

УДК 551.7

## МЕТОД “ЗОЛОТОГО ГВОЗДЯ”: ВОЗМОЖНО ЛИ СОВМЕЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО?

© 2003 г. С. С. Лазарев

*Палеонтологический институт РАН, Москва*

Поступила в редакцию 15.03.2002 г.

“Золотой гвоздь” – метка геологического времени на оси физического времени. Такое совмещение возможно только в отдельно взятом разрезе, поскольку природа границы (линии) физического времени и времени геологического принципиально различна. Первая – это граница ненаблюдаемая и воображаемая, вторая – наблюдаемая и классификационная по сути. Методика GSSP стратегически означает замену в МСШ времени геологического (времени как структуры историко-геологических процессов) на стандарты физического времени.

**Ключевые слова.** Хроностратиграфия, геохронология, геохронометрия, время, одновременность, стратиграфическая граница.

В методике “золотого гвоздя”, которую сейчас обычно называют методикой GSSP (по-русски ТГСГ – точка глобального стратотипа границы), воплощена на первый взгляд новая идея в стратиграфии: идея визуализации времени в породе путем выбора конкретного места (точки) в одном конкретном разрезе. На самом деле для визуализации времени в породе достаточно указания на конкретные разрезы, каковыми обычно являются справочные (опорные) разрезы; более того, опорные разрезы полнее визуализируют время: ведь лучше, если будет не один, а несколько разрезов.

Отличие методики “золотого гвоздя” состоит не просто в визуализации момента времени в породе, а в визуализации момента времени в единственном разрезе – стратотипе нижней границы каждого из стратонов МСШ. Это обосновывается логически безупречным соображением, что корреляция по любым стратиграфическим признакам не может гарантировать нам абсолютно изохронную поверхность, а следовательно, всю историю стратиграфических корреляций удаленных районов можно рассматривать как историю ошибочных корреляций. Любая история есть процесс изменения, и в этом смысле история идей (здесь – историко-геологических) есть история “ошибок”.

В качестве альтернативы был предложен идеальный проект: объективная фиксация точек в конкретных разрезах как совмещение моментов физического и геологического времени. В результате мы получаем объективную на первый взгляд продукцию как результат координированной деятельности международных рабочих групп – после-

довательность реперных точек (GSSP's), в которых объединились два времени: геологическое и физическое. Но, по существу, эти точки рассматриваются уже только как моменты физического времени, как основа стандартизации: “A GSSP ... corresponds rather to a standard of measure in physics” (Remane et al., 1997). Это понятно, если учесть изменчивость границы геологического времени (точки в разрезе), зависящей от наших непостоянных историко-геологических концепций.

Чтобы разобраться в сути этой процедуры, нужно обсудить следующие вопросы: 1. Возможно ли совмещение физического и геологического времен в стратиграфических построениях? Можно ли вообще говорить о моменте геологического времени и об изохронности стратиграфической границы? 2. Что такое одновременность и точность в стратиграфии? Оба эти вопроса взаимосвязаны, а их решение зависит от того, осознаем ли мы различие между временем геологическим и временем физическим.

### ВРЕМЯ-ДЛИТЕЛЬНОСТЬ И ВРЕМЯ-ПРОЦЕСС

Сейчас кажется несомненным, что время не является самостоятельной категорией, а только одна из составляющих частей триединства “материя – пространство – время”. Между тем, в классической физике время сначала рассматривалось как нечто самостоятельное, причем исключительно в количественном аспекте: как мера равномерного движения (Галилей, Ньютон). А. Эйнштейн обосновал сначала связь времени с прост-

ранством (СТО), а потом и с материей (ОТО). Но эта связь была довольно формальной, поскольку материя в классической физике – всего лишь гравитационная масса. Подобное понимание времени как образа механического перемещения было заложено еще в Древней Греции Платоном. Поскольку Платон не признавал реальности материального мира, то время для него было подвижным образом вечности, движением от числа к числу. Более богатый образ времени был создан материалистически настроенным Аристотелем: время у него связывалось не только с механическими перемещениями, но и с качественными изменениями того, что движется. Таким образом, еще в Древней Греции были созданы два образа времени: 1 – время как образ однородного (монотонного) движения и 2 – время как процесс качественных изменений.

Первое из них есть последовательность одинаковых моментов, никак не связанных с какими-либо реальными процессами (внешнее время); второе – последовательность неоднородных интервалов (этапов) самих процессов. Первое из них послужило основой для разработки методики все более точного измерения длительности (Галилей, Ньютон, Эйнштейн). Второе до недавнего времени оставалось прерогативой философов и представителей “неточных” (исторических) наук. Однако во второй половине XX в. физики обнаружили (“переоткрыли”, по И. Пригожину) качественные аспекты времени, что было связано с изучением открытых, нелинейных, необратимых диссипативных систем-процессов, к которым, безусловно, относятся и историко-геологические процессы. Парадоксально, что тогда же (середина XX века) стратиграфы, приняв концепцию хроностратиграфии, сделали ставку на точность, линейность, стабильность и объективность, т.е. на абсолютное время и изохронность.

Такая методологическая несогласованность в развитии наук объясняется, по-видимому, не столько их изолированностью, сколько сугубо психологическими причинами: наша повседневная и внутренне неоднородная жизнь протекает на фоне монотонного ни от чего не зависящего времени, однородность (точность) которого постоянно совершенствовалась наукой Нового времени. Календарь и часы стали настолько привычным атрибутом нашей жизни, что многие стратиграфы отождествляют инструмент измерения длительности, выраженной в годах или миллионах лет, с самим феноменом времени. Потому-то главного идеолога хроностратиграфии Х. Хедберга (Hedberg, 1961) так раздражали рассуждения оппонентов о возможности разного понимания слова “время”.

Более подробно методологические проблемы времени обсуждались в другой статье (Лазарев, 2002).

## ОДНОВРЕМЕННОСТЬ И ТОЧНОСТЬ В СТРАТИГРАФИИ

Изохронность – ключевое слово в хроностратиграфии. Именно потому, что известные методы корреляции не гарантируют изохронности, логически оправдана методика “золотого гвоздя”. Одновременность в современной физике относительна: точке, где находится наблюдатель с хронометром, соответствует не линия (поверхность), а интервал (объем) между световыми конусами. Это объясняется ограниченностью скорости света (всего-навсего 300 000 км/сек).

Разумеется, скорость распространения геологических сигналов на много порядков меньше, но это как раз и свидетельствует о том, что слово “изохронность” в стратиграфии не имеет и не может иметь физического смысла. Тем более это относится ко времени И. Ньютона, которое предполагает неограниченную скорость распространения сигнала, чего нельзя сказать о сигналах геологического времени, распространяющихся в гораздо более “вязкой” среде.

Но ведь не это самое главное. Существенно – принципиальное различие в понятии физического времени ( $t$ ), выраженного в годах, и времени геологического, запечатленного в породах на основе устанавливаемых нами стратиграфических признаков. Первое есть безликая метрика универсального времени, полезная для сравнения длительности интервалов разных стратонтов; второе – это качественная (топологическая) характеристика самих интервалов. Точность второго, геологического времени выражается не числом лет, а возможностью использования наиболее мелкой стратиграфической единицы (например, яруса, подъяруса или зоны).

Психологически трудно говорить об одновременности в стратиграфии, не думая о привычных нам годах – единицах шкалы физического времени. Само слово “шкала” вводит в заблуждение: определение стратиграфического возраста пород – процедура, строго говоря, классификационная, а не измерительная. Точность такой процедуры зависит от дробности подразделений стратиграфической шкалы (шкалы геологического времени) и от того, в какой степени мы в каждом конкретном случае можем приблизиться к использованию наиболее дробной единицы шкалы. Таким образом, максимальная точность в стратиграфии – это использование при определении возраста пород наиболее дробных единиц стратиграфической шкалы (а не шкалы физического времени).

То же самое относится к фиксации стратиграфических перерывов. Если мы наблюдаем в разрезе следы явного перерыва в осадконакоплении (например, неровная граница слоев с галькой, или же ископаемая почва), но вместе с тем здесь не фиксируется выпадение зон общей шкалы, то говорить о стратиграфическом перерыве в отношении МСШ нельзя, хотя, безусловно, перерыв физического времени здесь налицо и улавливается стратиграфически на уровне подразделений местной шкалы. Впрочем, сама слоистость (граница между слоями) есть следствие какого-либо перерыва физического времени. Между тем, методика GSSP, как инструмент построения МСШ, требует полноты в разрезе именно физического времени без ссылки на количественную оценку такой полноты. Если физики уже почти 100 лет назад поняли относительность своих количественных оценок времени, то стратиграфы, имеющие дело с качественными (геологическими) аспектами времени, до сих пор уповают на точность, выраженную в количественных единицах измерения.

Разумеется, было бы полезно иметь и данные о физическом возрасте пород в годах, но это будет уже принципиально другое время. Мне известны сейчас имена трех физиков (И.М. Дмитриевский, У.В. Чашихин и Ю.М. Штерн), которые независимо друг от друга и по разным основаниям пришли к выводу о сильно завышенных оценках возраста Земли. Но дело, повторяю, не в этом, а в том, что понятие “время” двулико: метрическое, количественное понятие (в годах, секундах и т.п.), с одной стороны, и топологическое, качественное, классификационное (с качественными единицами измерения, например, имаго у насекомых, вид у живых организмов, зона в стратиграфии) – с другой. В отличие от метрических моделей физического времени (например, модель Минковского) в моделях топологических (в частности, в модели геологического времени – геохронологической шкале) наблюдателю с хронометром нет места внутри модели. Наблюдатель здесь – классификатор, в геологии – стратиграф, который в качестве “хронометра” использует наиболее дробную для данной ситуации стратиграфическую “линейку”. Если у физика анализируемые признаки привязаны к точкам и линиям, то у стратиграфа они всегда привязаны к интервалу, причем не произвольно, а имманентно присущему геологическому времени. Кажущаяся произвольность стратиграфического интервала (объем стратона) имеет не онтологический, а гносеологический (субъективный) характер: разные стратиграфы по-разному оценивают иерархию разных границ, причем даже общепринятые оценки масштаба стратиграфических границ меняются по мере роста новых данных. Наше знание, как и все в материальном мире, изменчиво.

Таким образом, процедура установления одновременности в стратиграфии – процедура не метрическая, но топологическая, т.е. классификационная (Круть, 1978), а одновременность означает соответствие пород по тем признакам, которым на сегодняшний день придается наибольший стратиграфический вес (Мейен, 1989). Или иначе: одновременность в стратиграфии не точкообразна, она всегда связана с длительностью, а ее установление означает отнесение пород по их особенностям к одной и той же единице истории (Krassilov, 1978). Тем самым, понятие “одновременность” имеет отношение только к объемам (интервалам), но не к точкам или линиям (поверхностям). Последние следует рассматривать не как изохронные или диахронные, но как линии классификационные (топологические), которые по мере изучения меняют свое положение. Если протягивать от любой выбранной в конкретном разрезе точки стратиграфическую границу и границу физического времени, то говорить об их возможном совмещении просто нелепо вследствие принципиального различия сути физического и геологического времени. Граница физического времени никак не будет соотноситься с конфигурацией пород, а стратиграфическая граница при ее латеральном протягивании превратится в нечто наблюдаемое в природе (пусть даже с помощью экстраполяции и интерполяции), причем ее положение определится классификационным критерием: выбором тех признаков, которые на сегодняшний день нам кажутся наиболее весомыми. Отсюда следует, что метод “золотого гвоздя” методологически несостоятелен.

## СООТНОШЕНИЕ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕОХРОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ШКАЛ

В связи с внедрением метода GSSP как установления стандартных точек-моментов физического времени в сознании многих стратиграфов происходит смешение двух ликов времени – физического и геологического, что отражается и в терминологии. Наиболее логичным было бы с самого начала использования изотопных методов определения возраста пород в годах создавать совершенно отдельную геохронометрическую шкалу, имеющую привязку к конкретным точкам и параллельную традиционной шкале, т.е. шкале топологической (классификационной). Тогда термин “геохронометрическая шкала” как он дан в Стратиграфическом кодексе, 1992 (с.22), не понадобилось бы переименовывать в “шкалу геологического времени” (Дополнения..., 2000, с. 83). К такой путанице привело смешение двух разных аспектов времени, которые объединены в одной шкале под общим названием “шкала геологического времени” (там же, дополнение 3, табл. 1–3). Но это название не относится к правым крайним

колонкам таблиц, где даны числа в миллионах лет. Последние представляют собой исключительно шкалу геохронометрическую. Именно геохронометрические подразделения, ограниченные моментами времени, и нуждаются в указании конкретных точек в конкретных разрезах – аналогах GSSP's. Эти точки, фиксирующие моменты времени, совершенно не нужны стратонам подлинно геологической (историко-геологической) шкалы, которые реконструируются как обобщения из максимально возможного числа разрезов.

В любом разрезе можно (по крайней мере, мысленно) совместить момент физического времени в годах и геологического времени (смена стратиграфических признаков). Однако латеральное протягивание границы от зафиксированной точки разными методами (по изотопным датировкам или по стратиграфическим признакам, которые действительно не гарантируют изохронности) приведет в общем случае к расщеплению границы. Более того, даже стратиграфическая граница будет расщепляться при разных предположениях, которые отдаются разным стратиграфическим признакам. Но какой бы стратиграфический признак мы ни выбрали, полного его совмещения с границей физического времени не может быть в принципе, хотя бы потому, что граница физического времени как линия в природе не наблюдается (ее можно поставить только как наблюдаемую точку в отдельном разрезе). “Фокус” теоретиков хроностратиграфии состоит в том, что они реальную совместимость двух точек времени (геологического и физического) в одном разрезе распространяют на воображаемую совместимость двух временных линий – геологической и физической границ. Мечту о приближении реконструированной стратиграфической границы МСШ к физически изохронной линии, опоясывающей Земной шар, пора бы признать методологической утопией. Примечательно, что в лексикон стратиграфов вошла такая фраза: “этот разрез обладает большим корреляционным потенциалом”. На самом деле корреляционным потенциалом обладает не разрез и не точка в нем, а стратиграфические признаки, которые приурочены к интервалам ниже и выше выбранной точки-границы. Указания на конкретные разрезы (чем их больше, тем лучше) всегда необходимы, но как на разрезы справочные (аналоги экспериментов в точных науках), как на основу верификации и фальсификации соответствующих стратиграфических построений. Такая функция конкретных разрезов имеет совсем другой смысл, нежели основная функция разреза с “золотым гвоздем” (носителя стандартного момента физического времени).

В этой связи А.Ю. Розанов рекомендовал мне обсудить проблему использования таких методов корреляций, которые как будто позволяют гово-

рить об изохронности в геологическом масштабе (с несущественной для стратиграфии погрешностью). Разумеется, скорость распространения сигналов разных геологических событий может быть очень разной. Очевидно, например, что корреляцию по пепловым прослоям можно представить себе как практически изохронную. Однако в контексте конструирования МСШ, как классификационной схемы, речь идет не столько о классификации стратиграфических признаков по степени их корреляционной точности, сколько об их историко-геологической иерархии. Кроме того, немаловажно, что установление межрегиональных корреляций по пепловым прослоям (если не иметь в виду метода количественной датировки в годах) вряд ли стало бы возможным, если бы у стратиграфов уже не было топологической (геохронологической) основы (каркаса) для межрегиональных сопоставлений. То же самое относится и к мгновенности явлений смены геомагнитной полярности.

Если же иметь в виду начавшуюся трансформацию МСШ в систему стандартов физического времени, то нужно не только согласиться с А.Г. Рублевым (1996) о необходимости дополнить требования к выбору GSSP условием изотопной датированности границы, но и сделать это требование главным условием для выбора реперных точек. Но речь при этом идет о создании точек как фиксированных моментов физического времени. Не важно, что эти точки разделяют неравные интервалы времени; важна точная локализация таких стандартных точек в породе, причем качество этой шкалы прямо пропорционально ее насыщенности точками. Не важно также, если когда-либо будет доказана существенная завышенность количественных оценок. Для стратиграфии более важен относительный масштаб удаленности смежных точек – моментов времени, хотя, конечно же, интересен и масштаб длительности интервалов, выраженный в привычных нам годах.

Весь пафос этой статьи направлен не против использования изотопных датировок физического времени пород, которые полезны всегда и исключительно полезны для стратиграфической привязки к шкале немых толщ или толщ с бедным набором стратиграфических признаков. Но одно дело – привязка к стратиграфической шкале, и совсем другое дело – построение самой шкалы путем фиксации точек времени как эталонов стратиграфических границ, которые, во-первых, не могут быть изохронными линиями в физическом смысле, а во-вторых, связаны с принципиально нестабильной, неокончательной (в познавательном смысле) иерархией геологического времени.

Цитата в начале статьи из руководства Международной комиссии по стратиграфии говорит о

том, что суть методики GSSP предполагает трансформацию шкалы геологического времени в шкалу физических стандартов. Для сугубо прагматической стабилизации МСШ (так же как и региональных шкал), без изменения ее сущности, было бы достаточно договоренности о том, какие стратиграфические признаки будут приоритетными в ближайшей перспективе для фиксации соответствующей границы. Но такого рода фиксация границы никак не связана с методикой GSSP – инструментом построения исключительно геохронометрической шкалы времени, шкалы отдельной, параллельной шкале геохронологической и не обязательно привязанной к стратиграфическим рубежам, но обязательно привязанной к конкретным точкам конкретных разрезов. Именно метод GSSP обещает нам невозможное: вместо субъективного и неизбежно меняющегося знания о структуре геологического времени опереться на систему физических, т.е. в принципе неизменных стандартов (своего рода системы координат)<sup>1</sup>. Ведь такие “стандарты” нельзя использовать в стратиграфии так, как они используются в физике, поскольку установление соответствия любых латерально удаленных точек – процедура корреляции – есть процедура классификации: сравнение признаков, находящихся ниже и выше точек в сопоставляемых разрезах, и построение иерархии этих признаков. В той или иной степени подобная работа предполагает в конечном итоге процедуру историко-геологических реконструкций (Мейен, 1989). Словом, выбранные “стандарты” сами по себе никак не помогут нам в решении главных проблем стратиграфии – проблем корреляции, ибо последние всегда связаны с классификационными (топологическими) процедурами, но не с количественными измерениями как в физике. Мы обречены на относительность (неокончателюность) наших стратиграфических представлений, несовместимых со стандартизацией.

В недавно опубликованной статье А.В. Попова (2002) содержится диаметрально противоположная идеология: утверждается, например, что корреляция – это процедура измерения, а измерение – высшая форма сравнения; время физическое и время эволюции органического мира автор объединил в одно общее подразделение и противопоставил его времени, связанному с литостратиграфией, и т.п. Статья Попова называется “Стратиграфия как геохронометрия”. В свете вышеизложенного я мог бы предложить созвучное название своей статье: “Стратиграфия никак не геохронометрия”.

<sup>1</sup> Время в СТО Эйнштейна зависит от выбора системы координат (и в этом смысле оно относительно), т.е. само физическое время предполагает возможность точных количественных измерений, и ничего более. Эта особенность физического времени (времени-метрики) отличает его от времени-процесса, каковым является геологическое время.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первые признаки тревоги, касающейся методики GSSP, отражены в недавней статье четырех авторов из разных стран Запада “Должен ли блеснуть золотой гвоздь?” (Aubry et al., 2000). Авторы рассматривают эту методику как отклонение от первоначально правильных идей Хедберга. У меня, однако, нет сомнений в том, что “золотой гвоздь” логически завершает разработку основной идеи хроностратиграфии, апеллирующей ко времени как таковому, времени-часам, времени-длительности. Вколоченный в живое тело стратиграфии “золотой гвоздь” останется памятником наивной веры стратиграфов в философский камень стабильности и абсолюта. Каждый “золотой гвоздь” будет блеснуть в породе до тех пор, пока сохраняет привлекательность та стратиграфическая идея (уровень), которая господствовала на момент фиксации и которая сама по себе не предполагает процедуры “заколачивания гвоздя”. “Золотой гвоздь”, как уже отмечалось со ссылкой на руководство Международной комиссии по стратиграфии, предназначен для создания системы физических стандартов времени. Как таковой он может в принципе оставаться в избранной точке вечно. Ведь он вовсе не призван фиксировать первоначальное понимание (смысл) границы. Его стратегическое назначение другое – отрыв от всегда переменчивой содержательности и переход к объективному и стабильному моменту времени. Это, с одной стороны, “будущий якорь, к которому все последующие корреляции могут быть привязаны”, а с другой стороны, это – “единственное место, где мы действительно знаем (по определению), что время и порода совпадают в нашей классификации”; и далее: точка нужна, “чтобы без сомнения определить момент геологического времени...” (Cowie et al., 1986, p. 5). Понятно, что прилагательное “геологическое” в данном контексте становится синонимом прилагательного “физическое”.

Абсолютная стабильность уместна только в отношении шкалы геохронометрической, датированной в годах и жестко привязанной к конкретным точкам конкретных разрезов. Приуроченность этих точек к рубежам историко-геологической шкалы (например, к МСШ) желательна, но вовсе не обязательна, поскольку выбор реперных точек зависит прежде всего от возможности самой изотопной методики. Более важна насыщенность воображаемой оси физического времени датированными точками и точная привязка последних к конкретным разрезам. Такой подход обеспечит независимость геохронометрической шкалы от шкалы геохронологической (историко-геологической), иерархия которой принципиально нестабильна и определяется классификационными критериями. Соответственно границы МСШ (шка-

лы геологического времени), в отличие от границ физического времени, не нужно рассматривать как изохронные или же диахронные.

Мечта о стабильности стратиграфической шкалы (шкалы-классификации) постепенно превращается в прозаическое разрушение ее как таковой, а методика GSSP (с ее идеалом стабильности) оправдывает тот номенклатурный “разбой”, который уже случился в шкале перми и начинается в шкале карбона.

Выражаю благодарность А.Ю. Розанову за критические замечания к статье. Статья написана при поддержке РФФИ, грант № 01-05-64470.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 112 с.

*Круть И.В.* Введение в общую теорию земли. М.: Наука, 1978. 367 с.

*Лазарев С.С.* Стратиграфический кодекс или кодекс стратиграфической номенклатуры? // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 2. С. 102–111.

*Лазарев С.С.* Геохронология, геохронометрия и хроностратиграфия: время геологическое, физическое и хи-

мическое // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77. Вып. 3. С. 62–69.

*Попов А.В.* Стратиграфия как геохронометрия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 3. С. 3–12.

*Мейен С.В.* Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 1989. 216 с.

*Рублев А.Г.* Современное состояние изотопной геохронологической шкалы фанерозоя // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1996. Т. 4. № 6. С. 3–13.

*Aubry M.-P., Couvring J.A., Berggren W.A., Steininger F.* Should the Golden Spike glitter? // Episodes. 2000. V. 23. № 3. P. 203–210.

*Cowie J.W., Ziegler W., Boucot A.J. et al.* Guidelines and Statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS) // Cour. Forsch.-Inst.Senckenberg. 1986. № 83. P. 1–14.

*Hedberg H.D.* The Stratigraphic Panorama // Geol. Soc. Amer. Bull. 1961. V. 72. P. 499–518.

*Krassilov Valentin.* Organic evolution and natural stratigraphical classification // Lethaia. 1987. V. 11. P. 93–104.

*Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W. et al.* Guidelines for the Establishment of Global Chronostratigraphic Standards by the International Commission on Stratigraphy (IGS) // Permophylles. 1997. V. 26. P. 1–8.

*Рецензенты А.И. Жамойда, А.Ю. Розанов*