УДК 101.8;551.1;577.3
https://doi.org/10.26516/2541-9641.2025.4.50
EDN: UEATOJ

Геологическая форма движения материи: основа возникновения жизни на Земле

К.М. Константинов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Согласно учению о диалектики, геологическая форма движения материи как совокупность более простых форм движений единой материи (механической, физической, химической) определила качественный переход от неорганической к живой природе (биологическая форма движения материи). В статье приводится система доказательств этого процесса, вытекающих из современной теории мантийных плюмов.

Ключевые слова*: Геологическая форма движения материи, теория мантийных плюмов, примитивная Земля, абиогенез, жизнь, панспермия, динамическая физико-геологическая модель*

Geologic Form of Matter Motion: the Basis of Life on Earth

K.M. Konstantinov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. According to the doctrine of dialectics the geological form of motion of matter as a set of simpler forms of motion of single matter (mechanical, physical, chemical) determined the qualitative transition from inorganic to wildlife (biological form of motion of matter). The article provides a system of evidence for this process arising from the modern theory of mantle plumes.

Keywords*: Geological form of matter motion, mantle plume theory, primitive Earth, abiogenesis, life, panspermia, dynamic physical-geological model*

Введение

В связи с тем, что дискуссии о существовании геологической формы движения материи (ГФДМ) ведутся с конца XVIII века, начиная с Ф. Энгельса (1982) и продолженные В.И. Лениным (1968), Б.М. Кедровым (1981) и др. философами, вплоть до настоящего времени, эта тема в статье подробно не рассматривается. Данный вопрос сугубо философский, поскольку определяется количественными и качественными критериями, конкретизирующими свойства этой формы движения материи. Например, в своем труде Ф. Энгельс (1931) считал, что «что жизнь должна была возникнуть химическим путем» минуя ГФДМ: механика – физика – химия – биология (рис. 1). Обосновывая свою иерархическую цепочку Ф. Энгельс писал, что живой организм представляет собой высший синтез механики, физики и химии, в силу которого эту троицу разделить нельзя. Каждая из них отражает лишь сторону или момент единого нераздельного целого, каким

Статья получена: 23.11.2025; исправлена: 01.12.2025; принята: 12.12.2025.
ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Константинов К.М. Геологическая форма движения материи: основа возникновения жизни на Земле // Геология и окружающая среда. 2025. Т. 5, № 4. С. 50–72. DOI 10.26516/2541-9641.2025.4.50. EDN: UEATOJ
Article received: 23.11.2025; corrected: 01.12.2025; accepted: 12.12.2025.
FOR CITATION: Konstantinov K.M. Geologic form of matter motion: the basis of life on Earth // Geology and Environment. 2025. Vol. 5, No. 4. P. 50–72. DOI 10.26516/2541-9641.2025.4.50. EDN: UEATOJ

является жизнь, живой организм. В принципе, Ф. Энгельс не отрицал и не отвергал существования ГФДМ, поскольку в то время геология как наука начинала только формироваться в систему знаний.

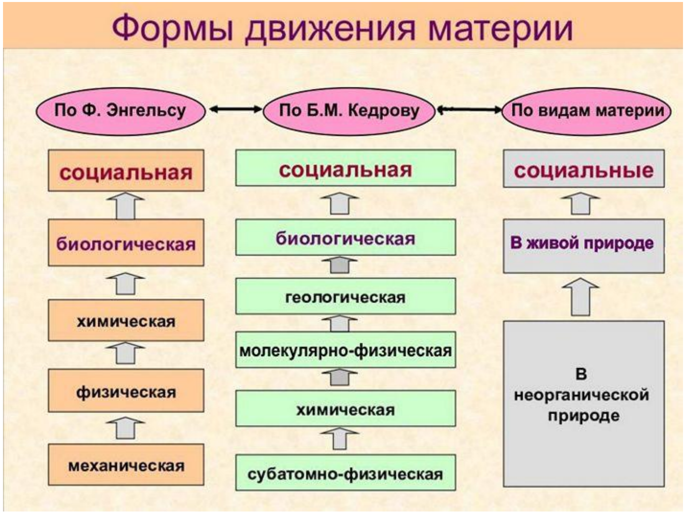


Рис. 1. Формы движения материи (о геологической форме движения материи: смотрите и скачивайте изображения — Яндекс Картинки).

Fig. 1. Forms of motion of matter (about the geological form of motion of matter: watch and download images – Yandex Pictures).

В.И. Ленин (1968), отстаивая материалистическую теорию познания, опирался на геологию, поскольку Земля существовала раньше появления на ней человека, и не могла зависеть от его сознания: «…*Естествознание положительно утверждает, что земля существовала в таком состоянии* (примитивная Земля[1] – прим. автора), *когда ни человека, ни вообще какого бы ни было живого существа на ней не было и быть не могла. … Значит, не было ощущающей материи, – не было ни каких «комплексов ощущений», – никакого Я, будто бы «неразрывно» связанного со средой… Такова материалистическая теория познания, на которой стихийно стоит естествознание*».

Идея ГФДМ активно обсуждалась философами и специалистами наук о Земле с начала 50-х годов. На основе учения Ф. Энгельса о формах движения материи, советскими философами Б.М. Кедровым (1959, 1962, 1981), Е.А. Куражковской (1970), Г.П. Горшковым (1970), И.Ф. Зубковым (1974, 1979) и др. в практику было впервые введено понятие ГФДМ в качестве особой и самостоятельной формы. ГФДМ – это специфическая форма движения материи, связанная с изменениями в геосистемах – материках, слоях земной коры и т. д. или, перефразируя, – способ существования неорганического (минерального) вещества в рамках отдельного космического тела (от минералообразования до взаимодействия оболочек планеты). Её специфика заключается в синтезе более простых форм движения (механического, физического, химического) на неорганической вещественной основе (образование всевозможных минералов, руд и др. веществ) в условиях больших температур и давлений.

Согласно классификации основных форм движения материи, Б.М. Кедров (1959) предложил, что после химической формы движения процесс развития природы поляризуется на две основные ветви: органической и неорганической природы (рис. 2). Одна ветвь, выйдя за пределы химии, вступает в область биологии, другая — в область геологии:

[1] Примитивная Земля – это Земля без жизни такой она была примерно 4 млрд лет тому назад (то же самое можно сказать и о примитивных океане и атмосфере).

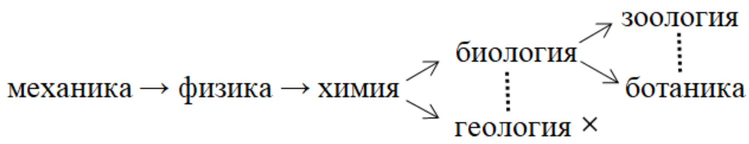


Рис. 2. Схема бифуркации химической формы движения материи на биологическая (живую) и геологическую (неживую) формы движения материи по (Кедров, 1959; 1981). Пунктирные линии означают, что предмет геологии (неживая природа, Земля) служил и служит предпосылкой и условием существования предмета биологии (живых организмов), аналогичным образом растения являются условием существования высших животных.

Fig. 2. Scheme of bifurcation of the chemical form of motion of matter into biological (living) and geological (non-living) forms of motion of matter according to (Kedrov, 1959; 1981). Dotted lines mean that the subject of geology (inanimate nature, Earth) served and serves as a prerequisite and condition for the existence of the subject of biology (living organisms), similarly plants are a condition for the existence of higher animals.

В предложенной схеме (рис. 2) Б.М. Кедров считает ГФДМ тупиковой, неперспективной. Он отвергал возможность возникновения жизни из геологического вещества, считая, что жизнь может возникнуть исключительно из физической и химической формы движения, но никак не из геологической.

Поскольку ГФДМ, по Б.М. Кедрову, представляет собой ответвление от общей линии исторически следующих друг за другом и вытекающих одна из другой форм движения материи (рис. 2), то создает представление о ее «второстепенности», «незаконности», «неполноценности», во всяком случае не такой «фундаментальности», какой обладают химическая, биологическая, социальная формы движения. Поэтому его точка зрения подверглась жесткой критике со стороны исследователей, что, в итоге, привело к ее отрицанию и последующей корректировке (рис. 1). Е.А. Куражковская (1970) пишет, что «если выводить геологическую и биологическую формы по принципу дивергенции от химической формы, то это приводит к отрыву геологической формы от биологической, следовательно, к отрыву от общей линии прогрессивного развития... Совершенно очевидно, что именно геологическая форма *подготовила условия и явилась средой*, в которой мог осуществиться переход от химии к жизни. Бесспорным является и тот факт, что эта форма движения является условием и средой существования органического мира на протяжении всей его истории».

Если ГФДМ тупиковая, то она по определению не может претендовать на самостоятельную форму движения материи, поскольку не создает ни чего качественно нового. Это лишнее звено в диалектике природы.

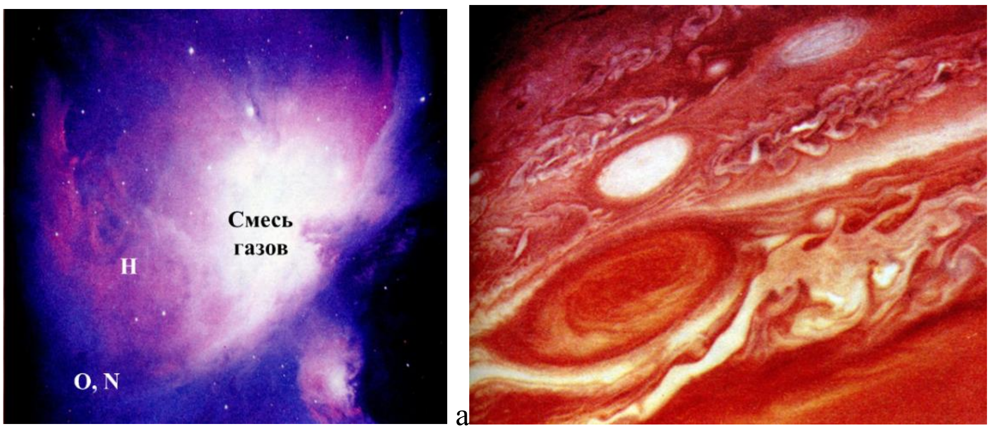
Планета, очевидно, возникает раньше, служит условием возникновения жизни (Ленин, 1968). Поэтому если связывать ГФДМ с планетной или какой-либо ее сферой, то эта форма должна предшествовать биологической (а не быть с ней параллельной) и входить в ее структуру (рис. 1). Учитывая это, большинство исследователей считает, что ГФДМ в генетическом ряду по видам материи занимает важное место и определяет качественный переход (связующее звено) от неорганической к живой природе.

Так каким же образом ГФДМ подготовила условия и тем самым послужила основой для развития химической эволюции, которая в итоге привела к появлению органических веществ и сложных органических соединений? Поскольку вывод об унитарности ГФДМ имеет гносеологическое значение для развития всего человечества, то он требует неопровержимых (практических) доказательств полученных в разных областях науки. Но, как не странно, в процессе моей работы по этой теме установлено полное отсутствие доводов (фактов) в пользу этой логической цепочки в выше приведенных философских трактатах. Я думаю, что в меру той или иной полученной специализированной информации, этот вопрос каждый может решать для себя самостоятельно. Тем более информации по этому вопросу в интернете достаточно много. Поэтому задача состояла в том, чтобы сформировать систему фактов для доказательства этого тезиса: о роли ГФДМ в возникновении жизни на Земле. Что я и попытался сделать в данной статье.

Краткий обзор гипотез

Если отбросить антинаучные догмы возникновения жизни на Земле такие как теологию и самозарождение (внезапное «de novo» возникновение живых существ на Земле; она же рассматривает случаи, когда одна форма жизни трансформируется непосредственно в другую, например, зерно превращается в мышь), то в настоящее время имеются как минимум две общепризнанные парадигмы (гипотезы), которые условно можно отнести к панспермии (космогенная) и химической эволюции (экзогенная). Третья – гипотеза геодинамической эволюции (эндогенная) пока находится в стадии разработки. В каждой из них существуют факты подтверждающие формирование сложных органических полимеров из простых химических элементов – C, H, N, P, O. Первые две гипотезы (космогенная и экзогенная) в отличие от третьей указывают на то, что Земля могла лишь предоставить для инопланетной жизни подходящие условия, но не могла, как утверждается в эндогенной гипотезе – стать ее источником.

Согласно ***космогенной гипотезе (панспермия)***, повсюду во Вселенной (рис. 3) происходит синтез органического вещества из химических элементов (абиогенез) и среди его конечных продуктов много биологически важных соединений, в том числе основных мономеров генетических систем и их предшественников. Эти открытия позволили осознать тот важный факт, что синтез биологических соединений не есть какой-то специфический химический процесс, возможный лишь в особо благоприятных условиях, характерных только для нашей планеты, но представляет собой явление космического масштаба.



а б

Рис. 3. Распространение химических элементов и их соединений во Вселенной.

а – Туманность в созвездии Орион. Гигантские массы газа и пыли, которые окружают центральную звезду в группе, образующей «меч» Ориона, – еще одна иллюстрация распространенности во Вселенной водорода (Калифорнийский технологический институт, 1959 г.); б – большое Красное Пятно – долгоживущее образование метана и аммиака в атмосфере Юпитера, окруженное турбулентной облачностью (фотография получена космической станцией «Вояджер»).

Fig. 3. Distribution of chemical elements and their compounds in the universe.

a – Nebula in the constellation Orion. The giant masses of gas and dust that surround the central star in the group that forms Orion's «sword» is another illustration of the prevalence of hydrogen in the universe (Caltech, 1959); б – Large Red Spot – a long-lived formation of methane and ammonia in the atmosphere of Jupiter, surrounded by turbulent clouds (photo obtained by the Voyager space station).

Сообразно этому представлению, «зародыши жизни» (эмбрионы) блуждают в космическом пространстве в законсервированном виде (рис. 4) до тех пор, пока не попадают на подходящую по своим условиям планету – там они и дают начало биологической эволюции. Эту идею поддерживали самые знаменитые физики XIX в. – Герман ван Гельмгольц (1821-1894) и Уильям Томсон (позднее лорд Кельвин; 1824-1907). По их мнению, во Вселенной должно существовать много других миров, несущих жизнь, которые время от времени разрушаются при столкновении с другими космическими телами, а их обломки (межпланетные «прыгуны») с живыми растениями и животными рассеиваются в пространстве.

а б

Рис. 4. Межпланетные «прыгуны»: метеориты (а) с включениями объекта (б) по морфологическим признакам схожего с современной цианобактерией *Calothrix sp.* (из матрицы метеорита Оргэй).

Fig. 4. Interplanetary «jumpers»: meteorites (а) with inclusions of object (б) on morphological features similar to modern cyanobacteria *Calothrix sp.* (from the Orgay meteorite matrix).

Эта идея была тщательно разработана в 1908 г. шведским химиком Сванте Аррениусом (1859-1927), который назвал свою гипотезу *панспермией*. Развивая идеи Гельмгольца и Кельвина, он высказал несколько собственных соображений, предположив, что бактериальные споры и вирусы могут уноситься с планеты, где они существовали, под действием электростатических сил, а затем перемещаться в космическое пространство под давлением света звезд. Находясь в космическом пространстве, спора может осесть на частицу пыли; увеличив тем самым свою массу и преодолев давление света, она может попасть в окрестности ближайшей звезды и будет захвачена одной из планет этой звезды. Таким образом, живая материя способна переноситься с планеты на планету, из одной звездной системы в другую. Если предположить, что «прыгуны» (метеориты и кометы) являются осколками планет, то, их органика могла засеять и Землю (рис. 4). Как указывал С. Аррениус, из этой теории, в частности, следует, что все живые существа во Вселенной должны быть химически родственны.

Основные контраргументы этой гипотезы:

1. Любые созданные органические соединения погибают под действием космического излучения.

2. Состав и небольшие размеры родительских метеоритов (углистых хондритов), иллюстрирует путь химического развития, который не мог привести к возникновению и эволюции жизни на этих телах (Cronin et al., 1995). Отсюда следует, что одной из

предпосылок возникновения жизни является дифференцированное строение соответствующего космического тела. Иначе говоря, жизнь могла возникнуть лишь на телах планетарного размера, способных удерживать раздельные атмосферу и гидросферу.

3. Согласно логике катастрофических событий от планеты к планете, должна существовать прапланета, на которой жизнь и зародилась первоначально. Возможно, Земля и отличается от своей дальней родственницы, но это не принципиально.

Таким образом, у нас остается только модель абиогенного возникновения жизни на планетах (естественно там, где существуют приемлемые эколого-биологические факторы), включая и Землю!

Так возникла современная ***гипотеза химической эволюции (экзогенная)*** жизни, согласно которой живая материя образуется из химических соединений и систем (абиогенез). Она рассматривает химию примитивной Земли, прежде всего химические реакции, протекавшие в атмосфере и в поверхностном слое воды. Здесь, по всей вероятности, концентрировались легкие элементы, составляющие основу живой материи, и поглощалось огромное количество разнообразной энергии: солнечной, тепловой, электрической, динамической и т. п. (рис. 5). На границе море-суша-воздух были созданы благоприятные условия для образования сложных соединений и их последующая эволюция. Многие исследователи пришли к выводу, что зарождение и развитие жизни берет свое начало около прибережных районов морей и океанов (Иванов и др., 2020). Так каким же образом в ту далекую эпоху могли самопроизвольно возникнуть и сформироваться в живую систему органические соединения?

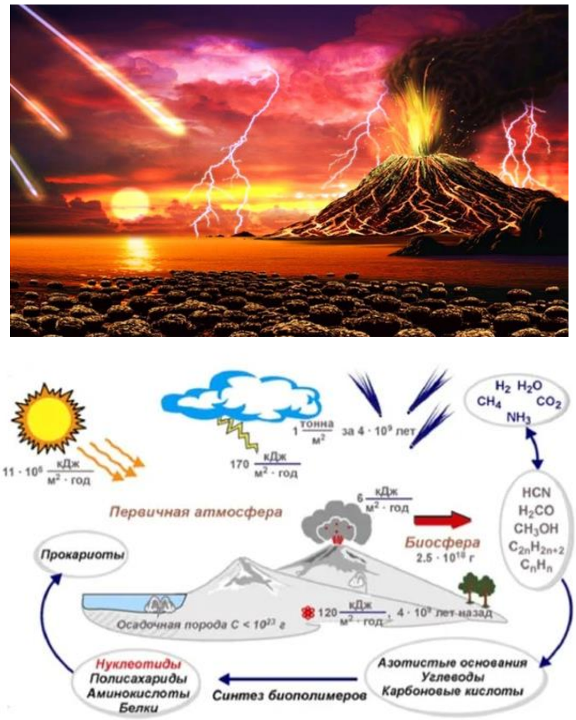


Рис. 5. Химическая эволюция жизни примитивной Земли.

Fig. 5. Chemical evolution of primitive Earth life.

Общий подход к химической эволюции жизни на Земле первым сформулировал советский биохимик А.И. Опарин (1924). Он доказывал, что на примитивной Земле господствовали иные условия: в земной атмосфере того времени отсутствовал кислород, но в изобилии имелись водород и газы, содержащие водород, такие, как метан (CH_4) и аммиак (NH_3)[2]. Обосновывая свою идею о восстановительном характере примитивной атмосферы Земли, А.И. Опарин выдвигал следующие аргументы:

1. Водород в изобилии присутствует в звездах (рис. 3 а).

2. Углерод обнаруживается в спектрах комет и холодных звезд в составе радикалов CH и CN, а окисленный углерод проявляется редко.

3. Углеводороды, т. е. соединения углерода и водорода, встречаются в метеоритах (рис. 4).

4. Атмосферы Юпитера и Сатурна чрезвычайно богаты метаном и аммиаком (рис. 3 б).

[2] Подобную атмосферу, богатую водородом и бедную кислородом, называют восстановительной в отличие от современной, окислительной, атмосферы, богатой кислородом и бедной водородом. Вселенная в целом находится в восстановительном состоянии. Следовательно, на первобытной Земле углерод и азот должны были находиться в таком же состоянии.

5. В вулканических газах содержится аммиак (рис. 5).

6. Кислород, содержащийся в современной атмосфере, вырабатывается зелеными растениями в процессе фотосинтеза, и, следовательно, по своему происхождению это биологический продукт (возможно не совсем так – прим. Автора, см. ниже).

О том, что атмосфера молодой Земли имела восстановленный характер, самостоятельно пришел Нобелевский лауреат Гарольд Юри (1952) занимаясь эволюцией Солнечной системы.

Согласно мнению А.И. Опарина и Г. Юри, такие условия создавали прекрасные возможности для самопроизвольного синтеза органических соединений из простейших неорганических соединений (аммиака, метана, водорода и воды) в условиях первичной анаэробной (свободной от кислорода) атмосферы примитивной Земли. Чтобы «запустить» подобную химическую реакцию потребовались разнообразные источники энергии: электрические разряды (молнии), высокая температура (радиоактивное, космическое и солнечное излучение, извержения вулканов), давление/стресс (удары метеоритов и комет, действия волн прибоя), фотосинтез на базе азота и газовой смеси и пр. Всего этого на первобытной Земле хватало в избытке (рис. 5).

Благодаря восстановительному характеру атмосферы древней Земли образовались простые органические соединения: формальдегид, спирты, муравьиная кислота, аминокислоты и т. д. Окисление организовавшихся веществ не происходило, так как отсутствовал свободный кислород. Синтезированные вещества в течение десятков миллионов лет постепенно накапливались в древнем океане, что привело к образованию однородной массы — «первичного бульона». В первичном органическом бульоне молекулы случайно объединялись в цепочки, возникали протобионты — предшественники современных клеток. Некоторые протобионты оказались жизнеспособны и дали начало первым живым организмам.

Гипотеза Опарина-Юри успешна была подтверждена достаточно простым лабораторным экспериментом. Американские учёные Стэнли Миллер и Гарольд Юри (Miller, 1953, Urey, 1953, Miller, Urey, 1959) смоделировали условия древней Земли (рис. 6): пропускали электрические разряды через смесь газов (метан, аммиак, водород и водяной пар), что имитировало удары молний в атмосфере древней Земли. В течение нескольких дней в системе образовались пять аминокислот и другие органические соединения, которые являются строительными блоками для жизни. Более точный повторный анализ, опубликованный в 2008 году, показал, что эксперимент привёл к образованию 22-х аминокислот. Поскольку гипотеза Опарина-Юри была неоднократно проверена практическими экспериментами, то ее по праву следует относить к естественнонаучной теории, подтверждающей модель зарождения жизни на примитивной Земле в процессе абиогенеза.

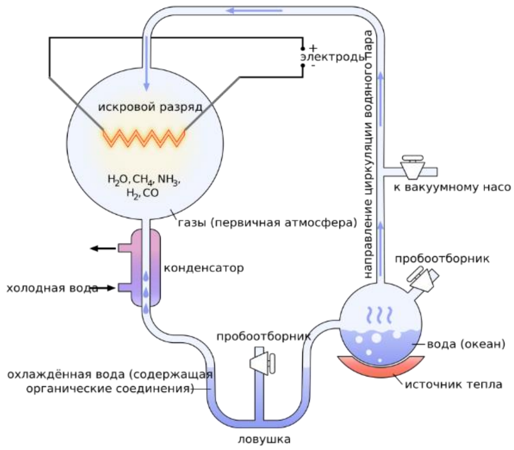


Рис. 6. Эксперимент Миллера-Юри (1953) считается одним из важнейших опытов в исследовании происхождения жизни на Земле. Аппарат, спроектированный для проведения эксперимента, включал смесь газов, соответствующую представлениям о составе атмосферы ранней Земли в 1950-х, и пропускавшиеся через неё электрические разряды. На фотографии – молодой сотрудник Университета Чикаго, Стэнли Миллер, проводит свои знаменитые эксперименты по синтезу биологических молекул. 1953

год (архив Химического факультета Калифорнийского университета в Сан-Диего).

Fig. 6. The Miller-Urey experiment (1953) is considered one of the most important experiments in the study of the origin of life on Earth. The apparatus designed for the experiment included a mixture of gases that corresponded to ideas about the composition of the atmosphere of the early Earth in the 1950s, and electric discharges passed through it. In the photo – a young employee of the University of Chicago, Stanley Miller, conducts his famous experiments on the synthesis of biological molecules. 1953 (Archive of the Department of Chemistry, University of California, San Diego).

Таким образом, установлена «жесткая» причинно-следственная связь между химией и биологией, что в принципе подтверждает точку зрения Ф. Энгельса (рис. 1). Тогда причем здесь ГФДМ? Неужели ее роль заключается только в предоставлении благоприятных для абиогенеза условий? Однако учитывая, что синтез протобионтов протекал в условиях и пределах поверхности земного шара, то этому явно способствовали не только экзогенные, но и эндогенные геологические процессы (рис. 5), например:

— удары электрических разрядов во время дождей и вулканических извержений в приповерхностной оболочке атмосферы Земли (тропосфере);

— волно-прибойные движения воды в прибрежных условиях (Иванов и др., 2020), в абразивных нишах которых происходил пневматический удар, регулярно перекачивающий многофазную пузырьковую среду энергией, вырабатываемой соединениями органического бульона;

— извержения вулканов явилось важным источником тепловой энергии и поставщиком азота из недр Земли (см. выше) и пр.

На первый взгляд может создаться ощущение о достаточно пассивном участии планеты Земля к процессам абиогенеза. Но это далеко не все видимые человеком благоприятные для возникновения жизни геологические предпосылки, которые создает Земля. Здесь как нельзя лучше подходит известный афоризм Козьмы Пруткова – «Зри в корень», а в нашем случае – в глубь Земли.

В ***эндогенной гипотезе*** зарождение жизни основывается на гидродинамической теории геодинамической эволюции Земли (теория мантийных плюмов (ТМП)), которая рассматривает термохимические реакции на границе ядро-мантия и создание плюмов – подъём тепла и вещества из глубинных зон Земли в виде локальных струй (лифтов), доставляющих «ценный груз» (полезные ископаемые) от ядра планеты к поверхности (Аплонов, 2001, Ernst, Buchan, 2001; Добрецов, 2001; 2011; Добрецов и др., 2011; Хаин, 2003 и др.).

Важную роль в развитии ТМП играют динамические физико-геологические модели (ФГМ)[3] (Вахромеев, Давыденко, 1987). Например, траектории кажущихся миграции палеомагнитных полюсов континентов является динамическими ФГМ (каждому геологическому периоду соответствуют определенные координаты палеомагнитных полюсов относительно географического положения платформ), являющейся следствием их перемещения по поверхности Земли. Динамические ФГМ лежат в основе разных частных научных теорий, составляющих ТМП: дрейф континентов, разрастание океанического дна, тектоника литосферы и др. (рис. 7). Благодаря динамическим ФГМ можно прогнозировать размещение месторождений полезных ископаемых (ретроспективный анализ), землетрясения, экологические катастрофы и т. п. Не исключено, что в перспективе становление ТМП на основе физико-химических опытов и моделирования глубинных процессов прольет свет и на возникновение жизни на Земле.

[3] Динамические ФГМ направлены на установление зависимостей между физическими полями и протекающими геологическими процессами во времени.

Рис. 7. Некоторые факты частных естественно-научных теорий, лежащие в основе теории мантийных плюмов по (Константинов, 1998) с изменениями.

Fig. 7. Some facts of private natural-scientific theories underlying the theory of mantle plumes according to (Konstantinov, 1998) with changes.

Основы ТМП заложил Альфред Вегенер (1984) – немецкий метеоролог и геолог в 1912 году сформулировал первую научную теорию медленного **дрейфа континентов** (рис. 8). Он указал не только на совпадения очертаний материков (ранее на это многие обращали внимание), но, что особенно важно, и на многочисленные сходства в геологическом строении континентов, на общность ископаемой флоры и фауны в геологическом прошлом, схожесть климатических условий в отдаленных эпохах и пр. аргументы (рис. 7). Основным недостатком его гипотезы было то, что она не смогла объяснить причину движения материков (механизм дрейфа). Движущей силой приводящей дрейф континентов он считал т. н. полюсобежную (polfluchtkraft)[4] , но в таком случае континенты постоянно находились бы в полярных областях.

4 Полюсобежная сила – эта сила следует из разности величин центробежной силы, воздействующей на массы, центр тяжести которых лежит на различном уровне, и обусловленной вращением Земли вокруг своей оси.

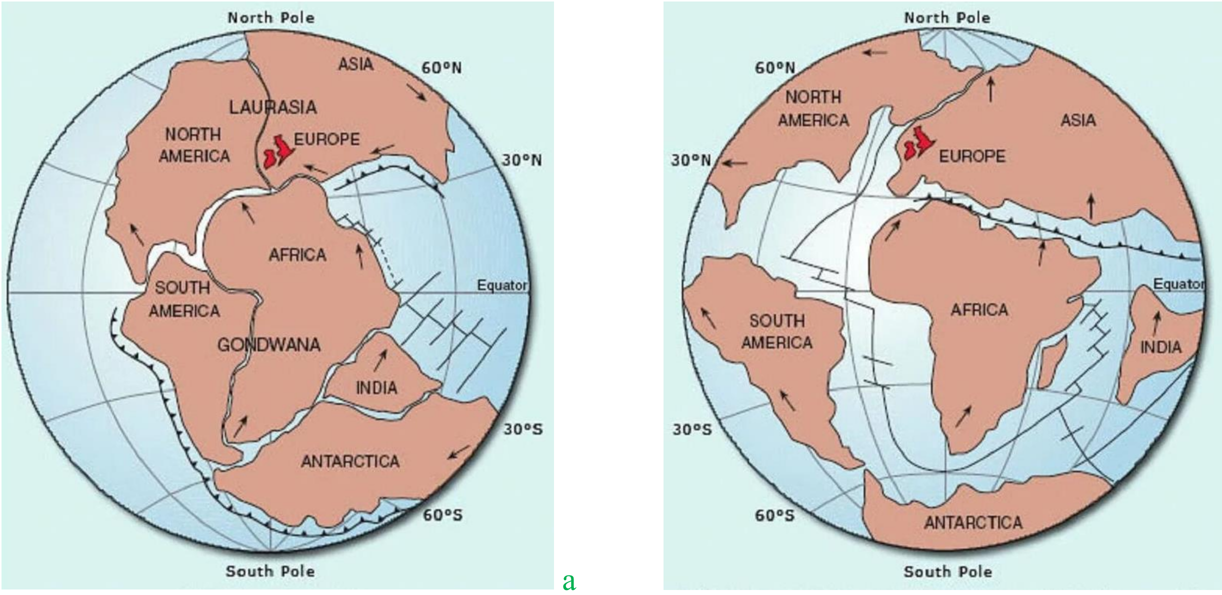


Рис. 8. Дрейф континентов и распад Пангеи: а – ранняя юра (≈195 млн лет), б – поздний мел (≈65 млн лет) по (Scotese, Langford, 1995).

Fig. 8. Continental drift and decay of Pangaea: a – Early Jurassic (≈ 195 Ma), б – Late Cretaceous (≈ 65 Ma) according to (Scotese, Langford, 1995).

После второй мировой войны развернулись широкомасштабные исследования Мирового океана, которые послужили толчком создания **теории литосферных плит** (ТЛП). Построенная карта рельефа дна Мирового океана с данными абсолютного датирования базальтов океанической коры позволила Р. Дицу (Dietz, 1961), Г. Хессу (Hess, 1962) и Джону Вильсону (Wilson, 1963) в начале 60-х готов прошлого века выдвинуть гипотезу спрединга (разрастание океанического дна), которая в последствие была подтверждена и открытием полосовых магнитных аномалий океанического дна Ф. Вайном и Д. Мэттьюзом (Vine, Mattews, 1963) (рис. 9). Огромный вклад в ТЛП внесли палеомагнитные, – климатические и – ботанические реконструкции (Scotese, McKerrow, 1990; Scotese, 1998; Torsvik, Cocks, 2016). Позднее тектоника плит подтверждена прямыми измерениями скорости плит методом РИСДБ[5] (Дхордан, Минстер, 1988). Результаты многолетних геолого-геофизических исследований полностью подтвердили основные положения ТЛП (рис. 7). Таким образом, она ответила на вопрос о механизмах дрейфа континентов за счет конвективных течений (ячеек) в мантии Земли. Согласно концепции ТЛП, океанические бассейны структуры непостоянные (их возраст за счет субдукции слеба не превышает 180 млн лет), неустойчивые, а континенты – устойчивые (Кокс, Харт, 1989). Ну что же тогда служит источником энергии для движения тектоносферы?

5 Метод РИСДБ – метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой основан на приеме радиотелескопами высокочастотного «шума», излучаемого множеством внегалактических радиоисточников (квазары). Разность времен прихода сигналов позволяет вычислять расстояние между станциями с точностью до сантиметра.

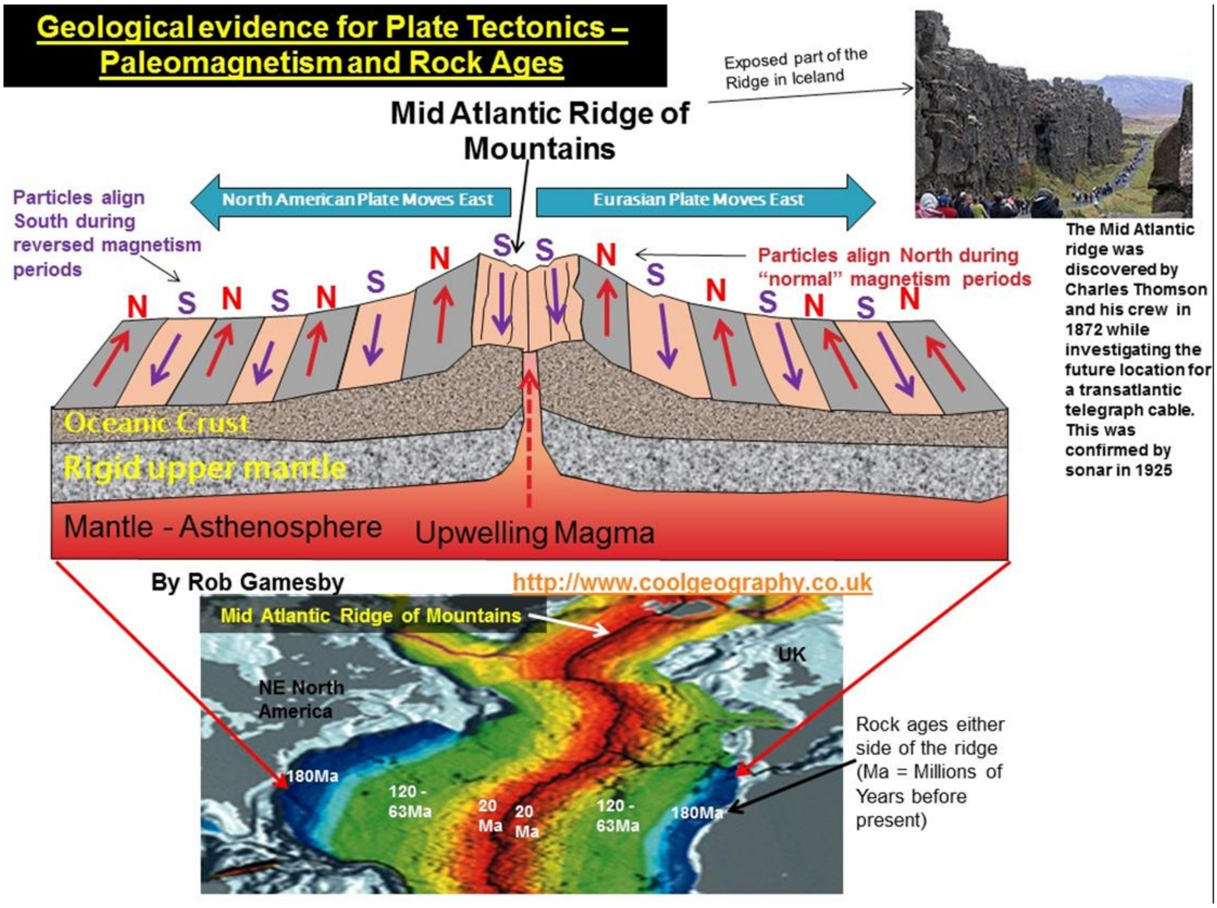


Рис. 9. Динамическая физико-геологическая модель разрастания океанического дна (синий/красный цвет соответствует старой/молодой коре) по (Dietz, 1961; Hess, 1962; Vine, Mattews, 1963).

Fig. 9. Dynamic physical and geological model of ocean floor overgrowth (blue/red color corresponds to old/young crust) according to (Dietz, 1961; Hess, 1962; Vine, Mattews, 1963).

Согласно современной концепции развития Земли ТМП, источником энергии служит внешнее жидкое ядро, которое в области локального поступления химической добавки имеет большую температуру, чем температура плавления мантии (Аплонов, 2001, Добрецов, 2001; 2011; Добрецов и др., 2011; Хаин, 2003, Zhao, 2004; Жао и др., 2010; Летников, 2006; Belonoshko et al., 2015; Владыкин, 2016 и др.) (рис. 10, 11 а). Источником химической добавки, понижающей температуру плавления, могут быть реакции железосодержащих минералов нижней мантии (перовскита, магнезиовюстита) с водородом и/или метаном, выделяющимися на границе ядро-мантия (слой D'' – пограничный слой высотой 10–20 км, выделяемый геофизиками (Maupin, 2004)). При окислении водородных и углеродных соединений, выделяющихся из металлического ядра, образующиеся газообразные оксиды (CO_2 и H_2O) формируют восходящий поток вместе с водородом и продуктами реакции (CH_4 и др.). Из смеси воды и углекислоты или просто набора углерод-кислород-водород (С-О-Н) в результате термобарохимической реакции происходило образование органических соединений углеводородов. Из последних, в ходе эволюции химии углерода, могли сформироваться аминокислоты, живые клетки, водоросли, бактерии и далее от низшего к высшему (Miller, Urey, 1959). Восстановленное до металлического состояния железо стекает в жидкое внешнее ядро, увеличивая его в размерах.

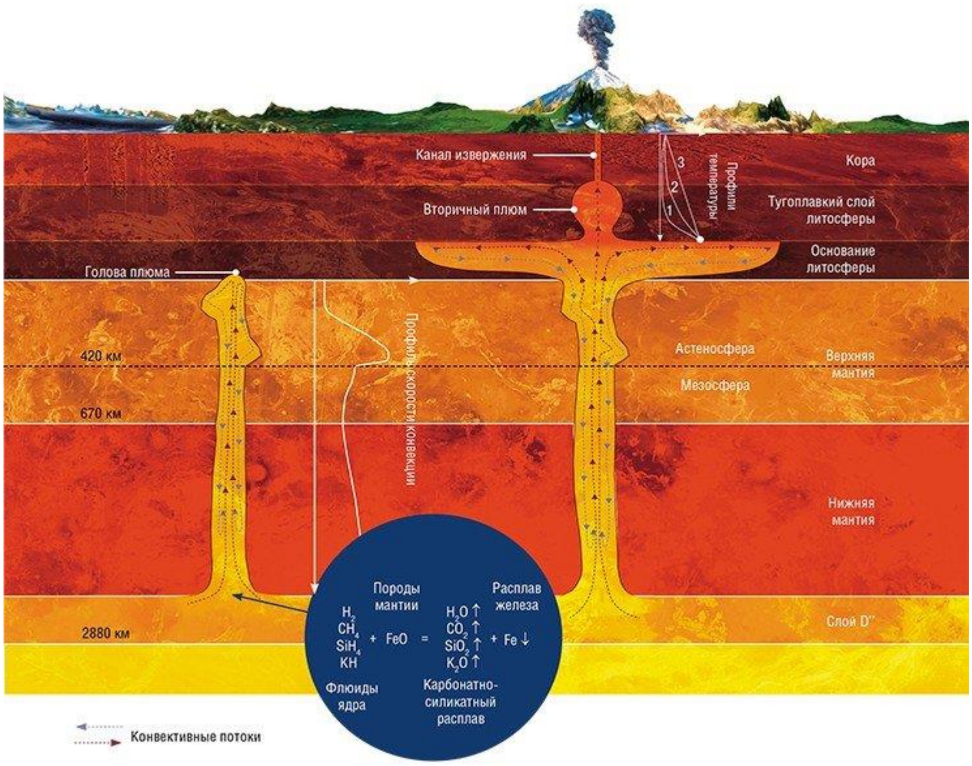


Рис. 10. Рождение и развитие мантийного плюма в направлении поверхности планеты обусловлено не столько тепловой конвекцией, сколько термохимическими реакциями во флюидной смеси, продукты которых являются более легкоплавкими, чем породы мантии по (Добрецов, 2008). Рассчитанные профили температуры демонстрируют динамику прогрева коры во времени.

Fig. 10. The birth and development of the mantle plume in the direction of the planet's surface is caused not so much by thermal convection as by thermochemical reactions in the fluid mixture, the products of which are more fusible than the rocks of the mantle according to (Dobretsov, 2008). The calculated temperature profiles demonstrate the dynamics of crustal warming over time.

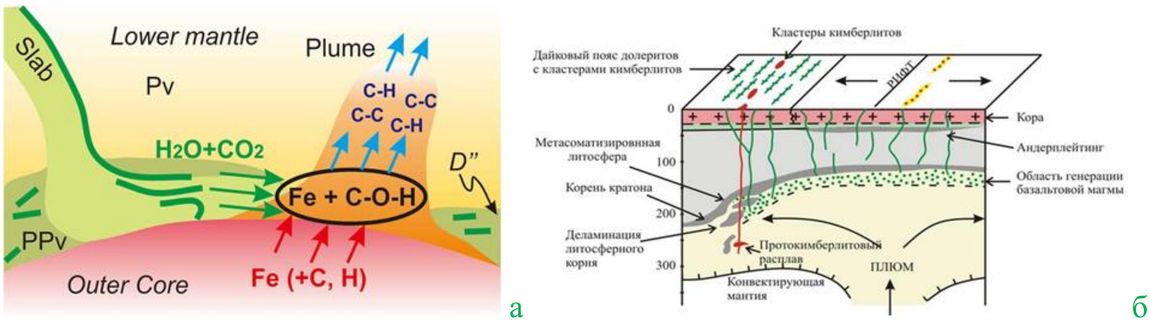


Рис. 11. Мантийный плюм и связанные с ним процессы. а – образование ненасыщенных углеводородов, обозначенных как связи С-С и С-Н, на границе ядро-мантия (слой D") посредством реакции С-О-Н несущей жидкости/расплава из субдуцированного слеба с Fe из внешнего ядра по (Belonoshko et al., 2015). Альтернативным источником С и Н служит само металлическое ядро. Зеленые ломтики представляют собой бывшую океаническую кору. Pv – перовскит, PPv – пост-перовскит-поверхностный слой в более холодных зонах CMB Core–MantleBoundary (CMB), (2700–2900 км) – граница ядра и мантии. б – геодинамическая модель плюм-литосферного взаимодействия в области Вилюйского авлакогена по (Киселев и др., 2013). Достигая основания литосферы, плюмы образуют астеносферные линзы, над которыми формируются тектоно-магматические структурные ассоциации, в т. ч. кластеры кимберлитов, базитов и пр.

Fig. 11. Mantle plume and related processes. a – formation of unsaturated hydrocarbons, designated as C-C and C-H bonds, at the core-mantle interface (layer D") through the reaction of the C-O-H carrier

liquid/melt from a subducted slab with Fe from the outer core according to (Belonoshko et al., 2015). An alternative source of C and H is the metal core itself. Green slices represent former oceanic crust. Pv – perovskite, PPv – post-perovskite-surface layer in colder zones CMB Core-MantleBoundary (CMB), (2700-2900 km) – core-mantle boundary. б – geodynamic model of plume-lithospheric interaction in the Vilyui aulacogen region according to (Kiselev et al., 2013). Reaching the base of the lithosphere, plumes form asthenospheric lenses over which tectonic-magmatic structural associations are formed, including clusters of kimberlites, basites, etc.

Восстановленное до металлического состояния железо стекает в жидкое внешнее ядро, увеличивая его в размерах (Галимов, 2010). Благодаря дифференциации по сечению внешнего жидкого ядра должен проявиться процесс расслоения вязкого вещества внешнего ядра на зоны с разной плотностью, температурой, давления и вязкостью (Летников, 2006). В итоге, в сечении внешнего ядра образуется огромное число полос расплава с разными физико-химическими свойствами (рис. 12 в). Трение маловязкого вещества на границах внешнее ядро-мантия и внешнее ядро – внутреннее ядро и полос с разной вязкостью друг о друга внутри объема внешнего ядра будут в итоге приводить к выделению огромного количества тепла. Кроме того, не исключено возникновение электрических зарядов основанных на эффекте трибоэлектричества[6] (Лёб, 1963) или по принципу работы генератора Ван де Граафа[7] (Ван де Грааф и др., 1933).

Таким образом, можно предположить, что магнитное поле Земли (рис. 12) возникает за счет движения электрических зарядов в жидком внешнем ядре (Kono, Roberts 2002; Jones, 2011; Roberts, King, 2013), состоящем в основном из железа при температуре порядка 4–6 тысяч кельвин, которое отлично проводит ток, создаются конвективные потоки (термохимическая конвекция), отводящие от твёрдого внутреннего ядра тепло (генерируемое благодаря распаду радиоактивных элементов либо освобождению скрытой теплоты при затвердевании вещества на границе между внутренним и внешним ядром по мере постепенного остывания планеты). Силы Кориолиса закручивают эти потоки в характерные спирали, образующие так называемые столбы Тейлора (рис. 12 б). Благодаря трению слоёв они приобретают электрический заряд, формируя контурные токи. Таким образом, создаётся система токов, циркулирующих по проводящему контуру в движущихся в (изначально присутствующем, пусть и очень слабом) магнитном поле проводниках, как в диске Фарадея. Она создает магнитное поле, которое при благоприятной геометрии течений усиливает начальное поле, а это, в свою очередь, усиливает ток, и процесс усиления продолжается до тех пор, пока растущие с увеличением тока потери на джоулево тепло не уравновесят притоки энергии, поступающей за счет гидродинамических движений.

[6] Явление возникновения электрических зарядов при трении называется трибоэлектричеством (от греч. tríbos — «трение»). Это тип контактной электризации, в которой некоторые материалы становятся электрически заряженными после того, как входят в фрикционный контакт с другим материалом. Ранние эксперименты с электричеством эпохи античности, такие, как опыты Фалеса с янтарными палочками, были связаны с трибоэлектрическим эффектом. Трибоэлектричество наблюдается при взаимном трении двух диэлектриков, полупроводников или металлов различного химического состава или одинакового состава, но разной плотности и пр. Существенную роль может играть также разное нагревание тел при трении, что вызывает переход носителей тока с локальных неоднородностей более нагретой поверхности («истинное» трибоэлектричество). Степень электризации трущихся друг о друга тел тем значительнее, чем обширнее площади их поверхностей.

[7] Генератор Ван де Граафа — электростатический генератор высокого напряжения, принцип действия которого основан на электризации движущейся диэлектрической ленты. Первый генератор был разработан американским физиком Робертом Ван де Граафом в 1929 году и позволял получать разность потенциалов до 80 киловольт. В 1931 и 1933 годах им же были построены более мощные генераторы, позволившие достичь напряжения в 1 миллион и 7 миллионов вольт соответственно. Разность потенциалов, достигаемая современными генераторами Ван де Граафа, может достигать 25 МВ.

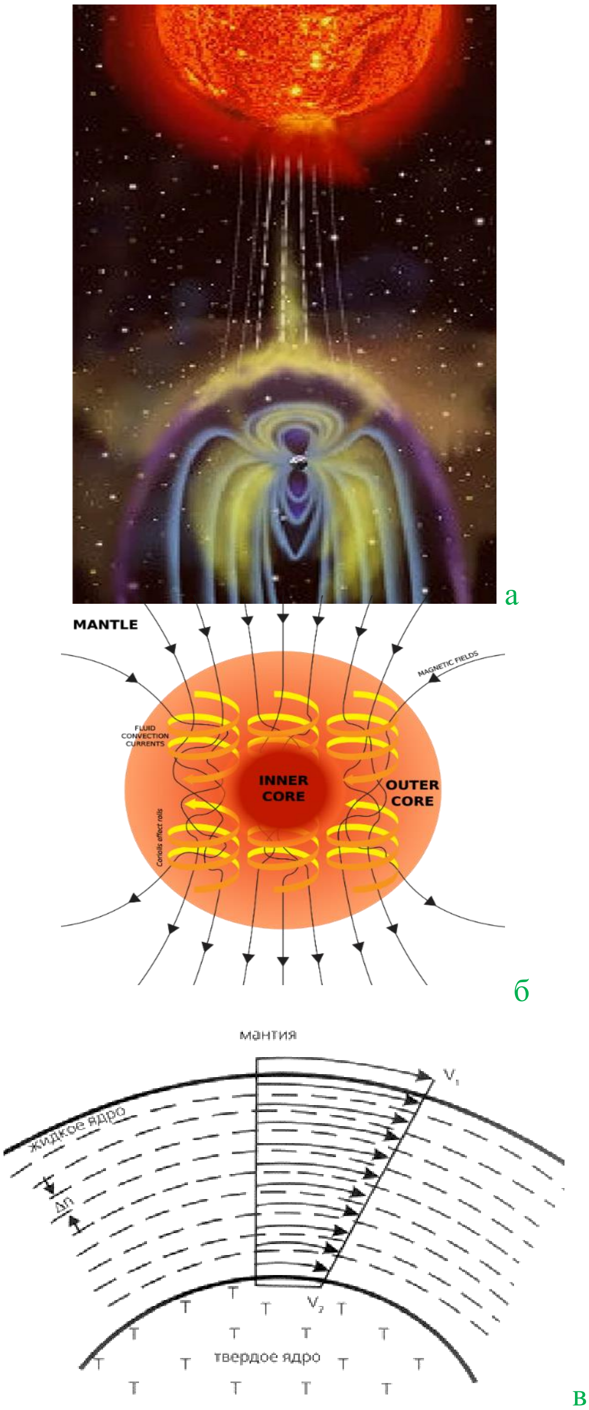


Рис. 12. Магнитное поле Земли – щит, оберегающий нашу планету и все живое на ней от воздействия солнечного ветра и космических лучей. а – обтекание магнитосферы Земли солнечным ветром https://myslide.ru/documents_7/fe35316e36b577001a919665b1a03ce8/img13.jpg; б – генерируется действием геодинамо в ядре Земли (Джинлоз, 1983); в – схема генерации теплоты трения в жидком ядре Земли (Летников, 2006).

Fig. 12. The Earth's magnetic field is a shield that protects our planet and all life on it from the effects of the solar wind and cosmic rays. а – flowing around the Earth's magnetosphere by the solar wind https://myslide.ru/documents_7/fe35316e36b577001a919665b1a03ce8/img13.jpg; б – generated by the action of geodynamo in the core of the Earth (Jinloz, 1983); в – scheme for generating friction heat in the liquid core of the Earth (Letnikov, 2006).

Фактически плюмы (горячие точки) выполняют функцию транспортеров (лифтов) мантийного вещества (например, ненасыщенных углеводородов) на поверхность Земли. Когда голова плюма достигает тугоплавкого слоя литосферы, плюм растекается по его подошве (рис. 10, 11 б). Над плюмовым каналом при этом начинает формироваться вторичный плюм. Растущие термические напряжения приводят к образованию трещин в коре (рифты, зоны повышенной проницаемости), через которые спустя 7 – 12 млн лет происходит массовое извержение магмы на поверхность с формированием разных типов месторождений полезных ископаемых (Wilson, 1963; Ernst, Buchan, 1997; Кузьмин и др., 2000; Летников, 2001; 2011; Борисенко и др., 2006; Соболев и др., 2010; Зоненшайн и др., 1990; Добрецов и др., 2011; Kuzmin et al., 2010; Кузьмин, Ярмолюк, 2014; Киселев и др., 2006; 2014; 2016; Владыкин, 2016).

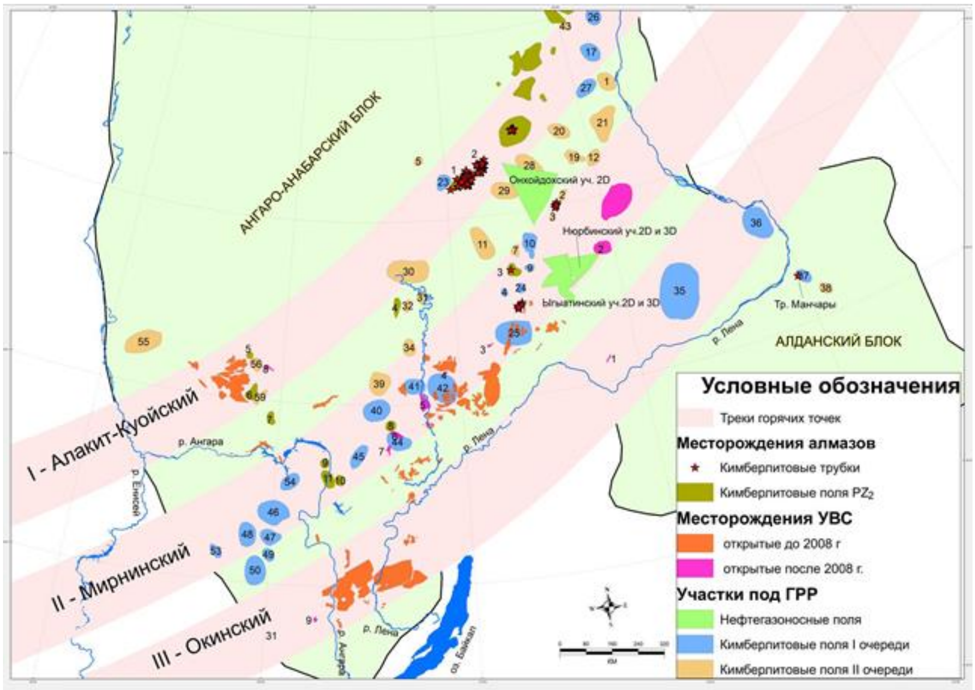


Рис. 13. Схема размещения известных месторождений углеводородов и предполагаемых районов ультраосновного магматизма (кимберлитовые поля) юга Сибирской платформы, построенная с позиции гипотезы горячих точек согласно динамической ФГМ по (Zhitkov, 1995; Константинов и др., 2020). Известные кимберлитовые поля: 1 – Алакит-Мархинское, 2 – Далдынское, 3 – Сюльдюкарское, 4 – Нижнекогемское, 5 – Тычанское, 6 – Тайгикуно-Нембинское, 7 – Чадобецкое, 8 – Икское, 9 – Тушамское, 10 – Тубинское, 11 – Илимское. Прогнозируемые кимберлитовые поля: 4 – Курунг-Юряхское, 9 – Утунинское, 10 – Ыгыатинское, 15 – Булкурское, 17 – Сюнгюдинское, 23 – Аллара-Дэлингдинское, 24 – Бахчинское, 25 – Тас-Юряхское, 26 – Муогданское, 27 – Оттохское, 31 – Ингашинское, 35 – Марха-Ленское, 36 – Кенгкеминское, 37 – Хомпу-Майское, 40 – Немуйское, 41 – Ереминское, 42 – Верхнечонское, 44 – Ченгильское, 45 – Верхнекатангское, 46 – Седаново-Ковинское, 47 – Чукшинское, 48 – Бирюсино-Чунское, 49 – Андочинское, 50 – Тайгуй-Удинское, 53 – Туманшетское, 54 – Магдомское. Месторождения УВС недавно открытые: 1 – Бысахтахское, 2 – Нижнетюкянское, 3 – Илгычахское, 4 – Северо-Вакунайское, 5 – Им. Н. Лисовского, 6 – Гораздинское, 7 – Вятшинское, 8 – Шушукское, 9 – Саянское. Материалы получены из фондов Амакинской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО), Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского и Обзорной карты Восточной Сибири (Центральная часть Лено-Тунгусской нефтегазовой провинции) путем совмещения данных.

Fig. 13. The layout of known hydrocarbon deposits and proposed areas of ultramafic magmatism (kimberlite fields) in the south of the Siberian platform, constructed from the position of the hot spot hypothesis according to the dynamic PhGM (Zhitkov, 1995; Konstantinov et al., 2020). Famous kimberlite fields: 1 – Alakit-Markhinsoke, 2 – Daldynskoye, 3 – Syuldyukarskoye, 4 – Nizhnekogemskoye, 5 – Tychanskoye, 6 – Taigikuno-Nembinskoye, 7 – Chadobetskoye, 8 – Ikskoye, 9 – Tushamskoye, 10 – Tubamskoye Inskoe, 11 – Ilim. Predicted kimberlite fields: 4 – Kurung-Yuryakhskoye, 9 – Utuninskoye, 10 – Ygyatinskoye, 15 – Bulkurskoye, 17 – Syungyudinskoye, 23 – Allara-Delingdinskoye, 24 – Bakhchinskoye, 25 – Tas-Yuryakhskoye, 26 – Muogdanskoye, 27 – Ottokhskoye, 31 – Ingashinskoye, 35 – Markha-Lenskoye, 36 – Kengkeminskoye, 37 – Khompu-Mayskoye, 40 – Nemuiskoye, 41 – Yereminskoye, 42 – Verkhnechonskoye, 44 – Chengilskoye, 45 – Verkhnekatangskoye, 46 – Sedanovo-Kovinskoye, 47 – Chukshinskoye, 48 – Biryusino-Chunskoye, 49 – Andochinskoye, 50 – Taigui-Udinskoye, 53 – Tumanshetskoye, 54 – Magdomskoye. Recently discovered hydrocarbon deposits: 1 – Bysakhtakhskoye, 2 – Nizhnetyukyanskoye, 3 – Ilgychakhskoye, 4 – Severo-Vakunayskoye, 5 – Im. N. Lisovsky, 6 – Gorazdinskoye, 7 – Vyatshinskoye, 8 – Shushukskoye, 9 – Sayanskoye. The materials were obtained from the funds of the Amakinskaya GRE of AK ALROSA (PJSC), the All-Russian

Research Geological Institute named after A.P. Karpinsky and the Overview Map of Eastern Siberia (Central part of the Leno-Tunguska oil and gas province) by combining data.

Учитывая, что распространение магматических тел и в целом проявления магматических процессов в земной коре связаны с зонами повышенной проницаемости, то нет ничего удивительного, что они также будут контролировать размещение углеводородного сырья в благоприятных структурных зонах. Например, на основе динамической ФГМ плюм-литосферного взаимодействия (рис. 10, 11) можно спрогнозировать местоположение районов кимберлитового магматизма и углеводородов в пределах рассчитанных треков (Алакит-Куойский, Мирнинский и Окинский) на юге Сибирской платформы (рис. 13) (Zhitkov, 1995; Константинов и др., 2020). Возможно, треки горячих точек являются рудораспределяющими. В этом случае, предложенная региональная динамическая ФГМ может свидетельствовать о неорганическом образовании (абиогенный синтез) углеводородов. Следовательно, между месторождениями алмазов и углеводородов должна существовать не только парастерическая[8], но и генетическая связь.

Таким образом, ТМП на основе заложенных в ней динамических ФГМ объясняет достаточно широкий спектр геологических процессов (рис. 7). Но если она действительно претендует на роль фундаментальной теории, то способна ли так же объяснить развитие живых организмов? Только на этом основании ГФДМ может иметь право занимать ключевое место в диалектике познания природы и общества (рис. 1).

Обсуждение материалов

Может ли возникнуть жизнь, минуя ГФДМ? Если нет, то ГФДМ является важным звеном в общей схеме движения материи (рис. 1) и, тем самым, имеет законное право занимать место между химической и биологической формами движения материи.

Здесь возникает дилемма. С одной стороны, практика доказала абиогенное зарождение жизни из простых химических элементов – эксперимент Миллера-Юри (рис. 6). Тогда главная цель Земли (Геи) – поддерживать условия, необходимые для сохранения и развития жизни. И с этим она пока благополучно справляется, не смотря на разрушительную деятельность Человека в границах формирования ноосферы. То есть, ни о какой унитарной ГФДМ речь идти, в данной ситуации, не может.

С другой стороны, Земля – как и жизнь, то же конечный продукт химической ФДМ, но жизнь появилась на ней позже. Поэтому роль геологических процессов и, следовательно, ГФДМ должна быть определяющей в формировании и развитии жизни на Земле. Для того, чтобы раскрыть закономерности возникновения биологического уровня организации материи необходимо более широкое понимание причинно-следственной связи геологических событий с начала формирования Земли, благоприятных для самозарождения жизни. Для этого необходимо построить сценарий событий хотя бы основных факторов, повлиявших на абиогенный процесс.

И так, мы знаем, что для возникновения жизни, согласно теории Опарина-Юри, на поверхности примитивной Земли существовали восстановительные условия (рис. 5), которые, согласно эксперименту Миллера-Юри (рис. 6), способствовали синтезу высокомолекулярных органических соединений в результате воздействия разного вида внешних (космических) и внутренних (земных) энергий: электрических, тепловых, динамических и пр. Последние, естественно, генерируются собственно оболочками Земли – тектоносферой (вулканы, землетрясения), гидросферой (волно-прибойные движения) и атмосферой (молнии). В такой обстановке мог появиться первичный бульон из органической материи, но развитие жизни на этом бы и застопорилась, поскольку для этого процесса должны были возникнуть и существовать необходимые условия.

Прежде всего, для защиты новообразованных биополимеров и их потомков от губительного воздействия космического излучения, особенно от солнечного ветра – потока заряженных частиц (в основном протонов и электронов), которые постоянно излучаются Солнцем должен быть «ангел хранитель», роль которого выполняет магнитное (геомагнитное) поле Земли (рис. 12 а). Без этого защитного слоя (магнитосфера) Земля была бы подвержена постоянной атаке радиации, что сделало бы жизнь на планете практически

8 Парастерическая связь – совмещенные в пространстве и синхронные по времени становления, разные по генезису геологические объекты.

невозможной. А магнитное поле генерируется в ядре планеты (рис. 12 б). Получается, что Земля как бы сознательно создала такой щит для возникновения и дальнейшего существования всего живого.

Другим из основных условий развития первобытной жизни является смена обстановок из восстановительной в окислительную. А кислород, по мнению А.И. Опарина мог появиться только благодаря растениям (см. выше, п. 6). В первые сотни миллионов лет на примитивной Земле восстановительная обстановка существовала и создала благоприятные условия для возникновения жизни (Опарин,1924; Miller, 1953, Urey, 1953, Miller, Urey, 1959). Детальный анализ развития биосферы Земли, который провел П. Клауд (1983а; 1983 б), показал, что биологические процессы в водной среде начались ~3.8 млрд. лет назад, когда в атмосфере кислород отсутствовал. В такой ситуации не было наземных растений, жизнь зарождалась только в водной среде. Рубеж около 400 млн лет знаменовался необъяснимо стремительным ростом содержания O_2 в атмосфере, отвечающего современному, что привело к появлению первых наземных растений, которые начали выделять биогенный кислород. Подобное обстоятельство заставляет рассмотреть проблему альтернативных небиогенных источников кислорода в формировании кислородной атмосферы Земли (Летников, 2006).

Согласно гипотезе (Летников, Сизых, 2002), основанной на данных газовых хроматографических анализов горных пород и петрологогеохимических моделей формирования оболочек Земли, формирования кислородной атмосферы произошло в процессе длительного общепланетарного проявления процессов гранитизации по породам базит-гипербазитового состава протокоры.

По мнению (Galimov, 2006), формирование окислительной обстановки так же может быть так же связана с окислительной эволюцией мантии за счет медленного наращивания ядра Земли в процессе диспропорционирования FeO, содержащегося в силикатной мантии, на металлическое железо, присоединяющееся к ядру, и окисное железо, остающееся в мантии, что привело к накачке кислорода в мантию (рис. 10, 11 а, 14). На 90–95 % ядро сформировалось в первые 100 млн лет, а оставшаяся часть могла наращиваться в течение всей геологической истории, генерируя тем самым геомагнитное поле (рис. 12). Дальнейшее наращивание ядра, сопровождающееся окислением мантии, привело к замене первичного восстановленного режима на более окисленный (нейтральный) на рубеже 4 млрд лет назад. Но к этому времени предбиологический этап уже был завершен, и жизнь приобрела способность к адаптации к внешним условиям.

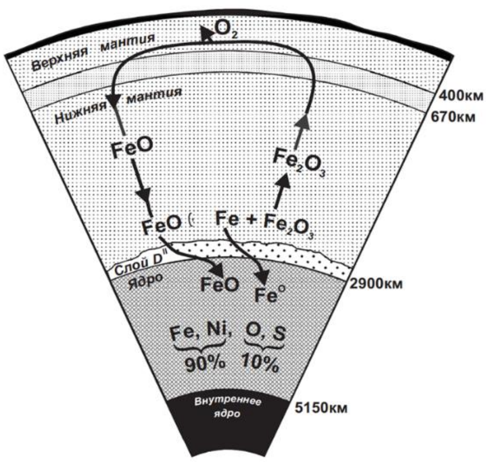


Рис. 14. Схема окисления первоначально восстановленной мантии за счет постепенного наращивания ядра (Галимов, 2010).

Fig. 14. The oxidation scheme of the originally restored mantle due to the gradual expansion of the core (Galimov, 2010).

Независимо от приведенных воззрений разных исследователей, очевидно, что атмосферы кислородного типа могут возникать лишь на планетах земного типа (Летников, 2006; Галимов, 2010; Cronin et al., 1995).

Таким образом, ГФДМ носителем которой служат оболочки Земли в целом (от ядра до магнитсферы), не только являлась поставщиком элементарных химических элементов из недр Земли (рис. 10, 11, 14), необходимых для синтеза из них органических соединений, но и источником разного вида энергий. В чреве Земли генерировалась магнитное поле (рис. 12), обеспечивающее надежную защиту от воздействия вредоносных космических излучений для совершенствования живых организмов.

Заключение

Геология по своей природе и основным параметрам выходит за пределы химической формы движения материи и является материальным основанием новой формы движения материи – геологической. ГФДМ не тупиковая ветвь развития неорганической химии (рис. 2), а самая что не наесть важное звено в диалектики познания природы и общества (рис. 1).

ГФДМ, очерченная в ТМП («кругооборот горных пород в природе»), *создала не только условия, но и предпосылки для формирования первобытной жизни* (рис. 7). Она представляет собой этап качественного перехода от неживой к живой материи. Поэтому ГФДМ на полном основании можно считать особой и самостоятельной формой движения материи в иерархической последовательности Б.М. Кедрова (рис. 1).

Эндогенный и экзогенный абиогенные процессы формирования живых организмов на Земле не исключают инопланетную миграцию (панспермия) широкого спектра органических соединений, имеющих предбиологическое значение (поскольку процессы на Земле также возможно свойственны и другим планетам) и его последующую ассимиляцию с «аборигенами».

Ранее, независимо от наших рассуждений – о тесной связи геологии и жизни, к такому же выводу благодаря своей интуиции пришел и гениальный поэт современности Роберт Рождественский:

Мы – дети Галактики,
Но самое главное, –
Мы дети твои, дорогая Земля!

Поэтому Человек должен относиться к ней как к своей матери, особенно в поиске путей восстановления ее экологического баланса. Решение же проблемы ГФДМ раскрывает место и роль геологических знаний в общей картине природы и, несомненно, будет способствовать положительному решению экологических задач на планете Земля.

Литература

Аплонов С.В. Геодинамика: Учебник. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. 360 с.

Большая Российская энциклопедия. В 35 т. Т. 23. Николай Кузанский – Океан. БРЭ, 2004. 765 с.

Борисенко А.С., Сотников В.И., Изох А.Э., Поляков Г.В., Оболенский А.А. Пермотриасовое оруденение Азии и его связь с проявлением плюмового магматизма // Геол. и геофиз. 2006. Т. 47, № 1. С. 166-182.

Ван де Грааф Р.Дж., Комптон К.Т., Ван Атта Л.К. (февраль 1933 г.). «Электростатическое получение высокого напряжения для ядерных исследований». Physical Review. 43 (3): 149–157. Bibcode:1933PhRv.43.149V. doi:10.1103/PhysRev.43.149

Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю. Моделирование в разведочной геофизике. М.: Недра, 1987. 194 с.

Вегенер А. Происхождение материков и океанов. Л.: Наука, 1984. 277 с.

Владыкин Н.В. Модель зарождения и кристаллизации ультраосновных-щелочных карбонатитовых магм Сибирского региона, проблемы их рудоносности, мантийные источники и связь с плюмовым процессом. Геология и геофизика, 2016, т. 57, № 5. С. 889-905.

Галимов Э.М. Условия зарождения жизни на Земле. Биосфера, 2010. Т. 1. С. 39-47.

Горшков Г.П. Земная кора и ее движения / О-во «Знание» РСФСР. Москва: Б. и., 1970. 32 с. ил.; 20. – (В помощь лектору).

Джинлоз Р. Земное ядро. В мире науки, 1983, № 11. С. 16-27.

Дхордан Т.Х., Минстер Д.Б. Измерение деформаций земной коры на западе США. В мире науки, 1988, № 10. С. 24-33.

Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. 2-е изд., доп. и перераб. Новосибирск: Изд-во СО РАН. Фил. «Гео», 2001. 409 с.

Добрецов Н.Л. Геологические следствия термохимической модели плюмов. Геология и геофизика, 2008, т. 49 (7). С. 587-604.

Добрецов Н.Л., Борисенко А.С., Изох А.Э. Термохимические глубинные мантийные плюмы – источник рудного богатства планеты. Наука из первых рук, 2011, т. 42, № 6. С. 36-43

Добрецов Н. Л. Основы тектоники и геодинамики: Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2011.

Жао Д., Пирайно Ф., Лиу Л. Структура и динамика мантии под Восточной Россией и прилегающими регионами. Геология и геофизика, 2010, № 9. С. 1188–1203.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР: В 2 кн. М.: Недра, 1990.

Зубков И.Ф. Геологическая форма движения материи. Методологические вопросы геологических наук. Киев: Наукова думка, 1974.

Зубков И.Ф. Проблема геологической формы движения материи. М.: Наука. 1979. 240 с.

Иванов А.А., Севастьянов В.С., Шныкин Б.А., Долгоносов А.А., Кривенко А.П., Приймак С.В., Галимов Э.М. Оценка эффективности различных источников энергии стадии образования предбиологических структур при абиогенезе. Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. Материалы семинара. Москва, 2020. С. 239-241.

Кедров Б.М. О соотношении форм движения материи в природе. Философские проблемы современного естествознания. Вопросы философии, N 4, 1959. С. 44-56.

Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М.: Издательство Академии Наук СССР, 1962. 411 с.

Кедров Б.М. Энгельс и Ленин о геологии. Теоретические и методологические вопросы нефти и газа. Новосибирск: Наука, 1981. Вып. 512. С. 15–20.

Киселев А.И., Ярмолюк В.В., Егоров К.Н., Чернышов Р.А., Никифоров А.В. Среднепалеозойский базитовый магматизм северо-западной части Вилюйского рифта: состав, источники, геодинамика // Петрология. 2006. Т. 14, № 6. С. 626–648.

Киселев А.И., Ярмолюк В.В., Егоров К.Н. Среднепалеозойский рифтогенез и сопутствующий магматизм востока Сибирского кратона / Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы: Материалы Второго Всероссийского симпозиума с международным участием и молодежной научной школы, посвященных памяти академиков Н.А. Логачева и Е.Е. Милановского / Под ред. С.В. Рассказова, А.М. Никишина, С.П. Приминой. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2013. В 2-х томах. Т. 1. С. 155–159.

Киселев А.И., Ярмолюк В.В., Иванов А.В., Егоров К.Н. Пространственно-временные отношения среднепалеозойских базитов и алмазоносных кимберлитов на северо-западном плече Вилюйского рифта (Сибирский кратон). Геология и геофизика, 2014. Т. 55, № 2. С. 185–196.

Киселев А.И., Константинов К.М., Ярмолюк В.В., Иванов А.В. Чаро-Синский дайковый рой в структуре среднепалеозойской Вилюйской рифтовой системы (Сибирский кратон). Доклады АН. Т. 471, № 2, 2016. С. 209–213.

Клауд П. Биосфера / В мире науки, 1983. № 11. С. 102-113.

Кокс А., Харт Р. Тектоника плит. М.: Изд-во «Мир», 1989. – 427 с.

Константинов К.М. Динамическая физико-геологическая модель Байкальской складчатой области по палеомагнитным данным. Автор. канд. дис. Иркутск, 1998. 18 с.

Константинов К.М., Шибеко Е.А. Геологическая форма движения как основа возникновения жизни на Земле. Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летнему юбилею Байкальского музея СО РАН. Иркутск, 2023. С. 19–22.

Константинов К.М., Шибеко Е.А., Шульга В.В. Региональная динамическая физико-геологическая модель Сибирской платформы в позднем девоне-раннем карбоне: установление парастерической связи кимберлито- и углеводородообразования. Геофизика, 2020, № 3. С. 62–71.

Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В. Мантийные плюмы Северо-Восточной Азии и их роль в формировании эндогенных месторождений. Геология и геофизика, 2014. Т. 55, № 2. С. 153–184.

Кузьмин М.И., Корольков А.Т., Дриль С.И., Коваленко С.Н. Историческая геология с основами тектоники плит и металлогении. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. 288 с.

Куражковская Е.А. Диалектическая концепция развития в геологии (Философский аспект). Москва: Издательство Московского университета, 1970. 239 с.

Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. М.: Гос. изд-во полит. лит., 1968. Т. 18. С. 33–96.

Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43, № 4. С. 291–307.

Летников Ф.А., Сизых Н.В. Роль процессов гранитизации в формировании кислородной атмосферы Земли // Доклады РАН. 2002. Т. 386, № 4.

Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли // Российская наука: мечта светла. – М.: Октопус. Природа, 2006. С. 304–314.

Летников Ф.А. Синергетические аспекты геологического развития Земли // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319, № 1. С. 6–12.

Лёб Л.Б. Статическая электризация, пер. с англ. В.М. Фридкина. М., Л.: Госэнергоиздат, 1963. 408 с.

Опарин А.И. Происхождение жизни. М.: Московский рабочий, 1924. 70 с.

Соболев А.В., Соболев С.В., Кузьмин Д.В., Малич К.Н., Петрунин А.Г. Механизм образования сибирских меймечитов и природа их связи с траппами и кимберлитами // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 12. С. 1293-1334.

Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Научный мир, 2003. 348 с.

Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1982.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг 1878 // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 14. М.-Л.: Соцэкгиз, 1931. 359 с.

Belonoshko A.B., Lukinov T., Rosengren A., Bryk T., Litasov K.D. Synthesis of heavy hydrocarbons at the core-mantle boundary // Scientific Reports. 2015 / 5:18382 / DOI: 10.1038/srep18382. P. 1–5.

Coffin M.F., Eldholm O. Large Igneous Provinces – Crustal Structure, Dimensions, and External Consequences // Rev. Geophys. 1994. Vol. 32, Iss. 1. P. 1–36.

Cronin J. R., Cooper G. W., Pizzarello. Characteristics and formation of amino acids and hydroxy acids of the Murchison meteorite. Adv. Space Res. 1995. Vol. 15. P. 91–97.

Dietz R.S. Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. Nature, 1961, vol. 190. P. 854-857.

Ernst R.E., Buchan K.L. 1997. Layered mafic intrusions: a model for their feeder systems and relationship with giant dyke swarms and mantle plume centres. S. Afr. J. Geol. 100:319–34.

Ernst R.E., Buchan K.L. 2001. Mantle Plumes: Their Identification Through Time. GSA Am. Spec. Pap. 352. 593 p.

Jones C.A. Planetary Magnetic Fields and Fluid Dynamos // Annual Review of Fluid Mechanics. Annual Reviews, 2011. Vol. 43. P. 583–614.

Hess H.H. (1962). The history of Ocean Basins. In: Engel, A.E.D., James, H.L., and Leonard, B.F., eds., Petrological Studies: A Volume in Honor of A.F. Baddington, Geological Society of America, Boulder, 599-620.

Galimov E.M. Redox evolution of the Earth caused by a multi-stage formation of its core // Earth. Planet. Sci. Lett. 2005. Vol. 233. P. 263-276.

Klaud P. Paleoecological significance of banded iron ore formations // Sci Amer. 1983. No. 11. P. 102-113.

Kono M., Roberts P.H. Recent geodynamo simulations and observations of the geomagnetic field // Reviews of Geophysics. – 2002. – Т. 40, № 4. – P. 4-1 – 4-53. https://doi.org/10.1029/2000RG000102

Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kravchinsky V.A. Phanerozoic hot spot traces and paleogeographic reconstructions of the Siberian continent based on interaction with the African large low shear velocity province / Earth-Science Reviews 102 (2010). P. 29–59.

Maupin V. The nature of the «D» layer: seismological constraints // Geophys. Res. Abstracts. 2004. Vol. 6. P. 11749.

Miller S. L. (1953). A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions. Science 117 (3046). P. 528-529 doi:10.1126/science.117.3046.528

Miller S. L., Urey H.C. Organic compound synthesis on the primitive Earth. Scince. 1959. Vol.130. P. 245–259.

Pirajno F. Ore deposits and mantle plumes. Kluwer, Academic Publishers, 2004. 572 p.

Roberts P.H., King E.M. On the genesis of the Earth's magnetism // Reports on Progress in Physics. 2013. 4 September (vol. 76). P. 096801. https://doi:10.1088/0034-4885/76/9/096801

Scotese C.R., McKerrow W.S., Revised World maps and introduction // Paleozoic Paleogeography and Biogeography. Memoir № 12, Published dy the Geological Society, London. 1990. P. 1–21.

Scotese C.R. Paleogeographic Atlas. PALEOMAP Progress Report 90-0497 // Department of Geology, University of Texas at Arlington, Arlington, TX, 1998, 45 p.

Scotese, C.R., Langford, R.P. (1995). Pangea and the paleogeography of the Permian. In P. A. Scholle, T. M. Peryt, & D. S. Ulmer-Scholle (Eds.), The Permian of northern Pangea (pp. 3–19). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-78593-1_1

Torsvik, T.H., & Cocks, L.R. (2016). Triassic. In Earth history and palaeogeography (pp. 138–158). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316225523.012

Urey H.C. (1952). The planets: their origin and development. New Haven, Conn.: Yale Univ. 245 p.

Urey H. C. Proc. Roy. Soc. (London) 219A, 281 (1953).

Chemical evidence regarding the earth’s origin. In XIIth Congress for Pure and Applied Chemistry: Plenary Lectures, pp. 188-214.

Vine F.J., Matthews D.H. Magnetic anomalies over oceanic ridges // Nature, 1963, 199, № 4897, p. 947-949.

Wilson J.T. A possible origin of the Hawaiian Islands // Canad. J. Phys., 1963, vol. 41, p. 863–866.

Zhao D. Global tomographic images of mantle plumes and subducting slabs: insight into deep earth dynamics // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2004. Vol. 146. P. 3–34.

Zhitkov A.N. Paleokinematiks and pattern of kimberlite fields location on the Siberian platform based on the hypothesis of hot spots // Extended abstracts Sixth International kimberlite conference. Russia, Novosibirsk, 1995. P. 692–694.

References

Aplonov S.V. Geodynamics: Textbook. St. Petersburg: Publishing House S.-Peterb. University, 2001. 360 p.

Belonoshko A.B., Lukinov T., Rosengren A., Bryk T., Litasov K.D. Synthesis of heavy hydrocarbons at the core-mantle boundary // Scientific Reports. 2015 / 5:18382 / DOI: 10.1038/srep18382. P. 1–5.

Borisenko A.S., Sotnikov V.I., Izokh A.E., Polyakov G.V., Obolensky A.A. Permotrias mineralization of Asia and its connection with the manifestation of plume magmatism//Geol. and geophysis. 2006. Vol. 47, No. 1. P. 166–182.

Cloud P. Biosphere/In the world of science, 1983. No. 11. P. 102–113.

Coffin M.F., Eldholm O. Large Igneous Provinces – Crustal Structure, Dimensions, and External Consequences // Rev. Geophys. 1994. Vol. 32, Iss. 1. P. 1–36.

Cox A., Hart R. Plate tectonics. M.: Publishing house «Mir», 1989. 427 p.

Cronin J. R., Cooper G. W., Pizzarello. Characteristics and formation of amino acids and hydroxy acids of the Murchison meteorite. Adv. Space Res. 1995. Vol. 15. P. 91–97.

Dietz R.S. Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. Nature, 1961, vol. 190. P. 854–857.

Dhordan TH, Minster DB. Measurement of crustal deformations in the western United States. In the world of science, 1988, No. 10. P. 24–33.

Dobretsov N.L., Kirdyashkin A.G., Kirdyashkin A.A. Deep geodynamics. 2nd ed., Add. And revised. Novosibirsk: Publishing House of the SB RAS. Phil. «Geo», 2001. 409 p.

Dobretsov N.L. Geological consequences of the thermochemical model of plumes. Geology and Geophysics, 2008, vol. 49 (7), p. 587–604.

Dobretsov N.L., Borisenko A.S., Izokh A.E. Thermochemical deep mantle plumes are the source of the planet's ore wealth. First-hand science, 2011, vol. 42 No. 6. P. 36–43.

Dobretsov N.L. Fundamentals of tectonics and geodynamics: A textbook. Novosibirsk: Publishing House of NSU, 2011.

Ernst R.E., Buchan K.L. 1997. Layered mafic intrusions: a model for their feeder systems and relationship with giant dyke swarms and mantle plume centres. S. Afr. J. Geol. 100:319–34.

Ernst R.E., Buchan K.L. 2001. Mantle Plumes: Their Identification Through Time. GSA Am. Spec. Pap. 352. 593 p.

Engels F. Dialectics of nature. M.: Politizdat, 1982.

Engels F. Anti-Düring 1878 // Marx K., Engels F. Works. Vol. 14. M.-L.: Sotsekgiz, 1931. 359 p.

Galimov E.M. Conditions for the origin of life on Earth. Biosphere, 2010. Vol. 1. P. 39–47.

Galimov E.M. Redox evolution of the Earth caused by a multi-stage formation of its core // Earth. Planet. Sci. Lett. 2005. Vol. 233. P. 263–276.

Gorshkov G.P. Earth crust and its movements/About the «Knowledge» of the RSFSR. - Moscow: B. I., 1970. 32 p. Ill.; 20. (To help the lecturer). Джинлоз Р. Земное ядро. В мире науки, 1983, № 11. P. 16–27.

Hess H.H. (1962). The history of Ocean Basins. In: Engel, A.E.D., James, H.L., and Leonard, B.F., eds., Petrological Studies: A Volume in Honor of A.F. Baddington, Geological Society of America, Boulder, 599–620.

Ivanov A.A., Sevastyanov V.S., Shnykin B.A., Dolgonosov A.A., Krivenko A.P., Priymak S.V., Galimov E.M. Evaluation of the efficiency of various energy sources of the stage of formation of prebiological structures during abiogenesis. Proceedings of the All-Russian Annual Seminar on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry. Workshop materials. Moscow, 2020. P. 239–241.

Jones C.A. Planetary Magnetic Fields and Fluid Dynamos // Annual Review of Fluid Mechanics. Annual Reviews, 2011. Vol. 43. P. 583–614.

Kedrov B.M. On the ratio of forms of motion of matter in nature. Philosophical problems of modern natural science. Questions of philosophy, N 4, 1959. P. 44-56.

Kedrov B.M. Subject and relationship of natural sciences. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1962. 411 p.

Kedrov B.M. Engels and Lenin on geology. Theoretical and methodological issues of oil and gas. Novosibirsk: Science, 1981. No. 512. P. 15–20.

Khain V.E. The main problems of modern geology. M.: Scientific world, 2003. 348 p.

Kiselev A.I., Yarmolyuk V.V., Egorov K.N., Chernyshov R.A., Nikiforov A.V. Central Paleozoic basite magmatism of the northwestern part of the Vilyui rift: composition, sources, geodynamics // Petrology. 2006. Vol. 14, No. 6. P. 626–648.

Kiselev A.I., Yarmolyuk V.V., Egorov K.N. Middle Paleozoic rifting and concomitant magmatism of the east of the Siberian craton/Continental rifting, concomitant processes: Materials of the Second All-Russian Symposium with international participation and a youth scientific school dedicated to the memory of academicians N.A. Logachev and E.E. Milanovsky/Ed. S.V. Rasskazova, A.M. Nikishina, S.P. Primina. Irkutsk: Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2013. In 2 volumes. Vol. 1. P. 155–159.

Kiselev A.I., Yarmolyuk V.V., Ivanov A.V., Egorov K.N. Spatio-temporal relations of Middle Paleozoic basites and diamond-bearing kimberlites on the northwestern shoulder of the Vilyui rift (Siberian craton). Geology and geophysics, 2014. Vol. 55, No. 2. P. 185–196.

Kiselev A.I., Konstantinov K.M., Yarmolyuk V.V., Ivanov A.V. Charo-Sinsky dike swarm in the structure of the Middle Paleozoic Vilyui rift system (Siberian craton). Reports of the Academy of Sciences. Vol. 471, No. 2, 2016. P. 209–213.

Klaud P. Paleoecological significance of banded iron ore formations // Sci Amer. 1983. No. 11. P. 102–113.

Kono M., Roberts P.H. Recent geodynamo simulations and observations of the geomagnetic field // Reviews of Geophysics. 2002. Vol. 40, No. 4. P. 4-1 – 4-53. https://doi.org/10.1029/2000RG000102

Konstantinov K.M. Dynamic physical and geological model of the Baikal folded region based on paleomagnetic data. Author. cand. dis. Irkutsk, 1998, 18 p.

Konstantinov K.M., Shibeko E.A. Geological form of motion as the basis for the emergence of life on Earth. Development of life in the process of abiotic changes on Earth. Materials of the IV All-Russian Scientific and

Practical Conference dedicated to the 30th anniversary of the Baikal Museum of the SB RAS. Irkutsk, 2023. P. 19–22.

Konstantinov K.M., Shibeko E.A., Shulga V.V. Regional dynamic physical and geological model of the Siberian platform in the Late Devonian-Early Carboniferous: establishment of a parastric relationship between kimberlite and hydrocarbon formation. Geophysics, 2020, No. 3. P. 62–71.

Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kravchinsky V.A. Phanerozoic hot spot traces and paleogeographic reconstructions of the Siberian continent based on interaction with the African large low shear velocity province / Earth-Science Reviews 102 (2010). P. 29–59.

Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V. Mantle plumes of Northeast Asia and their role in the formation of endogenous deposits. Geology and geophysics, 2014. Vol. 55, No. 2. P. 153–184.

Kuzmin M.I., Korolkov A.T., Dril S.I., Kovalenko S.N. Historical geology with the basics of plate tectonics and metallogeny. Irkutsk: Irkut Publishing House. un-ta, 2000. 288 pp.Куражковская Е.А. Диалектическая концепция развития в геологии (Философский аспект). Москва: Издательство Московского университета, 1970. 239 p.

Lenin V.I. Materialism and empiriocriticism. M.: State. Publishing House Polit. lit., 1968. Vol. 18. P. 33–96.

Letnikov F.A. Superdeep fluid systems of the Earth and problems of rudogenesis//Geology of ore deposits. 2001. Vol. 43, No. 4. P. 291–307.

Letnikov F.A., Sizykh N.V. The role of granitization processes in the formation of the Earth's oxygen atmosphere//Reports of the Russian Academy of Sciences. 2002. Vol. 386, No. 4.

Letnikov F.A. Super-deep fluid systems of the Earth // Russian science: the dream is bright. M.: Octopus. Nature, 2006. P. 304–314.

Letnikov F.A. Synergistic aspects of the geological development of the Earth//Izvestia Tomsk Polytechnic University. 2011. Vol. 319, No. 1. P. 6–12.

Löb L.B. Static electrification, translation from English V.M. Fridkin, M., L.: Gosenergoizdat, 1963. 408 p.

Maupin V. The nature of the «D» layer: seismological constraints // Geophys. Res. Abstracts. 2004. Vol. 6. P. 11749.

Miller S. L. (1953). A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions. Science 117 (3046). P. 528-529 doi:10.1126/science.117.3046.528

Miller S. L., Urey H.C. Organic compound synthesis on the primitive Earth. Scince. 1959. Vol.130. P. 245–259.

Oparin A.I. Origin of life. M.: Moscow worker, 1924. 70 p.

Pirajno F. Ore deposits and mantle plumes. Kluwer, Academic Publishers, 2004. 572 p.

Roberts P.H., King E.M. On the genesis of the Earth's magnetism // Reports on Progress in Physics. 2013. 4 September (vol. 76). P. 096801. https://doi:10.1088/0034-4885/76/9/096801

Sobolev A.V., Sobolev S.V., Kuzmin D.V., Malich K.N., Petrunin A.G. The mechanism of formation of Siberian meimechites and the nature of their connection with traps and kimberlites//Geology and geophysics. 2009. Vol. 50, No. 12. P. 1293–1334.

Scotese C.R., McKerrow W.S., Revised World maps and introduction // Paleozoic Paleogeography and Biogeography. Memoir No. 12, Published dy the Geological Society, London. 1990. P. 1–21.

Scotese C.R. Paleogeographic Atlas. PALEOMAP Progress Report 90-0497 // Department of Geology, University of Texas at Arlington, Arlington, TX, 1998, 45 p.

Scotese, C.R., Langford, R.P. (1995). Pangea and the paleogeography of the Permian. In P. A. Scholle, T. M. Peryt, & D. S. Ulmer-Scholle (Eds.), The Permian of northern Pangea (pp. 3–19). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-78593-1_1

Torsvik, T.H., & Cocks, L.R. (2016). Triassic. In Earth history and palaeogeography (pp. 138–158). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316225523.012

Urey H.C. (1952). The planets: their origin and development. New Haven, Conn.: Yale Univ. 245 p.

Urey H.C. Proc. Roy. Soc. (London) 219A, 281 (1953). Chemical evidence regarding the earth's origin. In XIIth Congress for Pure and Applied Chemistry: Plenary Lectures, pp. 188–214.

Vakhromeev G.S., Davydenko A.Yu. Modeling in exploratory geophysics. M.: Nedra, 1987, 194 p.

Vladykin N.V. Model of the origin and crystallization of ultrabasic-alkaline carbonatite magmas of the Siberian region, problems of their ore content, mantle sources and connection with the plume process. Geology and Geophysics, 2016, vol. 57, No. 5, p. 889–905.

Van de Graaf R.J., Compton K.T., van Atta L.C. (February 1933). «Electrostatic production of high voltage for nuclear research» Physical Review. 43 (3): 149–157. Bibcode:1933PhRv...43..149V. doi:10.1103/PhysRev.43.149

Vine F.J., Matthews D.H. Magnetic anomalies over oceanic ridges // Nature, 1963, 199, № 4897, p. 947–949.

Wegener A. Origin of continents and oceans. L.: Science, 1984. 277 p.

Wilson J.T. A possible origin of the Hawaiian Islands // Canad. J. Phys., 1963, v. 41, p. 863–866.

Zhao D. Global tomographic images of mantle plumes and subducting slabs: insight into deep earth dynamics // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 2004. Vol. 146. P. 3–34.

Zhao D, Piraino F, Liu L. Mantle structure and dynamics under Eastern Russia and adjacent regions. Geology and Geophysics, 2010, No. 9. P. 1188–1203.

Zhitkov A.N. Paleokinematiks and pattern of kimberlite fields location on the Siberian platform based on the hypothesis of hot spots // Extended abstracts Sixth

International kimberlite conference. Russia, Novosibirsk, 1995. P. 692–694.

Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. Tectonics of lithospheric plates of the territory of the USSR: In 2 books. M.: Nedra, 1990.

Zubkov I.F. Geological form of matter motion. Methodological issues of geological sciences. Kyiv: Naukova Dumka, 1974.

Zubkov I.F. The problem of the geological form of motion of matter. M.: Science. 1979. 240 p.

Константинов Константин Михайлович,
доктор геолого-минералогических наук,
Иркутский национальный исследовательский технический университет, институт «Сибирская школа геонаук»,
руководитель департамента геофизики,
email: konstantinovkm@ex.istu.edu
Konstantinov Konstantin Mihailovich,
Dr. Sci. (Geol. & Mineral.),
Irkutsk National Research Technical University, Siberian School of Geosciences,
Head of the Geophysics Department,
email: konstantinovkm@ex.istu.edu