

Ю.Д. КУЗЬМИН, В.Г. САХНО

Происхождение воды и ее роль в эволюции Земли

«По-настоящему новое можно добыть только в том случае, если вы готовы в решающем месте покинуть основы, на которых покоилась прежняя наука, и прыгнуть, в известной мере, в пустоту».

В. Гейзенберг

«Если идея не кажется безумной, от нее не будет никакого толку».

Н. Бор

По одной из гипотез, вода на Земле имеет метеорное (поверхностное), а не ювенильное (земное) происхождение. Она не может образовываться в конденсированных средах, т.е. в недрах планеты, как считали и считают многие геологи и геофизики. Данный вывод требует других подходов, отличных от устоявшихся взглядов на происхождение воды, эволюцию гидросферы, атмосферы и содержания воды в горных породах на разных геофизических уровнях Земли и других планетах Солнечной системы. Согласно нашей гипотезе, вода на Земле образовалась в результате синтеза водорода и кислорода из космического газопылевого вещества на горячей поверхности твердой планеты с последующим формированием атмосферы, гидросферы Земли и их активным участием в эволюции Земли, во всех геофизических и геохимических процессах.

Ключевые слова: вода, Земля, планеты, формирование, процессы, реакции.

Water origin and its role in the Earth's evolution. Yu.D. KUZMIN (Kamchatka branch of «Geophysical Survey RAS», Petropavlovsk-Kamchatskiy), V.G. SAKHNO (Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

There is one hypothesis that the Earth's water is of meteoric rather than endogenous origin. It cannot emerge in condensed environments, namely in the planet's interior, as it was believed by many geologists and geophysicists. This inference requires other approaches differing from the fixed views on the water origin, evolution of hydrosphere and atmosphere, water content of rocks in various geophysical layers of the Earth and on other planets of the Solar System. According to our hypothesis, water is a result of synthesis of hydrogen and oxygen from interstellar medium on a hot surface of terrestrial planet followed by the birth of atmosphere and hydrosphere which played a great part in the evolution and all geophysical and geochemical processes of the Earth.

Key words: water, Earth, planets, generation, processes, chemical reactions.

*КУЗЬМИН Юрий Дмитриевич – научный сотрудник (Камчатский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН»), Петропавловск-Камчатский), САХНО Владимир Георгиевич – член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: kuzy@emsd.ru

Введение

Все геологические и биологические процессы, происходящие и происходившие на Земле и планетах Солнечной системы, определяются в основном двумя факторами – теплом и жидкой водой. Естественно, возникает вопрос, откуда взялись вода и тепло в Солнечной системе. И если с наличием Солнца, его теплового излучения и поверхностного нагрева планет в Солнечной системе более или менее ясно, то с происхождением воды и источником внутреннего тепла Земли возникают вопросы. И пока ни на один из вопросов ответа нет. Некоторые исследователи, например А.П. Виноградов [6], считают, что вода в атмосфере и гидросфере на Земле произошла за счет дегазации земной коры и верхней мантии. По мнению других, она привнесена на Землю вместе с метеоритами [8]. Но почему-то никто из геологов и геофизиков не обратил внимания на работы Н.Н. Семенова [19, 20] и его коллег, на их фундаментальные физико-химические эксперименты по взаимодействию химических элементов, в том числе водорода и кислорода, с образованием воды на горячих стенках сосудов, в которых проводились эксперименты. Эти эксперименты показали, что вода в межзвездной и межпланетной средах образовываться не может. Таким образом, результаты данных экспериментов и новая информация о планетах Солнечной системы, полученная с помощью космических летательных аппаратов, заставляют задуматься и искать иные подходы к образованию уникального вещества Солнечной системы – воды – и внутреннего тепла планеты Земля.

Мы понимаем, что вопрос, который собираемся рассмотреть, относится к задачам с некорректным решением, т.е. не имеющим конечного решения, но нам хотелось разобраться в вопросе происхождения воды на Земле и планетах Солнечной системы и ее роли в эволюции Земли. Попытаемся это сделать концептуально, в виде гипотезы.

Немного о воде

Вода – это бинарное неорганическое соединение, молекула которого состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. В нормальных условиях представляет собой жидкость без цвета (в небольших объемах), запаха и вкуса. Состав воды, даже полностью освобожденной от минеральных и органических примесей, сложен и многообразен. Все многообразие воды и необычность проявления ее атомов в конечном счете определяются физической природой этих атомов, способом их объединения в молекулу и группировкой образовавшихся молекул. По своим физико-химическим свойствам вода ближе к твердому телу, чем к газу. Она несжимаема, и поэтому любое давление, приложенное к поверхности жидкости, передается каждой точке этой жидкости в данном объеме. Она является уникальным растворителем, способным растворять твердые тела, жидкости и газы. Особенно ярко свойства растворителя проявляются в морской воде, в ней растворяются почти все вещества. Около 70 элементов Периодической системы элементов Менделеева содержится в морской воде в обнаруживаемых количествах. Наиболее чистая вода – дождевая, но и она содержит некоторые примеси.

На Земле вода существует в трех агрегатных состояниях – газообразном, жидком и твердом (лед). Температура замерзания чистой воды – 0 °С, температура кипения – 100 °С. Термическое разложение (эндотермический процесс) воды начинается лишь при температуре выше 1200 °С и завершается при 2500–2600 °С [3]. В.И. Вернадский писал, что «вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое бы ее не заключало. Все земное вещество под влиянием свойственных воде частичных сил, ее парообразного состояния, ее вездесущности в верхней части планеты – ею проникнуто и охвачено» [5, с. 20].

Существует несколько теорий появления воды на нашей планете. Условно их можно разделить на две группы теорий – земного и космического происхождения воды. Однако изотопные исследования воды не согласуются с существующими гипотезами земного или космического происхождения воды, и В.И. Ферронским [24] была предложена новая, конденсационная, гипотеза образования Земли, в рамках которой химический и изотопный состав ее газовой оболочки определяется термодинамическими условиями выделения протопланетного облака из протосолнечного. При этом, как отмечает В.И. Ферронский, «наблюдаемые изотопные отношения водорода и кислорода в гидросфере не согласуются с дегазационной гипотезой происхождения газовой оболочки Земли» [24, с. 4], а «с позиций конденсационной гипотезы можно обоснованно полагать, что гидросфера Земли, включая основную часть ее летучих компонентов, находилась в паровой фазе до тех пор, пока температура земной поверхности не снизилась до определенного предела. Конденсация воды в жидкой фазе на поверхности Земли могла быть основным спусковым механизмом для начала активных магматических процессов. Можно также считать, что история формирования земной коры в целом, ее химическая дифференциация и кристаллизация неравно связаны с гидросферой» [24, с. 8].

Среда и условия происхождения воды

Для ответа на вопрос о происхождении воды в Солнечной системе необходимо предложить логически непротиворечивую общим физическим законам и работам Н.Н. Семенова, В.И. Ферронского и других исследователей гипотезу происхождения Солнца и Солнечной системы в нашей Галактике. Для этого воспользуемся методологическим принципом «бритвы Оккама» (https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Бритва_Оккама), под которым в современной науке понимают утверждение, что если существует несколько логически непротиворечивых определений или объяснений какого-либо явления, то следует считать верным самое простое из них.

В середине 70-х годов прошлого века автор настоящей статьи, блуждая по Интернету, наткнулся на странную теорию Е.М. Трунаева (http://trunaev.narod.ru/main_ru.htm). Из нее следует, «что изначально Солнце, планеты и их шарообразные спутники формировались в совместном и едином вихревом процессе. Вместе с тем в самом облаке постепенно обозначается «собственный» центр масс, относительно которого начинает действовать «собственное» поле тяготения. Под влиянием центробежно направленной силы поступательное движение частиц в газообразном облаке преобразовывалось в круговое равноускоренное, и из бесформенного облака газа постепенно создавалась единая спирально-вихревая структура (макро-Вихрь Солнечной системы), из которого впоследствии образовались Солнце, планеты и спутники». В 1980-х годах появилась похожая, но более подробно разработанная модель образования Солнечной системы из спиралевидного облака с вихревой структурой [26]. Как отмечает Н.А. Шило, автор этой модели, «аналитическое рассмотрение параметров Солнца, планет и спутников позволяет заключить, что они возникли из энергетически общей динамической системы, сравнительно изолированной от других звезд. Такой системой могло быть горячее спиралевидное облако, диаметр которого превышал современную Солнечную систему; облако вращалось против часовой стрелки. Оно, в свою очередь, могло возникнуть в рукаве Галактики в условиях сжатия, неустойчивости и развития сильных газовых вихрей. В центре протосолнечного облака, которое можно назвать спиралью первого порядка, образовалось ядро, вобравшее в себя основную массу (более 98 %) всего вещества спирали. На ее витках, где скапливалось остальное вещество, возникали местные спиралевидные движения, или вихри – протопланетные спирали второго порядка; их ядра впоследствии преобразовались в планеты. На спиралях второго порядка формировались более мелкие вихревые движения, или спирали третьего порядка, со своими ядрами – будущими спутниками планет. В соответствии

с направлением вращения всего облака, или спирали первого порядка, спутники должны были приобрести движение, согласное с вращением планет и Солнца, возникшего из центрального ядра» [26, с. 102]. Это позволило сделать вывод о том, что «Солнце вместе с планетами и их спутниками представляет собой единую космическую систему, обладающую внутренней геометрической и физической согласованностью. При этом каждый элемент системы «жестко» связан гравитационным полем, в нем орбиты занимают единственное наиболее выгодное энергетическое положение» [26, с. 96].

В целом было предложено более десятка гипотез образования Солнечной системы, но все концепции вместо выявления истины лишь способствовали росту числа противоречий и дополнительных вопросов, так как действующей силой при формировании космических тел в этих гипотезах была только сила взаимного притяжения – гравитация. Попробуем концептуально предложить свое видение образования Солнечной системы. Для этого коротко рассмотрим астрономические и астрофизические представления о нашей Галактике, Солнечной системе и ее нахождении в Галактике – Млечном Пути (https://ru.wikipedia.org/wiki/Млечный_Путь).

Наша Галактика (Млечный Путь) – это огромная гравитационно связанная спиралевидная звездная система, содержащая около 200 млрд звезд, тысячи гигантских облаков газа и пыли, скоплений и туманностей. Молодые звезды в плоскости Галактики появляются благодаря наличию там огромного количества пыли и газа. Известно, что звезды рождаются за счет сжатия вещества в газопылевых облаках. Галактика включает три части: 1 – центральное ядро, состоящее из миллиардов звезд; 2 – относительно тонкий вращающийся диск из звезд, газа и пыли диаметром 100 тыс. световых лет и толщиной несколько тысяч световых лет; 3 – сферическое гало (галактическая корона), содержащее карликовые галактики, шаровые звездные скопления, отдельные звезды, группы звезд, пыль и газ. В космосе в межзвездной среде существуют облака межзвездного газа, состоящего на 90 % из водорода, который довольно однородно перемешан с межзвездной пылью. Обнаружены облака водорода, ионизованные космическими лучами и электромагнитным излучением, а также области нейтрального атомарного водорода и молекулярные облака. Последние состоят в основном из молекул, это область повышенной плотности вещества в межзвездной среде, непрозрачная для оптического и ультрафиолетового излучения. Главной составляющей таких облаков является водород, но присутствуют и более сложные молекулы. Плотность вещества в молекулярных облаках составляет 100–500 молекул/см³. Температура внутри облака менее 100 °К, в наиболее плотных – 5–10 °К. Особо выделяются гигантские молекулярные облака, имеющие характерный радиус 20 парсек (пк) и массу порядка миллиона масс Солнца. В диске нашей Галактики находится несколько тысяч таких гигантских облаков: в их наиболее плотных частях, ядрах, из газа формируются звезды и планеты. Кроме того, Галактика содержит темную материю, которая представляется как совокупность гипотетических космических объектов, из масс которых состоит 95 % всей Вселенной. Эти таинственные объекты темной материи невидимы и не реагируют на современные технические средства обнаружения. Темного вещества гораздо больше, чем наблюдаемого видимого вещества. Наша Галактика вращается неравномерно всем диском. С приближением к ее центру угловая скорость вращения звезд растет. Распределение плотности звезд также имеет свои особенности: во-первых, очень высокую плотность в галактической плоскости и совсем небольшую за ее пределами; во-вторых, очень высокую плотность звезд в центре Галактики. Так, если в окрестности Солнца, в диске, одна звезда приходится на 16 куб. пк, то в центре Галактики в 1 куб. пк находится примерно 10 тыс. звезд. В плоскости Галактики помимо звезд наблюдается повышенная концентрация пыли и газа, в которых космическая распространенность элементов, наиболее обильных по числу атомов [25], представлена водородом, гелием, углеродом, азотом, кислородом и неоном. Галактический диск по своей структуре неоднороден. В нем присутствуют отдельные зоны с высокой плотностью газопылевого вещества (так называемые спиральные рукава). Сами спиральные рукава тянутся вдоль ядра, как бы огибая его полукругом.



Рис. 1. Спиральные рукава Млечного Пути (https://ru.wikipedia.org/wiki/Млечный_Путь)

В настоящее время насчитывается пять спиральных рукавов: Лебеда, Центавра, Стрельца, Персея и Ориона (рис. 1).

В рукаве Ориона находится Солнечная система, которая перемещается по коротационному кругу, или галактическому кругу жизни. Сейчас Солнце вместе с системой планет, располагаясь между спиральными рукавами Персея и Стрельца, медленно перемещается по направлению к рукаву Персея. Солнечная система, находящаяся на расстоянии 8,5 килопарсек (кпс) от центра Галактики (https://ru.wikipedia.org/wiki/Млечный_Путь), расположена в слое ближе к краю диска, чем к центру. Этот слой в 10 раз тоньше, чем в центре, и во столько же раз менее плотный. Вместе с другими звездами Солнце вращается вокруг центра Галактики со скоростью 220–240 км/с, делая один оборот за 220–250 млн лет. Следовательно, за время существования Земли Солнечная система облетела вокруг центра Галактики не более 30 раз.

Можно предположить, что на краю рукава Стрельца возникла сверхновая звезда, взрыв которой разделил ее оболочку на вращающиеся фрагменты, один из которых в виде закручивающегося спиралевидного образования был выброшен из рукава Стрельца в межзвездное пространство между Стрельцом и Персеем. При этом в данном фрагменте, назовем его протоструей, находилось вещество более высокой плотности по сравнению с межзвездной средой, состоящее из газа, пыли и элементов тяжелее гелия, продуктов термоядерных процессов сверхновой (https://ru.wikipedia.org/wiki/Сверхновая_звезда). Фрагмент определенного объема и формы с газопылевой массой перемещается в межрукавном разреженном пространстве автономно, без торможения. Из данного фрагмента в межзвездном пространстве начало формироваться закручивающееся спиралевидное космическое образование с растущей центральной массой. Рост центральной вращающейся массы в спиралевидном образовании происходил за счет увеличения центростремительной силы $F_{ц.с.} = m \cdot V^2/R = m \cdot a = m \cdot \omega^2 R$ (m – растущая масса закручивающегося вещества, V – поступательная скорость массы вещества в данной точке, R – радиус закручивания вещества, a – центростремительное ускорение в данной точке, ω – угловая скорость в данной точке). При этом необходимым условием для роста $F_{ц.с.}$ является наличие центростремительного ускорения a . Именно при ускорении $a = V^2/R$ возникает центростремительная сила $F_{ц.с.}$ и изменяется направление движения массы к центру за счет уменьшения радиуса закручивания. Данное ускорение возникает в результате увеличения гравитационной силы притяжения растущей центральной массы m . Как только центральная масса перестает расти, исчезает ускорение ($a = 0$), следовательно, и $F_{ц.с.} = 0$. Движение массы этого образования переходит на равномерное движение по круговой галактической орбите.

Центростремительная сила, объемно действуя на вещество спиралевидного космического образования, создавала также соответствующее поступательное движение для

каждой частицы i газопылевого вещества с изменяющейся скоростью $V_i = \sqrt{F_{у.с.i} \cdot R_i / m_i}$, стягивая частицы вещества дифференцированно по массе к центру: сначала легкие, так как для них требуется меньшая сила, затем более тяжелые. Таким образом в протоструе происходила дифференциация вещества по массе. По мере роста центральной массы (ядра) гравитационное воздействие данной силы увеличивалось, захватывая более удаленные от центра периферийные области протоструи, вовлекая их в общее центростремительное движение к центру.

В формуле $F_{у.с.} = m \cdot V^2/R$ мы видим три взаимосвязанных переменных параметра: растущую центральную массу (m), изменяющуюся скорость (V) перемещения вещества во фрагменте и уменьшающийся радиус спирали (R). При уменьшении радиуса спирали вещество стягивается к центру и уплотняется. Центростремительная сила по-разному воздействует как на все газопылевое вещество протоструи, так и на каждую материальную частицу (молекулы газа, межзвездную пыль) этого вещества. Приведенная формула помогает объяснить, почему легкий водород в первую очередь собирается в центре: для перемещения более легких частиц (молекул газа, пыли) требуется меньшая центростремительная сила, чем для более тяжелых элементов. Следовательно, водород в первую очередь вытягивался из облака к центру, создавая первичную центральную массу – водородное ядро. По мере роста центральной водородной массы дальное действие гравитационной силы этой массы увеличивалось, и из протоструи за счет растущей силы притяжения дифференцированно и последовательно вытягивались гелий, затем другие газовые элементы (O, C, N, Ne и др.) и космическая пыль, содержание которой в газопылевом облаке составляет около 1 % (https://ru.wikipedia.org/wiki/Космическая_пыль). В результате сформировались неоднородные по плотности области протоструи с последовательным образованием сначала центрального массивного уплотненного газового облака (водородного ядра), затем сегмента спирали, состоящего из пылевых частиц, в периферийной части протоструи, еще не захваченной гравитацией растущего центрального облака, сохранились остатки газопылевого вещества протоструи, которое не было задействовано в формировании пылегазового сегмента протоспиралы.

При росте центрального водородного ядра протоспиралы до критической массы, при которой произошел гравитационный коллапс, в схлопнувшемся газовом облаке начались термоядерные реакции и возникла новая звезда – Солнце. Солнце сосредоточило в себе 99,9 % массы вещества всей протоструи, и только 0,1 % массы приходится на планеты, спутники и все остальное газопылевое вещество в Солнечной системе. Солнце – это гигантский раскаленный шар. Его диаметр в 109 раз больше диаметра Земли, что соответствует примерно 1,3 млн объемам Земли. Солнце состоит на 73 % из водорода, примерно на 25 % из гелия и не менее чем на 1 % из азота, углерода, кислорода и других элементов. Его плотность равна 1,4 г/см³ (https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечный_ветер). Образование звезды за счет гравитационного коллапса и начало термоядерных реакций в ней сопровождалось выделением большого количества энергии, воздействие ударной волны которой на фрагментарно неоднородную по массе и составу вещества протоструи привело к нарушению сплошности этой струи и образованию отдельных автономно вращающихся фрагментов – вихрей второго порядка, из которых впоследствии сформировались планеты Солнечной системы. Некоторые вихри второго порядка сопровождалось образованием более мелких вихрей третьего порядка – будущих спутников планет. Данный подход к образованию Солнечной системы не противоречит взглядам Е.М. Трунаева и Н.А. Шило.

Солнце как центральное тело будущей Солнечной системы до коллапса формировалось из холодного межзвездного вещества газопылевой протоструи. Как только произошел гравитационный коллапс и пошла высокотемпературные термоядерные процессы на Солнце, оно стало исторгать большие массы ионизованного вещества, продуктов водородно-гелиевых термоядерных реакций (протонов, электронов, тяжелых частиц, гамма-квантов и т.д.). Эти корпускулярные потоки солнечного вещества, так называемый солнечный ветер, структурированы во времени и пространстве. Солнечный ветер может быть

спокойным (скорость 300–500 км/с, средняя плотность 11,9 частиц/см³) и возмущенным (скорость 500–800 км/с, средняя плотность – 3,9 частиц/см³) (https://ru.wikipedia.org/wiki/Космическая_пыль). Интенсивность солнечного ветра зависит от солнечной активности. Электромагнитное излучение современного Солнца в разных частотных диапазонах представлено: УФ + рентген – 8 %; видимый диапазон – 48 %; инфракрасный диапазон – 45 % [25]. Естественно, 4,5 млрд лет назад эти соотношения могли быть иными.

Высокоскоростные выбросы солнечного ионизованного вещества (солнечный ветер) формируют магнитное поле Солнечной системы, и дальнейшее образование планет и спутников происходило уже не только в собственных гравитационных полях растущих центральных масс вихрей второго и третьего порядков из межзвездного вещества автономно вращающихся фрагментов раздробленной протоструи, но и в солнечном гравитационном и электромагнитном пространстве, заполненном солнечным веществом. Современные ежесекундные потери солнечного вещества составляют $4 \cdot 10^6$ т/с. При таких темпах Солнце избавится от 1 % своей массы за $16 \cdot 10^{10}$ лет (https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечный_ветер). После того как произошел гравитационный коллапс и на Солнце пошли термоядерные реакции с выбросом вещества в межпланетное пространство, рост солнечной массы прекратился.

Расчеты показывают, что Земля за счет потери части массы своей атмосферы (диссипации водорода и гелия) и уменьшения массы Солнца удаляется от Солнца со скоростью около 10 см/год. Утратившая свою атмосферу и гидросферу Луна и теряющая атмосферу Земля удаляются друг от друга примерно со скоростью около 4 см/год. Меркурий и Марс, потерявшие свои атмосферы и гидросферы, а также Венера, утратившая гидросферу, но сохранившая тяжелую атмосферу, с меньшей скоростью будут удаляться от Солнца в основном за счет потери Солнцем своей массы. Следовательно, за время существования Солнечной системы, т.е. за 4,5 млрд лет, произошло удаление орбит вращения планет на значительные расстояния от Солнца, что привело к уменьшению сил гравитации, корпускулярного и излучательного воздействия Солнца на планеты Солнечной системы.

Такое образование Солнечной системы способствовало формированию вещества твердых планет и их спутников не только из межзвездного вещества пылевого фрагмента протоструи, но и из потоков солнечного вещества. Планеты-гиганты, или внешние планеты Солнечной системы, образовывались из недифференцированного газопылевого межзвездного вещества – «материнской» протоструи в слабых гравитационном и электромагнитном полях Солнца. Разрыв протоструи на автономно вращающиеся по инерции сегменты с соответствующими массами, размерами и определенными моментами количества движения определил одностороннее вращение фрагментов будущих планет и их спутников вокруг Солнца по круговым орбитам с разными скоростями и односторонним вращением планет и спутников вокруг собственных осей. Каждому вращающемуся фрагменту (вихрю) соответствовала своя орбита, обусловленная гравитационным потенциалом взаимосвязи Солнца и массы вихря. Таким образом, формирование планет происходило, с одной стороны, из низкотемпературного межзвездного вещества в гравитационно центроостремительно вращающемся вихре второго порядка с образованием центральной массы, с другой стороны – в мощном переменном потоке солнечного излучения и ионизованного вещества, выбрасываемого Солнцем. В результате этих материальных и энергетических взаимодействий в объеме планетарного вихря протоструи возникали пондеромоторные (электромагнитные) силы [18], которые являлись следствием взаимодействия магнитного поля Солнца и токовых систем вихрей, образованных за счет ионизации солнечным излучением вращающихся частиц вихрей второго (планеты) и третьего (спутники) порядков.

Среди основных типов взаимодействий (гравитационных, электромагнитных, ядерных и слабых) электромагнитные силы занимают первое место по разнообразию проявлений. Электромагнитные взаимодействия лежат в основе всех химических превращений вещества. Благодаря им происходит объединение атомов в молекулы и взаимодействие между ними, что привело к образованию вещества газообразных и твердых планет.

Электромагнитные взаимодействия заметно проявляются как на микро-, так и на макроуровнях. При этом электромагнитное взаимодействие заряженных частиц, определяющее кристаллическую структуру твердого вещества, в $6 \cdot 10^{42}$ сильнее гравитационного [22]. Соотношение этих сил определяет фазовое состояние вещества – газовое, жидкое, твердое. Сложно даже представить, что за вещество образовывалось в недрах будущих планет Солнечной системы в результате взаимодействий пылегазового межзвездного вещества и вещества Солнца в его мощном излучении. Из наших предположений вытекает, что из вихрей дифференцированного пылегазового вещества протоструи, находящегося вблизи от Солнца, формировались твердые вращающиеся тела – планеты земной группы с плотными газовыми центральными массами. Из удаленных от Солнца газопылевых вихрей образовались внешние газожидкие планеты-гиганты с многочисленными твердыми спутниками.

Планеты Солнечной системы принято делить на три группы: земная группа – Меркурий, Венера, Земля, Марс; газовые гиганты – Юпитер, Сатурн, состоящие из водорода и гелия; ледяные гиганты – Уран и Нептун. При этом в нашей Галактике наблюдается тенденция: звезды или тела с малой плотностью и большим радиусом имеют большую массу, и наоборот, наиболее плотные и маленькие звезды или планеты отличаются небольшими массами (v-kosmose.com/puteshestvie-po-solnechnoy-sisteme/diagramma-solnechnoy-sistemyi). Эта закономерность для визуального представления планет Солнечной системы масштабна показана на рис. 2.

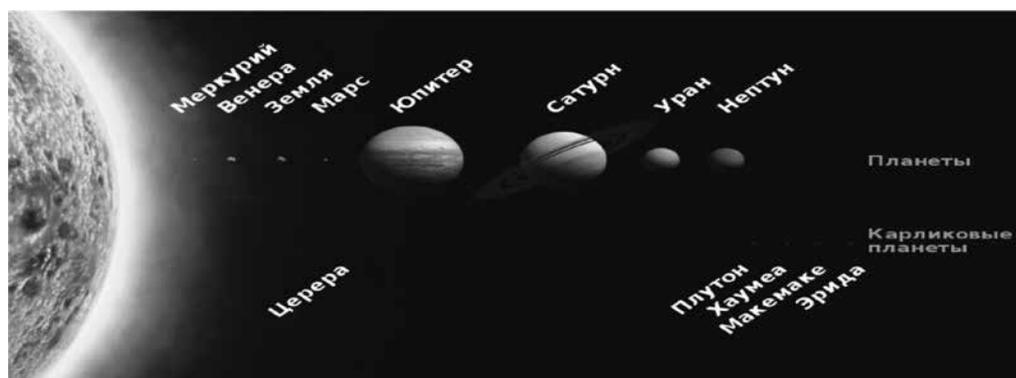


Рис. 2. Масштабное отображение планет Солнечной системы (v-kosmose.com/puteshestvie-po-solnechnoy-sisteme/diagramma-solnechnoy-sistemyi)

Чем ближе планета к Солнцу, тем выше плотность ее вещества. Планеты земной группы, близко расположенные к Солнцу, имеют плотность вещества $3,35\text{--}5,52 \text{ г/см}^3$, внешние (газовые) – $0,71\text{--}1,35 \text{ г/см}^3$. В то время как планеты земной группы представляют собой твердые тела, образованные в основном тяжелой пылевой компонентой межзвездного и солнечного вещества, планеты-гиганты являются газожидкими и состоят в основном из межзвездного вещества, т.е. их состав похож на солнечное вещество. Это различие связано с тем, что планеты земной группы содержат высокотемпературные элементы и соединения, в основном силикаты, кислород, железо, магний, алюминий и другие тяжелые элементы. Планеты группы Юпитера, напротив, образованы из низкотемпературных летучих элементов и соединений, главным образом из водорода, гелия, метана, аммиака.

Химический состав планет Солнечной системы сформировался в результате космической эволюции галактического газопылевого и солнечного вещества, в ходе которой возникли определенные количественные соотношения атомов и молекул космического вещества. Между распространенностью элементов и формами нахождения их в природе существует глубокая и тесная связь. Космическое обилие водорода и кислорода привело к возникновению воды в Солнечной системе при определенных термодинамических

условиях и последующему активному участию ее во всех геологических и биологических процессах на планетах земной группы. При этом необходимо отметить, что синтеза воды из водорода и кислорода при низких температурах и высоких давлениях на Земле и планетах земной группы не происходит.

Образование твердых планет земной группы с плохой отражательной, следовательно, большой поглощающей способностью их поверхностей к ИК-излучению Солнца подняло температуру на поверхности планет до значений, достаточных для активации газофазных химических реакций, наиболее массовой из которых была реакция взаимодействия водорода и кислорода с образованием воды. Реакция образования воды из водорода и кислорода энергетически очень выгодна, так как сопровождается выделением большого количества тепла [19]. Однако при низких температурах она практически не идет. Для того чтобы произошла окислительно-восстановительная химическая реакция взаимодействия водорода с кислородом с образованием воды, необходимо активировать данный процесс, подняв температуру среды выше 400 °С или воздействовать на среду искрой или излучением. При достаточной энергии активации начинается экзотермическая реакция с образованием устойчивой молекулы воды (H₂O) и большим выделением тепла. Химическая реакция образования воды идет по двум механизмам – тепловому и цепному [19, с. 193–240]. Один процесс протекает на поверхности, другой – в объеме сосуда и носит цепной характер. Цепной механизм реакции идет с участием промежуточных активных частиц-радикалов, в данном случае – гидроксила OH. Процесс является эндотермическим и протекает при высокой температуре или под воздействием света либо ионизирующего излучения. Смесь H₂+O₂ воспламеняется при температуре более 440 °С и давлении, не превышающем критического значения в несколько миллиметров ртутного столба. При параметрах среды, отличных от критических для воспламенения или взрыва, идет реакция медленного горения с малой скоростью [20, с. 210]. Необходимо также отметить, что реакция горения водорода возможна при определенных термодинамических условиях и только при наличии горячей твердой поверхности, на которой образуется вода.

Таким образом, появление достаточного количества воды и водяного пара на планетах земной группы, образованного из водорода и кислорода межзвездного вещества протоструи под действием высоких температур (тепловой механизм) и высокой солнечной радиации (цепной механизм), привело к возникновению высокотемпературных водосодержащих атмосфер и затем, по мере их охлаждения и конденсации, к формированию поверхностной водной оболочки – гидросферы, что согласуется с [24]. В связи с высокими начальными скоростями вращения планет вокруг собственных осей при формировании Солнечной системы и высокими температурами поверхностей планет все атмосферно-поверхностные процессы, подобные современным, проходили значительно интенсивнее и в более коротком временном интервале [27]. Необходимо отметить, что подобный синтез воды возможен и при вулканических извержениях на расплавленных лавах, что повышает температуру лав, а также в раскаленных газопепловых облаках с образованием водородно-воздушных взрывов [9, с. 185].

Эволюция процессов на Земле и планетах земной группы

Формирование и эволюция водосодержащих атмосфер планет сопровождались образованием электрических и магнитных полей планет Солнечной системы, которые не только предохраняли нарождающуюся биологическую жизнь от вредных солнечных излучений, но и активно участвовали в геологических процессах на планетах земной группы. Экзогенная и эндогенная деятельность на этих планетах отражены на космических снимках. По нашим представлениям, магнитные поля планет формировались не за счет токов в жидких ядрах планет, а за счет образования внешней тороидальной токовой системы в магнитосферах вращающихся планет. Напряженность магнитного поля планет

определяется концентрацией заряженных частиц в магнитосферной токовой системе, т.е. величиной тока, являющегося суммарной величиной привноса в магнитосферы планет заряженных частиц солнечного ветра через приполярные области – «каспы», с диссипирующими газами планет, величины которых зависят от дегазационных возможностей планет. Образованное подобным образом внешнее магнитное поле планеты имеет постоянную и переменную составляющие. Постоянная дипольная составляющая магнитного поля образована основной массой заряженных частиц магнитосферы и представлена мало изменяющимся во времени кольцевым экваториальным током, направление движения заряженных частиц в котором обуславливает направление геомагнитного полюса. Переменная составляющая магнитного поля определяется количеством заряженных частиц солнечного ветра, захваченного магнитосферой планеты. Через переменную составляющую магнитное поле планеты реагирует на солнечную активность. Флуктуации, возникающие в магнитном поле, индуцируют во всех сферах Земли (атмосфере, гидросфере, литосфере) теллурические токи. Из анализа магнитных полей планет Солнечной системы видно, что утрата Меркурием, Венерой, Марсом и Луной ионизованных атмосфер привела к потере ими магнитных полей. Судя по данным космических аппаратов о намагниченности пород, магнитные поля у данных планет и Луны в прошлом были. Интересно также отметить, что в прошлом ось палеомагнитного поля Земли совпадала с палеогеографической осью ее вращения [21, с. 191]. Наличие двух осей вращения говорит о том, что мы имеем две взаимосвязанные инерционно вращающиеся массы с собственными осями вращения – для атмосферы и планеты. Механическое взаимодействие (обмен импульсом, теплом и влагой) между атмосферой и поверхностью суши и океана Земли происходило и происходит за счет планетарного атмосферного пограничного (приземного, приводного) слоя. Толщина этого слоя в настоящее время составляет от нескольких сотен метров ночью до 2–3 км в дневные часы [2].

Скорость вращения планет вокруг собственных осей, заданная импульсом момента движения при формировании вихрей второго порядка, в межзвездном пространстве с глубоким вакуумом должна оставаться постоянной, так как в вакууме нет трения. Скорость вращения атмосферы планеты определялась бы скоростью вращения самой планеты, с постоянной величиной отставания, если бы не было электромагнитной взаимосвязи внешнего магнитного поля планеты с электропроводящим и магнитным веществом планеты. Изменения напряженности внешнего магнитного поля планеты, являющиеся реакцией данного поля на деятельность Солнца, приводят к изменению электромагнитных взаимодействий между магнитным полем атмосферы и электропроводящей планетой, что вызывает флуктуации в скорости вращения Земли. Для простоты рассмотрения данного вопроса воспользуемся примером работы асинхронного электрического двигателя. Переменный ток в обмотке статора индуцируется в переменный ток в роторе двигателя, создавая силу и частоту вращения ротора. Если представить, что статор двигателя – это внешнее магнитное поле планеты, а ротор – электропроводящее вещество планеты, которое вращается с постоянной, заданной при формировании планеты скоростью, то любое изменение магнитного поля в обмотке статора (внешнего магнитного поля, сформированного в атмосфере планеты) приведет к образованию силы, ускоряющей или замедляющей вращение ротора (электропроводящей планеты). Данный пример позволяет объяснить процесс замедления вращения Земли. Земля как массивное твердое тело в космосе вращалась бы без торможения бесконечно долго согласно изначально заданному моменту движения. Любое изменение формы данного вращающегося тела не привело бы к его замедлению в связи с отсутствием в вакууме среды, создающей торможение. Но вот на этом вращающемся твердом теле – планете – образовалась синхронно вращающаяся газовая оболочка – атмосфера, имеющая определенную массу. Газовая оболочка и планета через воздушный пограничный слой связаны между собой силой трения. Через какое-то время в этой системе установилось бы равновесие, т.е. скорости вращения атмосферы и планеты синхронизовались бы. Но в какой-то момент в атмосфере возникло магнитное поле, внешнее по

отношению к планете, а вещество планеты стало электропроводным и магнитным. Таким образом, кроме механической связи между атмосферой и планетой возникает дополнительная электромагнитная связь магнитного поля атмосферы (статора) с электропроводящим веществом планеты (ротором). Если не будет никакого внешнего воздействия, то эти взаимодействия синхронизируются. Но вот в обмотке статора изменился переменный ток, что соответствует изменению магнитного поля атмосферы под воздействием на него корпускулярных потоков солнечного вещества, и как следствие, меняется напряженность вращающегося магнитного поля атмосферы, индукционно связанного с вращающейся планетой, что влечет за собой изменение скорости вращения самой планеты. Эти изменения сами по себе очень незначительные, но за геологическое время они привели к значительному увеличению периода суточного вращения планеты. Как показывают исследования, для Земли произошло замедление вращения с примерно 5 ч при формировании планеты до 24 ч в современную эпоху [27].

Другими словами, мы имеем две взаимосвязанные механическим и электромагнитным взаимодействиями вращающиеся массы с двумя осями вращения – ось вращения твердой массы Земли (географическую ось вращения планеты) и геоцентрическую ось вращения массы газовой оболочки, ионизованная часть которой формирует магнитное поле Земли (геомагнитная ось вращения планеты). Положение геомагнитной оси в солнечном пространстве будет неизменно перпендикулярно направлению солнечного ветра, а географическая ось вращения будет менять наклон в зависимости от нарушения равновесия вращающейся массы за счет перераспределения ее на поверхности Земли. При этом, как отмечалось ранее, отставание от скорости вращения Земли будет наблюдаться для скорости вращения не только атмосферы, но и для магнитного поля на одинаковую величину, так как магнитное поле планеты формируется в ионизованной части атмосферы планеты. Воздействие солнечного ветра на магнитное поле планеты приводит к непривливаемым явлениям суточного торможения Земли, что и отмечал Ю.Д. Калинин [11], считая, что изменения солнечной активности отвечают за нерегулярные изменения скорости суточного вращения Земли, а последние – за сейсмические явления.

В настоящее время некоторые данные, подтверждающие наши представления, можно найти в Интернете на сайтах, где выкладываются материалы спутниковых и наземных наблюдений за состоянием космической погоды, т.е. данные о совокупности возможных взаимодействий гелиогеофизических явлений. Эти наблюдаемые данные нельзя объяснить с помощью общепринятого подхода к образованию магнитного поля Земли, суть которого заключается в том, что магнитное поле Земли является суммой нескольких составляющих: от ядра – главное геомагнитное поле, от коры – поле внешних по отношению к объему Земли источников. Происхождение главного поля объясняется наличием в ядре круговых токов, возникающих по механизму динамо [10]. Анализируя магнитные поля планет земной группы, отметим, что исчезнуть ядра планет, формирующие магнитные поля, не могли, а магнитных полей у земных планет, кроме Земли, нет. Также возникает вопрос о существовании жидких металлических ядер в газожидких планетах-гигантах, имеющих мощные магнитные поля и громадные магнитосферы.

Наша гипотеза образования магнитного поля Земли и планет Солнечной системы была опубликована в 2001 г. [13]. Наблюдаемое уменьшение напряженности современного магнитного поля Земли, по нашим представлениям, объясняется, с одной стороны, снижением плотности заряженных частиц солнечного ветра в результате постоянного удаления Земли от Солнца, а с другой – сокращением ее дегазационных возможностей (рост земной коры и ее уплотнение), что приводит к уменьшению эмиссии водорода и гелия из Земли и снижению их количества в верхней атмосфере, где формируется магнитное поле нашей планеты.

Образование воды на горячей поверхности Земли за счет экзотермических химических реакций (по Н.Н. Семенову), т.е. метеорной (поверхностной) воды, подтверждается данными изотопного анализа гидросферы Земли [23, 24]. Изотопные отношения

водорода и кислорода являются единственными характеристиками вещественного состава природных вод, позволяющими изучать историю гидросферы прямыми методами. Так, на основе анализа количественных данных об изотопном составе природных вод Земли, метеоритов, земных и лунных пород сделан вывод о конденсационно-метеорном происхождении атмосферы и гидросферы Земли: «Экспериментальные данные об изотопном составе пород и воды в свободной и связанной форме для образцов, полученных при морском глубоководном бурении и при бурении сверхглубоких скважин на континентах, свидетельствуют о решающей роли метеорных вод в формировании исследованных пород. Каких-либо вещественных доказательств выхода и роли ювенильных вод в этих процессах за исследованное геологическое время не обнаружено. Напротив, накапливается все больше и больше фактов, свидетельствующих о решающей роли метеорных вод в течение всего геологического времени, играющих роль транспортирующего агента при круговороте с ними углерода, серы, азота и их соединений, а также благородных газов и других летучих компонентов верхней оболочки Земли» [23, с. 246]. Можно предположить, что масса воды, образовавшейся на планетах земной группы в результате взаимодействия водорода и кислорода, соответствует массе водорода и кислорода, захваченных вихрем второго порядка из фрагмента протоструи межзвездного вещества, которая для каждой планеты будет иметь разную величину. Образовавшаяся масса воды на Земле будет практически постоянной, так как молекула воды не может диссипировать с Земли из-за земного притяжения. Однако поверхностная гидросфера со временем уменьшалась в своей массе из-за проникновения воды в глубь планеты, в верхнем слое которой образовывалась подземная гидросфера, т.е. со временем происходило перераспределение масс воды в земной коре.

Возникает вопрос о возрасте воды и океанов. Согласно нашей концепции, вода образовалась в результате химических реакций соединения водорода и кислорода из космического вещества на горячей поверхности планеты с последующим формированием атмосферы и выпадением осадков из нее. Следующим этапом было образование сплошной водной оболочки – гидросферы – на поверхности Земли. Мировой океан возник тогда, когда в гидросфере Земли в результате тектонической деятельности образовалась суша. Вследствие поднятий и опусканий дна водной оболочки появились материки с образованием при этом более глубоких океанов и морей. Таким образом, возраст воды и океанов определить пока не представляется возможным, но можно предположить, что этот возраст составляет около 4 млрд лет. Суша, океаны и моря медленно в ходе геологического времени перемещаются, поднимаются и опускаются, вечно колеблются, в результате чего происходили и происходят непрерывные изменения в распределении масс вещества Земли между океанами и материками. Следовательно, в земной коре с ее подземной гидросферой поддерживается не статическое, а динамическое равновесие, конкретным доказательством которого служат многочисленные трансгрессии и регрессии морей и океанов, изменяющих соотношение площадей океанов и материков без изменения массы воды. Данные предположения согласуются с воззрениями М.А. Алпатьева [1].

Таким образом, количество воды, образовавшейся при формировании Земли, будет постоянным и равно сумме масс наземной, подземной гидросфер и количества ее в атмосфере. Можно сказать, что все планеты земной группы прошли стадии: формирование твердых планет – нагрев поверхностей – образование воды – конденсация из горячих атмосфер осадков воды – формирование водной оболочки планеты – активизация тектонической и вулканической деятельности, а для Земли – еще и стадия метаморфизма и формирования осадочных пород из изверженных пород в водной среде. Следовательно, можно предположить, что геологические процессы на Земле и подобные им на планетах земной группы начались не в глубинах сформировавшихся планет с выделением тепла, воды и газов на поверхность, а с поверхности, за счет взаимодействия сначала водосодержащих атмосфер, а затем и гидросфер с твердым веществом планет, насыщенных водородом, гелием, углеродом, азотом, кислородом и другими элементами, т.е. за счет взаимодействия вода–порода. И если на Земле из атмосферы происходила и происходит диссипация только водорода

и гелия, то на других планетах земной группы из-за их меньших масс и отличных от Земли атмосферных и поверхностных температур гидросферы и атмосферы исчезали в разные временные интервалы. По мере развития тектонической и вулканической деятельности, углубления разноранговых разломов, особенно глубинных, по которым вода проникала внутрь Земли, подземная гидросфера росла, что способствовало активизации тектонических, вулканических процессов, процессов метаморфизма и преобразования горных пород в разных термодинамических условиях в присутствии воды, с увеличением их разнообразия.

По сейсмологическим данным определены геофизические оболочки Земли, включающие земную кору, мантию, жидкое и твердое ядра. Если о тонком приповерхностном слое Земли (до 12,5 км) хоть что-то известно благодаря бурению скважин, то о веществе других оболочек существуют только физико-химические представления и модели. Все наши знания о внутренних сферах Земли базируются в основном на сейсмологических данных, по которым строятся различные математические и физико-химические модели с определенными допущениями и ограничениями. Некоторые из них приняты в виде аксиом, т.е. без требования доказательств. Для примера остановимся на одном общепринятом положении, которое нам кажется спорным. При расчете плотности вещества Земли по глубинам К.Е. Буллен, используя сейсмологические данные, применил модель Земли с допущением, что Земля – сферически-симметричное гидростатически равновесное вращающееся тело [4, с. 74]. Но те же сейсмологические данные указывают, что Земля до жидкого ядра представлена твердым веществом. Как известно, твердые тела обладают кристаллической решеткой, в которой местонахождение атомов, ионов и молекул определяется электромагнитными силами. В жидкостях и газах взаимосвязи элементов обусловлены гравитационными силами. Соотношение гравитационных и электромагнитных сил составляет $6 \cdot 10^{-42}$ [22]. Такое соотношение сил ставит под сомнение возможность замены твердого вещества гидростатически жидким. Поэтому приходится согласиться с Н.Е. Мартьяновым, который отмечает: «Представление о жидкоподобности мантии всецело выводится из гидростатического давления. Именно это представление и придало состоянию вещества внутри Земли облик непознаваемости. Ибо таинственное состояние вещества под гнетом миллиардов тонн допускало возможность предполагать что угодно. В стремлении как-то осмыслить эту гипотетическую обстановку геофизики в своих лабораториях стали подвергать различные породы воздействию больших давлений и при этом установили текучесть. Таким образом был открыт путь для таких фантастических гипотез, как подкоровые или конвекционные течения в мантии, гравитационная дифференциация вещества и тому подобные предположения. Таким образом, обнаруживается порочный круг: мантия жидкоподобна потому, что существуют гидростатические давления, а давления существуют, потому что мантия жидкоподобна» [16, с. 67]. Рассмотрев и проанализировав литературные и экспериментальные данные, Н.Е. Мартьянов приходит к выводу, что нарастания давления с глубиной, пропорционального массе вышележащих частей, в действительности не существует [16, с. 68]. Таким образом, невозможность объяснить явления, наблюдаемые геологами в границах экспериментальных наук, приводило и приводит геологов и физиков к столкновениям и недопониманиям.

Образование воды и водной оболочки на поверхности Земли позволяет сделать предположение, что огромное влияние воды на эволюцию Земли относится только к верхнему тонкому водонасыщенному слою нашей планеты – земной коре, для которой характерны постоянные горизонтальные и колебательные движения. На этом горизонте происходили и происходят преобразования вещества в разных термодинамических и геохимических обстановках в присутствии воды. Все эти процессы контролируются сейсмичностью. Так в работе [15] отмечается, что в земной коре количество жидкой воды уменьшается с глубиной: от 6–8 % на небольших глубинах до 1 % на глубине 60–70 км. Анализ представлений об изменении с глубиной содержания воды в породах литосферы и количества землетрясений показал, что области глубин, превышающих 70 км, характеризуются резким

уменьшением содержания воды и количества землетрясений во всех широтных поясах Земли. Роль воды в земной коре рассмотрена также в работе [14]. Земная кора составляет лишь 0,473 % общей массы Земли. По сейсмологическим данным, кору и мантию разделяет граница Мохоровичича (граница М), проходящая на глубине 5–10 км под океанами и 30–80 км под континентами. На этой границе происходит резкое увеличение скорости сейсмических волн, что говорит об увеличении плотности и прочности вещества ниже этой границы. Это позволяет предположить, что в водонасыщенной среде на границе М протекают интенсивные процессы преобразования мантийного вещества в вещество земной коры, приводящие к разуплотнению вещества мантии и изменению его физико-химических свойств. Ниже границы М вещество более инертно и менее насыщено водой. Активные процессы в мантии могут происходить только в зонах глубоких разломов, по которым вглубь поступает вода, в результате чего возникают разнообразные химические реакции, в том числе и экзотермические, с выделением тепла, которое активизирует тектонические и вулканические процессы, приуроченные, как правило, к глубинным разломам.

Напомним, что В.И. Вернадский считал, что «природные водные растворы не являются инертным телом в земной коре, а являются в ней активными носителями огромной энергии и производят в ней огромную работу. Вся земная кора проникнута энергией и работой, а ниже земной коры вещество должно находиться в состоянии химической инертности вследствие однообразия его физического состояния» [5, с. 181]. Как отмечается в работе [7], «из-за скудности, а точнее из-за практически полного отсутствия прямых данных о составе пород мантии, существующие на этот счет современные представления имеют в значительной мере иллюзорный характер и не идут далее умозрительных объективно ничего и ни к чему не обязывающих моделей типа известной «перидотитовой» или «хондритовой». Претензии экстраполировать состав пород мантии с помощью материалов по обломкам основных и ультраосновных пород в базальтах и кимберлитах, выдаваемым за мантийные и именуемые «визитными карточками» и т.п. «вестниками» мантии, не представляются сколько-нибудь объективными и достаточно основательными» [7, с. 14]. Эти соображения подтверждаются практикой сверхглубокого бурения. Так, при бурении Кольской сверхглубокой скважины был сделан вывод, что «сведения о геолого-геофизических условиях сверхглубоких скважин, формируемые, как правило, на основании косвенных методов изучения недр, часто оказываются малодостоверными. Об этом свидетельствует сопоставимый анализ предполагаемых сведений о разрезе пород и данных, полученных при бурении всех известных сверхглубоких скважин. Анализ сравнений показал, что ошибки возрастают с глубиной. Характеристика предполагаемых осложнений носит еще более приближенный характер, так как прямых методов их определения без вскрытия разреза не существует, а механический перенос сведений по другим скважинам, даже расположенным вблизи, приводит к серьезным ошибкам» [12, с. 377]. Данный вывод подтверждается многими работами, в том числе [17]. Поэтому неизвестный состав и неясное состояние вещества Земли и планет земной группы заставляют задуматься о правильности некоторых общепринятых представлений в геологии и геофизике.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы и предположения:

1. Вода как уникальное устойчивое соединение участвует в виде активного физического и химического агента во всех геологических и биологических процессах на Земле и участвовала ранее в экзогенных и эндогенных процессах на планетах земной группы и Луне.
2. Вода, тепло и формирование подземной гидросферы на Земле и нечто подобного на планетах земной группы и Луне привели к тектоническим и вулканическим процессам. Формирование подземной гидросферы на Земле продолжается и в настоящее время, в то

время как на остальных планетах земной группы и Луне в связи с исчезновением поверхностной водной оболочки процессы формирования подповерхностных водонасыщенных горизонтов остановились, что привело к прекращению тектонической и вулканической деятельности, а также к исчезновению магнитных полей.

3. Тепловая и водная активизация Земли шла с поверхности планеты вглубь, что подтверждается процентным уменьшением с глубиной количества жидкой воды в горных породах и сокращением количества землетрясений, которые способствуют более глубокому проникновению воды. Взаимодействие воды со щелочами при проникновении ее вглубь может приводить к экзотермическим реакциям и повышению температуры в формируемом аномальном термобароактивном объеме глубинного разлома, который может рассматриваться как астенолит, или плюм.

Авторы выражают глубокую благодарность к.г.-м.н. В.И. Белоусову за ценные советы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатьев М.А. Влагообороты в природе и их преобразования. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 323 с.
2. Атмосфера: справочник (справочные данные, модели) / под ред. С.И. Авдошина, Ю.С. Седунова. Л.: Гидрометеоздат, 1991. 509 с.
3. Большая Энциклопедия Нефти и Газа. – www.ngpedia.ru
4. Буллен К.Е. Плотность Земли. М.: Мир, 1978. 442 с.
5. Вернадский В.И. История природных вод. М.: Наука, 2003. 751 с.
6. Виноградов А.П. Избранные труды. Проблемы геохимии и космохимии. М.: Наука, 1988. 334 с.
7. Волохов И.М. Магмы, интрателлурические растворы и магматические формации. Новосибирск: Наука, 1979. 162 с.
8. Вуд Дж. Метеориты и происхождение Солнечной системы / пер. с англ. А.Н. Симоненко, под ред. Е.Л. Кринова. М.: Мир, 1971. 173 с.
9. Дерпгольц В.Ф. Вода во Вселенной, в космосе, на малых телах солнечной системы, в атмосферах, на поверхности и в недрах планет. Л.: Недра, 1971. 224 с.
10. Жалковский Е.А., Грачев В.А. Вариации главного геомагнитного поля Земли // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 4. Человек и три окружающие его среды. М.: Светоч Плюс, 2009. 336 с.
11. Калинин Ю.Д. Солнечная обусловленность изменения длины суток и сейсмической активности // Геомагнетизм и аэрономия. 1975. Т. 15. С. 170–171.
12. Кольская сверхглубокая. Исследование глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины. М.: Недра, 1984. 490 с.
13. Кузьмин Ю.Д., Белоусов В.И., Сахно В.Г. Новый взгляд на Землю и процессы, происходящие на ее поверхности и глубине // Вестн. ДВО РАН. 2001. № 5. С. 100–122.
14. Кузьмин Ю.Д. Реакция подземной гидросферы на деформационные процессы // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России: тр. IV науч.-техн. конф. Петропавловск-Камчатский, 29 сент. – 5 окт. 2013 г. Петропавловск-Камчатский; Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 69–74.
15. Левин Б.В., Сасорова Е.В., Родкин М.В. Роль воды в подготовке коровых землетрясений // Вестн. ДВО РАН. 2008. № 6. С. 3–9.
16. Мартынов Н.Е. Размышления о пульсациях Земли. Красноярск: КНИИГиМС, 2003. 272 с.
17. Попов В.С., Кременецкий А.А. Глубокое и сверхглубокое бурение на континентах // Сорос. образоват. журн. 1999. № 11. С. 62–68.
18. Савельев И.В. § 46. Сила, действующая на ток в магнитном поле. Закон Ампера // Курс общей физики. Т. 2. Электричество. М.: Наука, 1970. С. 156–157.
19. Семенов Н.Н. Избранные труды. Т. 2. Горение и взрыв. М.: Наука, 2005. 704 с.
20. Семенов Н.Н. Цепные реакции. 2-е изд. М.: Наука, 1986. 535 с.
21. Стейси Ф. Физика Земли. М.: Мир, 1972. 342 с.
22. Томилин А.К. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методическом аспектах. М.: Физматлит, 2006. 368 с.
23. Ферронский В.И., Поляков В.А. Изотопия гидросферы. М.: Наука, 1983. 280 с.
24. Ферронский В.И. Изотопия природных вод и проблема происхождения Земли и ее гидросферы // Изотопия природных вод. М.: Наука, 1978. С. 3–9.
25. Физика космоса: Маленькая энциклопедия. 2-е изд. / гл. ред. Р.А. Сюняев. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 783 с.
26. Шило Н.А. Вихри – колыбель Солнечной системы. М.: Знание, 1988. 272 с. (Гипотезы, прогнозы. Будущее науки: междунар. ежегодник; вып. 21).
27. Яншин А.Л. Вероятная эволюция геофизических полей в истории Земли // Эволюция геологических процессов в истории Земли. М.: Наука, 1993. С. 81–88.