

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой книге мы постарались показать, что адекватное описание геологического развития Земли можно выполнить, пользуясь сравнительно простой физической (энергетической) моделью глобальных процессов и основываясь только на двух исходных предположениях. Во-первых, предполагается однородный состав первичной Земли, образовавшейся путем гомогенной аккреции. Во-вторых, принимается, что состав земной мантии отвечает океаническому перцолиту, состав внешнего земного ядра – эвтектическому сплаву железа с его окисью, а внутреннего – сплаву железа с никелем. Для доказательства этих положений привлекаются как геологические, геохимические и экспериментальные данные, так и теоретические расчеты. В основу модели положен физический принцип, согласно которому наибольший вклад в развитие нашей планеты вносили те энергетические процессы, которые в максимальной степени снижали потенциальную энергию планетарной системы, состоящей из Земли и ее массивного спутника – Луны. В качестве краевых условий задачи принималось их современное строение и состав, а также вся геологическая летопись развития Земли и Луны.

Первое предположение определяет начальное условие развития Земли от однородной планеты к расслоенной. Второе предположение позволяет определить химический состав первичной Земли и, следовательно, оценить исходный запас внутренней (эндогенной) энергии в Земле. Термодинамический подход к решению задачи определяет и ранжирует главные энергетические источники развития Земли, а также объясняет необратимость процесса ее эволюции.

В настоящее время влияние Луны на развитие тектонических процессов Земли ничтожно мало и по энергии не превышает 1%. Но на ранних стадиях существования планет, когда Луна вращалась вблизи от Земли, это влияние было огромно и доминировало над другими источниками внутренней энергии. Именно поэтому адекватное рассмотрение глобальной эволюции Земли невозможно проводить без учета истории ее взаимодействия с Луной.

Луна играла определяющую роль на стадии формирования Земли и на самых ранних этапах ее существования. Вероятнее всего Луна образовалась благодаря разрушению на пределе Роша некой более массивной планеты (с массой около 3–4 лунных масс), названной нами Протолуной. Эта планета сформировалась скорее всего вблизи Земли или, что вероятнее, была захвачена растущей Землей с близкой орбиты (вероятность захвата **растущей** планетой спутников с соседних орбит отлична от нуля). Благодаря приливным взаимодействиям планет расстояние между ними вначале должно было стремительно уменьшаться, что привело к разогреву и перегреву Протолуны. В результате она расплавилась и прошла практически полную гравитационную дифференциацию, а Земля раскрутилась в прямом направлении. При этом Земля тоже несколько разогрелась, но из-за существенно большей массы этот дополнительный прогрев не был значительным. После вхождения Протолуны в сферу Роша Земли массивный спутник стал разрушаться. На земную поверхность около 4,6 млрд лет назад выпала большая часть вещества Протолуны, в том числе и расплавленное железо ее ядра. Луна же сформировалась из обедненного железом силикатного вещества внешнего приливного горба разрушенной протопланеты. Во время этих катастрофических событий Земля раскрутилась до предельной угловой скорости вращения спутника на пределе Роша (один оборот за 6 часов), после чего Луна стала стремительно удаляться от Земли (это и спасло ее от полного разрушения), а собственное вращение Земли начало постепенно замедляться. В самом начале катархейской (криптотектонической) эпохи земную поверхность буквально сотрясали интенсивные экзогенные землетрясения, вызываемые лунными приливами в “твердой” Земле. Амплитуда этих приливов вначале достигала 1 км, но затем быстро снизилась до десятков и единиц метров (в настоящее время приливы

“твердой” Земли достигают приблизительно 30 см). Учет приливной энергии, “накачанной” в Землю ее гравитационным взаимодействием с Луной и родительской (протолунной) планетой, показывает, что тектоническое развитие Земли было ускорено этим влиянием по крайней мере на 2,5–3 млрд лет.

Исходный теплозапас Земли определялся по условию, согласно которому тектономагматическая активность нашей планеты впервые проявилась только через 600 млн лет после образования, о чем свидетельствуют возрасты наидревнейших пород земной коры. Этим, в частности, объясняется полный “провал памяти” в геологической летописи Земли в интервале возрастов от 4,6–4,0 млрд лет. На этой догеологической (катархейской) стадии Земля была относительно холодной и тектонически пассивной планетой и еще только разогревалась под влиянием мощных приливных взаимодействий с Луной и благодаря распаду радиоактивных элементов.

Как только температура верхней мантии Земли около 4 млрд лет назад поднялась до уровня плавления силикатов и началась ее дегазация, приливное взаимодействие Земли с Луной опять резко возросло. Это, в свою очередь, привело к столь же резкому ускорению отодвигания Луны от Земли. В результате Луна начала “выметать” из околоземного пространства еще сохранявшиеся тогда более мелкие спутники и микролуны. Выпадая на поверхность молодой Луны (но не на Землю!), эти спутники пробивали ее анортозитовую кору и открывали доступ на лунную поверхность подкоровым базальтовым расплавам, образовавшим так называемые “лунные моря”. Благодаря этому лунный базальтовый магматизм точно маркирует начало тектонической активности Земли. Кроме того, усиление приливного взаимодействия Земли с Луной привело к дополнительной “накачке” приливной энергии в образовавшуюся астеносферу, ускоряя тем самым разогрев и расплавление верхней мантии в экваториальной зоне Земли.

В первичном земном веществе содержалось около 13–14% металлического железа и до 24% его двухвалентной окиси. Поэтому расплавление верхней мантии Земли в раннем архее возбудило в этой геосфере процесс плотностной дифференциации земного вещества с сепарацией жидких расплавов металлического железа. Первоначально такая дифференциация возникла только в экваториальном поясе Земли, где приливные деформации достигали максимума. В дальнейшем дифференциация происходила по механизму зонной плавки и распространялась сверху вниз, постепенно расширяясь от экваториальной зоны в сторону умеренных и высоких широт. Этот процесс питался энергией гравитационной дифференциации земного вещества. Выделяемая энергия при этом расходовалась как на поддержание теплового режима самого процесса дифференциации, так и на разогрев нижележащего сравнительно холодного вещества глубинных недр молодой Земли. Процесс зонной дифференциации железа и его окислов в архее привел к существенному перегреву верхней мантии и к массовым излияниям тогда высокотемпературных коматиитовых лав.

Зонная дифференциация Земли в архее создала ситуацию резкой гравитационной неустойчивости земных недр, поскольку под слоем тяжелых расплавов железа и его окислов в первичной “сердцевине” Земли тогда располагалось менее плотное (еще не прошедшее дифференциации) первозданное земное вещество. В конце концов возникшая гравитационная неустойчивость разрешилась катастрофическим процессом сравнительно быстрого опускания железных и окисно-железных расплавов к центру планеты. Мы полагаем, что именно таким путем в самом конце архея, около 2,6 млрд лет назад, и произошло образование плотного земного ядра. Процесс этот сопровождался генерацией в мантии интенсивных конвективных течений, сгруппировавших все образовавшиеся до этого континентальные массивы в единый суперконтинент – Моногею. Тогда же впервые должно было возникнуть и дипольное геомагнитное поле современного типа.

После образования на рубеже архея и протерозоя земного ядра, в котором тогда концентрировалось до 63% его современной массы, дальнейший рост ядра происходил по более спокойному сценарию механизма бародиффузионной дифференциации мантийного вещества. С этого момента тектоническое развитие Земли пошло по законам тектоники литосферных плит.

Тектоническая активность Земли количественно измеряется величиной суммарного теплового потока, поступающего из ее глубинных недр. Используя этот критерий, по описанным механизмам дифференциации земного вещества определяется тектоническая активность Земли и показывается, что своего максимума она достигала в позднем архее. В протерозое и особенно в фанерозое активность Земли стала существенно меньшей. Будет она уменьшаться и в дальнейшем. Численное моделирование конвективных процессов в мантии показывает, что на фоне отмеченных эволюционных изменений тектонической активности Земли наблюдались отдельные ее всплески, связанные с перестройками конвективных структур в мантии. Максимальный пик тектонической активности Земли наблюдался в конце архея, около 2,7 млрд лет назад в момент выделения земного ядра. Глубинный тепловой поток тогда превышал его современный уровень приблизительно в 14 раз, а средняя скорость движения литосферных плит достигала почти 4 м/год.

Наибольшие всплески тектонической активности Земли связаны с возникновением в мантии однопластовых конвективных структур, во время функционирования которых все разрозненные прежде континенты собирались вместе, образуя единые континентальные массивы – суперконтиненты. Однопластовые конвективные структуры в земной мантии формировались только четыре раза: около 2,6; 1,84; 1,04 и 0,23 млрд лет назад. Соответственно за геологическую историю Земли четыре раза возникали и единые суперконтиненты: Моногея, Мегагея, Мезогея и Пангея, возможные реконструкции которых построены по геологическим и палеоклиматическим данным. В далеком будущем, приблизительно через 1,6 – 1,8 млрд лет, возможно формирование последнего суперконтинента – Гипергеи. Однако примерно в это же время прогнозируется и начало тектонического умирания Земли.

Таким образом, на геологическом этапе развития Земли (позже 4,0 млрд лет назад) главным и планетарным энергетическим процессом становится процесс химико-плотностной дифференциации земного вещества. Этот процесс около 2,6 млрд лет назад привел к выделению в центре планеты плотного окисно-железного ядра. Этот же процесс генерирует в остаточной силикатной оболочке – в земной мантии – конвективные течения, являющиеся непосредственной причиной тектонической активности Земли и дрейфа континентов. За время геологической жизни Земли, т.е. приблизительно за последние 4 млрд лет, в ее недрах выделилось около $16,84 \cdot 10^{37}$ эрг гравитационной энергии, из которой $12,64 \cdot 10^{37}$ эрг перешло в тепло, а $4,2 \cdot 10^{37}$ эрг добавилось к энергии упругого сжатия планеты. За все время жизни Земли в ее недрах выделилось приблизительно $3,11 \cdot 10^{37}$ эрг радиогенной и $3,08 \cdot 10^{37}$ эрг приливной энергии, из которой в мантии выделилось около $2,24 \cdot 10^{37}$ эрг. При этом заметная часть радиогенной энергии (около $1,3 \cdot 10^{37}$ эрг) выделилась в земной коре и поэтому не участвовала в энергетическом балансе тектонической активности Земли. Следовательно, к настоящему времени в земных недрах выделилось около $18 \cdot 10^{37}$ эрг тепловой энергии. Таким образом, тектоническое развитие Земли на 70,2% питалось энергией гравитационной дифференциации земного вещества, на 17,3 – энергией распада радиоактивных элементов и только на 12,5% – энергией приливного торможения Земли. В настоящее время 89% эндогенной энергии Земли генерируется процессом плотностной дифференциации мантийного вещества и продолжающимся ростом земного ядра, 10% добавляется радиогенной энергией, а на диссипацию энергии приливных деформаций в “твердой” Земле приходится всего около 1%.

За время жизни Земли ее тепловой запас увеличился с $7,12 \cdot 10^{37}$ эрг при образовании до $16,74 \cdot 10^{37}$ эрг в конце архея, но затем несколько снизился до $15,9 \cdot 10^{37}$ эрг в настоящее время. Это значит, что в катархее и архее Земля существенно разогревалась, а начиная с протерозоя и в настоящее время она понемногу остывает. Тектоническая активность Земли, измеряемая ее глубинным (мантийным) тепловым потоком, достигала своего максимума в конце архея около 2,7 млрд лет назад и приблизительно равнялась $48,33 \cdot 10^{20}$ эрг/с, в раннем протерозое, около 2,5 млрд лет назад, она резко снизилась до $10,33 \cdot 10^{20}$ эрг/с, а к настоящему времени еще уменьшилась до $3,39 \cdot 10^{20}$ эрг/с. В далеком будущем, приблизительно через 1,6 млрд лет, ожидается прекращение активной тектонической деятельности Земли (определяемой процессами тектоники литосферных плит) и начало ее тектонического умирания.

Описанная здесь физическая модель глобальной эволюции Земли, основанная на анализе ее энергетического баланса, позволила количественно оценить скорость дегазации земных недр и на этой основе построить модель эволюции состава и давления земной атмосферы. Однако для рассмотрения влияния эволюции земной атмосферы на климаты Земли предварительно необходимо было разработать адиабатическую теорию парникового эффекта. Согласно этой теории, главным фактором, влияющим на поверхностную температуру планеты (кроме интенсивности солнечного излучения), является **конвективный вынос тепла** из тропосферы в стратосферу, где далее оно теряется уже радиационным путем. В такой ситуации среднее распределение температуры в тропосфере любой планеты с плотной атмосферой становится близким к адиабатическому и однозначно определяется давлением атмосферы и ее теплоемкостью. Разработанная теория проверялась по осредненным температурным распределениям в тропосферах Земли и Венеры и показала при этом свою высокую точность и эффективность, что позволило использовать ее для восстановления климатических обстановок на Земле в прошлом и сделать прогнозы на будущее.

В процессе роста Земли практически все химически активные газы должны были сорбироваться ее пористым грунтом – реголитом и постепенно погребаться в земных недрах под слоями вновь выпадавшего вещества. В катархее, 4,6–4,0 млрд лет назад, из-за тектонической пассивности Земли дегазация практически не происходила. Поэтому земная атмосфера тогда состояла в основном из химически малоактивного азота и благородных газов с общим давлением около 0,6–0,7 бар, а средняя температура на ее поверхности не поднималась выше -5°C . Гидросфера тогда и вовсе отсутствовала. Дегазация воды и атмосферных газов началась лишь приблизительно через 600 млн лет после образования нашей планеты, т.е. около 4 млрд лет назад. При этом из мантии в основном дегазировался углекислый газ и вода. Но поскольку в самом начале архея большая часть земной поверхности еще слагалась первозданным и пористым реголитом, в составе которого содержалось до 13% металлического железа, то после начала дегазации Земли и выпадения первых дождей, в таком реголите должен был усиленно генерироваться метан. Поэтому в самом начале архея атмосфера Земли, скорее всего, была резко восстановительной и состояла из азота, метана и углекислого газа с небольшими добавками цианистого водорода. Но еще в раннем архее, через 100–200 млн лет после начала дегазации Земли, она оказалась окутанной плотной и нейтральной углекислотно-азотной атмосферой с общим давлением от 2 до 3 бар. К позднему архею атмосферное давление уже поднялось до 6 бар, а благодаря сильному парниковому эффекту средние по Земле температуры на уровне океана в архее достигали $+30 \dots +50^\circ\text{C}$.

Дегазация воды в архее происходила сравнительно медленно по двум причинам: во-первых, большая часть дегазируемой воды тогда диссоциировала на расплавах железа в зонах дифференциации земного вещества и, во-вторых, объемы конвектирующей мантии в архее были существенно меньшими, чем в последующие эпохи. Тем не менее в раннем архее уже появились первые мелководные изолированные морские бассейны, но

срединно-океанические хребты еще не были перекрыты поверхностью их вод. Первые, правда, еще очень мелкие океаны, но уже перекрывшие собой гребни срединно-океанических хребтов, появились лишь около 3,5 и 3,1–3,0 млрд лет назад. К концу архея средние глубины Мирового океана несколько возросли, достигнув приблизительно 400 м.

В раннем протерозое в связи с переходом к более спокойному бародиффузионному механизму дифференциации земного вещества скорость дегазации воды из мантии резко увеличилась (почти в 12 раз). Следом за этим и масса воды в гидросфере стала быстро возрастать, но тогда же возник и стал насыщаться водой серпентинитовый слой океанической коры, что самым радикальным образом сказалось на режиме формирования земной атмосферы, океана и континентальной коры. Серпентинизация океанической коры сопровождалась массовым связыванием в карбонатах (доломитах) растворенного в океанических водах и находящегося в атмосфере углекислого газа. В результате уже в начале раннего протерозоя, около 2,5 млрд лет назад, парциальное давление углекислого газа в атмосфере быстро снизилось почти до современного уровня (около 0,46 мбар), а давление атмосферы – до 1 бара. В связи с тем что светимость Солнца тогда была более низкой, чем сейчас, средняя приземная температура в раннем протерозое упала до +6 °С (сейчас она равняется +15 °С). В результате на Земле установился холодный климат, сопровождавшийся возникновением наиболее грандиозного в геологической истории Гуронского оледенения, сковавшего практически все континенты того времени, даже несмотря на их низкоширотное расположение. В дальнейшем давление азота в атмосфере менялось по двум причинам: во-первых, за счет его дегазации из мантии и, во-вторых, благодаря связыванию части азота в органическом веществе и захоронению в осадочных толщах океанов и континентов.

В раннем протерозое увеличение массы воды в океане первое время компенсировалось ее поглощением в серпентинитовом слое океанической коры – главном резервуаре связанной воды в земной коре. Полное насыщение этого слоя водой произошло около 2,2 млрд лет назад, после чего поверхность океана перекрыла гребни срединно-океанических хребтов. В мантии Земли тогда сохранялось еще около 5% свободного (металлического) железа. В результате океанические воды в конце архея и раннего протерозоя насыщались растворимой двухвалентной гидроокисью железа, а после его окисления на мелководьях до трехвалентного состояния, железо выпадало в осадок, формируя уникальные железорудные (джеспилитовые) месторождения докембрия. В геологической летописи Земли этот момент четко маркируется выдающейся металлогенической эпохой массового отложения железорудных формаций криворожского типа, когда сформировалось более 80% всех запасов железных руд мира. Таким образом, происхождение месторождений железа позднего архея и особенно раннего протерозоя прямо связано с процессом выделения земного ядра, предопределившим основные закономерности развития океанов и эволюции химического состава мантии.

Последовательное использование идей тектоники литосферных плит позволило понять многоступенчатый механизм обогащения земной коры рудными элементами. Так, первый этап обогащения земной коры этими элементами происходит в океанических рифтовых зонах Земли, благодаря дифференциации мантийного вещества и гидротермальной деятельности. Второй этап обогащения континентальной коры рудными элементами развивается в зонах поддвига океанических литосферных плит под островные дуги и активные окраины континентов (в зонах субдукции). Наконец, на третьем этапе происходит обогащение уже самих месторождений полезных ископаемых, благодаря предварительным процессам разрушения коровых пород, последующего седиментогенеза и нового вовлечения этих осадков в процессы корообразования в зонах поддвига литосферных плит и коллизии континентов, т.е. за счет процессов рециклинга коровых пород.

Привлечение идей и геологических данных по глобальной эволюции Земли позволило выяснить важную роль процесса образования земного ядра на весь ход геологического развития Земли и на условия формирования эндогенных полезных ископаемых. В частности, этим событием определяется происхождение уникальных месторождений сидерофильных элементов раннего протерозоя в расслоенных интрузиях этого возраста (никеля, меди, хрома, кобальта и платиноидов). Затягиванием на большие глубины под архейские щиты железистых (тяжелых) пелагических осадков раннепротерозойских океанов объясняется происхождение таких глубинных пород, как алмазонасные кимберлиты, лампроиты и щелочно-ультраосновные комплексы, в том числе и хибинские апатитовые сиениты.

В происхождении экзогенных (стратиформных) месторождений золота, урана, меди и полиметаллических руд раннего протерозоя определяющую роль играли эволюция океанов и климаты Земли. В архее существовал жаркий (со средними температурами $+50...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$) и кислый океан ($\text{pH} \approx 3-5$), в водах которого были растворены многие из рудных элементов. В раннем протерозое произошла нейтрализация океанических вод (до $\text{pH} \approx 7-8$) и снижение температуры океана до $+6...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. В результате произошло массовое выпадение в осадок рудных элементов, прежде растворенных в водах архейских океанов.

Основные геологические рубежи эволюции Земли радикальным образом сказывались и на развитие земной жизни. Так, первые зародыши жизни могли появиться на Земле только после начала процесса ее дегазации около 4 млрд лет назад и возникновения восстановительной атмосферы в самом начале архея. Архей, по-видимому, характеризовался развитием наиболее примитивных, термофильных и прокариотных бактериальных форм. После резкого похолодания в раннем протерозое термофильная флора сменилась холодноводной и получили пышный расцвет строматолиты. После окончания эпохи массового отложения железорудных формаций 2,0–1,9 млрд лет назад, вероятно, появились и первые эвкариотные одноклеточные организмы, получившие в середине протерозоя широкое распространение.

Судя по расчетам, свободное железо полностью исчезло из мантии (перешло в земное ядро) около 600–500 млн лет назад. После исчезновения из мантии в конце протерозоя металлического железа в атмосфере Земли постепенно стал накапливаться кислород. Этому соответствует один из главных рубежей развития жизни на Земле – появление в венде многоклеточных организмов и царства животных, метаболизм которых уже был основан на потреблении кислорода. Такое совпадение, безусловно, не является случайным, ведь железо, поступавшее из мантии через рифтовые зоны в гидросферу, являлось мощнейшим поглотителем кислорода в течение всего докембрия. Отсюда делается вывод, что кислород в заметных количествах начал накапливаться в земной атмосфере только после полного исчезновения железа из мантии. По-видимому, именно с этим событием следует связывать расцвет высокоорганизованной жизни на Земле в фанерозое. Однако парциальное давление кислорода поднялось до его равновесного уровня (близкого к современному), вероятно, только в меловом периоде, после широкого распространения на Земле цветковых растений.

В фанерозое большое влияние на эволюционное развитие растительных и животных форм земной жизни стал оказывать дрейф континентов. Особенно сильно это влияние проявилось при формировании на рубеже палеозоя и мезозоя последнего суперконтинента – вегенеровской Пангеи и при начале ее распада в мезозое и кайнозое. Кроме того, на эволюционном процессе заметно сказались и колебания земного климата с возникновением ледниковых эпох в кайнозое и плейстоцене.

К настоящему времени рассмотренная здесь общая теория глобального развития Земли с **единых позиций** сумела дать естественное объяснение следующим, казалось бы, разноплановым глобальным событиям и процессам. Так, были объяснены:

- 1) “провал памяти” в геологической летописи молодой Земли на ранних этапах ее развития, продолжительностью около 600 млн лет (от 4,6 до 4,0 млрд лет назад);
- 2) происхождение Луны и количественно определена эволюция системы Земля–Луна, включая дефицит железа и сидерофильных элементов на Луне и скорость осевого вращения Земли;
- 3) аномально высокие отношения радиогенных изотопов свинца к его стабильному изотопу в лунных породах и умеренные значения аналогичных отношений в земных породах;
- 4) совпадение возраста базальтового магматизма на Луне с началом тектономагматического развития Земли около 4,0–3,8 млрд лет назад;
- 5) механизм дифференциации земного вещества и количественно рассчитан процесс выделения земного ядра;
- 6) природа химико-плотностной конвекции в мантии – непосредственной причины тектономагматической активности Земли;
- 7) эволюция химического состава мантии Земли;
- 8) количественная эволюция энергетического баланса Земли;
- 9) перегрев верхней мантии в архее;
- 10) повышенная тектономагматическая активность Земли в архее и спад такой активности в протерозое–фанерозое;
- 11) происхождение океанической и континентальной земной коры и количественно рассчитан процесс накопления массы континентальной коры;
- 12) происхождение атмосферы и гидросферы на Земле, количественно определены основные закономерности процесса формирования этих геосфер;
- 13) переход от восстановительной атмосферы в самом начале архея, к нейтральной в остальной части архея и протерозоя и к окислительной атмосфере в фанерозое;
- 14) происхождение жаркого климата в архее и прохладного в протерозое;
- 15) происхождение наиболее грандиозного Гуронского оледенения континентов в раннем протерозое;
- 16) происхождение крупнейших раннепротерозойских осадочных месторождений золота, урана, меди, марганца и полиметаллов, типа Витватерсранда в ЮАР, Удокана в Сибири, золотоносных конгломератов древних платформ и других месторождений этого возраста;
- 17) происхождение раннепротерозойских, богатых железом, никелем, титаном, медью, хромом, кобальтом, платиной и платиноидами уникальных расслоенных интрузий типа Бушвельдского массива и Великой дайки в Южной Африке, Садбери в Канаде и Печенги в России;
- 18) происхождение уникальных и крупнейших в мире железорудных (джеспилитовых) формаций конца архея и раннего протерозоя;
- 19) происхождение алмазов и алмазonoсных кимберлитов, лампроитов, карбонатитов и щелочно-ультраосновных пород типа Хибинских апатитоносных сиенитов;
- 20) появление высокоорганизованных форм жизни на рубеже протерозоя и фанерозоя.

Помимо определения природы перечисленных глобальных событий и процессов, в рамках единой теории развития Земли нашли свое объяснение и многие другие, более частные явления и процессы. Например, была выяснена причина амагматизма зон поддвига плит в эпохи массового отложения железорудных формаций раннего протерозоя, неоднократные возникновения и последующие разрушения суперконтинентов, происхождение глобальных трансгрессий моря на континенты и т.д.

Кроме того, рассматриваемая здесь общая концепция глобального развития Земли включила в себя и современную геологическую теорию – тектонику литосферных плит. Это важный результат, показывающий не только преимущество новой теории, но и ее

органическую связь со всем объемом геологических данных по строению и эволюции земной коры.

Из приведенного в книге описания общей теории следует, что путь развития Земли был предопределен как местом Земли в Солнечной системе, ее массой, спецификой химического состава, так и существованием у Земли массивного спутника – Луны. Поэтому прямое перенесение основных закономерностей развития Земли на другие планеты земной группы в общем случае неправомерно. Фактически для каждой из планет этой группы эволюционную задачу необходимо решать отдельно, хотя общий энергетико-вещественный подход ее решения при этом должен сохраняться. Ярким примером тому может служить сравнение эволюционных путей развития двух планет-сестер и почти близнецов: Земли и Венеры. Одним из главных факторов, определивших отличие развития Земли от Венеры (помимо ее большего расстояния от Солнца) было возникновение на близкой околоземной орбите массивного спутника Луны, существенно ускорившего тектоническое развитие Земли. Если бы у Земли не было массивного спутника, то она скорее всего очень медленно вращалась бы вокруг своей оси (может быть даже, как и Венера, в обратную сторону), на Земле сейчас господствовали бы условия архея с плотной углекислотной атмосферой и высокими температурами, а вместо современной высокоорганизованной жизни ее населяли бы только примитивные бактериальные формы.