

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

К. В. Симаков

Северо-Восточный научный центр ДВО РАН. Магадан, Протова ул., д. 16

*Что же такое время? Пока никто меня
о том не спрашивает, я понимаю,
несколько не затрудняясь; но, как скоро
хочу дать ответ об этом, я становлюсь
совершенно в тупик.*

Августин Блаженный

Введение

Время, пространство, движение, материя относятся к числу фундаментальных философских категорий, с одной стороны, и являются исходными понятиями для всего естествознания, определяющими содержание последовательно возникавших естественнонаучных картин мира, - с другой. Несмотря на кажущуюся самоочевидность, даже тривиальность, содержания понятия «время», в обыденной жизни отождествляемого с часами, по признанию Г.Рейхенбаха и через полтора тысячелетия после приведенного выше высказывания Августина Блаженного, проблема определения сущности времени продолжает заводить в тупик человеческий разум.

Геологию обычно относят к так называемым описательным дисциплинам, противопоставляемым «точным» наукам. Одной из причин такого разделения естественнонаучных дисциплин является невозможность использования в описательных науках строгих математических формулировок, отражающих закономерности поведения изучаемых ими объектов во времени и пространстве. Не вдаваясь в подробное обсуждение проблемы классификации (точнее говорить о дискриминации) наук, отмечу в связи с этим два момента.

С одной стороны, геология имеет дело с природными системами принципиально иного класса по сравнению с теми, исследование которых занимается физика и, в первую очередь, механика. Во-первых, геолог изучает не динамические, функционирующие на наших глазах, а статические системы. Во-вторых, эти последние представляют собой протоколы развития некогда существовавших открытых, самоорганизующихся, гетерогенных по своей материально-энергетической природе систем и связанных с ними процессов, находившихся в сложном взаимодействии друг с другом. И в-третьих, корректность получаемых «на выходе» геологических работ генетических, геоисторических и прочих построений не поддается экспериментальной проверке, поскольку статические системы связаны с ретроспективно реконструируемыми на базе заключенной в них информации квазидинамическими моделями отношениями одно-многозначного соответствия.

С другой стороны, хотя становление и развитие геологии как особой исторической науки неразрывно связано с использованием понятия «время», до сих пор мало кто из геологов задумывался над его содержанием. А между тем фактически в геологии изначально формировалось представление о времени, в корне отличное от того, которое с легкой руки И.Ньютона закрепилось не только во всем остальном естествознании, но и в философии. Именно отождествление понятий «геологическое» и «обыденное» (= «физическое») время и принятие в качестве методологической основы геологии господствующей в физике субстанциальной

концепции времени являлись и до сих пор являются главными причинами определенной теоретической ущербности не только хроностратиграфии, но и сравнительно недавно возникшей геохронометрии, ответственных за изучение и определение пространственно-временных свойств и отношений геологических феноменов.

Пожалуй, одним из наиболее ярких проявлений отсутствия внимания к методологическим основаниям нашей науки могут служить практически общепринятые выражения «геологическое время» или «геологический возраст», применяемые для характеристики темпоральных свойств зафиксированных в земной коре разнообразных феноменов геоисторического процесса, устанавливаемых с помощью «часов», репрезентирующих структуру и свойства собственного времени в корне различных по своей материально-энергетической природе палеосистем и связанных с ними процессов. Между тем дело в том, что, как подчеркивал И.В.Круть, говоря о геологическом (s.l.) времени вообще, необходимо отдавать себе отчет в том, что это интегративное, родовое понятие, объединяющее представления о структуре и свойствах собственного времени палеосистем, не только отличных по своей материально-энергетической природе, но и относящихся к различным - начиная от атомарного и кончая планетарным - уровням организации земного вещества, связанным друг с другом сложной системой прямых и обратных взаимодействий. Строго говоря, понятие собственно геологического (s.s.) времени должно относиться только ко времени, репрезентирующему специфику эндогенных процессов. Наряду с ним следует различать по меньшей мере палеобиосферное, палеобиологическое, изотопное и палеомагнитное времена, отражающие особенности соответственно процессов взаимодействия эндо- и экзогенных факторов, эволюции органического мира, радиоактивного распада элементов, изменения магнитного поля Земли. Модель любого из них может служить основой (базисом) для построения соответствующей им метрики *концептуального* времени, которая в принципе может быть использована для оценки темпоральных свойств и отношений всех остальных феноменов геологической истории. Однако в силу специфики материально-энергетической природы этих процессов базирующиеся на них метрики, очевидно, будут обладать неодинаковой структурой и их практическое применение неизбежно приведет к различной оценке временных свойств одних и тех же явлений и событий, запротокколированных в геологической летописи.

Данная статья представляет собой несколько измененный и сокращенный вариант моих докладов на постоянно действующем семинаре «Изучение феномена времени» Московского госуниверситета. Она посвящена некоторым методологическим аспектам теорий палеобиосферного и изотопного времени, анализируемых с позиций концепции реального времени-дления В.И.Вернадского. Учитывая лимитированный объем этой работы, я вынужден ограничить ее справочный аппарат в основном ссылками на собственные недавние публикации, в которых приведены исчерпывающие сведения о всех первоисточниках, упоминаемых в тексте [Симаков, 1992, 1993а,б, 1994, 1995, 1996а,б, 1997а,б, 1998, 1999].

Мифы и реалии

Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью.

И.Ньютон

Понятие времени есть одно из основных научных эмпирических обобщений... Время есть одно из основных проявлений вещества, неотделимое от него его содержание.

В.И.Вернадский

Возникновение представления о времени как о всеобщем свойстве (атрибуте) окружающей человека реальности относится к началу становления цивилизации и изначально развивалось по двум главным направлениям.

Считается, что первое направление связано с обобщением интенсивного порядка ощущений. Точнее говорить о генерализации получаемой в интенсивном порядке *информации* о свойствах реального мира. С одной стороны, она касается непрерывных, периодически повторяющихся внешних процессов (смена дня и ночи, климатических сезонов и т.п.), на

основании которых возникло представление о свойственной времени цикличности, наиболее полно выраженной в концепции Великого года стоиков. С другой стороны, она относится к брэнности, конечности существования и необратимости изменений не только любых природных феноменов, но и самой человеческой жизни, что послужило основой представления о существовании «стрелы» времени. Наиболее ярко оно выражено в метафоре «течения» или «хода» времени, отражающей, по мнению А.Грюнбаума, непрерывность психологических ощущений, переживаемых каждой конкретной личностью.

Второе направление связано с измерением времени, точнее - с возникшим уже на заре цивилизации стремлением к количественной оценке и сравнению параметров темпоральных свойств и отношений природных феноменов. В его рамках возникло представление о времени как о некоей внешней по отношению ко всем остальным реалиям, независимой от них субстанции, на фоне равномерного, непрерывного течения которой разворачиваются все перипетии повседневной жизни. Время, с этой точки зрения, выступало как универсальный параметр, позволяющий сопоставлять и выражать в единой системе мер различия между любыми явлениями окружающего нас мира. Подчеркну, что именно в рамках данной - *субстанциальной концепции* - возникла и прочно закрепилась идея об использовании для измерения времени иерархически соподчиненной системы его *естественных (первоначальных) мер*, за основу которых были приняты периодически повторявшиеся процессы - вращение Земли вокруг своей оси (сутки), обращение Луны вокруг Земли (лунный месяц) и круговорот Земли вокруг Солнца (год).

Принципиально важно подчеркнуть два момента. Во-первых, если в рамках первого направления представление о времени формировалось на основании обобщения *информации об инвариантных свойствах* реальности, то в русле второго время выступало уже в роли *информатора о различиях в особенностях* проявления природных феноменов. Во-вторых, и та и другая концепция времени опирались на поступающую в интенсивном порядке ощущений информацию об актуально происходящих явлениях и событиях реального мира или, иначе, на обобщение информации о *динамических и кинематических* свойствах природных процессов.

На начальном этапе развития представлений о сущности категории «время» никто не обращал внимания на то, что имеется обширный спектр природных феноменов, информация о которых не позволяет вывести заключение о времени ни как об их универсальном свойстве, ни как о непрерывно текущей субстанции: на протяжении жизни не только отдельной личности, но и существования всего человечества они оставались неизменными, статичными, образуя фон, или субстрат как для всех природных явлений и событий, так и самой цивилизации. Информация об этих феноменах генерировалась в сознании человека на основе экстенсивного порядка ощущений, свидетельствовавших о пространственной и вещественной (генетической) неоднородности окружающей его действительности. Понимание того, что время сопричастно и этим явлениям реального мира, требовало обобщения более высокого, если можно так выразиться, интеллектуального уровня, чем генерализация чувственных восприятий феноменов, данных в непосредственных ощущениях. Вместе с тем уже у Аристотеля не возникало сомнений, что и эти, статические по своей природе, феномены сопричастны времени: на это указывали происходившие на глазах его современников и зафиксированные в преданиях изменения в физико-географических обстановках отдельных районов. Иначе говоря, в основе интуитивного представления о том, что время является универсальным атрибутом не только динамических, но и статических феноменов реальности, лежал *принцип актуализма*, позволявший сравнивать результат того, что «происходило здесь и сейчас» со статическими объектами, «возникшими когда-то». Правда, никто не пытался понять, в чем заключается инвариантность динамических и статических систем, и в чем состоит различие присущего им времени.

Так или иначе, но изначально представление о времени как об универсальном свойстве любых - как динамических, так и статических - феноменов реального мира формировалось, с одной стороны, на базе обобщения информации, поступающей в интенсивном порядке ощущений, а с другой - на основе ее сравнения с информацией, получаемой в экстенсивном порядке. Иначе говоря, возникшая в эллиническую эпоху *атрибутивная концепция* времени, выражаясь современным языком, имела *информационную природу* и представляла собой первую попытку генерализации инвариантных аспектов информации об окружающей человека реальности.

Атрибутивная и субстанциальная концепции мирно сосуществовали вплоть до второй половины XVII столетия, ставшей переломной в понимании сущности категории «время». Именно

к этому периоду относится оформление тех трех ее основных концепций, конкуренция между которыми продолжается и поныне: *субстанциальной*, *реляционной* и *реляционно-генетической*. Считается, что главное значение в формировании современных как научных, так и философских представлений о сущности времени имел знаменитый трактат И.Ньютона «Математические начала натуральной философии», вышедший в свет в 1687 г. За ним последовала известная полемика между Г.Лейбницем и С.Кларком, обозначившая четкий раздел между субстанциальной и реляционной концепциями. Однако мало кто из современников и позднейших философов обратил внимание на опубликованную на 20 лет ранее «Математических начал» работу Н.Стенона «О твердом, естественно содержащемся в твердом», заложившую основы не только методологии всей современной геологии, но и особой - реляционно-генетической - концепции времени [Симаков, 1994, 1995].

Как известно, И.Ньютон четко разграничил абсолютное и относительное время. Первое, наряду с абсолютным пространством, являлось для него проявлением духовного начала мира, вместилищем самого себя и всего сущего, независимой от чего бы то ни было, протекающей равномерно субстанцией. Второе рассматривалось как внешняя мера первого и представляло собой его модель, обладающую теми же свойствами - равномерностью, однородностью, непрерывностью, изотропностью. По сути дела, создав *миф* о существовании некоего абсолютного времени, И.Ньютон, во-первых, одновременно фактически ввел в науку представление о *концептуальном* времени, а во-вторых, приписал как абсолютному, так и относительному (= концептуальному) времени свойства *измеряющих его приборов*. Тем самым, как подчеркивал В.И.Вернадский, он вывел *реальное время* (как универсальное свойство любых феноменов) из сферы научных интересов: отныне время превратилось в бесстрастный *внешний параметр*, позволяющий строить вычисляемую картину мира. Принципиально важно, что в концептуальной картине механистического мира И.Ньютона действовавшие в ней законы не зависели от направления течения времени; а это придавало последнему еще одно универсальное свойство - обратимость. В сущности, благодаря этому краеугольным методологическим камнем всей концептуальной картины мира И.Ньютона являлся *принцип униформизма*, утверждавший независимость законов механики от пространства и времени и, как подчеркивал В.И.Вернадский, исключавший из сферы научных интересов историю со всей совокупностью ее необратимо развивающихся по различным векторам процессов.

Принципиально важно, что, приписав времени свойства непрерывности, однородности, равномерности и изотропности, И.Ньютон смог провести аналогию между *временным*, *числовым* и *геометрическим континуумом*. В свою очередь, это позволило ему использовать при измерении времени весь логико-математический аппарат классического анализа, постулат о возможности абсолютно точного измерения и положение, согласно которому достижение равного результата требует идентичных интервалов времени.

Подчеркну, что введенное И.Ньютоном представление о концептуальном времени и его свойствах было, безусловно, весьма полезным и нужным, поскольку оно давало возможность проводить оценку и сравнение количественных параметров темпоральных свойств и отношений любых феноменов реальности в единой системе отсчета. Совершенно очевидно, что *принцип императивности* должен использоваться при конструировании модели и метрики любого вида *концептуального времени*, поскольку, не придав естественным первоначальным мерам последнего свойств равномерности, непрерывности и однородности, будет невозможно обосновать эквивалентность одноранговых мер такой шкалы. Однако, как указывал А.Эддингтон, это не значит, что аналогичными свойствами обладает *реальное время*, представляющее собой универсальный атрибут всех проявлений окружающего нас мира.

Авторитет И.Ньютона был настолько высок, что введенное им представление о времени исключительно как о внешнем параметре любых феноменов реальности сохранилось и поныне. Как отмечал В.И.Вернадский, на него не оказала влияния даже формальная замена субстанциальной концепции на реляционную, произведенная в начале нашего столетия А.Эйнштейном, поскольку время в его трактовке осталось таким же бесструктурным, изотропным внешним мерилем любых феноменов окружающего нас мира. Концепция А.Эйнштейна в корне изменила лишь представление об одновременности и методике ее определения, но никак не повлияла на точку зрения о свойствах самого времени. Подчеркну, что те выводы, которые следуют из реляционной трактовки категории «время», до сих пор имели лишь философское, а не

прагматическое значение.

С принципиально иных позиций в начале нашего столетия к анализу проблемы времени подошел В.И.Вернадский, который рассматривал его в качестве не универсального *внешнего параметра*, а *инварианта* любых феноменов реального мира. Обобщив данные физики, химии, биологии, космологии, геологии, истории, В.И.Вернадский показал, что, несмотря на специфические особенности проявления *собственного времени*, связанные с различными по материально-энергетической природе системами и процессами, все они и, следовательно, *реальное время* обладают прежде всего свойством *анизотропности* и *циклически-необратимой структурой*. Квазипериодические процессы обеспечивают подвижно-равновесное состояние любых материальных систем и относительную однородность соответствующей им брэнности. Необратимость выражена в различной направленности (полярности) векторов развития неодинаковых по материально-энергетической природе систем. Как показал А.А.Силин, сейчас становится ясным, что в общем случае необратимость времени определяется двумя противоположно направленными и компенсирующими друг друга процессами - рассеянием свободной энергии и накоплением информации.

Другим инвариантным свойством любых природных процессов, с точки зрения В.И.Вернадского, является *континуально-дискретная структура* их развития, обусловленная скачкообразной сменой квазистабильных состояний соответствующих материальных систем. Принципиально важно подчеркнуть следующие моменты. Во-первых, как указывал еще А.Бергсон, эти изменения не имеют характера *вневременных* переходов, а также обладают определенной *брэнностью*; свое экспериментальное подтверждение это положение получило в дальнейшем в различиях временных параметров сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий. Во-вторых, именно с такими переломными моментами в развитии материальных систем (названных И.Пригожиным точками бифуркации) связан «выбор» ими одного из потенциально возможных для них путей дальнейшего развития. Кардинальное различие между *явлениями*, представляющими собой квазистабильные состояния систем на отдельных этапах их развития, и разделяющими их *событиями* определяют еще одно универсальное свойство реального времени - его *неоднородность* [Симаков, 1996б].

Далее, В.И.Вернадский указал на неразрывную связь пространства и времени, подчеркнув, что с течением реального времени меняется и состояние реального пространства, выражающееся в изменении симметрии материальных систем в ходе их развития. Как позднее доказал Ю.С.Урманцев, в процессе эволюции (в частности, биологических систем) происходит трансформация не только симметрии, но и геометрии пространства.

Таким образом, принципиальное отличие реального времени, рассматриваемого с позиций теории В.И.Вернадского в качестве универсального инвариантного свойства любых проявлений действительности, как от абсолютного, так и относительного времени И.Ньютона, выступающих в роли внешнего и независимого от них параметра, заключается в том, что оно представляет собой не только (и даже не столько) *количественную*, сколько *качественную* характеристику любых феноменов окружающего нас мира. К такому пониманию сущности времени физика (точнее, физическая химия) подошла лишь во второй половине нашего столетия благодаря развитию синэргетики, что позволило И.Пригожину ввести представление о так называемом втором времени.

Необходимо подчеркнуть, что модель любого процесса, связанного с неодинаковыми по материально-энергетической природе системами, может служить основой (базисом) для построения *метрики* соответствующего ему вида *концептуального времени*. Как показал А.Грюнбаум, отсюда следует, что в принципе может существовать множество *математически несовместимых* метрик концептуального времени, пользуясь каждой из которых для оценки (измерения) темпоральных свойств и отношений всех остальных феноменов реальности мы будем получать количественно несопоставимые результаты. Данное положение не имеет практического значения в повседневной жизни, в которой применяется метрика физического времени, репрезентирующая специфику индивидуального времени закрытых систем, находящихся в квазистабильном подвижно-равновесном состоянии. Однако оно играет существенную роль при построении и практическом использовании метрик концептуального времени, опирающихся на модели эволюции открытых систем [Симаков, 1998].

Дальнейшее развитие идей В.И.Вернадского [Симаков, 1994, 1995] приводит к выводу о

необходимости четкого разграничения двух взаимно дополнительных понятий категории «время» - *динамического*, являющегося инвариантом процессов, непосредственно воспринимаемых в интенсивном порядке ощущений, и *статического*, представляющего собой материализованные результаты, а точнее - следы, или протоколы как происходивших на наших глазах, так и имевших место в более или менее отдаленном прошлом процессов, информация о которых поступает в экстенсивном порядке ощущений. Принципиально важно, что с переходом от динамического к статическому времени происходит не только качественное изменение темпоральной информации, но и ее *конденсация*, вызванная утратой как всей ее динамической, так и значительной части материальной компоненты. Это универсальное явление, названное С.В.Мейеном *законом темподесиненции*, обуславливает протокольную, статистически-вероятностную природу статического времени. Подчеркну в этой связи два момента.

Во-первых, безвозвратно утерянная часть информации может быть только *ретроспективно реконструирована* на основании принципов актуализма и униформизма (в его современной трактовке) и всегда связана с сохранившейся ее частью отношениями *одно-многозначного соответствия*. Во-вторых, закон темподесиненции, по сути дела, аналогичен второму закону термодинамики, причем полная информация, получаемая в результате расхода энергии, оказывается как бы промежуточным продуктом, возникающим только «здесь и сейчас» и постепенно теряющим свое содержание с переходом во все более отдаленное прошлое.

Единство времени как универсального атрибута и динамических и статических феноменов реального мира определяется в конечном итоге системной организацией и тех и других. С этой точки зрения, реальное время представляет собой инвариантный аспект структуры материальных систем и процессов, отражающий общий порядок их организации (рядоположенность, последовательность, включенность) и универсальное основание как их сравнения, так и разграничения, обусловленное единством законов преобразования любых системно организованных феноменов реальности. Иначе говоря, реальное время - это и свойство, и отношение, и способ изменения и/или разграничения любых феноменов реального мира. С этих позиций реальное *динамическое время* - это инвариантный аспект структуры и механизмов реализации *процессов*, а реальное *статическое* - это инвариантный аспект структуры и критериев разграничения материальных *систем* [Симаков, 1994, 1997б].

Принципиально важно, что универсальными свойствами как динамического, так и статического времени являются анизотропность, необратимость, неоднородность и континуально-дискретная, циклически-необратимая структура. Эти свойства реального времени, как подчеркивал В.И.Вернадский, требуют кардинального изменения в методологическом подходе к *процедуре измерения реального времени*. И это действительно так, поскольку они исключают возможность проведения аналогии между временем, числовым и геометрическим континуумом, что, в свою очередь, делает невозможным использование при измерении реального времени-дления логико-математического аппарата классического анализа. Подчеркну в этой связи, что данное ограничение не имеет пока что практического значения при разработке методологии и методики измерения динамического времени. Вместе с тем, благодаря закону темподесиненции, образно говоря, высвечивающему эти свойства реального статического времени, измерение последнего может опираться только на *теорию множеств*. Именно принципиальная невозможность применения в качестве методологической основы теории измерения геологического времени логико-математического аппарата классического анализа и предопределила безуспешность всех ранее предпринимавшихся попыток дать количественную оценку темпоральным свойствам и отношениям феноменам геологической истории [Симаков, 1997а, 1998, 1999].

Итак, как видно из приведенного краткого обзора, к настоящему моменту сложились два принципиально различных представления о сущности категории «время». Первое наиболее полно выражено субстанциальной концепцией, утверждающей независимость времени от каких бы то ни было феноменов реального мира. В рамках этой концепции время выступает в качестве внешнего параметра, позволяющего давать количественную оценку темпоральных свойств и отношений любых проявлений реальности в единой системе мер. Иными словами, в естественнонаучной картине мира время, с точки зрения данной (впрочем, как подчеркивал В.И.Вернадский, и реляционной) концепции, предстает *только как внешний показатель и мерило количественных различий* между неодинаковыми по материально-энергетической природе системами и

процессами.

Согласно второму представлению, развиваемому в рамках реляционно-генетической концепции реального времени-длениа Стенона - Вернадского, время выступает как инвариантный аспект структуры и свойств любых природных феноменов, независимый от их материально-энергетической природы и уровня организации. В рамках этой концепции время в естественнонаучной картине мира является универсальной, имманентной характеристикой и *качественной и количественной спецификой* любых проявлений реальности.

Принципиально важно, что, с точки зрения этих двух концепций, время обладает в корне различными свойствами, диктующими *объективную необходимость* использования в рамках каждой из них неодинаковых по логико-математическому содержанию подходов к его измерению: классического анализа в субстанциальной, и теории множеств в реляционно-генетической.

Иллюзии и коллизии

Обратимся теперь к анализу вопроса о том, какая из двух охарактеризованных концепций категории «время» может использоваться в геологии, в которой изначально представлениям о времени было суждено развиваться по двум основным направлениям. Первое было связано с выявлением хронологической *последовательности* тех феноменов истории формирования современного облика нашей планеты, протоколы которых сохранились в геологической летописи. Другое касалось оценки общей *длительности* существования Земли. В конечном итоге результатом исследований по первому направлению явилось создание Международной стратиграфической и опирающейся на нее геохронологической шкалы (МСШ), а по второму - так называемой нумерической (радиохронологической) шкалы геологического времени. К настоящему моменту можно говорить об обособлении в геологии фактически двух самостоятельных дисциплин, занимающихся изучением времени и опирающихся на особые его концепции: *геохронологии*, базирующейся на теории *палеобиосферного* времени, и *геохронометрии*, основанной на теории *изотопного* времени. Принципиальное различие между этими теориями состоит в том, что геологическая история, с точки зрения теории палеобиосферного времени, *есть* часы, а с позиций теории изотопного - она *имеет* часы [Симаков, 1993б].

К сожалению, официально принятая в качестве методологической основы всей современной геологии субстанциальная концепция времени И.Ньютона препятствует четкому разграничению этих двух теорий и вносит существенную путаницу (если не сказать - неразбериху) в решение как теоретических, так и сугубо практических проблем, касающихся не только создания метрик концептуального палеобиосферного и изотопного времени, но и их взаимоотношений, а также определения темпоральных свойств и отношений феноменов геологической истории.

Существует только одно время. Меня раздражают утверждения о том, что органическая эволюция измеряет одно время, а радиоактивные методы - другое. Можно говорить об относительном и абсолютном возрасте, но они относительны и абсолютны по отношению к одному и тому же времени. Х.Д.Хедберг.

Отражением времени в геологии являются материальные документы ее истории: сменяющиеся толщи горных пород, остатки органической жизни, тектонические структуры и т.д. ...Примат в стратиграфии в силу специфики конструирования геологического времени принадлежит материальным носителям этого времени - стратиграфическим подразделениям и заключенной в них информации... Ни одно из свойств времени не может быть обнаружено помимо физических документов геологии, помимо развития материальной субстанции. Б.С.Соколов

Возникновение теории палеобиосферного времени связано с именами Н.Стенона, заложившего методологические основания геологии, опиравшиеся фактически на реляционно-генетическую концепцию времени, и Р.Гука, создавшего первую научную теорию развития Земли. Принципиальное значение работы Н.Стенона заключается в том, что он, столкнувшись со *статическими* системами, использовал для определения их темпоральных свойств и отношений не пространственное перемещение себетождественных тел, а изменение качественного состояния фиксированных в пространстве систем. Образно говоря, если Г.Галилей и И.Ньютон *опространствили (специализировали)* время, то Н.Стенон его *овеществил (генетизировал)*, связав

время с пространственно-геометрическими отношениями генетически различных палеосистем и изменениями качественного состояния одной и той же системы. Иными словами, если И.Ньютоном время представлялось как некоторый универсальный *количественный* параметр, то для Н.Стенона время выступало как *качественный* показатель, характеризующий последовательные преобразования палеосистем. Благодаря этому оно приобретало свойства тех *ретроспективно реконструируемых* процессов, протоколами которых являлись феномены геологической летописи - естественные (для Н.Стенона - однородные по своему составу) тела и их пространственные отношения. По сути дела, для Н.Стенона время имело информационную (негэнтропийную) природу и олицетворяло собой *и свойства, и отношения, и критерии разграничения* геосистем [Симаков, 1994, 1995, 1996а, 1999].

Не останавливаясь на подробном изложении истории формирования представлений о структуре и свойствах палеобиосферного времени, кратко напомним ее основные вехи [Симаков, 1992, 1993а, 1996а, 1999]. Уже работами Н.Стенона и Р.Гука были выявлены основные свойства реального палеобиосферного времени, выраженные в запротоколированной в геологической летописи информации о характере геоисторического процесса: анизотропность, циклически-необратимая, непрерывно-прерывистая структура. Однако эти выводы родоначальников современной геологии являлись скорее их гениальными догадками, а не эмпирическими обобщениями, поскольку ни Н.Стенон, ни Р.Гук не располагали еще достаточным фактическим материалом. Последним прозорливостью этих оригинальных мыслителей была подтверждена лишь к концу XIX в., хотя значение их выводов для теории палеобиосферного времени и до сих пор не получило достойной оценки.

Стоит подчеркнуть, что именно Р.Гук, а затем Б. де Мелле и Ж.Бюффон в конце XVII - XVIII столетия предвосхитили формулировку второго закона термодинамики, с различных позиций обосновывая главное отличие палеобиосферного времени от обыденного (физического) - а именно его *необратимость*, обусловленную постепенным истощением энергии, ответственной за изменение в состоянии косной компоненты биосферы. С середины XVIII столетия а результате работ Г.Х.Фюкселя, Ж.Жиро-Сулави и других сторонников нептунистического направления стала очевидной и *необратимость* развития биогенной составляющей биосферы, направленного в сторону неуклонного повышения уровня организации живого вещества. Благодаря введению в практику геологических исследований В.Смитом биостратиграфического метода, в XIX в. эта противоположная направленность эволюции косной и живой природы была эмпирически доказана работами школы катастрофистов. Полученные ими данные были обобщены Г.Бронном и затем использованы Ч.Дарвином при создании селекционистской теории эволюции. Иначе говоря, к середине прошлого столетия уже *эмпирически* были обоснованы кардинальные отличия реального палеобиосферного времени от ньютоновского абсолютного - его *анизотропность* и *необратимость*. Фактически это означало окончательное утверждение в геологии представления о времени как *качественной* характеристике последовательно сменявших друг друга состояний палеобиосферы, происходивших под влиянием некоторых универсальных факторов.

К середине XVIII столетия работами И.Г.Лемана, Г.Х.Фюкселя и А.Г.Вернера было введено представление о естественных геоисторических подразделениях - формациях - и предложена система иерархически соподчиненных, включенных друг в друга, стратиграфических и отвечающих им геохронологических (по современной терминологии) единиц. Благодаря работам представителей школы катастрофистов уже к середине XIX в. стала очевидной и еще одна существенная особенность стратиграфических подразделений, выступавших в роли материальной основы естественных (первоначальных) мер палеобиосферного времени, - *событийная природа их границ*. Иными словами, тем самым были доказаны *неоднородность* реального палеобиосферного времени и его *континуально-дискретная структура*.

В конце XVIII столетия Дж.Геттон поддержал и развил выдвинутую еще Р.Гуком идею о кардинальной особенности геологических процессов - их цикличности, которая была теоретически обоснована и подтверждена фактическими материалами на примере третичных отложений Парижского бассейна А.Лавуазье. Однако статус эмпирического обобщения высказанная уже Н.Стеноном мысль о *циклически-необратимом* характере геоисторического процесса получила лишь к концу XIX в. благодаря работам Э.Реневи, А.Рюто, Т.Чемберлена и ряда других исследователей. Ими, в частности, подчеркивалось, что в развитии палеобиосферы циклическая компонента связана с периодичностью геологических процессов, а необратимая - с эволюцией

живого вещества. Несколько позже трудами В.П.Амалицкого, Д.Н.Соболева и О.Х.Шиндевольфа было установлено, что цикличность свойственна и развитию органического мира.

В 30-х гг. XIX столетия Ч.Ляйелем было сформулировано положение о неполноте геологической и неадекватности палеонтологической летописи, поддержанное позднее Ч.Дарвином и доказанное в XX в. Дж.Бэрролом и И.А.Ефремовым. Благодаря работам последних была обоснована еще одна специфическая черта геологической информации - ее *протокольная, статистически-вероятностная* природа. Подчеркну, что из введенного Ч.Ляйелем представления о неполноте геологической летописи становился логически неизбежным вывод о *принципиальной несводимости* понятий «геологическое (s.l.)» и «физическое» время со всеми вытекающими отсюда последствиями, на которых я остановлюсь несколько ниже. Вместе с тем именно Ч.Ляйелю, Г.Спенсеру, Ч.Дарвину и Т.Гексли мы обязаны укреплением веры в то, что в геологии можно использовать некую шкалу внешнего, независимого от документов геологической летописи, и, следовательно абсолютного (sensu И.Ньютона) времени.

К середине XIX в. в связи с расширением географии геологических исследований, охвативших территорию не только Западной Европы, но и России, Северной Америки и Индии, выявились различия в составе, возрастном объеме и характере границ региональных стратиграфических подразделений, свидетельствовавшие о *метахронном развитии* отдельных регионов (точнее, палеоэкосистем регионального уровня организации). Для корреляции частных стратиграфических разрезов потребовалось построение внешнего прибора, или универсальной системы отсчета, охватывавшей всю историю формирования земной коры. Иными словами, геология подошла к пониманию необходимости создания собственной, отличной от общепринятой, хронологической шкалы, или, точнее, - *модели и метрики концептуального палеобиосферного времени*, аналогичных таковым физического. Проблеме конструирования универсальной (общей, международной) стратиграфической и изоморфной ей геохронологической шкалы и были посвящены первые восемь сессий МГК. Окончательный вариант этой шкалы был официально принят и утвержден на VIII сессии МГК (Париж, 1900 г.). При оценке данного варианта МСШ необходимо принять во внимание следующие обстоятельства.

Работа над созданием МСШ проходила в период безраздельного господства селекционистской доктрины, опиравшейся на концепцию континуального строения и развития материи, выраженную еще Г.Лейбницем в максиме «Природа не делает скачков». Это был период жесткой конфронтации между эволюционной теорией, утверждавшей, в частности, условный характер и искусственность любых классификаций, и концепцией катастрофизма, стоявшей на точке зрения естественной природы любых таксономических подразделений и их границ. Будучи в подавляющем большинстве палеонтологами и сторонниками дарвиновской теории, создатели МСШ заимствовали у биологии, во-первых, принципы *искусственности* и *условности* универсальных стратиграфических подразделений, в пылу полемики с катастрофистами «выплеснув» с грязной водой креационизма и его «ребенка» - представление о событийной природе границ, а во-вторых, принцип *приоритета*, определяющий возрастной объем и положение границ универсальных стратиграфических единиц, ранее установленных по неодинаковым (структурным, литогенетическим, палеонтологическим) признакам. Тем самым МСШ изначально была лишена основного свойства любых измерительных приборов - общего основания выделения естественных (первоначальных) мер. Вместо этого геологи присвоили себе право *обозначать* одними и теми же терминами (группа, система, отдел, ярус) совершенно различные по своему первоначальному содержанию и объему подразделения, связанные друг с другом только отношением «быть больше, чем» («быть включенным в»). В итоге МСШ по классификации С.Стивенса получила статус, промежуточный между шкалами наименований и порядка.

Принципиально важно, что VIII сессия МГК (Париж, 1900 г.) приняла в качестве исходных единиц МСШ не стратиграфические, а *геохронологические* подразделения (эра, период, эпоха, век). Обосновывалось это тем, что вследствие неполноты геологической летописи стратиграфические подразделения якобы репрезентируют только то время, которое представлено слагающими их породами, тогда как геохронологические олицетворяют не только овеществленное в породах, но и так называемое потерянное время (*dark time*), отвечающее перерывам в осадконакоплении. Тем самым в геологии было официально закреплено представление о существовании некоего «абсолютного» времени, в качестве которого выступало относительное

(обыденное, или физическое) время субстанциальной концепции И.Ньютона.

Идея о возможности использования в геологии субстанциальной концепции времени получила свое дальнейшее подкрепление и развитие в документах Международной подкомиссии по стратиграфической классификации, созданной на XIX сессии МГК (Алжир, 1952 г.) для подготовки Международного стратиграфического кодекса, выдержавшего к настоящему моменту уже два издания [ISG-1, 1976; ISG-2, 1994]. Правда, в отличие от первоначальной концепции МСШ, в обоих изданиях ISG приоритет отдается не геохронологическим, а хроностратиграфическим подразделениям, являющимся их материальной основой. Приверженность составителей ISG к субстанциальной теории наиболее ярко проявилась в концепции так называемых точек глобальных хроностратиграфических границ (ТГХСГ), якобы фиксирующих совпадающие с ними определенные моменты «абсолютного» времени. Предпринимаются также попытки радиологической датировки этих точек, что, как полагают, позволит установить и зафиксировать «точное» (т.е. выраженное в годах) возрастное положение хроностратиграфических границ (см. ниже).

С использованием в геологии концепции «абсолютного» времени связан целый ряд «вечных» антиномий, касающихся изохронности-диахронности стратиграфических границ, возрастного «скольжения» («временной трансгрессии») фаций и т.п. Рождению этих антиномий мы обязаны Ч.Ляйелю, Г.Спенсеру и Ч.Дарвину. Последний, столкнувшись с проблемой ретросинхронизации, принес в жертву представлениям о возможности использования в геологии системы отсчета «абсолютного» времени понятие «геологическая одновременность». Сорок лет спустя А.Эйнштейн, встретившись с аналогичной проблемой, поступил наоборот и отказался от абсолютной системы отсчета, пожертвовав ею в пользу абсолютной (точнее - метрической) одновременности. Дискуссии вокруг унаследованных от униформистов и трансформистов дилемм продолжают уже более 150 лет, и решение их в принципе невозможно в рамках субстанциальной концепции времени. Уже сам по себе этот факт, казалось бы, должен был навести геологов на мысль о необходимости отказаться от господствующей точки зрения и кардинального изменения представлений о сущности понятия «геологическое (s.l.)» время.

Основой для критического анализа и пересмотра существующих представлений о времени в геологии и построения теории палеобиосферного времени служат, с одной стороны, реляционно-генетическая концепция Стенона - Вернадского, а с другой - те эмпирические обобщения о природе геологической информации, а также об универсальных, инвариантных свойствах и структуре геосторического процесса, которыми и обусловлены специфические черты реального палеобиосферного времени, запотоколированные в геологической летописи. При этом необходимо четко разграничивать понятия *реального* и *концептуального* палеобиосферного времени. Первое относится к категории статического времени и представляет собой инвариантный аспект зафиксированного в земной коре интегрального результата взаимодействия различных по своей материально-энергетической природе палеосистем и процессов. Второе является ретроспективно реконструируемой квазидинамической моделью развития некоторой, выбранной в соответствии с определенными критериями, палеосистемы, служащей основой для создания прибора (шкалы, метрики), с помощью которого может производиться оценка (измерение) темпоральных свойств и отношений всех остальных феноменов геологической истории [Симаков, 1994]. Само собой разумеется, что конструирование метрики концептуального палеобиосферного времени и ее практическое использование должны опираться на те свойства, которыми обладает реальное палеобиосферное время.

Следующие кардинальные особенности реального палеобиосферного времени определяют общий методологический подход к построению метрики концептуального палеобиосферного времени. Прежде всего, это протокольная, статистически-вероятностная природа любой геологической информации, обусловленная законом темподесиненции. Как известно, существуют различные оценки степени неполноты геологической летописи и соотношений между представленным в ней породами и «потерянным» в диастемах и хиатусах временем, достоверность которых невозможно проверить экспериментальным путем. Как бы там ни было, но два следствия из закона темподесиненции имеют принципиальное значение.

Первое следствие состоит в том, что реальное палеобиосферное время не может быть уподоблено числовому и геометрическому континууму. Это значит, что при его измерении, с одной стороны, невозможно использовать логико-математический аппарат классического анализа,

который лежит в основе процедуры измерения обыденного (физического) времени. С другой стороны, это лишает возможности применения в геологии одного из основных положений хронометрии, согласно которому для достижения одинаковых результатов требуются идентичные промежутки времени. Поскольку палеобиосферное время выступает в первую очередь как качественная характеристика, постольку придание количественной определенности темпоральным свойствам и отношениям геологических феноменов требует привлечения особой отрасли современной математики, а именно *теории множеств* [Симаков, 1997а, 1998, 1999].

Вторым следствием закона темподесиненции является отсутствие одно-однозначного соответствия между статическими системами и их ретроспективно реконструируемыми квазидинамическими моделями: на базе одной и той же статической информации можно построить несколько квазидинамических моделей одной и той же палеосистемы, корректность которых не может быть верифицирована экспериментом. Наиболее ярким примером такого одно-многозначного соответствия между статическими палеосистемами и их квазидинамическими моделями служат многочисленные эволюционные концепции и филогенетические реконструкции, опирающиеся на один и тот же палеонтологический материал, но привлекающие для объяснения эмпирически установленных данных различные по содержанию детерминистические концепции и неодинаковые критерии родства [Симаков, 1996а, 1999].

Следующая кардинальная особенность реального палеобиосферного времени заключается в его циклически-необратимой, континуально-дискретной структуре. «Течение» палеобиосферного времени запротоколировано в геологической летописи тремя видами хроноиндикаторов: *хронофантомами*, представляющими собой следы квазипериодических процессов, характеризующих подвижно-равновесные состояния палеосистем на отдельных этапах их развития; *хронофиксаторами*, являющимися показателями необратимой эволюции и последовательного возникновения палеосистем; *хроносепараторами*, которыми отмечаются события, обуславливавшие изменения в состояниях палеосистем в процессе их развития и смену одних палеосистем другими. Принципиально важно подчеркнуть следующие моменты.

Во-первых, в качестве естественных (первоначальных) мер реального палеобиосферного времени выступают протоколы *уникальных явлений*, фиксирующие этапность необратимого развития палеобиосферы и ограниченные следами *глобальных событий*. В качестве так называемых первичных, или конечных, причин для объяснения этих всеземных перестроек привлекались различные феномены (начиная от закономерного понижения уровня вод Мирового океана и кончая импактами космических тел) и использовались неодинаковые по своему содержанию детерминистические концепции. С конца прошлого столетия глобальные палеобиосферные пертурбации связываются с достаточно ограниченным набором так называемых вторичных, или конкретных, причин - всемирными трансгрессиями и регрессиями, эпизодами складчатости и т.п.

Во-вторых, событийная природа естественных границ первоначальных мер реального палеобиосферного времени подразумевает их причинную связь с действием каких-то факторов, оказывавших влияние на всю поверхность планеты. Сейчас мало кто сомневается в том, что какова бы ни была природа таких глобальных потрясений, влияние их как на отдельные естественные выделы палеобиосферы, так и на различные по материально-энергетической природе палеосистемы осуществлялось через сложную систему их взаимодействий (см., например, [Walliser, 1996]), в общем случае подчиненных принципам близкодействия и Лешателье - Брауна, конкретизированному в законе метахронного развития палеосистем [Симаков, 1997а]. Если воспользоваться предложенной еще в начале нашего столетия А.Лэйном аналогией, то естественные границы первичных подразделений реального палеобиосферного времени можно сравнить с наступлением рассвета нового дня, который настает в разное (по Гринвичу) время в Магадане, Новосибирске, Москве, Лондоне, Нью-Йорке и Лос-Анжелесе. Более того, первые лучи солнца неодновременно достигнут окон верхнего этажа Эмпайр Стейтс Билдинг и мостовой Уолл Стрит. По образному выражению Д.Эгера, глобальные события осуществляются по принципу «движущегося пишущего пальца», т.е. имеют некоторую скорость распространения. Отсюда следуют немаловажные выводы, в корне противоречащие принятой в ISG концепции стандартизации хроностратиграфических границ, опирающейся на субстанциальную теорию времени И.Ньютона.

Прежде всего, мнение о том, что так называемая ТГХСГ якобы фиксирует ее совпадение с

определенным моментом некоторого «абсолютного» времени, которым и определяется ее «точное» возрастное положение, в принципе неверно: не говоря уже о том, что такая точка представляет собой всего-навсего *номенклатурный эталон* (т.е. некоторый символ) реальной границы, она могла бы (при допущении действительного существования шкалы «абсолютного» времени) указать на момент свершения этого события только в данном конкретном месте - в выбранном для ее закрепления лимитотипе, и не более того. Это станет совершенно очевидным, если вернуться к приведенной выше аналогии и вспомнить, что в один и тот же момент времени по Гринвичу на Аляске бьет полночь, а в Москве - полдень. Соответственно и предпринимаемые попытки радиоизотопных датировок таких ТГХСГ и использование полученных на их основании данных для трассирования хроностратиграфических границ лишены какого-либо научного смысла, поскольку их прослеживание сводится к идентификации разноместных протоколов влияния одного и того же глобального фактора на разнородные по материально-энергетической природе палеосистемы, находившиеся на различных этапах своего индивидуального развития. Как подчеркивал Д.Эгер, в геологии ретросинхронизация заключается в корреляции протоколов *глобальных событий*, а не в соотношении протоколов *локальных событий* с *мгновениями мифического универсального «абсолютного» времени*. Сильно упрощая, можно сказать, что событие «полдень» («полночь») на Аляске корреспондируется с аналогичным событием в Нью-Йорке, Париже, Москве, Новосибирске и Магадане, а не с показаниями часов на меридиане Гринвича.

Далее, событийная природа естественных хроностратиграфических границ подразумевает необходимость кардинального изменения процедур как стандартизации, так и прослеживания границ *концептуального палеобиосферного времени*. Что касается их стандартизации, то поскольку любое событие не является вневременным актом, то в идеале стратотип границы должен представлять собой разрез, в котором зафиксирован полный протокол маркирующего ее события, включая его начальную, кульминационную и конечную фазы (что, впрочем, маловероятно, учитывая изначальную неполноту геологической летописи). Иначе говоря, лимитотипом может служить только наиболее полный разрез *стратозкотона*, разделяющего смежные хроностратиграфические подразделения, которые являются материальной основой первоначальных мер реального палеобиосферного времени. В этом разрезе должны быть также представлены протоколы изменений в состоянии различных по материально-энергетической природе палеосистем, чтобы в дальнейшем, при трассировании границы *концептуального (а не реального!)* палеобиосферного времени за пределы стратотипического региона, они могли использоваться в качестве ее парахронологических маркеров.

Что касается прослеживания хроностратиграфических границ, то существующая практика сводится к трассированию того феномена, который принят за официальный репер данной границы в ее лимитотипе. Так, в частности, осуществляется трассирование границ подразделений фанерозоя, устанавливаемых повсеместно по первому появлению видов-индексов тех зон, с подошвой которых в лимитотипах совмещаются рубежи хроностратиграфических единиц более высокого ранга (ярусов, отделов, систем). Такая методика, основанная на субстанциальной концепции, опирается на ложные представления, с одной стороны, о якобы имеющем место совпадении данного феномена с одним-единственным моментом «абсолютного» времени, а с другой, о том, что ортохронологический репер границы может служить для идентификации отвечающего ему уникального мгновения до тех пор, пока он не начнет «явно пересекать» соответствующий ему временной уровень. Правда, ни Х.Хедберг, ни А.Сальвадор не указали на то, какие *объективные критерии* служат основанием для утверждения о совпадении или отклонении от такой изохронной гиперповерхности, которая, по их мысли, опоясывает весь земной шар, допустим, *Siphonodella sulcata*, появление которой является поводом для повсеместного разделения девонских и каменноугольных отложений. В действительности при признании событийной природы естественных границ их прослеживание заключается в *ретросинхронизации* протоколов разноместных *событий*, являющихся следствием воздействия некоторого *глобального фактора* на разнородные палеосистемы.

Принципиально важно, что именно событийная природа границ первоначальных мер *реального* палеобиосферного времени определяет и содержание тех операциональных законов и правил, на которые могут и должны опираться методика построения и практического применения модели и метрики *концептуального* палеобиосферного времени. Наиболее существенным в этом

отношении является *объективная необходимость* введения как при создании, так и при практическом использовании модели и метрики концептуального палеобиосферного времени *системы нетривиальных конвенций*, в корне отличных от заключаемых сейчас при определении конкретных границ банальных и тривиальных соглашений [Симаков, 1997а и др.]. Кратко напомним их содержание.

Первая конвенция касается выбора той привилегированной квазидинамической модели, которая будет выступать в качестве базиса метрики концептуального палеобиосферного времени. Поскольку в геологической летописи отсутствуют протоколы развития какого-либо процесса, модель которого могла бы представлять основу метрики на протяжении всего существования планеты, постольку для разных отрезков геологической истории за «эталонные часы» придется выбирать квазидинамические модели эволюции различных по материально-энергетической природе систем и процессов.

Вторая конвенция требуется для принятия универсального критерия фиксации номенклатурных эталонов естественных (событийных) границ между смежными *первоначальными* подразделениями реального палеобиосферного времени. Подчеркну, что одновременно с установлением ортохронологического репера каждой конкретной границы должен определяться и набор ее парахронологических маркеров, с помощью которых она сможет трассироваться за пределами стратотипического района на основании принципа Мейена.

Необходимость введения третьей конвенции связана с процедурой прослеживания границ, а точнее - с осуществлением *метрической* (а не топологической) ретросинхронизации. Суть ее сводится к тому, что за пределами лимитотипа положение границы устанавливается по первому появлению любого из официально установленных ее парахронологических маркеров.

Подчеркну еще раз, что наиболее важным с практической точки зрения выводом из теории палеобиосферного времени является настоятельная необходимость изменения *концепции лимитотипа*: эталонизации подлежат не *точки* глобальных границ, являющиеся всего лишь номенклатурными эталонами реальных границ, а *стратозкотоны*, разделяющие смежные первичные подразделения реального палеобиосферного времени и представляющие собой протоколы *глобальных событий*. Только таким способом можно будет подойти к принципиальному решению проблемы и установления, и трассирования границ *концептуального* (а не реального!) палеобиосферного времени.

Разработанная теория палеобиосферного времени позволяет избавиться от многих псевдопроблем, связанных с отождествлением понятий «геологическое (s.l.)» и «физическое» (обыденное) время и выраженных в «вечных» антиномиях изохронности-диахронности, естественности-искусственности границ и т.п. Только в рамках этой теории можно предложить методологически корректный подход к решению «проблемы хроностратиграфических границ», а точнее - проблемы ретросинхронизации. Наконец, эта теория дает возможность наметить принципиальный путь создания считаваемой шкалы (метрики) концептуального палеобиосферного времени.

Следует вместе с тем отдавать себе отчет в том, что обсуждаемая теория ставит и целый комплекс новых проблем, касающихся разработки на системной основе классификации тех генетически разнородных палеосистем, квазидинамические модели которых могут быть избраны в качестве базиса для построения метрики концептуального палеобиосферного времени на различных интервалах геологической истории. И надо откровенно признать, что геология пока не готова к их решению. Вместе с тем сама постановка этих новых проблем представляется не меньшей заслугой теории, чем возможность решения в ее рамках старых. Выявление новых «целей», по которым необходимо «стрелять», не менее важно, чем точное «поражение» уже известных [Симаков, 1997а, 1998, 1999].

Геохронометрические единицы представляют собой единицы, установленные путем непосредственного разделения геологического времени, выраженного в годах... [Они] являются просто подразделениями времени, масштаб которых удобен для тех целей, ради которых они установлены... Их границы являются произвольно выбранными или условно выраженными в годах.

Северо-американский стратиграфический кодекс

Как и любые единицы времени, геохронометрические единицы не могут быть свободными от материальных эталонов и определяющих их событий. Образцы

каких-либо радиоактивных минералов и продукты их распада являются материальным воплощением, которое может позволить сделать вывод о двух разделенных во времени событиях. Д.Киттс

Создателей геологии Н.Стенона и Р.Гука не волновал вопрос о длительности геологической истории - в соответствии с господствовавшими в XVII столетии представлениями, согласно которым Земля была создана одновременно с людьми и специально для благоденствия человечества, их вполне удовлетворял установленный Священным писанием возраст нашей планеты в 6000 лет. Проблема определения длительности геологического процесса была поднята в середине XVIII в. Ж.Бюффеном, который рискнул расширить временной диапазон существования планеты до 75 000 лет, что было встречено в штыки церковью. В конце того же столетия Дж.Геттон теоретически обосновал «бездну» или «пучину» геологического времени, предложив свою концепцию геологического развития, основанную на принципе бесконечно повторяющихся циклов поднятий и погружений [Симаков, 1999].

Со всей остротой вопрос о продолжительности геологической истории встал в начале XIX столетия в связи с введением в практику биостратиграфического метода, свидетельствующего о бесконечной череде поколений вымерших организмов, существование которых не могло уложиться в отпущенные Священным писанием сроки. Постепенно нараставший антагонизм между эмпирически установленными научными обобщениями и церковными догматами привел к тому, что параллельно со стихийным созданием шкалы палеобиосферного времени с середины XIX и вплоть до начала XX столетия как геологами, опиравшимися на собственные фактические материалы, так и физиками, строившими свои расчеты на «строгих» теоретических законах*, предпринимались неоднократные попытки определить возраст Земли в мерах обыденного времени - годах. В известном смысле можно утверждать, что именно противостоянием науки и церкви во многом объясняется тот факт, что бурно развивавшаяся в XX в. так называемая абсолютная геохронология (точнее, геохронометрия) унаследовала привычку выражать достигнутые ею результаты в годах от средневековых геологов.

Рубеж XIX-XX столетий ознаменовался не только принятием VIII сессией МГК (Париж, 1900 г.) МСШ, но и открытием А.Беккерелем явления радиоактивного распада, использованного Э.Резерфордом для определения возраста горных пород, что позволило резко расширить рамки представлений о длительности геологического процесса. Следует вместе с тем подчеркнуть, что, как и при создании МСШ, при разработке основ «абсолютной» геохронометрии изначально были допущены методологические ошибки, обусловленные принятой на вооружение ее создателями субстанциальной концепцией времени И.Ньютона.

Прежде всего, с самого начала не было проведено четкого разграничения между палеобиосферным и изотопным временем, репрезентирующими специфику процессов, связанных с кардинально отличными уровнями организации земного вещества, планетарным и атомарным, соответственно. Более того, использование для выражения длительности полураспада радиоактивных элементов мер обыденного времени укрепило в сознании геологов *иллюзию*, с одной стороны, о существовании некоторого «абсолютного» времени, а с другой - о возможности применения для измерения как обыденного (физического), так и изотопного времени единой системы мер. При этом во внимание не принимался ряд весьма существенных моментов.

Начнем с того, что основанные на цезиевом стандарте секунды годы современной хронометрии являются мерами индивидуального времени динамических систем *закрытого* типа, находящихся в подвижно-равновесном состоянии. Между тем радиологические «часы» относятся к *открытым* системам, испытывавшим необратимые изменения своего состояния. Принципиально важно, что поскольку основанная на хронофантамах шкала обыденного времени отражает лишь один аспект существования хронометрирующих систем - их квазистабильное состояние, постольку при измерении физического времени вполне применимы как идея континуума, так и всего основанного на ней логико-математического аппарата классического анализа, включающего и постулат об абсолютно точном измерении. Вместе с тем ни идея

* Любопытно, что, как в дальнейшем выяснилось, оценки, дававшиеся геологами, оказались более близкими к тем определениям, которые выполнялись позднее радиологическими методами, чем те, которые предлагались физиками - в частности, У.Томсоном (лордом Кельвином).

континуума, ни логико-математический аппарат классического анализа никак не могут служить основой измерения изотопного времени по следующим соображениям.

Во-первых, изначальная неполнота, фрагментарность геологической летописи исключает возможность построения континуума изотопных датировок, фиксирующих моменты «запуска» конкретных радиологических часов. Об этом, в частности, убедительно свидетельствуют, как подчеркнул М.А.Семихатов, значительные пробелы в общей базе данных между отдельными массивами более или менее компактно расположенных значений радиологического возраста. Такие разрывы однозначно свидетельствуют о своеобразной «квантованности» процессов, которыми были обусловлены возникновение и «запуск» конкретных радиологических часов. С этой точки зрения, изотопное время, как и палеобиосферное, является континуально-дискретным.

Во-вторых, как показал Р.Леннойе, распад радиоактивных элементов представляет собой вероятностный процесс, продолжительность естественных первоначальных мер которого (периодов полураспада) колеблется в пределах некоторого *поля вероятности*. А это значит, по свидетельству М.Борна, что при практическом измерении изотопного времени в принципе невозможно использовать такой важный компонент классического анализа, как постулат об абсолютно точном измерении.

С представлением о континуальности изотопного времени неразрывно связаны и методические (операциональные) просчеты не только в построении геохронометрической шкалы, но и в практическом использовании радиологических датировок.

Как при построении МСШ, так и при создании геохронометрической шкалы, а точнее - метрики концептуального изотопного времени, были нарушены все общепринятые в физике правила конструирования измерительных шкал. Как известно, основу любой из них составляет система иерархически соподчиненных естественных (первоначальных) мер, в качестве которых в радиологии могут выступать только периоды полураспада радиоактивных элементов. Вместе с тем изначально конструирование геохронометрической шкалы пошло по двум направлениям, никак не связанным с их использованием.

С одной стороны, предпринимались и предпринимаются попытки построения геохронометрической шкалы путем «увязки» изотопных датировок с границами подразделений МСШ. Развитие исследований в этом направлении якобы может привести к «точному» (выраженному в годах) определению временного положения границ и, следовательно, временного объема подразделений МСШ. Образно говоря, конечной целью этих работ является создание некоей шкалы (точнее, календаря), подобной той, которая задается эталонными часами, расположенными на меридиане Гринвича. Однако при этом игнорируются следующие существенные моменты.

Прежде всего подчеркну, что подавляющее большинство изотопных датировок границ подразделений МСШ получены из образований, весьма слабо охарактеризованных палеонтологически и уж во всяком случае не происходящих из тех разрезов, которые выбраны в качестве лимитотипов соответствующих границ или хотя бы претендовавших на такой статус. При этом, как справедливо указал Д.П.Найдин, даже в той ситуации, когда изотопные данные действительно характеризуют некоторый стратозкотон, остается совершенно неясным, с какой именно (начальной, кульминационной или конечной) фазой глобального события связан «запуск» конкретных радиологических часов в том или ином регионе.

Далее, при определении изотопного возраста границ применяется метод усреднения имеющихся датировок, разброс которых на разных интервалах МСШ колеблется от 20 до 100 млн лет [Харленд и др., 1985]. В ряде случаев возрастное положение границ устанавливается путем интерполяции и/или экстраполяции имеющихся весьма приблизительных данных. При этом для определения «усредненного» возраста границ привлекаются материалы, полученные из самых различных, зачастую весьма удаленных и резко отличающихся по своей геологической истории, регионов. Между тем предложение использовать такие средневзвешенные значения для определения положения и прослеживания границ подразделений МСШ в глобальном масштабе равносильно применению средневзвешенных температур для оценки состояния среднестатистического больного в госпиталях всего мира. И это действительно так, поскольку границы подразделений МСШ (как прототипы границ подразделений метрики палеобиосферного времени) представляют собой протоколы реакции метакронно развивавшихся палеоэкосистем на некоторые глобальные события. В этой ситуации одновременное «включение» локальных

радиологических часов, связанных с разноместными палеоэкосистемами, может быть результатом только *случайного совпадения* никак *причинно не связанных* друг с другом событий - например, вулканического извержения в Восточной Сибири и формирования глауконитов в Южной Америке. В том случае если технические возможности разрешат когда-нибудь получать изотопные датировки одного и того же пограничного глобального события, имевшего место в упомянутых регионах, то это позволит лишь давать оценку параметров метахронности их развития - и не более того. Хорошей иллюстрацией этого может служить приведенные Ю.А.Малиновским данные о миграции в Северном полушарии с запада на восток фаз гранитообразования и метаморфизма за последние 200 млн лет.

Другое, ставшее особенно популярным в последние десятилетия, направление построения геохронометрической шкалы опирается на так называемый принцип произвольного и условного разделения временного континуума на удобные для ее (шкалы) практического использования. Эта идея не имеет никакого не только научного, но и вообще разумного обоснования, поскольку, с одной стороны, она игнорирует эмпирически доказанную статистически-вероятностную, протокольную природу геологической летописи, исключая принципиальную возможность «оцифровки» зафиксированных в геологической летописи хроноиндикаторов (и, в том числе, моментов «запуска» радиологических часов) и, следовательно, проведения аналогии между ними и числовым или геометрическим континуумом. С другой стороны, даже если бы было справедливым утверждаемое субстанциальной концепцией (безоговорочно принимаемой сторонниками данного направления) представление о существовании «абсолютного», т.е. независимого от материальной субстанции, времени, представляющего, по убеждению Х.Хедберга и А.Сальвадора, некое «неосязаемое свойство» («intangible property»), обладающее к тому же свойствами континуума, то и в этом случае использование «принципа» условного разбиения временного интервала неправомерно, поскольку игнорирует общепринятый в физике метод построения измерительных шкал для величин, поддающихся лишь опосредованному измерению (а, как известно, с точки зрения субстанциальной концепции, время относится именно к таким величинам).

Как следует из изложенного, ни одно из развиваемых сейчас направлений изотопной геохронометрии не имеет серьезного методологического обоснования. Возникает естественный вопрос - какова роль изотопных датировок для решения тех проблем, с которыми мы сталкиваемся при геосторических реконструкциях? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо принять во внимание следующие обстоятельства.

На первых порах развития геохронометрии особый восторг вызывало (оказавшееся в дальнейшем ошибочным) представление о полной независимости хода изотопных часов от условий их существования. Сейчас становится все более очевидным, что не нарушенные показания изотопных часов являются скорее исключением из общего правила. Но именно принципиальная независимость их хода от тех событий, которые происходили на биосферном уровне организации земного вещества, с одной стороны, и служит основным препятствием для практического использования радиологических датировок, а с другой поднимает фундаментальную проблему взаимного отношения *качественных* и *количественных* оценок темпоральных свойств и отношений феноменов геологической летописи. В связи с последней проблемой прежде всего встает следующий вопрос: играют ли количественные характеристики времени в геологии ту же роль, что и в физике, или же они могут (и должны) использоваться для других целей?

Согласившись выражать длительности периодов полураспада радиоактивных элементов в мерах обыденного (концептуального физического) времени, создатели «абсолютной» геохронометрии, казалось бы, получили возможность использовать в геологии общепринятый в «точных» науках параметр t . Однако никто из них (за исключением В.И.Вернадского) не озадачился вопросом о том, какой (и вообще имеет ли) смысл имеет применение этого параметра в геологии. Как известно, параметр t входит в фундаментальные уравнения классической механики, теории относительности и квантовой механики, которые позволяют определять такие свойства, как скорость, ускорение, длительность. При этом формулировка физических законов безразлична к тому знаку, с которым параметр t входит в уравнения: физиков не интересует *когда* произошло то или иное событие, его возраст, поскольку в формулировках физических законов не учитывается различие между прошлым и будущим. Напротив, геологов в первую очередь интересовал именно вопрос о возрасте, времени свершения, феноменов геологической истории. Казалось бы, получив

возможность пользоваться параметром t геология приобретает мощный инструмент для определения тех же параметров геологических явлений и событий, которыми интересуется и физика. Однако этого не произошло и «виновницей» этого является материально-энергетическая природа радиологических часов.

Дело в том, что показания однажды «включенных» радиологических часов (в идеальном случае отсутствия нарушений течения их индивидуального времени) никак не коррелируют с перипетиями развития той палеоэкосистемы, с которой они оказались изначально связанными. Так, радиологические часы, которые «встроены» в продукты вулканического извержения, в дальнейшем никак не реагируют на смену вулканогенных образований терригенными, а последних - карбонатными, на последовавшие затем поднятие и размыв и т.п. Показания радиологических часов фиксируют время их «запуска» - и только. Таким образом, они позволяют ответить только на один (совершенно не интересующий физика) вопрос *когда* имело место это конкретное событие в истории данной локальной палеоэкосистемы. Они не могут дать никакой информации о том, какова *длительность* последовавших за этим событием изменений в состоянии заключающей их палеоэкосистемы, которые были обусловлены ее дальнейшим циклически-необратимым развитием. Более того, на основании показаний радиологических часов невозможно даже определить продолжительность того квазистабильного состояния системы (или ограничивающего его события), в течение которого произошел их «запуск». Следовательно, радиологические часы нельзя использовать для вычисления скорости процессов, так или иначе связанных с данной конкретной палеоэкосистемой. И в этом состоит принципиальное отличие радиологических часов от тех часов, которые используются физиками для регистрации временных параметров изучаемых ими феноменов.

Время от времени в геологической литературе возникают дискуссии, касающиеся оценки роли геохронологической и геохронометрической шкал для решения тех практических задач, которые встают перед исследователями истории нашей планеты. Эти вопросы касаются в первую очередь обеспечения наибольшей дробности расчленения супракристалльных образований и высокой точности корреляции. Одним из основных аргументов в пользу подразделений МСШ обычно является недостижимая для геохронометрии дробность ее подразделений. Сторонники геохронометрической шкалы обычно апеллируют к большей точности корреляции, основанной на принципе абсолютно точного измерения. С изложенных позиций, как противопоставление, так и попытки объединения геохронологической и геохронометрической шкал бессмысленны, поскольку каждая из них должна представлять собой модель и метрику концептуального времени различных уровней организации земного вещества.

В дискуссиях между сторонниками традиционной геохронологии и геохронометрии упускается из виду одна весьма существенная особенность - а именно содержание получаемой при их использовании *информации*. Опираясь на понятия геохронологической шкалы (например, девонский или меловой возраст) мы получаем информацию не только об относительном (т.е. раньше - позже) возрасте тех или иных феноменов, но и о *качественных* особенностях соответствующего промежутка времени - его органическом мире, климате и т.п. Вместе с тем выражение «возраст 10 Ма» дает нам информацию только о том, что какое-то локальное событие случилось 10 млн лет назад - и только. Для уточнения того, что же именно произошло необходима дополнительная собственно геологическая информация, касающаяся качественных особенностей той геосистемы, с которой связаны эти локальные часы.

Те оценки возраста одного и того же геологического объекта, которые основаны на использовании как палеобиосферных, так и радиологических «часов», не только взаимно дополнительны, но и связаны друг с другом принципом неопределенности. С одной стороны, для одного и того же геологического объекта невозможно одновременно получить информацию о его качественных особенностях (принадлежности к тому или иному подразделению МСШ) и количественных параметрах (изотопном возрасте). С другой стороны, определение изотопного возраста какого-либо объекта не может служить основанием для отнесения его к конкретному подразделению МСШ. Мы не можем утверждать, что, будучи приуроченными к отложениям нижней части зоны *Siphonodella sulcata*, все те радиологические часы, которые были «включены», допустим, 364 млн лет назад в Китае, датируют их позднедевонский возраст, а те, которые были «запущены» 342 млн лет назад в Западной Европе, свидетельствуют о раннекаменноугольном только на том основании, что «средневзвешенный» возраст границы девона и карбона в шкале

Харленда установлен в 360 млн лет. По палеобиосферным «часам» отложения обоих регионов будут разновозрастными, а по радиологическим - разновозрастными.

Очевидно, что полученные радиологические данные имеют большое эвристическое значение для приблизительной оценки общей продолжительности геологических процессов, длительности существования нашей планеты: тот факт, что наука доказала, что наша планета возникла не 6000 лет назад, а как минимум около 4,5 млрд лет, имеет большое познавательное значение. Однако чтобы повысить эффективность практического использования радиологических датировок при геологических исследованиях, необходимо прежде всего озаботиться созданием региональных геохронометрических шкал. «Увязка» изотопных датировок с палеонтологически документированными разрезами пограничных отложений в конкретных палеоэкосистемах регионального уровня организации позволит наметить соотношение между границами подразделений МСШ, установленными для фанерозоя по биостратиграфическим данным, и их радиологическим возрастом. С одной стороны, обобщение этих данных сможет дать некоторую информацию о параметрах брэнности глобальных палеобиосферных перестроек, с другой - позволит внести определенную ясность в вопрос о размахе метакронности развития отдельных палеоэкосистем и приблизительно оценить скорость распространения «сигналов» конкретных глобальных событий.

Заключение

Геохронологическая и геохронометрическая шкалы отображают (точнее, должны отображать) структуру и свойства двух типов статического времени - палеобиосферного и изотопного, связанных, соответственно, с планетарным и атомарным уровнями организации земного вещества. Принципиальное различие между ними состоит, прежде всего, в том, что «ход» палеобиосферного времени регулировался какими-то общими факторами глобального значения, тогда как «течение» изотопного времени определяется локальными, причинно не взаимосвязанными разноместными событиями, обусловившими возникновение и «включение» конкретных радиологических часов.

Другое принципиальное различие между палеобиосферным и изотопным временем заключается в том, что первое представлено информацией о последовательных, включенных друг в друга и рядоположенных минувших событиях и явлениях, происходивших под влиянием универсальных для всей планеты факторов, тогда как второе несет информацию только о событиях «запуска» локальных радиологических часов, связанных с системами минерального и породного уровней организации, и брэнности их существования (при условии отсутствия следов нарушения их хода).

Реанимация (точнее, реабилитация) событийного подхода к установлению хроностратиграфических границ исключает принципиальную возможность изотопной датировки их возрастного положения по средневзвешенным показаниям разноместных радиологических часов. Трассирование хроностратиграфических границ подразумевает корреляцию протоколов реакции метакронно развивавшихся разномасштабных палеоэкосистем на действие одного и того же глобального фактора. В основе ретросинхронизации лежит опирающаяся на принципы Гексли и Мейена идентификация протоколов *событий*, а не основанное на принципе абсолютно точного измерения отождествление *мгновений изотопного* (а не «абсолютного») *времени*.

Создание геохронометрической шкалы, отражающей структуру и свойства изотопного времени, требует серьезной методологической проработки. При этом необходимо учитывать эмпирически доказанную неполноту геологической летописи, исключающей возможность использования при ее построении идеи континуума и, следовательно, логико-математического аппарата классического анализа, не говоря уже о «принципе» произвольного выделения и определения объема временных подразделений.

Литература

- Симаков К.В.* К истории развития представлений о реальном геологическом времени. Статья первая // Тихоокеан. геол. 1992. № 6. С. 90-106.
Симаков К.В. К истории развития представлений о реальном геологическом времени.

Статья вторая // Тихоокеан. геол. 1993а. № 1. С. 102-131.

Симаков К.В. Геологическая история: имеет ли она часы или сам *есть* часы? // Вестник РАН, 1993б. Т. 63. № 2. С. 117-121.

Симаков К.В. К проблеме естественнонаучного определения времени. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1994. 110 с.

Симаков К.В. Очерк истории "переоткрытия" времени // Вестник РАН, 1995. Т. 65. № 6. С. 502-512.

Симаков К.В. Очерк истории развития концепции реального геологического времени. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1996а. 317 с.

Симаков К.В. Теория конкретного времени А.Бергсона // Вестник РАН, 1996б. Т. 66. № 1. С. 54-62.

Симаков К.В. На пути к теоретической стратиграфии. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1997а. 180 с.

Симаков К.В. Реальное время в естественнонаучной картине мира // Вестник РАН, 1997б. Т. 67. № 4. С. 323-331.

Симаков К.В. Измерение реального времени // Вестник РАН. 1998. Т. 68. № 2. С. 136-147.

Симаков К.В. Введение в теорию геологического времени. *Становление. Эволюция. Перспективы.* Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1999. 556 с.

Харленд У.Б., Кокс А.В., Ллевеллин П.Г. и др. Шкала геологического времени. М.: Мир, 1985. 140 с.

ISG-1: International Stratigraphic Guide. A Guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. L.; N.-Y.: Wiley-Intersci. Publ., 1976. 200 p.

ISG-2: International Stratigraphic Guide. A Guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. Geol. Soc. Am. Inc., 1994. 214 p. (2-nd ed.).

Walliser O.H. Patterns and causes of global events // *Global events and event-stratigraphy in the Phanerozoic.* / *O.H. Walliser (Ed.).* Springer-Verlag, 1996. P. 7-20.