

БИОТИЧЕСКАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ В СВЕТЕ ИЗОТОПНОЙ ХРОНОМЕТРИИ

В.З. Негруца

Геологический институт Кольского научного центра РАН

184200, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14

E-mail: negrutsa@geoksc.apatity.ru

Поступила в редакцию 20 декабря 2007 г.

На основании систематизации данных определения возраста границ и оценки длительности геохронологических подразделений Общей стратиграфической (геохронологической) шкалы рассмотрены ключевые вопросы сравнительного анализа результатов биотической и изотопной хронологии. Показано соответствие изотопно-геохронологической продолжительности времени образования стратиграфических подразделений их таксономической подчиненности, установленной по палеонтологическим признакам, что свидетельствует о реальности времени в стратиграфии. Выявлено направленно-пульсационное уменьшение длительности биохронов соответственно эволюции органического мира и зависимость продолжительности жизни хронологического таксона от геотектонического режима седиментогенеза, определяемого геодинамикой как отражение периодичности пространственно-временного изменения связей между эндогенными и экзогенными геосферами, знаменуемого соответствием трансгрессий и регрессий этапам тектономагматической цикличности. Прослеживается естественное предопределение результатов геохронологической периодизации истории Земли объектами, методикой, системой эталонов измерения времени. Выводится положение о приоритете системного подхода к измерению геологического времени, основанного на совокупности седиментогенных хронологических признаков как отражение динамики гидросферы – наиболее информативной физико-химической сущности взаимодействия всех внутренних и внешних геосфер и связи Земли с Космосом.

Ключевые слова: *стратиграфия, геохронология, время, гидросфера, седиментогенез, цикличность.*

BIOTIC GEOCHRONOLOGY IN THE LIGHT OF ISOTOPE CHRONOMETRY

V.Z. Negrutsa

Geological Institute, Kola Science Centre of RAS

Based on the systematization of boundary age determinations and geochronological unit duration estimates of the General stratigraphic (geochronological) scale, key issues of the comparative analysis of biotic and isotope chronology are examined. The compliance of the isotope-geochronological duration of stratigraphic units with their taxonomic subordination defined according to the paleontological features, indicating time reality in stratigraphy. The controlled-pulsating reduction in the biochron duration in accordance with the evolution of organic world and the relation between the chronological taxon lifetime and sedimentogenesis regime governed by geodynamics as a reflection of periodical time-space variation of the relations between endogenous and exogenous geospheres marked by the relevant transgressions and regressions of the tectonomagmatic cyclicity stages, is revealed. The natural predermination of the Earth history geochronological periodization results by the objects, method, and time-defining reference system, has been traced. The provision of prioritized system approach to measuring geological time based on the aggregate sedimentogenic chronological features has been made as a reflection of dynamics of the hydrosphere, the most informative physico-chemical substance of the interrelation of all internal and external geospheres and earth-space relationship.

Key words: *stratigraphy, geochronology, time, hydrosphere, sedimentogenesis, cyclicity.*

Введение

Биотические процессы являются следствием взаимосвязанного развития всех внутренних и внешних жизнеобеспечивающих энергетических систем. Они с одинаковой обоснованностью воспринимаются и как сугубо внутренние генетически строго предопределенные индивидуальные биотические сущности и как естественное результирующее следствие неразрывного единства развития абиотического и биотического вещества. Единение абиотических и биотических процедур геохронологии, необходимо как мера взаимоконтроля причинно-следственных закономерностей геологического овеществления времени, ибо предпочтение биотическому или абиотическому подходам к измерению реального времени сужает пределы поисков, что на современном уровне знаний не исключает возможность фундаментальных упущений. Вместе с тем, такой синтез способствует более детальному и углубленному пониманию геологической истории, предопределенной общими закономерностями геогенеза [Соколов, 1976; Семихатов, 1974; Леонов, 1980; Мейен, 1981, 1989; Салоп, 1982; Жамойда, 1994, 1995, 2005, 2007; Гладенков, 2004, 2007; Бискэ, Прозоровский, 2001; Попов, 2002, 2003; Прозоровский, 2003; Симаков, 2004; Сухов, 1994; Соколов и др., 2001; Баренбаум, 2002; Кулинкович и др., 2005, 2007; Кулинкович, Якимчук, 2007].

Существенное повышение достоверности понимания причинно-следственных закономерностей геологического овеществления времени обеспечивает анализ периодизации докембрия (около 4000 млн. лет криптозоэ – периода «скрытой жизни») в сравнении с фанерозоем (586±44 млн. лет периода «явной жизни»). Высоко информативными в этом плане являются результаты измерения изотопного возраста границ биотических подразделений и оценки, временной продолжительности процессов образования реальных (естественно-исторических) структурно-вещественных подразделений в их пространственно-временной и иерархической непрерывности от архея до голоцена. Достигнутые знания в этом направлении отражены в Международной стратиграфической шкале (МСШ), [Gradstein et al., 2004]. В ней сведен многократно проверенный синтез объективных мировых знаний и концептуального осмысления закономерностей овеществления, как эндо-

генных, так и экзогенных процессов и знаменующих ими событий развития земной коры на всем протяжении истории ее существования.

В структуре и веществе Земли законсервированы, и с той или иной полнотой доступны для изучения, процессы и время образования земной коры, водной оболочки (гидросферы) и атмосферы, зарождения жизни (биосферы) и весь ход развития природных условий приведших к миру Человека и рождению сферы разума [Вернадский, 2000].

Уровень и качество таких знаний определяет прогностический потенциал геологии как науки о земном овеществлении следствий процессов взаимосвязанного развития живого и неживого вещества. Поскольку живое неотделимо от водной среды, эволюцию биосферных процессов можно и необходимо изучать в неразрывной связи с историей гидросферы, «запротоколированной» в водноосадочных отложениях. На определяющий в связи с этим вопрос о физико-химических параметрах среды осадконакопления и, соответственно, палеоэкологии биогенеза, наиболее полно и достоверно, независимо от наличия или отсутствия палеонтологических остатков, возраста и характера постседиментационных преобразований осадочно-вулканогенной оболочки (стратисферы) Земли, отвечают результаты генетической литологии, составляющие познавательный фундамент седиментологии [Негруца В., Негруца Т., 1988, 2006; Негруца Т., Негруца В., 2005].

Водные отложения с признаками существования биосферы, устанавливаются, начиная с глубокого архея – 3600-3800 млн. лет назад [Салоп, 1982; Тимофеев, 1982; Семихатов, 1993; Розанов, 2004], а, предположительно, с появления гидросферы и первичной земной коры более 4200 млн. лет назад [Бибилова, 2004]. Соответственно, генетическая литология (седиментология) в сравнении с палеонтологией углубляет пространство исторической геологии более чем на 3500 млн. лет, что в пять с лишним раз, превышает возможности в этом плане морфогенетической палеонтологии. Сочетая литогенетическую методологию с палеонтологией, расшифровку общих закономерностей геологического овеществления времени можно осуществить путем взаимного контроля историко-геологической и изотопно-геохронологической мер продолжительности процессов образования стратиграфических подразделений, что и отражено в МСШ [Gradstein et al., 2004].

Международная стратиграфическая шкала как геохронометр глобальных закономерностей овеществления времени

Международная стратиграфическая шкала (МСШ), как и все многообразие сосуществующих Общих стратиграфических шкал имеет двойное понятийное содержание: абсолютное по сути оценки результатов измерения времени и относительное по методике и достоверности знаний генетической характеристики хронологических признаков [Попов, 2002, 2003; Прозоровский, 2003]. Время – естественный, неотделимый от его носителя, атрибут любого материального индивидуума [Вернадский, 2000; Симаков, 2004]. Оно воспринимается и как абсолютная мера (независимое, автономное явление), и как метка конкретного события зафиксированного реальным материальным носителем времени.

Ясно, что геологическое овеществление времени отражает не само физическое явление, а его фиксацию геохронологической системой процессов образования измеряемого геологического объекта.

Исходя из этого, с внедрением в геологию изотопной геохронологии определились перспективы общей хронологии биосферных процессов (и знаменуемых ими событий) на всем протяжении геологической истории, что принципиально важно не только для палеонтологии и геологии в целом, но и для всего естествознания. А это открыло путь перевода проблемы триединства времени, пространства и энергии из замкнутой сферы физики в общий круг наук о Земле, ее геосфер и связи с Космосом. Сугубо физические модели времени получают возможность внешнего контроля процессами эволюции абиогенного и биогенного вещества, зафиксированной (фосилизированной) в земной коре и исследуемой методами исторической геологии. Роль метрических эталонов и фундаментальных закономерностей времени при этом выполняют не теоретическое моделирование эмпирических данных, а естественные геологические тела – объективные реальности существующие, независимо от изменяющегося мироощущения и субъективного мировосприятия человеком.

Результаты анализа изотопно-геохронологического определения возраста границ элементарных подразделений МСШ, (для фанерозоя биостратиграфических, для криптозоя хро-

ностратиграфических) и, установленные на этой основе, оценки продолжительности хроностратиграфических подразделений докембрия в сравнении с фанерозоем в обобщенном виде демонстрирует рис. 1 [Негруца В., Негруца Т., 2006].

График на этом рисунке показывает современное состояние геохронологии и знаний эволюции абиотических и биотических процессов на всем протяжении геологической истории. Достоверность датирования возраста границ и оценки продолжительности геологических этапов (и знаменуемых ими процессов) в интерпретации разных авторов очерчивает на графике поле неопределенности шириною от 2,7 до 9,8 млн. лет для фанерозойского зона, стратифицированного на основе данных палеонтологии и 50-100 млн. лет для криптозоя (докембрия), расчлененного по абиотическим хронологическим признакам. Из анализа этого графика вытекает большой круг вопросов, ключевыми среди которых являются положения, которые могут рассматриваться и как определяющие направления дальнейших поисковых геологических исследований, и как постулаты для создания хронометрических моделей геосфер в их полнообъемной пространственно-временной непрерывности и наблюдаемой историко-генетической завершенности.

Анализ: ключевые вопросы историко-геологического поиска

Совершенствование знаний причинно-следственных закономерностей становления структуры геосфер в их наблюдаемой цельности и прогнозирования их состояния в будущем, зависит от определенности и достоверности ответа на ключевые вопросы естественной направленности взаимосвязанного и взаимообусловленного развития биогенного и абиогенного вещества в их историческом неразрывном единстве. Определяющими их являются семь нижеследующих постулатов.

Продолжительность хроностратиграфических подразделений, возрастает противоположно общей направленности эволюции биосферы.

Сейчас, применительно к докембрийской части разреза стратисферы, практически опускается из вида то, что Общая стратиграфическая шкала создана, исходя из единого палеонтологического принципа периодизации всей геологической истории, что она представляет

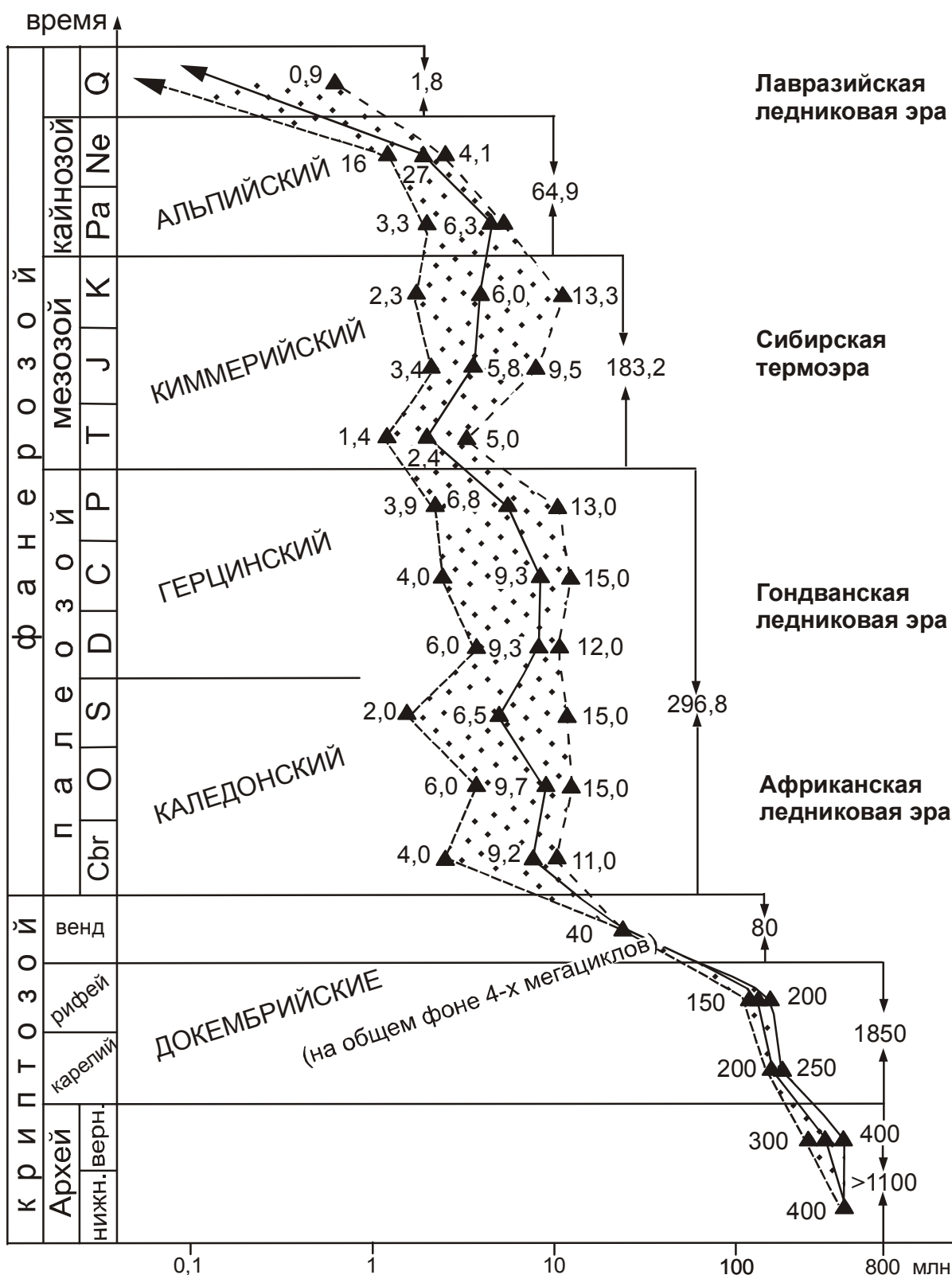


Рис. 1. Закономерности изменения длительности подразделений Общей стратиграфической шкалы.

Цифры на рисунке – длительность геохронов в млн. лет (по оси абсцисс в логарифмическом масштабе). Кривые на графике – изменения продолжительности времени образования подразделений Общей стратиграфической (геохронологической) шкалы в интерпретации разных авторских коллективов: правая – максимальные, левая – минимальные, осевая – средние арифметические значения длительности: для фанерозоя – веков, для криптозоя – эр (по разным хроностратиграфическим шкалам). Климатические эры по Н.М. Чумакову [1992].

по существу биотическую метрику времени. В соответствии с этим архей (до 2500 млн. лет) и протерозой (около 2000 млн. лет) долгое время было принято рассматривать как единицы равноценные по историко-геологической значимости палеозойской, мезозойской и кайнозойской эонотемам, что закреплено в МСШ [Gradstein et al., 2004]. Такое восприятие общего историко-геологического расчленения стратисферы остается, в сущности, еще далеко не преодоленным, хотя необходимость учета фактора времени в сравнительную стратиграфическую классификацию докембрия и фанерозоя очевидна и сравнительно уже давно учтена на практике [Семихатов, 1974; Салоп, 1982; Негруца, 1984; Общая..., 2002; Решение..., 2001; Постановление..., 2002; Жамойда, 2005; Стратиграфический..., 2006]. Поэтому направленное увеличение временной продолжительности стратонов от 0,1-4 млн. лет в кайнозой до 400 млн. лет в архее, правомерно воспринимать, как объективное следствие относительной биохронометрии и основанной на палеонтологии единой хронологической периодизации всего разреза осадочно-вулканогенной оболочки земной коры. Можно ли, однако, признать это следствием естественного изменения во времени скорости геологических процессов, как это принимал Л.И. Салоп и другие исследователи, или такая тенденция отражает дефицит хроностратиграфических знаний, которые тем менее полны, чем отдаленнее от нас время исследуемых объектов и знаменуемых ими процессов? Вопросы, на которых пока нет однозначного ответа. Если исходить из опыта событийной циклоритмологии [Негруца, 1984] и изотопной геохронологии докембрия в сравнении с фанерозоем, допустимо предполагать, что ранг стратиграфического подразделения знаменует относительную историко-геологическую значимость овеществленных в нем процессов взаимосвязанного развития всех внешних и внутренних геосфер, продолжительность которых строго определено и измеряемо в абсолютных единицах реального астрономического времени. Следовательно, слоистая осадочно-вулканогенная оболочка Земли может быть расчленена, исходя из событийной сущности и временной продолжительности хроностратиграфических единиц, на равноценные историко-геологические подразделения [Негруца В., Негруца Т., 1988, 2006]. Вскрываемое, на современном уровне знаний, увеличение временной продол-

жительности обособляемых стратиграфических подразделений проявляет различие в информативности хронометрических характеристик разновозрастных стратонов, недостаток и снижение достоверности стратиграфических знаний по мере увеличения возраста объектов стратиграфии. Если хроностратиграфическая периодизация фанерозоя проявляет эволюцию экзогенных условий биогенеза и, предположительно, генетическую предопределенность продолжительности жизни руководящих биоорганизмов, то периодизация криптозооя основана на хронологических признаках отражающих динамику и неповторимые специфические особенности эндогенных процессов: магматизма, метаморфизма и (или) диагенеза, метасоматоза, тектонических дислокаций. В первом случае историко-геологический процесс, очевидно, непрерывный эволюционный. Во втором – процесс геологического овеществления времени, заведомо импульсный, поступательно-возвратный, прерывистый, катастрофический. Между тем, безусловно, то, что экзогенные и эндогенные геологические процессы, протекают в определенной взаимосвязи и что пространственно-временные характеристики такой связи наиболее полно и точно фиксируются динамикой гидросферы, через нее и биосферой, а все вместе проявляют седиментогенез, который может служить, таким образом, наиболее полным, достоверным и точным хронометром геологического времени.

Продолжительность времени образования стратиграфических подразделений соответствует уровню развития свойственных им биотических хронометров.

Следуя логике линейной интерпретации данных, сведенных в графике на рисунке, можно принимать, что изотопная геохронология вскрывает зависимость продолжительности жизни организмов от уровня их развития: чем примитивнее структура живого вещества, тем медленнее эволюция биотических процессов и, соответственно, продолжительнее жизнь руководящих биотических форм. Биохронометрия может, следовательно, служить независимой мерой времени протекания биосферных процессов, скорость которых, с этих позиций, направлено возрастает, соответственно, тренду эволюции биосферы: от архея к кайнозою. Насколько, однако, сопоставимы разрешающие возможности периодизации времени и событий, на основании хронометрии биотических

систем разного уровня развития и положения на общем тренде эволюции геосфер, вопрос на который, по-видимому, пока нельзя отвечать однозначно.

Изменение длительности веков фанерозоя протекало волнообразно, соответственно, с периодичностью глобальных трансгрессий и регрессий, тектономагматической цикличностью, этапами литогенеза и изменением климата.

Сравнительный анализ длительности времени образования ярусов, приведенный на рис. 1, наряду с общей тенденцией уменьшения продолжительности жизни руководящих биотических форм во времени, достаточно наглядно демонстрирует уменьшение продолжительности веков на стыках эратем знаменующих смену завершающих фаз фазами, начинающимися тектономагматические циклы. Хорошо известно, что такие переходы совпадают с интервалами времени наибольших осушений континентов и тектономагматической активизации земной коры. Это время учащения фаз складчатости и проявления коллизионных процессов в орогенных поясах, усиления эрозии континентов и, соответственно, увеличения скорости накопления терригенных отложений у континентальных подножий. Менее определено, но, в целом, как будто достаточно очевидно, соответствие наиболее продолжительных веков этапам максимальных трансгрессий, общего (глобального) повышения уровня мирового океана и предположительно, соответственно, потепления климата. С этим коррелирует усиление базальтоидного магматизма, что свидетельствует об усилении воздействия мантии на физико-химические характеристики гидросферы, атмосферы и, следовательно, биосферы. Допустима определенная корреляция между степенью «мористости» и «континентальности» палеоэкологических сред, включая климат, а, соответственно, определенная зависимость процессов биогенеза от физико-химических условий литогенеза. В итоге допустимо констатировать наличие корреляции между развитием фауны и флоры и тектоническим колебанием земной коры (динамикой литосферных плит), устанавливаемых по изменению во времени положения границ бассейнов седиментации [Меннер, 1962].

Чем больше общая площадь затопленных пространств и существеннее воздействие мантии на гидросферу и атмосферу, тем благоприятнее условия биогенеза и больше продолжительность жизни биотических сообществ.

Следуя дедуктивной логике, чем «мористее» ландшафт и интенсивнее вывод мантийного вещества на поверхность Земли, тем при прочих равных условиях, теплее поверхностные и грунтовые воды, больше углерода и других биоэлементов (H, O, N, P, S) в области гипергенеза и, соответственно, более благоприятны общие условия биогенеза. Эмпирически, однако, такая корреляция остается строго не доказанной. Биогенетические следствия взаимосвязей экзогенных и эндогенных процессов весьма разнообразны и реализуются не линейно, а по сложной системе колебательных взаимосвязей. Правомерно считать, как это и принимается многими исследователями, что биотические процессы протекают в соответствии с внутренним генетическим потенциалом конкретных биоценозов [Попов, 2002, 2003] и биосферы в целом согласно закону развития синергетических систем по открытому типу. Вместе с тем, достаточно ясно видно, что палеонтология и изотопная геохронология на твердой историко-геологической основе составляют если и не определяющий, то совершенно необходимый и весьма перспективный фундамент дальнейшего совершенствования знаний связи живого вещества с его абиотической средой.

Общие тенденции перестройки биосферных процессов соответствуют правильной цикличности и ритмичности процессов взаимобусловленного и взаимосвязанного развития абиогенной и биогенной материи

Такое понимание взаимосвязи и взаимобусловленности процессов образования и преобразования биосферы в ее цельности и временной продолжительности с позиции изотопной геохронологии, как можно убедиться из несложного анализа опубликованных результатов хронометрии биостратиграфических подразделений в их ранговой соподчиненности, – допустимый, но далеко не единственный вариант общей модели эволюции биосферы. С позиции идеи периодичности пульсационно-направленного развития земного вещества модель общей истории Земли может быть сведена к геохронологической метрике составленной по принципам создания астрономического календаря. Такая метрика не заменяет независимые стратиграфические, палеонтологические, тектонические и прочие приемы изучения геологических процессов, определения их длительности методами изотопной геохронологии и интерпретации полученных результатов, она мо-

жет выполнять лишь роль измерительного эталона – теоретической модели геологического овеществления вселенского времени. Предложены много, более или менее, обоснованных (адекватных геологическим знаниям) варианты геохронологических шкал календарного типа [Сухов, 1994; Соколов и др., 2001; Баренбаум, 2002; Куликова и др., 2005; Кулинкович и др., 2005, 2007]. На современном этапе геологических знаний согласованный выбор одной из них, как альтернативы геохронологическим шкалам различного (хроностратиграфического) обоснования, хотя и крайне сложен, теоретически возможен и актуален.

Фанерозойская биосфера – следствие криптозойской предыстории эндогенно-экзогенного образования и преобразования осадочной оболочки литосферы, пульсационно нарастающего увеличения мощности земной коры и общей кратонизации геосфер.

Системный анализ всей совокупности геологических знаний однозначно показывает, что современное состояние Земли и всех ее внутренних и внешних геосфер представляет следствие единого тренда пульсационно нарастающей кратонизации (наращивания мощности земной коры и суммарной площади континентальных плит) и, предположительно, соответствующего увеличения относительной расчлененности поверхности Земли и дна Мирового океана. Структура стратисферы в целом отражает систему цикличностей и ритмичностей мантийно-экзосферных связей многих иерархически подчиненных рангов и их проявления на палеогеодинамических профилях континент-океан [Негруца В., Негруца Т., 2006]. В соответствии с этим, допустимо предполагать и направленно-пульсационное развитие форм проявления биотического вещества с кардинальными перестройками в этапы глобальных перестроек всех внешних и внутренних геосфер.

Смена криптозоы фанерозоем совпадает с событиями перехода от рифтогенного (деструктивного) тектогенеза к плитному (конструктивному) геодинамическому режиму древних платформ, фиксирующему начало пятого продолжающегося мегацикла пульсационно-нарастающей кратонизации геосфер.

Тектоно-стратиграфический принцип обособления крупнейших подразделений стратисферы, столь успешно использованный Н.С. Шатским при обособлении рифея [Беккер, 1996],

применительно ко всему разрезу земной коры, выявляет в ее тектонической архитектуре пять принципиально разных структурно-вещественных этажа. Они отделены друг от друга коренными структурно-метаморфическими и палеогеографическими перестройками, соответствующие эпохам кратонизации на рубеже раннего и позднего архея, при переходе от архея к протерозою, внутри протерозоя и от протерозоя к палеозою. Соответственно, обособляются пять мегациклов осадконакопления и вулканизма, интрузивного магматизма, структурно-метаморфического и гипергенного преобразования внешней слоистой осадочно-магматогенной оболочки земной коры. Четыре первые криптозойские (докембрийские) мегацикла, судя по их продолжительности и событийному наполнению – завершенные. Они отражают четыре этапа качественного увеличения суммарной площади материков. Их средняя продолжительность составляет около миллиарда лет каждый. Соответствующие им стратиграфические подразделения [Решение..., 2001; Постановление..., 2002; Общая..., 2002] представляют: 1 – фундамент архейских зеленокаменных прогибов – нижний архей (саамий); 2 – гранитно-зеленокаменные ареалы докембрийских щитов – верхний архей (лопий); 3 – верхний этаж кристаллического фундамента древних платформ-нижний протерозой (карелий); 4 – авлакогенный комплекс осадочного покрова древних платформ-верхний протерозой (рифей). Пятый, фанерозойский мегацикл продолжается [Негруца В., Негруца Т., 2006]. Его знаменует плитный чехол древних платформ, овеществляющий процессы каледонского, герцинского, кеммерийского завершенных и незавершенного альпийского трансгрессивно-регрессивных тектоно-магматических циклов. Суммарная продолжительность фанерозойских циклов – около 600 млн. лет, каждого из первых трех завершенных циклов 170±10 млн. лет, последнего альпийского мегацикла – 65-68 млн. лет [Геохронологическая..., 1978]. Достаточно определено соответствие фанерозойской тектоно-магматической цикличности четырем главным волнам эволюции биосферного разнообразия в истории Земли: раннепалеозойской (кембрий-силур), позднепалеозойской (девон-пермь), мезозойской и кайнозойской. Накоплено достаточно определенных, эмпирических доказательств гомологичной цикличности процессов, происходивших в раннем и позднем протерозое, а, предпо-

ложительно, также в позднем архее. Допустимо предполагать, что цикличность соизмеримой пространственно-временной размерности может служить своеобразным мериллом временной продолжительности этапов резонансно связанного развития всех внешних и внутренних геосфер на всем протяжении геологической истории. Таким образом, почти восьмикратное превышение длительности эволюционной ветви «скрытой жизни» (около 4000 млн. лет), продолжительности ветви явной жизни (586 ± 44 млн. лет) проявляет фундаментальное отличие эволюции биосферы криптозооя на пути к фанерозойской дифференциации [Соколов, 1976]. Очевидно, что решения проблемы возникновения и эволюции жизни, необходимо качественно новые знания сущности процессов докембрийского биогенеза. Основу получения таких знаний составляет системный седиментолого-палеонтологический подход исследования абиогенного и биогенного вещества в их неразрывном единстве и связи с динамикой взаимодействия внешних и внутренних геосфер и Земли с Космосом.

Заключение

Намечающиеся закономерности причинно-следственных зависимостей длительности жизни биотических систем от геодинамических причин (тектоно-плутонических и денудационно-седиментационных), уровня развития организмов и их относительного местоположения в общей эволюции биосферы, расширяют перспективы новых подходов, возможность и задачи исследования генетических и экологических проблем биосферы, как синергетической системы развивающейся пульсацией по открытому типу. Вместе с тем, намечаются вопросы относительной полноты, определенности и достоверности интерпретации эмпирических данных, точности оценки времени глобальной смены руководящих палеонтологических остатков и продолжительности биотических кризисов, установления категорий и обоснования границ, и ранга биостратиграфических подразделений. Вполне определенно выясняется объективность палеонтологического критерия времени и перспективы дальнейшего совершенствования на его основе знаний, закономерностей зарождения и развития жизни на Земле.

Сравнительный изотопно-геохронометрический анализ Общей стратиграфической

(геохронологической) шкалы вскрывает сущность принципиального отличия периодизации фанерозоя и докембрия. Она состоит в том, что геохронология фанерозоя основывается на датировании возраста процессов экзогенеза квинтэссенцию которых составляют ископаемые организмы, тогда как определяющими критериями периодизации докембрия служат эндогенные явления и свойственные им изотопно-геохимические системы. Седиментогенез, как отражение динамики мантийно-гидросферных связей, явление непрерывное, обусловленное триединством тектоники, климата и биогенеза. Эндогенные события (магматизм, тектонические деформации, метаморфизм) проявляются пульсационно и оказывают более или менее (в зависимости от обстановки) ощутимые воздействия на экзосферные процессы, тогда как обратное, влияние экзогенных явлений на следствия эндогенеза, эмпирически не улавливается. С учетом этого, для достижения единства естественной периодизации всей истории Земли, принципиальное значение имеет знание и учет при исследовании развития Земли в докембрии: во-первых, закономерностей овеществления причинно-следственных связей эндогенных и экзогенных процессов в фанерозое, во-вторых, пространственно-временные соотношения структурно-петрологических и седиментационно-денудационных процессов объектов геохронологии докембрия. Таких знаний еще очень не хватает. Однако и на достигнутом уровне можно достаточно аргументировано предположить закономерную последовательность проявления экзогенных и эндогенных событий по площади и во времени на протяжении всей истории гидросферы и биосферы, а, соответственно, и единство хронометрической структуры всего разреза осадочно-вулканогенной оболочки (стратисферы) Земли.

Опираясь на достоверно документированное начало осадконакопления и вулканизма, и давно отмеченную для фанерозоя периодичность трансгрессий и регрессий, а также связь с ними тектонических, магматических и биосферных процессов, правомерно весь разрез стратисферы (более 3750-3800 млн. лет истории литосферы), расчленив на событийно и хронометрически сравнимые подразделения. В качестве эталонов таких подразделений выступают с одной стороны – зонотемы докембрия, среди которых можно принять типовую (региональную) структуру нижнепротерозойской (ка-

рельской) зонотемы Общей стратиграфической шкалы нижнего докембрия России [Негруца, 1984; Решение..., 2001], с другой стороны – эратемы и тектоно-магматические циклы фанерозоя [Негруца В., Негруца Т., 1988, 2006]. Сопоставимые с эратемами фанерозоя стратиграфические единицы и тектономагматические циклы установлены и сравнительно полно изучены для типовых наслоений нижнего протерозоя (карелия) и верхнего протерозоя (рифей), и намечены для верхнего архея (лопия Карело-Кольского региона и его структурно-вещественных аналогов в других регионах). Такая периодизация обеспечивает определенную соразмерность, независимость и взаимный контроль естественно-исторической и изотопной геохронологии. В итоге появляются принципиально новые возможности исследования проблем времени, пространства и энергии. Все очевиднее, что стратисфера является «важнейшим объектом исследования специалистов, изучающих солнечную систему», как настоятельно подчеркивает Б.С. Соколов вот уже более 30 лет.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 05-05-64489.

Список литературы

- Баренбаум А.А.* Галактика, Солнечная система, Земля. Соподчиненные процессы и эволюция. М.: Геос, 2002. 394 с.
- Беккер Ю.Р.* Н.С. Шатский и тектоно-стратиграфия докембрия // Современные проблемы геологии. К столетию со дня рождения Н.С. Шатского. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1996. 3-15 с.
- Бибикова Е.В.* Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов // Минералогіч. журн. 2004. Т. 26. № 3. С. 24-28.
- Бискэ Ю.С., Прозоровский В.А.* Общая стратиграфическая шкала фанерозоя. Венд. Палеозой и мезозой. Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2001. 248 с.
- Вернадский В.И.* Труды по философии естествознания. М.: Наука. 2000. 504 с.
- Геохронологическая таблица / В.В. Друщиц, В.Н. Верещагин, Г.А. Пельмский, А.Е. Окиншевич, И.Г. Пальшин. Ред. В.Е. Хаин. Л.: Лен. карт. фабрика, ВСЕГЕИ, 1978.
- Гладенков Ю.Б.* Инфразональная стратиграфия: современное состояние и перспективы // Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология Матлы LIII сессии Палеонтол. об-ва при РАН. СПб.: Изд-во ОПФЖ Санкт-Петербургского государственного университета, 2007. С. 43-44.
- Гладенков Ю.Б.* Некоторые проблемы стратиграфии начала XXI века и ее основные направления // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 4. С. 14-19.
- Жамойда А.И.* Биостратиграфическая корреляция, биостратиграфические шкалы и схемы // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и палеогеографии (посвящается 100-летию со дня рождения профессора Г.Я. Крымгольца) / Отв. ред. В.А. Прозоровский. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2007. 165 с.
- Жамойда А.И.* Ключевые проблемы Международной стратиграфической шкалы (по материалам 32-й сессии МГК и МСК России). СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2005. 30 с.
- Жамойда А.И.* Сергей Викторович Мейен и теоретическая стратиграфия (к 60-летию со дня рождения) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 4. С. 95-96.
- Жамойда А.И.* Стратиграфическое пространство или мир стратиграфии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2. № 2. С. 3-11.
- Куликова В.В., Куликов В.С., Бычкова Я.В., Бычков А.Ю.* История Земли в галактических и солнечных циклах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 250 с.
- Кулинкович А.Е., Якимчук Н.А.* Проблемы геоинформатики. Ч. 6. Киев: ЦММ, 2007. 164 с.
- Кулинкович А.Е., Якимчук Н.А., Татарина Е.А.* К разработке общей теории Земли // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Київ: Изд-во ІГН НАН України, 2007. С. 4-14.
- Кулинкович А.Е., Якимчук Н.А., Татарина Е.А.* От геохронологической шкалы докембрия к его геохронологическому календарю – о роли космического фактора в геологической истории // Минералогический журнал. 2005. Т. 27. № 3. С. 138-152.
- Леонов Г.П.* Историческая геология: основы и методы // Докембрий. М.: Изд-во МГУ, 1980. 342 с.
- Мейен В.В.* Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука. 1989. 216 с.
- Мейен В.В.* От общей к теоретической стратиграфии // Советская геология. 1981. № 9. С. 58-69.
- Меннер В.В.* Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. Тр. ГИН АН СССР. Вып. 65. М.: 1962, 475 с.
- Негруца В.З.* Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1984. 270 с.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.* Историко-геологический принцип изучения докембрия. Л.: Недра. 1988. 196 с.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.* Обстановки седиментогенеза и стратотипы дорифея. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2006. 96 с.
- Негруца Т.Ф., Негруца В.З.* Литогенетический принцип изучения докембрия. Ч. 1: Методика полевых исследований. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. 102 с.

БИОТИЧЕСКАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ

- Общая стратиграфическая шкала докембрия России. Объяснительная записка. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. 14 с.
- Постановление по Общей стратиграфической шкале нижнего докембрия России // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 33. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. С. 4-5.
- Попов А.В.* Измерение геологического времени // Принципы стратиграфии и закономерности эволюции. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. 144 с.
- Попов А.В.* Стратиграфия как геохронометрия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 3. С. 3-12.
- Прозоровский В.А.* Общая стратиграфическая шкала – «хронометр» геологической истории Земли // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. Геология, география. 2003. Вып. 4. № 31. С. 3-7.
- Решение III Всероссийского совещания «Общие вопросы расчленения докембрия» // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9. № 3. С. 101-106.
- Розанов А.Ю.* Бактериальная палеонтология, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Современные проблемы геологии. Тр. ГИН РАН. Вып. 565. М.: 2004. С. 448-463.
- Салоп Л.И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. Л.: Недра, 1982. 343 с.
- Семихатов М.А.* Новейшие шкалы общего расчленения докембрия: сравнение // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 1. С. 6-20.
- Семихатов М.А.* Стратиграфия и геохронология протерозоя. М.: Наука, 1974. 300 с.
- Симаков К.В.* К созданию теории палеобиосферного времени. Т. 3. Стагнация. Перспективы. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2004. 347 с.
- Соколов Б.С.* Органический мир на Земле на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976. № 1. С. 126-145.
- Соколов Ю.Н., Афанасьев С.Л., Куликович А.Е. и др.* Циклы как основа мироздания. Ставрополь: СКГТУ, 2001. 554 с.
- Стратиграфический кодекс России. Изд. третье. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.
- Сухов И.М.* Гравитация и геологические процессы. СПб.: Роскомнедра, Геокарт, МАНПО, 1994. 153 с.
- Тимофеев Б.В.* Микрофоссилии раннего докембрия. Л.: Недра. 1982. 343 с.
- Чумаков Н.М.* Климатический парадокс позднего докембрия // Природа. 1992. № 4. С. 34-41.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. et al.* A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene // Episodes. 2004. V. 27. № 2. P. 83-100.

Рецензент член-корр. РАН А.В. Маслов