

Происхождение материков и океанов

Анатолий Биршерт, к.т.н.

То, что на поверхности нашей Земли расположены материки и океаны, известно каждому. Но как они возникли на нашей планете? Многочисленные материалы, посвященные догеологической истории Земли (4,5 – 3,8 млрд лет назад), к сожалению не дают четкой картины возникновения материков и океанов [1 – 3]. В настоящей статье делается попытка ответить на этот вопрос с учетом того, что догеологический этап развития наша Земля прошла не в гордом одиночестве, но в активном взаимодействии с другими объектами Солнечной и Галактической систем. При этом исходим из трех предположений:

а) в процессе эволюции Земля прошла цикл остывания от расплавленного состояния с постепенным образованием внешней шлаковой коры (гранитно-базальтовая оболочка);

б) во все время эволюции Земля периодически, примерно через каждые 30 ± 5 млн. лет, подвергалась бомбардировке галактическими кометами;

в) кроме галактических комет Земля могла подвергаться соударениям и с другими космическими объектами.

Поясним, почему такое серьезное внимание в предлагаемой гипотезе уделено астероидам, планетам и галактическим кометам. Предлагаемая автором гипотеза происхождения материков и океанов Земли основана на теории катастрофизма, предложенной в 1812г французским естествоиспытателем Жоржем Кювье (1769 – 1832). Согласно Кювье, история Земли состоит из ряда последовательных этапов спокойного эволюционного развития, разделенных бурными катастрофами (катаклизмами), резко изменяющими лик Земли. Эти катастрофы связаны с вулканической деятельностью, а также с непредсказуемыми изменениями солнечной активности. Но главная причина скачкообразных изменений природы по современной теории –бомбардировки Земли космическими объектами. Под космическими объектами мы понимаем гипотетическую планету Тейя и галактические кометы.

Для лучшего понимания вопроса придется сказать несколько слов о планете Тейя и галактических кометах.

Тейя – гипотетическая планета, столкнувшаяся с Землей примерно 4,5 млрд лет назад [4]. Научный мир считает (гипотеза мегаимпакта), что пришедшая неизвестно откуда планета размером примерно с Марс, с космической скоростью ударилась о расплавленную Землю. В результате этого столкновения из Земли были выбиты на околоземную орбиту определенное количество магмы, из которой сформировалась наша Луна. На месте столкновения на Земле в

настоящее время раскинулся Тихий океан.

Если планета Тейя, сравниваемая с Марсом, была застывшим твердым шаром с радиусом примерно 3400 км (как замерыли размеры этой планеты?), то галактические кометы представляют собой совершенно особые космические тела. Кометы являются малыми космическими телами (размером от 0,5 до 100км), состоящими из смеси замерзших до твердого агрегатного состояния различных газов и паров, перемешанных с т.н. космической пылью – твердыми частицами размером менее 1мм разного химического состава: силикаты, окислы, соли металлов, хлориды и т.п. Состав льдов комет (H_2O , CH_4 , NH_3 , CO_2 и др.), определенный в 1986г советскими исследователями на комете Галлея, показывает, что температура комет не выше минус $200^{\circ}C$ [5]. Нет никаких принципиальных ограничений на присутствие в кометах любых элементов таблицы Д.И. Менделеева. Скорее всего, химический состав каждой кометы зависит от времени и места зарождения, а также от ее орбиты.

Поясним, откуда кометы попадают в нашу Солнечную систему, являющуюся в свою очередь членом Галактики «Млечный путь». Галактика – это гравитационно-связанная система из звезд и звездных скоплений, межзвездного газа и пыли, и т.н. темной материи. Все объекты Галактики участвуют в движении относительно общего центра масс. В настоящее время установлено, что первоосновой комет служат осколки взрывающихся звезд, выбрасываемых из т.н. струйных рукавов Галактики. Эти рукава каждые 30 ± 5 млн лет пересекает наше Солнце, движущееся по круговой орбите вокруг центра Галактики вместе со всей своей свитой из планет, туманностей и астероидных поясов (время оборота Солнца вокруг центра Галактики составляет примерно 240 ± 15 млн лет).

Осколки звезд постепенно остывают при движении в космическом пространстве, и, проходя через газо-пылевые туманности, намораживают на свою поверхность смесь различных газов и паров, перемешанных с космической пылью. Часть комет из Галактики достигают Солнечной системы. Поэтому Солнце, Земля и другие планеты и их спутники через каждые 30 ± 5 млн. лет подвергались ранее и будут подвергаться в будущем бомбардировкам галактическими кометами. Длительность каждого бомбардировочного цикла – до 500 тыс. лет, при этом в каждом цикле на Землю обрушиваются десятки и даже сотни тысяч комет [6].

Интенсивность бомбардировок и состав комет в каждом цикле различные. Ведь Солнце движется вокруг центра Галактики не по плоской круговой орбите, а одновременно с круговым движением совершает и синусоидальные колебания в вертикальной плоскости. Поэтому формирование комет, достигающих Солнечной системы, происходит в разных по составу газо-пылевых туманностях. То, что состав комет различен между собой, подтвердили прямые эксперименты с кометой Темпл-1 (2005г) и кометой Чурюмова-Герасименко (2014г). Естественно, бомбардировки комет повлияли на формирование атмосферы, материков и

океанов Земли, а также на образование осадочного чехла и залежей полезных ископаемых.

Поскольку рассматриваемый процесс проходил около 5 млрд лет назад и не оставив нам четких геохроник, придется воспользоваться рядом допущений.

Примем, что столкновение гипотетической планеты Тейя с Землей произошло тогда, когда Земля была еще в расплавленном состоянии и не имела еще внешней гранитно-базальтовой оболочки. Планета Тейя ударила в край Земли и выбила на околоземную орбиту такое количество магмы, из которой впоследствии сформировалась наша Луна. Считается, что на месте столкновения впоследствии образовалось ложе Тихого океана. Если научная общественность признает, что ложе Тихого океана образовалось в результате столкновения Земли с гипотетической планетой, скорее всего таким же образом должны были образоваться и соответствующие элементы рельефа Земли для Атлантического, Индийского, Южного (Антарктического) и Северного Ледовитого океанов. Значит, в бомбардировке Земли должны были участвовать не одна планета Тейя, но практически еще несколько планет, и у Земли вместо одной Луны должны были быть не менее 5 спутников.

Но здесь возникает следующая проблема. Ширина современного Тихого океана около 20 000 км, т.е. половина длины экватора. Планета Тейя при радиусе 3400 км могла проскрести на поверхности Земли канал с максимальной шириной только 6800 км, но для этого Тейе нужно было углубиться внутрь Земли не менее чем на 3400 км. Ширина современного Атлантического океана составляет около 6680 км. Вот ложе этого океана планета Тейя могла бы проскрести, но для этого ей пришлось бы выбросить на околоземную орбиту объем магмы, равный $3,65 \times 10^{11} \text{ км}^3$, или 34% объема Земли. С учетом того, что этот объем магмы после затвердевания должен увеличиться до величины $5,84 \times 10^{11} \text{ км}^3$, а объем Луны равен $2,2 \times 10^{10} \text{ км}^3$, т.е. в 26,5 меньше, мы можем констатировать достаточно неэкономную технологию создания Луны и будущих океанов. А ведь кроме Атлантического, надо было создать еще 4 океана, в том числе Тихий, в два раза более широкий, чем Атлантический. Что бы осталось при такой технологии от Земли?

Поэтому приходится отказаться от двойной задачи планеты Тейя (реквизиция у Земли определенного количества магмы для создания Луны, и подготовка ложа для будущего Тихого океана), а также придется отказаться и от формирования соответствующих элементов рельефа Земли под будущие океаны с помощью нескольких планет. Скорее всего, ложа будущих океанов, включая и Тихий, формировались одновременно по другой технологии, о чем мы расскажем несколько позже.

Что касается планеты Тейя, то можно допустить ее участие только в создании Луны. Для этого планете Тейя нужно было просто ударить в край расплавленной Земли и выбить из неё на околоземную орбиту $15,4 \times 10^8 \text{ км}^3$

магмы, что с 10-процентным запасом хватило бы для создания Луны. Для этого планете Тейя нужно было пройти по прямой линии через край шарообразной Земли с максимальным углублением внутрь Земли на 1220 км. Выбитая на околоземную орбиту магма благодаря законам всемирного тяготения сформировалась в шарообразное тело и начала остывать. После затвердевания магмы объем единственного спутника Земли увеличился, и в настоящее время Луна представляет собой твердое шарообразное тело с радиусом 1737 км. Что касается Земли, то ее магма после мегаимпакта благодаря законам всемирного тяготения снова приняла шарообразную форму, при этом радиус Земли уменьшился с 6400 до 6374 км, т.е. только на 26 км.

После создания Луны Земля еще некоторое время находилась в расплавленном состоянии. Рано или поздно, но наступил момент, когда расплавленная Земля начала остывать, и поверхность нашей планеты достигла температуры затвердевания гранитно-базальтовой массы (примерно 1000 – 1500°C). С этого момента начался процесс образования твердой гранитно-базальтовой оболочки. Интенсивность роста мощности (толщины) этой оболочки в начальный период может быть оценена из уравнения теплового баланса между потоком энергии, высвобождаемым при застывании внешней оболочки и энергией, излучаемой поверхностью Земли. Мощность оболочки в 24 м, согласно проведенным расчетам, могла быть достигнута за одни современные сутки, т.е. 86400 с.

В настоящее время интенсивность роста гранитно-базальтовой оболочки Земли существенно ниже по сравнению с начальным периодом образования этой оболочки за счет ее достаточно большой мощности (до 40 км), которую мы имеем к настоящему периоду (гранитно-базальтовая оболочка играет роль тепловой изоляции для расплавленного ядра – чем толще оболочка, тем эффективнее теплоизоляция). Тем не менее, для обеспечения даже существенно меньшей скорости роста гранитно-базальтовой оболочки требуется постоянная разгрузка лишних объемов вновь образуемых нижних слоев оболочки из-за того, что плотность гранитно-базальтовой оболочки меньше плотности магмы. Следы этой разгрузки наблюдаются в настоящее время в виде вулканической деятельности, когда на поверхность Земли периодически изливается расплавленная магма, и наконец (самое неприятное для обитателей Земли), в виде периодических землетрясений.

Примем, что в процессе роста молодая гранитно-базальтовая оболочка Земли подверглась интенсивной кометной бомбардировке. На первых порах нас будет интересовать, какую максимальную мощность молодой оболочки могли пробить кометы. Здесь нам придется сделать еще одно допущение. Примем, что кометы могли пробить оболочку толщиной до 12 м, но не могли пробить оболочку мощнее 24 м (величины 12 и 24 м конечно условные, т.к. автор статьи пока не владеет методикой расчетов пробивной возможности комет; эти величины соответствуют толщине оболочки, застывающей за 12 и 24 часа соответственно).

Сделаем еще одно допущение. Примем, что свежееобразованная гранитно-базальтовая оболочка, мощность которой по всей поверхности Земли достигла величины 12 м, подверглась именно в этот момент интенсивной бомбардировке кометами. Пробившие 12-метровую оболочку кометы попадали в магму с температурой не менее 1000 градусов, в которой мгновенно взрывались, разрушая расположенную сверху оболочку. Кинетическая энергия комет, сложенная с энергией взрыва содержащегося в них криогенного льда, попавшего в раскаленную магму, позволяет рассчитывать на эффективный выброс осколков 12-метровой оболочки на околоземную орбиту, где они рассеялись в космическом пространстве. К счастью, первая бомбардировка разрушила не всю, а только 2/3 молодой 12-метровой гранитно-базальтовой оболочки Земли, оставив нетронутыми несколько крупных и мелких фрагментов. Можно сказать, что кометы «пощадили» эти фрагменты.

Примем также, что 12 часов, последовавшие за разрушением двух третей оболочки, прошли для Земли относительно спокойно, без комет. За это время поверхность вскрытой магмы вновь затянулась 12-метровой оболочкой, а оставшиеся нетронутыми фрагменты первичной оболочки увеличили свою мощность до 24 м. Следующий цикл бомбардировки, последовавший через 12 часов «спокойного» времени, смог сделать следующее. Была вновь разрушена 12-метровая оболочка на 2/3 поверхности Земли, а оставшиеся нетронутыми фрагменты оболочки, мощность которых достигла 24 м, уже не пробивались кометами.

Такая процедура повторялась около 400 суток, пока мощность фрагментов не достигла 5000 м, а магма на 2/3 поверхности Земли получила возможность не только создать свою уже четырехсотую 12-метровую оболочку, но и нарастить ее до непробиваемых значений. В процессе последующей эволюции происходило дальнейшее наращивание мощности гранитно-базальтового слоя уже у всей поверхности Земли. Так были сформированы соответствующие элементы рельефа Земли под будущие океаны, континенты и острова. Заметим, что такая сложная технология изменения рельефа Земли потребовалась только для того, чтобы в будущем создать отдельно выделенные океанические и материковые пространства, обеспечившие будущее разнообразие жизни на нашей планете.

Немного забежим вперед и рассмотрим реальную картину сегодняшнего дня – шельфовая (прибрежная) зона для океанов плавно понижается до глубины примерно 200 м, после чего следует обрыв сразу до глубины 2000 м (т.н. эскарп). Как же сформировались эти элементы рельефа Земли?

Что касается эскарпа – вспомним, что первоначальная (до разрушения) гранитно-базальтовая оболочка Земли располагалась над жидкой магмой. После разрушения оставшиеся неразрушенными фрагменты сразу же в соответствии с законом Архимеда притонули в эту магму. Исходя из удельной массы гранитно-базальтовой оболочки ($2,5 \text{ г/см}^3$) и магмы (от $3,8$ до $4,4 \text{ г/см}^3$) после достижения

мощности фрагментов оболочки 5000м глубина погружения в магму фрагментов составила от 3,3 до 2,8 км, при примерной высоте $2\pm 0,2$ км ее "сухой" части, возвышающейся над уровнем магмы.

Что касается шельфа – плавное понижение глубины шельфа от нуля (уреза) до 200 м объясняется тем, что на всей поверхности гранитно-базальтовой оболочки Земли, в том числе и на шельфовой зоне, сформировался т.н. осадочный чехол, состоящий из песка и глины. Сложенный из недостаточно прочных материалов, осадочный чехол, естественно, размывался океанами.

Таким образом, в процессе эволюции были сформированы соответствующие элементы рельефа Земли под будущие океаны, континенты и острова. Сложившаяся система из эскарпов и шельфа вокруг всех континентов в какой-то мере защищали материки от постоянного затопления. Будущие океаны должны были образоваться на месте первоначально разрушенной 12-метровой гранитно-базальтовой оболочки. Будущие континенты и острова должны были сформироваться на фундаменте из неразрушенных фрагментов первоначальной оболочки. Сложившаяся в виде континентов и ложа будущего океана гранитно-базальтовая оболочка при очередном цикле кометного нашествия уже не пробивалась насквозь, а только покрывалась т.н. кометной пылью (основой осадочного чехла). Кометный лед при температуре оболочки выше 100°C полностью испарялся в палеоатмосферу. Одновременно еще сухое дно будущего мирового океана, имеющее меньшую мощность по сравнению с мощностью палеоконтинентов, могло деформироваться внутрь планеты под ударами падающих на него комет (будущие океанские впадины).

По мере постепенного остывания внешней оболочки Земли ниже 100°C началось обводнение Земли за счет таяния привносимого кометами водяного льда с примесью галогенидов щелочных металлов. Количество этого льда, который таял на поверхности Земли, было настолько велико, что образовывавшаяся после таяния соленая вода вскоре покрыла практически всю поверхность Земли, включая поверхность континентов. Но благодаря потерям воды в космическое пространство (за счет динамического выплескивания крупными кометами, а также за счет естественного испарения) уровень океана уменьшился практически до современного значения. Считается, что таких циклов полного обводнения Земли с последующим испарением и улетучиванием воды в мировое пространство было несколько. Одновременно с заполнением океанов сформировался и кругооборот воды в природе.

В настоящий момент, когда мировой океан покрывает не всю поверхность Земли, а только две трети ее поверхности (шельф континентов и собственное ложе), идет медленный процесс потери воды нашей планетой, который может кончиться либо полной ее потерей (как у Марса), либо этот процесс будет приторможен после доставки при очередной кометной бомбардировке очередной порции воды. Такую возможность не следует исключать полностью, вспомнив,

например, что около 12 тыс. лет назад Земля получила очередную (и пока последнюю) порцию H_2O , которая пошла как на непосредственное повышение уровня мирового океана (Карельское оледенение), так и на создание территории вечной мерзлоты [7]. Тунгусский «метеорит» (1908 г), признанный в настоящее время большинством научной общественности малогабаритной кометой, из-за относительно малых размеров можно не принимать в расчет.

Таким образом, современные живые существа, населяющие планету Земля, должны благодарить за достаточно комфортные условия своего существования кометы, которые бомбардировали в догеологический период нашу планету. Сначала эти кометы сформировали ложе будущего океана, а затем доставили в нужное время как воздушную, так и водную оболочки для нашей Земли. Отметим, что само зарождение жизни на Земле возможно было инициировано кометами [8]. Нам же остается только гадать, был ли вышеописанный сценарий цепью спланированных или случайных событий. Если принять, что вероятность планирования достаточно высока, напрашивается очевидный вывод: к моменту затухания Солнца мыслящие существа нашей Земли также могут с помощью комет перенести основы жизни в соседние миры.

Литература

1. Валяев Б.М. Материки и океаны в истории Земли. – М.: Знание, 1986.
2. Сорохтин О.Г. (ред.). Океанология. Геофизика океана. Том 2. Геодинамика. – М.: Наука, 1979.
3. Блинов В.Ф. Растущая Земля. – М.: Едиториал УРСС, 2003.
4. Hartman W.K., Davis D.R. Icarus 24 (1975), 504 – 515.
5. Грингауз К.И. и др. Письма в астрономический журнал. 1986, 12, 666.
6. Микиша А.М. и др. Угроза с неба: рок или случайность. – М.: Космоинформ, 1999.
7. Биршерт А.А. Мамонты и полюса. Электронный журнал BioDat, 2015 (раздел VI. Размышления).
8. Поннамперула С. (ред). Н-т. сборник «Кометы и происхождение жизни». – М.: Мир, 1984