>	Разность плотностей	Отношение в % второго от первого
Тритон 2.06	Нептун 1.63	0.43	79.6
Титания 1.71	Уран 1.27	0.44	74.2
Титан 1.88	Сатурн 0.68	1.20	36.2
Ио 3.59	Юпитер 1.32	2.25	36.7
Земля 5.52	Солнце 1.41	4.11	25.5

Итак, масса центрального газового тела больше суммы масс обращающихся вокруг нее планет на 4–6 порядков. Судя по нашей СС, превышение на четыре порядка соответствует газовым телам типа *юпитеров* и *сатурнов*, как их сейчас называют, а превышение на шесть порядков соответствует светящейся звезде главной последовательности. Следовательно, в диапазоне от 4 до 6 порядков возможны различные варианты состояния центральных газовых тел – от холодных до излучающих. Позже мы увидим, что в экзопланетных косминтах такие варианты встречаются в изобилии.

Еще одно численное соотношение внутри косминты указывает нам возможную картину развития планет во времени. Интуитивно представляется, что одним из главных показателей развития или созревания планет служит их плотность. Показатели эти хорошо известны и если мы расположим их на некоторой линии сравнения, то увидим четкую картину зрелости планет (табл. 3). На одном конце расположится Земля с ее плотностью 5.52 г/см<sup>3</sup>, на другом – Тефия, имеющая плотность 0.984 г/см<sup>3</sup>. Фактически тело этой планеты – грязный лед.

Но в целом такой график дает довольно банальную картину, ничего не говорящую нам о совместном развитии косминт. Гораздо больше информации содержится в сравнении плотности планет с газовым центром косминты. Для этого надо сравнить наиболее плотную планету каждой косминты с плотностью ее центрального тела. Вот что получится.

Теперь у нас не может не возникать мысли о некоторой эволюции каждого ансамбля тел. Чем массивней планета, тем больше ее разница по плотности с центральным телом своей косминты. Тритон и Титания почти не продвинулись в уплотнении по сравнению с Нептуном и Ураном. На другом полюсе планеты солнечной косминты. Они вне конкуренции по своим показателям, их различие в цифрах бросается в глаза. Во всяком случае, разность

в 25 процентов говорит о наивысшем нам известном развитии косминт.

Получается, что эволюция в том и заключается: чем плотнее планета по сравнению со своим газовым центром, тем развитие она и вся косминта. У косминты возникает материальная история, которая сегодня совершенно неопределенна. Зато появился критерий развития, что дает возможность дальнейших исследований.

В частности, встает вопрос, с чем соотносить плотность Плутона и других дальних планет? Относятся ли они к Солнечной системе? Вполне возможно, что и нет, и в таком случае они похожи на те самые планеты без звезд, которые обнаружены телескопом «Джеймс Вебб». Их обращение вокруг Солнца в данном случае ни о чем не говорит.

### Джеймс Геттон оказался прав

Таким образом, тезис Вернадского о геологической вечности биосферы указывает путь дальнейшего познания нашего мироздания. Скорее всего, живое вещество, если и существует на других планетах за пределами Земли, то оно представлено исключительно бактериями. Но это не умаляет значения биосферы. Вернадский сам выяснил, что благодаря гигантской скорости размножения, бактерии – наиболее мощная геологическая сила. Он очень высоко ставил эмпирическое заключение «отца геологии» Джеймса Геттона (James Hutton) о том, что в геологии нет ни начала, ни конца. Вернадский называл этот тезис общенаучным принципом, относящимся ко всему естествознанию.

Геттон утверждал на основе своего принципа, что в космосе главные события – не астрономические, а геологические. Вернадский продолжил его логику и доказал на примере Земли, что геологических событий без биологических не бывает [9].

Сегодня прозрение его решительно подтверждается. С 1995 г. началось открытие экзопланет. На сегодняшний день достоверно их известно уже более шести тысяч. На первом этапе с 1995 по 2009 гг. открывались в основном единичные экзопланеты и, судя по их характеристикам, они относятся к большим газовым телам типа наших гигантов. Их так и стали называть – горячие или холодные юпитеры, сатурны и нептун. Но в 2009 г. был запущен внеземной телескоп «Кеплер» и открытия пошли лавиной. Но главное, открывались уже не юпитеры и сатурны, а землеподобные планеты, силикатные и металлические. Предсказание Вернадского о двух видах холодных космических тел, сделанное им для нашей СС, блестяще подтвердилось. Теперь уже стали доступны сведения о массах, плотностях, орбитальных характеристиках. И, соответственно, можно говорить об экзокосминтах, построенных так же, как близкие нам пять косминт в пределах СС.

В каталоге экзопланет на 1 июля 2024 г. показано 6673 планеты, 4867 планетных систем и 995 многопланетных систем [10]. Если применить к многопланетным экзокосминтам формулу соотношения масс, то окажется, что оно укладывается в те же параметры, которые характерны для наших пяти косминт.

Например, группа планет HD10700 из созвездия Кита состоит из пяти планет, каждая из которых больше Земли от 2 до почти 7 раз. Несложный подсчет показывает, что сумма первых четырех планет земного размера и массы меньше массы своей звезды, которая составляет 0.783 солнечной, на 5 порядков – в 20 323 раза. Пятая представляет собой явный сатурн, но, если прибавить его массу, соотношение изменится незначительно – в 13 121 раз.

В косминте GJ 628 из созвездия Змееносца масса звезды превышает сумму масс планет в 9150 раз, т.е. почти на 5 порядков. Сумма масс трех суперземель косминты HD20794 меньше массы звезды на 5 порядков – в 28 089 раз. В косминте Кеплер-42 соотношение составляет 7732 раза. Звезда в ней составляет всего лишь 0.13 масс Солнца, т.е. такого соотношения хватило, чтобы она стала излучать. Знаменитая косминта TRAPPIST-1 очень мала по размеру – все семь ее планет укладываются в орбиту Меркурия. Но соотношение составляет те же пять порядков – 43 477 раз [11].

Системы экзопланет, которые здесь названы косминтами, демонстрируют великое разнообразие масс, размеров, состава землеподобных планет – от почти металлических до рыхлых или жидких (океаниды). И тем самым они наглядно подтверждают основное заключение Вернадского об

индивидуальности планет. Но прежде всего все тела распадаются на два класса тел, характерных для Солнечной системы – газовые и холодные силикатно-металлические.

Теперь, после открытия 42 бинарных объектов типа Юпитера можно сделать предположение, что в космосе звезд без планет не бывает, но планеты без звезд – вполне. Причем планеты – первичные тела, главные события в космосе геологические, а возможно – биогеохимические. Они утверждают верность эмпирического обобщения Вернадского: биосферы есть непрменный атрибут космических ансамблей тел, которые находятся в процессе развития, образуются и рушатся. Их стандартная упаковка закономерна.

Сегодня приоритетное направление космических исследований NASA и ESA – поиски жизни в космосе. Такой аспект стал логичным и интересным после многочисленных находок органических молекул и более того – биогенных аминокислот или, например, пропилен оксида. Однако, пока такие поиски, объединенные в новую науку астробиологию, исходят из привычной парадигмы безжизненного космоса, в котором в силу разнообразных, или якобы закономерных причин из мертвой материи возникает живая. Эта традиция, восходящая, если проследить ее исток, к первой странице Книги Бытия и за века развития науки приспособленная к стандартной модели космоса, опиралась на данные старой геологии о безжизненности Земли в архее.

У Вернадского установка другая: жизнь является необходимым элементом космоса. Вернадский называл это положение принципом Гюйгенса, который на основе своих телескопических наблюдений пришел к выводу о том, что соседние планеты сложены из тех же материалов что и Земля и, следовательно, на них возможна жизнь. Сегодня возникла наука космическая петрология, которая изучает внеземное вещество на основе земных закономерностей. Большой вклад в нее внес академик РАН А. А. Маракушев (1925–2014) [12].

Сами по себе поиски жизни по программе NASA, несомненно, увенчаются успехами.

В астробиологию должно придти сознание, что мы ищем биосферы, а не просто жизнь. Слово «жизнь» не может быть строгим термином науки, тем более космологии. Живые организмы функционируют только в виде биосфер [13]. Отдельные организмы впадают в анабиоз или латентное состояние. Так, бактерии в виде спор прекращают деление и сохраняются неопределенно долго, никто не знает, сколько.



Таким образом, биосферы, создающие твердые и холодные тела в космосе, и есть предмет будущей астробиологии. Ее контуры уже заметны, она неизбежно к нам приближается быстрыми темпами. С каждым днем на нас надвигается лавина

новых фактов, но их смысл и связь становятся понятными только в свете эмпирического обобщения В.И. Вернадского, которое здесь названо биосферной космологией.

## Литература / References

1. Вернадский В.И. О геологических оболочках Земли как планеты. Известия АН СССР. Сер. География и геофизика. 1942; 6: 251–262. [Vernadsky V.I. About the geospheres of the Earth as a planet. Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Geographical and Geophysical Series. 1942; 6: 251–262. (In Russ.)]
2. Страницы автобиографии В.И. Вернадского. М., 1981. [Pages from the autobiography of V.I. Vernadsky. Moscow, 1981. (In Russ.)]
3. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. М., 1994. [Vernadsky V.I. Living matter and biosphere. Moscow, 1994. (In Russ.)]
4. Аксенов Г.П. В.И. Вернадский о природе времени и пространства. М., 2016. [Aksenov G.P. V.I. Vernadsky on the nature of time and space. Moscow, 2016. (In Russ.)]
5. Вернадский В.И. О геологических оболочках Земли как планеты. Собр. соч. в 24 тт. Т. 3. М., 2013. [Vernadsky V.I. About geospheres of the Earth as a planet. Collected works in 24 vols. Vol. 3. Moscow, 2013. (In Russ.)]
6. Галанин А.В. Литобиосфера Земли. 2012. <http://ukhtoma.ru/litobiosphere.htm> [Galanin A.V. Lithobiosphere of the Earth. 2012. <http://ukhtoma.ru/litobiosphere.htm> (In Russ.)]
7. Заварзин Г.А. Становление биогеохимических циклов. Палеонтологический журнал. 2003; 6: 6–24. [Zavarzin G.A. Formation of biogeochemical cycles. Paleontological Journal. 2003; 6: 6–24. (In Russ.)]
8. Аксенов Г.П. Косминта, ее образование и эволюция. Земля и Вселенная. 2016; 4: 90–101. [Aksenov G.P. Kosmint, its formation and evolution. Earth and the Universe. 2016; 4: 90–101. (In Russ.)]
9. Аксенов Г.П. Откуда стартует геологическое время? Жизнь Земли. 2021; 43(1): 174–182. [Aksenov G.P. Where does geological time start? Life of the Earth. 2021; 43(1): 174–182. (In Russ.)]
10. Catalog of exoplanets. <http://exoplanet.eu/catalog/?f=%27HD%2040307%27+in+name>
11. Planetary systems. <http://www.allplanets.ru/>
12. Маракушев А.А. Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности. М., 1999. [Marakushev A.A. Origin of the Earth and the nature of its endogenous activity. Moscow, 1999. (In Russ.)]
13. Аксенов Г.П. Косминта: биосферы в космосе. М., 2018. [Aksenov G.P. Kosmint: Biospheres in space. Moscow, 2018. (In Russ.)]

## On the biosphere cosmology of V.I. Vernadsky

### G.P. Aksenov

S.I. Vavilov Institute for the History of Natural Science and Technology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

In history of science there is a well-developed concept of the cosmic meaning of the biosphere by V.I. Vernadsky. Biogeochemistry itself as a discipline describing the terrestrial biosphere is well known both in our country and abroad, but its cosmic or astronomical significance has not yet been recognized, and not at all as a result of discussion and criticism. Life as such is considered in the modern picture of the world as a local, accidental phenomenon. It has never been consistent with the generally accepted cosmology, according to which there is only dead matter and radiation fields in space. And now the cosmic meaning of the biosphere should not only be on the agenda, but without it it is impossible to move forward. It is all about the new revolutionary understanding of the planet as a celestial body, which Vernadsky proposed over 80 years ago.

**Keywords:** V.I. Vernadsky, biospheric cosmology, biogeochemistry, biosphere, definition of a planet, kosmint (cosmic integration), exoplanets, exoplanets systems.