**Опубликована:** Кокин А.В., Кокин А.А. **К проблеме формировании вещества геосфер Земли в её геологической истории//** ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. № 4(99), 2024. С. 4-12. DOI: 10.33580/2541-9684-2024-99-4-4-12

УДК 551.1

**К проблеме формировании вещества геосфер Земли в её геологической истории**

**Кокин А.В.** ЮРИУ РАНХ и ГС, г. Ростов-на-Дону. alex@avkokin.ru

On the problem of the formation of the substance of the Earth's geospheres in its geological history Kokin A.V. YURIU RANH and GS, Rostov-on-Don. alex@avkokin.ru

**Ключевые слова:** Земля, плотность вещества, геосфера, атмосфера, гидросфера, континентальная, океаническая кора, мантия, ядро Земли, модели оценки динамического состояния вещества геосфер, плитная тектоника.

**Key words:** Earth, matter density, geosphere, atmosphere, hydrosphere, continental, oceanic crust, mantle, Earth's core, models for assessing the dynamic state of matter in geospheres, plate tectonics.

**Аннотация**. В рамках модели оценки крайних отношений состояния плотности вещества геосфер Земли в границах значений золотого сечения: 0,618, 1,618, 2,618 установлено, что их современное состояние связано с непрерывным обменом первичного вещества в эволюции геосфер (атмосферы, гидросферы, биосферы, континентальной и океанической коры, мантии и ядра Земли) без существенного привноса его извне в течение 3,9-4,0 млрд лет. Модель подтверждает известный факт, что наиболее выраженное состояние динамической неустойчивости расчётных модельных оценок плотности вещества принадлежат границам мантии и океанической коры, океанической и континентальной земной коры. В рамках близкого совпадения модельной плотности атмосферного воздуха и воды мирового океана c известными их современными значениями, а также на основе того, что их модельные плотности выводятся из современного состава пород континентальной, океанической коры и верхней мантии, делается вывод о том, что их основным источником является именно эти геосферы в условиях эволюции первичного вещества Земли с рубежа 3,9-4,0 млрд лет назад без существенного привноса воды кометами. Это даёт основание предполагать зарождение плитной тектоники уже в условиях становления земной коры с рубежа 4,0 млрд лет назад. Её движущими силами могло являться пластичное вещество мантии и хрупкое вещество ранней земной коры. Участие вещества ядра в составе геосфер не закончилось и продолжается, поскольку плотностные характеристики жидкой и твёрдой его частей выводятся из модельной плотности континентальной, океанической коры и мантии. Выдвигается гипотеза не о двух, а многослойности ядра Земли.

**Annotation.** Within the framework of the model for assessing the extreme ratios of the state of the density of matter of the Earth's geospheres within the boundaries of the golden section values: 0.618, 1.618, 2.618, it has been established that their current state is associated with the continuous exchange of primary matter in the evolution of geospheres (atmosphere, hydrosphere, biosphere, continental and oceanic crust, mantle and core of the Earth) without significant input from outside for 3.9-4.0 billion years. The model confirms the well-known fact that the most pronounced state of dynamic instability of the calculated model estimates of the density of matter belongs to the boundaries of the mantle and oceanic crust, oceanic and continental crust. Within the framework of the close coincidence of the model density of atmospheric air and water of the world ocean with their known values ​​in the modern atmosphere and hydrosphere and based on the fact that they are derived from the composition of the rocks of the continental, oceanic crust and upper mantle, it is concluded that their main the source is these geospheres in the conditions of differentiation of the primary substance of the Earth from the turn of 3.9-4.0 billion years ago with the simultaneous appearance of life on the planet. This also gives reason to assume the emergence of a mechanism for the generation of plate tectonics in conditions of a fragile continental crust, the driving forces of which were the plastic material of the mantle. The participation of core matter in the composition of geospheres has not ended and continues, since the density characteristics of its liquid and solid parts are derived from the model density of the continental, oceanic crust and mantle. A hypothesis is put forward not about two, but about a multi-layered core of the Earth. This gives reason to assume the origin of plate tectonics already in the formation of the earth’s crust from the turn of 4.0 billion years ago. Its driving forces could be the plastic substance of the mantle and the brittle substance of the early earth's crust. The participation of core matter in the composition of geospheres has not ended and continues, since the density characteristics of its liquid and solid parts are derived from the model density continental, oceanic crust and mantle. A hypothesis is put forward not about two, but about a multi-layered core of the Earth.

**Введение**

В теории происхождения Земли наиболее проблематичными являются условия, при которых формировался состав её вещества в целом и геосфер в частности. Особый интерес представляет собой происхождение воды [11,1, 2] представленной на поверхности Земли мировым океаном, разделённым на пресные и солёные воды. В настоящее время достаточно хорошо известны разные воззрения на происхождение главного элемента жизни — воды. И в основном укладываются в несколько гипотез.

Одна из них касается возможности привнесения воды транснептуновыми кометами из облака Оорта при столкновении с Землёй. Весьма любопытные данные были получены при исследовании кометы 67P/ Чурюмова-Герасименко зондом "Розетта" [9]. Было обнаружено, что при приближении кометы к Солнцу с её поверхности источаются сложные органические соединения с молекулами воды. Однако её изотопный состав указывал на наличие тяжёлого изотопа водорода (дейтерия) в комете, кратно превышающим его количество в современной воде Земли. Лишь в хвосте кометы обнаруживалась «лёгкая вода» с изотопным отношением водорода близким к земной воде. Т.е. происходило естественное разделение в космосе на «тяжёлую» и лёгкую» воду. Другими словами кометы не могли быть источником формирования воды мирового океана Земли.

Другая гипотеза касаются происхождения воды в результате синтеза водорода и кислорода из космического газопылевого вещества на поверхности раскалённой планеты, с последующим остыванием которой формировалась водная оболочка Земли. То есть мировой океан Земли формировался за счёт её первичного вещества около 3,5-4,0 млрд лет назад, в котором и зародилась жизнь.

Схожая гипотеза склоняется к тому, что вода на поверхности Земли возникла за счёт дегазации раскалённой силикатной части Земли, что также означает, что источником воды являлись породы самой Земли. Предполагается, что такое могло произойти в результате стекания железного ядра к центру Земли примерно за 30 млн. лет после её образования. Железное ядро, постепенно опускаясь к центру Земли, вытеснило силикаты, содержащие воду. Т.е., хотя бы косвенно ядро Земли является одним из факторов влияния на происхождения воды на Земле.

Существует также гипотеза о том, что одним из источников воды могла служить более поздняя вулканическая деятельность Земли после её остывания. Она связывается с выделением воды из состава изверженных пород или в результате выделения так называемой ювенильной воды магм [8].

Весьма любопытная гипотеза была предложена авторами [10] в рамках компьютерной симуляции. Моделированием была предложена структура гидросиликата магния Mg2SiO5H2, содержащая до 11% воды. Она оказалась стабильной при давлениях более 2 млн атмосфер и высоких температурах. Т.е. вода на Земле могла появиться из распада подобной структуры гидросиликата магния. Минерал может оказаться мифическим, поскольку в природе его не обнаружили. Правда мы не знаем все возможности природы формирования кристаллических структур во всём многообразии их состояний и существования в пространстве-времени.

Таким образом, существующее многообразие моделей оценки источников воды на поверхности Земли не даёт возможность ответить на главный вопрос. Вода на Земле результат геологической эволюции её вещества с момента образования планеты или её источник может быть каким угодно?

На самом деле именно геологическая история Земли даёт основания предполагать происхождение воды из состава дифференцированного вещества при формировании её геосфер. И если есть возможность доказать, что вода на Земле есть результат эволюции первичного вещества в её геологической истории, тогда многое в познании истории самой жизни может оказаться более понятным и не столь экзотичным.

**Модель оценки динамического состояния вещества геосфер Земли**

В рамках системного подхода к изучению любого объекта, если известен хотя бы один параметр его внутреннего строения (например плотность вещества, температура, мощность геосфер Земли), то с его помощью можно ответить на разные вопросы состояния систем [5]. В том числе, например: в каком состоянии могут находиться современные внутренние геосферы Земли — устойчивом или динамически не устойчивом; если в неустойчивом, — то между ними происходит непрерывный обмен веществом и энергией. В результате возникает возможность получить информацию о источниках вещества, приведших к формированию геосфер Земли.

Такой моделью может служить представление о золотом сечении. Как известно, его смысл состоит в делении отрезка в крайних отношениях, в которых отношение большей к меньшей или целого отрезка к большей его части определяется величиной стремящейся к числу Ф=1,618, названным золотым числом.

Под отрезком разделённым на части можно допустить и подобное состояние системы, как, например, Земля. В эволюции вещества которой возникают подсистемы (геосферы), эмерджентные свойства которых могут отражать определённое (хотя и не всё!) состояние самой Земли на границе изменения крайних отношений исследуемых её параметров и параметров её геосфер.

**Применение модели. Обсуждение результатов**

В качестве оценки состояния Земли, как системы, можно обратимся к известному среднему значению плотности её вещества равному 5,513 г/см3. Это среднее состояние определяется из плотностных характеристик ядра, мантии, океанической и континентальной коры. При этом предположим, что именно в результате физико-химической дифференциации первичного вещества Земли сформировались её каменные оболочки. Тогда отношение средней плотности Земли, равное 5,513, к плотностным характеристикам геосфер в условиях динамического равновесия должны приближаться к числу Ф=1,618, *табл. 1*. Если эти отношения выйдут за рамки золотого числа, значит подсистемы Земли (геосферы) являются динамически не устойчивыми.

*Таблица 1.* Матрица отношений известных параметров плотности вещества (г/см3) относительно Земли и её геосфер. Жирным выделены отношения вблизи золотого числа 1,618. В скобках курсивом с подчёркиванием показаны отклонения от него, %.

*Table 1.* Matrix of relationships between known parameters of substance density (g/cm3) regarding the Earth and its geospheres. Ratios near the golden number 1.618 are highlighted in bold. Deviations from it, %, are shown in brackets in italics with underlining.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Земля | | Мантия | | Нижняя мантия | | Верхняя  мантия | Слой  Голицина | Океаническая  кора | Континентальная кора |
|  | | 1,230 | | 0,984 | | **1,638**  *(1,24)* | 1,303 | **1,671**  *(3,27)* | 1,945 |
|  | |  | | 0,800 | | 1,332 | **1,059** | 1,358 | **1,581**  *(2,29)* |
|  | |  | |  | | **1,664**  *(2,84)* | 1,324 | ***1,697***  *(4,88)* | 1,975 |
|  | |  | |  | |  | 0,795 | **1,020** | 1,187 |
|  | |  | |  | |  |  | 1,282 | 1,492 |
|  | |  | |  | |  |  |  | 1,164 |
| Принятое значение средней плотности геосфер по известным геофизическим данным, г/см3 | | | | | | | | | |
| 5,513 | 4,482 | | 5,600 | | 3,365 | | 4,23 | 3,300 | 2,835 |

Как видно из *табл.1* по средней плотности вещества геосфер: Земли/верхней мантии; Земли/океанической коры; мантии/континентальной коры; нижней мантии/верхней мантии; нижней мантии/океанической коры с отклонениями от золотой пропорции 1,618 на величины от 1,24 до 4,88% от неё находятся в состоянии близком к устойчивому динамическому равновесию в результате обмена веществом и энергией. И могли сформироваться из первичного вещества Земли с последующей его дифференциацией in situ. Однако от модели устойчивого динамического равновесия сильно отклоняются отношения плотности вещества геосфер: слоя Голицина (верхней мантии) относительно океанической и континентальной коры, а также океанической относительно континентальной коры. Как известно, на этих геологических рубежах до сих пор ярко выражены современные динамические процессы обмена веществом и энергией в рамках современных воззрений тектоники плит.

Для того, чтобы исследовать состояние других геосфер относительно всех остальных воспользуемся аналогичной моделью сравнения плотностных характеристик их вещества, но в рамках отношений: 1,618, 0,618, 2,618.

Физический смысл таких оценок сводится к тому, что если состояние любой системы (в том числе Земли) во времени от предыдущего к последующему состоянию не меняется (находится в равновесном состоянии), то такие отношения равны 1,0. Но динамически устойчивое равновесие (с непрерывным обменом веществом и энергией, например, геосфер) может достигаться и в точках со значениями чисел: 1:0,618=1,618; 1,618:1,0=1,618; 1,618:0,618=2,618 и 2,618:1,618=0,618; 1,618х1,618=2,618. Тогда отношения средней плотности Земли, равное 5,513, к золотым числам 0,618, 1,1618, 2,618 (**Модель-1**) или их мультипликативный показатель (**Модель-2** — через умножение средней плотности Земли на эти же значения золотых чисел) должны быть также близкими к действительному состоянию плотности их геосфер на уровне устойчивого динамического равновесия.

Если это действительно окажется таковым, тогда можно сделать вывод, что все геосферы Земли, включая атмосферу, гидросферу, каменные оболочки Земли являются следствием физико-химической дифференциации первичного вещества Земли по плотности без существенного участия космического вещества (метеоритов, комет и прочее) в её геологической истории, *табл. 2.* Дифференциация по температуре и мощности вещества геосфер приводится в работе [6].

*Таблица 2.* Модельные оценки состояния геосфер относительно известных значений плотности их вещества в моделях -1,2.

*Table 2.* Model estimates of the state of geospheres relative to the known values of the density of their matter in models -1,2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | Модель-1 | Модельная плотность  вещества,  г/см3 | Известные  вариации [[1]](#footnote-2),[7] плотности вещества, г/см3 | Модель-2 | Модельная плотность  вещества,  г/см3 | Известные вариации плотности вещества, г/см3 |
| A.Относительно средней плотности Земли 5,513г/см3 | | | | | | |
| 1-а | 5,513:0,618 | 8,920  *3,30* | Известные вариации плотности земного ядра  9-8,25  Средняя: 8,625 | 5,513х0,618 | 3,410  *3,22* | 3,300  Средняя плотность океанической коры |
| 2-а | 5,513:1,618 | 3,410  *3,22%* | 3,300  средняя плотность океанической коры | 5,513х1,618 | 8,920  *3,31%* | Известные вариации плотности земного ядра  9-8,25  Средняя: 8,625 |
| 3-а | 5,513:2,618 | 2,106  *8,02%* | Плотность осадочных пород от 1850 до 2700  Средняя: 2,275 | 5,513х2,618 | 14,43  *7,83%* | Плотность в центре ядра Земли  12,5; 13,1;14,3  Средняя: 13,3 |
| Б*.* Относительно средней плотности континентальной земной коры 2,835 г/см3 | | | | | | |
| 1-б | 2,835:0,618 | 4,587  *2,29%* | Средняя плотность вещества нижней мантии 4,482 | 2,835х0,618 | 1,752  *2,97%* | 1,70 — средняя плотность суглинков |
| 2-б | 2,835:1,618 | 1,752  *2,97%* | 1,70 — средняя плотность суглинков | 2,835х1,618 | 4,587  *2,29%* | Средняя плотность вещества нижней мантии 4,482 |
| 3-б | 2,835:2,618 | 1,08  *0,38%* | 1,076 средняя плотность **океанической воды** | 2,835х2,618 | 7,422  *16,21%* | Известные вариации плотности земного ядра 9-8,25  Средняя: 8,625 |
| В. Относительно средней плотности океанической коры 3,300 г/см3 | | | | | | |
| 1-в | 3,300:0,618 | 5,340  *3,37,*  *4,87* | Средняя плотность Земли 5,513  Плотность вещества нижней мантии на границе с ядром Земли 5,600 | 3,300х0,618 | 2,039  *11,57* | Плотность вещества  осадочных пород  1,850 до 2,700  Средняя:  2,275 |
| 2-в | 3,300:1,618 | 2,039  *11,57* | Плотность вещества  осадочных пород  1850 до 2700  Средняя: 2,275 | 3,300х1,618 | 5,339  *4,89* | Плотность вещества нижней мантии на границе с ядром Земли 5,600 |
| 3-в | 3,300:2,618 | 1,260  *0,80* | Солёные озёра:  1,2-1,3  Средняя: 1,25  Плотность **атмосферы** ~1,225 | 3,300х2,618 | 8,639  *0,17* | Известные вариации плотности земного ядра 9-8,25  Средняя: 8,625 |
| Г. Относительно средней плотности верхней мантии 3,365 г/см3 | | | | | | |
| 1-г | 3,365:0,618 | 5,545  *0,1%* | Плотность вещества нижней мантии на границе с ядром Земли 5,600 | 3,365х0,618 | 2,080  *9,37%* | Плотность  осадочных пород  1850 до 2700  Средняя: 2,275 |
| 2-г | 3,365:1,618 | 2,080  *9,37%* | Плотность вещества  осадочных пород  1,850 до 2,700  Средняя: 2,275 | 3,365х1,618 | 5,545  *1,01%* | Плотность вещества нижней мантии на границе с ядром Земли 5,600 |
| 3-г | 3,365:2,618 | 1,285  *2,72%* | Солёные озёра:  1,2-1,3  Средняя: 1,25  Плотность **атмосферы** ~1,225 | 3,365х2,618 | 8,809  *2,09%* | Известные вариации плотности земного ядра 9-8,25  Средняя: 8,625 |
| Д. Относительно средней плотности нижней мантии 5,600 г/см3 | | | | | | |
| 1-д | 5,560:0,618 | 8,897  *3,06%* | Известные вариации плотности земного ядра  9-8,25  Средняя: 8,625 | 5,560х0,618 | 3,436  *2,07%* | 3,300  средняя плотность океанической коры. 3,365 плотность вещества на границе океанической коры и верхней мантии |
| 2-д | 5,560:1,618 | 3,436  *4,04%(1)*  *2,07%(2)* | 3,300 (1)  Средняя плотность океанической коры.  3,365 (2) плотность вещества на границе океанической коры и верхней мантии | 5,560х1,618 | 8,996  *4,12%* | Известные вариации плотности земного ядра: 9-8,25  Средняя: 8,625 |
| 3-д | 5,560:2,618 | 2,124  *7,11%* | Плотность вещества  осадочных пород  1,850 до 2,700  Средняя 2,275 | 5,560х2,618 | 14,556  *1,76%* | Плотность в центральной части ядра 14,3 |
| Е. Относительно модельной плотности ядра Земли от значений 9,519 до 10,105 г/см3 | | | | | | |
| 1-е | 10,105:0,618  9,919:0,618 | 16,35  16,05 | Возможное наличие в составе ядра золота (16,3) | 10,105х0,618 | 6,244  9,919х0,618  6,13 | Известные вариации плотности жидкого ядра:  Среднее: 8,16 |
| 2-е | 10,105:1,618  9,919:1,618 | 6,245  6,13 | Известные вариации плотности жидкого ядра  9-8,25  Средняя: 8,625 | 10,105х1,618  9,919х1,618 | 16,35  16,05 | Возможное наличие в составе ядра золота  (16,3) |
| 3-е | 10,105:2,618  9,919:2,618 | 3,860  3,789 | Плотность вещества верхней мантии на границе с океанической корой 3,365 | 10,105х2,618  9,919х2,618 | 26,455  25,968 | Возможное наличие в центре ядра  платиноидов  (Os-22,6  Ir-22,4  Pt-21,5) |

*Примечание*: N — означает порядок модельной оценки состояний плотности вещества геосфер Земли.

В действительности в рамках моделей 1,2, оказалось возможным выйти на известные плотности вещества геосфер, полученные геофизическими методами в точном соответствии с принципами системного анализа. Так, по отношению к средней плотности Земли все геосферы оказываются близкими по плотности к известным теоретическим и экспериментальным геофизическим данным в рамках отклонения от их средних в границах от 0,17 до 9,7%.

Предельно высокие отклонения от средних значений плотности вещества устанавливаются для садочных пород (состояния: 1-в, 3-е, 1-г, 2-г, 3-д *табл 2*), гетерогенность состава разрезов которых, как известно, высокая не только по их составу, но плотности и мощности.

Также заметны отклонения от известных теоретических расчётов жидкой и твёрдой частей ядра Земли (состояния: 1-е, 2-е, 3-е *табл 2*), о плотности которого, как известно, мы можем судить лишь на основе не прямых, а косвенных данных. Но главное состоит в том, что дифференциация вещества в геологической истории Земли соответствует близким значениям модельной плотности не только каменных оболочек, но и атмосферы (состояния: 3-в, 3-г *табл 2*), и гидросферы (океанической воды, состояние: 3-б *табл 2*). Близкое совпадение модельных оценок плотности вещества с таковым в составе геосфер Земли может указывать на следующее. Во первых, на то, что обмен веществом и энергией в их составе близок к состоянию устойчивого динамического равновесия. Во-вторых, это состояние указывает на непрерывность изменения состава вещества геосфер в течение геологического времени. В-третьих, возникновение воды мирового океана (гидросферы) и атмосферы связано в основном с химической дифференциацией не только первичного вещества самой Земли. Модельная плотность воды (состояние: 3-б *табл 2)* вытекает из среднего состава и плотности континентальной земной коры. Но по времени совпадает с зарождением жизни в океане, что практически предполагает появление биосферы in situ. То есть около 3,9-4,0 млрд лет назад. Тогда это может означать, что появление континентальной коры относится, как минимум, к возрасту 3,9-4,0 млрд лет назад. И совсем не исключено, что именно с этого времени уже могли возникать условия зарождения плитной тектоники.

Таким образом, основным источником воды, определяющей основы зарождения и развития биологической формы материи, атмосферы Земли, является не только первичное её вещество, с ничтожным количеством привнесённой её доли из космоса после её остывания. Более точным выводом может служить допущение о гетерогенном составе воды мирового океана сформированного после остывания Земли. Это могло произойти за счёт выпадения осадков из древней атмосферы, содержащей воду, после завершения космической стадии эволюции Земли. А затем изменение состава воды мирового океана происходило за счёт дифференциации вещества ранней континентальной и океанческой коры, находящехся после и поныне под непрерывным влиянием вулканизма и магматизма.

Следующий важный вывод состоит в том, что в истории Земли обмен вещества происходил не только непрерывно, но и затрагивал практически всё вещество геосфер в целом, включая атмосферу, гидросферу, мантию, жидкое и твёрдое ядро с участием усложнения структур минеральных индивидов [4]. При этом близкое значение модельной плотности атмосферного воздуха к современному его состоянию связано с модельной оценкой плотности океанической коры и мантийного вещества (состояния: 3-в,3-г).

Мифическое наличие исчезнувшего в результате эволюции вещества Земли водного силиката магния в составе пород Земли в результате компьютерных симуляций [10], конечно интересно, но даже возможное его наличие в прошлом составе земных пород ещё не означает, что этот минерал мог быть доминирующем в составе основных гидросиликатов первичного вещества Земли.

Модельные оценки плотности жидкого и твёрдого ядра также указывают на то, что их вещество находилось и находится в условиях непрерывного обмена с мантийным веществом (состояние 3-е *табл. 2*), а оно — с веществом остальных геосфер Земли (состояния: 1-а, 2-а, 3-а, 3-б *табл 2*).

Автор не склонен затрагивать сам механизм обмена веществом в геологической истории с участием ядра Земли. Это не цель настоящей работы. Главный вывод состоит именно в том, что в появлении атмосферы, воды мирового океана на Земле, жизни участвовало всё первичное вещество Земли, включая её ядро в интервале от 4,0 до 3,9 млрд лет. Естественно, состав воды со временем менялся, но не её изотопный состав. А на смешение состава всех геосфер с веществом жидкого и твёрдого ядра могут указывать повышенные кларки высокоплотных элементов (Os, Ir, Rh, Pd, Pt, Au) [3] в ультрабазитах, пронизывающих в разное время все каменные оболочки Земли с привносом вещества в континентальную часть земной коры в составе эндогенных рудных месторождений. При этом смешение вещества составов геосфер с участием ядра Земли происходит, скорее всего, и по настоящее время, а не закончилась в короткий период в 30 млн лет с момента погружения плотной части вещества к центру Земли, как считается до сих пор. Зонально построенная картина жидкой и твёрдой части ядра, по-видимому, может систематически нарушаться, что и приводило к многократному изменению, например, ориентации магнитных полюсов при всплывании твёрдофазных составов ядра в жидкие. Отсюда, выдвинутая ранее автором гипотеза о многослойности земного ядра с выделением зон, обогащённых аномально высокоплотным веществом, не лишена смысла [6].

Отсутствие значимых количеств тяжелой воды в составе мирового океана Земли — это фундаментальная особенность эволюции вещества самой Земли в её истории.

На примере эксперимента с Розеттой в составе воды кометы 67P/ Чурюмова-Герасименко количество тяжелого по отношению к лёгкому водороду в ней в три раза выше, чем в составе морской воды на Земле [9]. В случае вхождения в плотные слои атмосферы кометы в первую очередь всегда должен улетучиваться лёгкий водород, а тяжёлый может попадать всё-таки в атмосферу Земли. Там, соединяясь с кислородом, может несколько смещать изотопный состав водорода в составе земной морской воды. Такое фракционирование изотопов водорода могло бы частично привести к утяжелению его в составе воды мирового океана на уровне установленных модельных погрешностей её плотности, но не оказало бы существенного влияния на состав существующей морской воды.

Отклонение отношений средней плотности вещества Земли к известным значениям в составе оболочек Земли в моделях 1,2 достигает всего около 2,72%. Эту величину отклонения можно интерпретировать двояко.

Первое. Исследуемые плотностные характеристики вещества геосфер до сих пор не находятся в состоянии устойчивого динамического равновесия в обмене веществом и энергией между собой. Т.е. Земля является геологически активным телом. И если рассматривать эту активность с начала её формирования, как планеты 4,5 млрд лет назад, то время геологической активности Земли будет продолжаться ещё коло 124 млн лет. Последующие её изменения в основном будут происходить в рамках солнечно-земных связей.

Второе. Причиной неустойчивости состояния геосфер может служить как продолжение динамической активности обмена веществом под влиянием затухающих во времени геологических процессов, так и возможное наличие гетерогенности состава вещества Земли, из которого формировались её оболочки, но на уровне не выше 2,72% от её первичного состава.

**Заключение**

Применение модели золотого сечения в рамках оценки динамического состояния геосфер Земли и источников вещества в них методом золотых пропорций: 0,618, 1,618, 2,618 позволило установить следующее.

1. Близко от состояния динамической неустойчивости от принятых модельных оценок, сильно отклоняются действительные отношения плотности вещества геосфер: слоя Голицина (верхней мантии) относительно океанической и континентальной коры; океанической коры относительно континентальной. Как известно именно на этих геологических рубежах до сих пор ярко выражена современная динамика процессов обмена веществом и энергией в рамках современных воззрений тектоники плит. Т.е. метод модельной оценки средних отношений плотности вещества Земли и геосфер к золотым числам позволил прийти к известным геолого-геофизическим представлениям о их состоянии и подтвердил его работоспособность в достижении целей настоящего исследования.

2. В рамках принятой модели установлено, что обмен веществом в составе геосфер Земли происходил и происходит до сих пор непрерывно, затрагивая всё их вещество, включая мантию и ядро Земли. Поскольку модельные плотности геосфер выводятся из состояния существующих, а их значения находятся в интервалах небольших отклонений от них.

3. Основным источником воды и атмосферы на Земле является её первичное вещество без существенного вклада иных источников после завершения её космической истории. На состав атмосферы и гидросферы (после их образования) после существенное влияние оказывали динамически не устойчивые состояния, происходящие в верхней мантии, континентальной и океанической коре. Поскольку вода является основным компонентом живого, то и биосфера в целом является результатом эволюции первичного земного вещества in situ.

4. Континентальная кора в геологической истории могла уже существовать около 3,9 — 4,0 млрд лет назад с последующим запуском механизма тектоники плит при формированием атмосферы и гидросферы в обменных процессах c участием всего состава вещества Земли.

5. Модельные оценки плотности вещества геосфер дают возможность выйти на известные данные состояния плотности их вещества (в рамка отклонения их от известных значений от 0,1 до,4,7%, при средних — 2,72%), полученные в результате геофизических исследований. Наибольшие расхождения модельных оценок плотности вещества устанавливается для осадочных пород континентальной земной коры и ядра Земли. Возможно, это связано как с неточным анализом и учётом многообразия их вещественного состава, так и с расходящимися теоретическими представлениями о вещественном составе самого ядра Земли.

6. Современная модель земного ядра, разделённая на твёрдую и жидкую фазы, не укладывается в модельную многослойную по плотности структуру, состоящую, возможно, из четырёх фаз. От центра к его внешней части по плотности, г/см3: а) 26,96-16,35; б) 14,493; в) 8,816; г) 7,422. Если действительно полагать непрерывность обмена веществом ядра с геосферами в течение всей геологической истории Земли, то сама структура ядра в целом может и не представлять собой концентрические зоны, а, скорее зоны, с плавающими в них не обязательно концентрических и не постоянных по составу фаз [5].

**Литература**

1.Валяшко М.Г. Эволюция химического состава воды океана // История Мирового океана. – М.: Наука, 1971. – С. 97-104.

2.Грачев А.Ф., Мартынова М.А. О вероятном составе воды первичного океана. – Л.: Вестник ЛГУ, 1980, № 12. – С. 17-25.

3.Григорьев Н.А. О кларковом содержании химических элементов в верхней части континентальной коры// Литосфера, 2002, № 1, с. 61-71.

4.Кокин А.В. Эволюция кремнезёма в составе горных пород в истории Земли и внутренних планет Солнечной системы// Уральский геологический журнал. 2023. № 2(152). С.36-55.

5.Кокин А.В., Кокин А.А. Золотое сечение и эволюция (введение в общую теорию нелокальной эволюции). М.: ООО «Информ-Право». 2022.-232 с. с илл.

6.Кокин А.В., Кокин А.А. К оценке геодинамической устойчивости геосфер Земли //Вестник Геонаук, май 2024, №5. с. 16-28.

7.Пущаровский Ю. М. Сейсмотомография и структура мантии: Тектонический ракурс // Доклады РАН. 1996. № 6. С. 805—809.

8.Хаустов В.В., Мартынова М.А., Диденков Ю.Н. К проблеме состава и происхождения ювенильных вод //Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле. РАЕН. №2 (37).2010. с. 99-108.

9.Altweg К. и др. [67P/Churyumov-Gerasimenko, a Jupiter family comet with a high D/H ratio](http://www.sciencemag.org/content/347/6220/1261952) // [Сайенс](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сайенс) 23 января 2015: т. 347, выпуск 6220, DOI: 10.1126/science.1261952.

10.Oganov A.R. Glass C.W. (2006). Crystal structure prediction using ab initio evolutionary techniques: principles and applications //[Journal of Chemical Physics](https://ru.wikipedia.org/wiki/Journal_of_Chemical_Physics).— Vol.124.— P.244704.

11.Ruby W.W. Geologic history of sea water // The origin and evolution of atmosphere and oceans, 1964. – P. 1-63.

1. По данным различных косвенных теоретических и геофизических исследований [↑](#footnote-ref-2)