

Как пишется биография нашей планеты?

В.А.Захаров

Биография Земли по существу пишется так же, как биография человека. В самом деле, рассказывая о себе, каждый из нас начинает с дня рождения. Затем мы указываем год поступления в школу, колледж, университет или на производство и т.д. Излагая автобиографию, мы отмечаем физическое время переломных событий, можно сказать, официальные вехи нашей жизни. Но ведь нередко, особенно в кругу близких людей, вспоминая важные события жизни, мы не пользуемся датами, а говорим: «Это было еще в начальной школе», или: «Помню, как-то в институте...», или: «Когда я работал (или отдыхал) там-то и с тем-то...».

Так и биографию Земли можно писать двумя способами. Можно сказать: Земля «родилась» более 4.5 млрд лет назад; спустя полмиллиарда лет в водоемах планеты начали формироваться осадочные породы; возможно, 3.7 млрд лет назад в Мировом океане появилась жизнь; 2 млрд лет назад произошло первое глобальное оледенение, около 650 млн лет назад появились первые многоклеточные организмы, 90 млн лет назад возник Атлантический океан и т.д. Время событий в цифрах определяется физическими методами на основе изучения результатов спонтанного распада изотопов радиоактивных элементов — урана, тория, калия, углерода и др. Однако



Виктор Александрович Захаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом стратиграфии Геологического института РАН, специалист в области палеонтологии, стратиграфии, палеоклиматологии и палеогеографии бореального мезозоя. Заслуженный деятель науки РФ. Постоянный автор «Природы».

В ноябре Виктору Александровичу исполнилось 75 лет. Редакция поздравляет юбиляра и желает ему здоровья, творческих удач, благополучия и новых публикаций в нашем журнале.

этот способ изложения не всегда устраивает геологов. Дело в том, что многие события на Земле происходили в течение длительного времени, они начинались и заканчивались не внезапно, а постепенно, исподволь. Даже в миллионах лет определить их начало и конец очень трудно, часто невозможно. О другом способе изложения биографии нашей планеты мы расскажем ниже.

Время в геологии

Геологи задолго до того, как были открыты методы определения абсолютного возраста пород, писали биографию Земли на основе изучения следов важнейших событий. К таким глобальным событиям относятся: эпохи осадконакопления, колебания

климата (оледенения), складчатость и горообразование, активизация вулканизма и магматизма, образование суперматериков и их раскол и раздвижение, смена магнитной полярности, падение крупных астероидов, эволюционные перестройки органического мира. Можно было бы назвать еще много разных событий такого же или меньшего масштаба. Все они оставили свои следы на Земле. Изучая их последовательность, геологи делали заключения о том, какие из них произошли раньше, какие позже, а какие одновременно. Так родилось представление об относительном геологическом времени. Возрастающие экономические потребности человечества заставляли разрабатывать более детальное геологическое летоисчисление. Но последствия таких грандиозных событий, как

магмообразование, горообразование, осадконакопление и многие другие, охватывают слишком большие диапазоны времени. А главное, что эти явления часто не были специфичными в истории Земли. Например, древние и относительно молодые гранитные породы или песчаники невозможно (или почти невозможно) различить визуально. Дислокации пород древней каледонской и молодой альпийской эпох складчатости в ряде мест выглядят совершенно одинаково. Ученые перебрали все возможные способы маркировки относительного геологического времени и пришли к выводу, что наиболее надежным, простым, дешевым и (что очень важно) оперативным способом является сравнение окаменелостей — остатков организмов, обитавших в морях и на континентах.

Нет геологии без палеонтологии

Сначала обратили внимание на то, что в лежащих друг на друге слоях осадочных пород, как правило, заключены разные окаменелости. Затем убедились, что породы, содержащие остатки одних и тех же организмов, принадлежат к одним и тем же слоям. Стало быть, повсюду породы с одинаковыми окаменелостями формировались в одно время. Позднее геологи и палеонтологи пришли к выводу, что в нижележащих слоях остатки организмов заметнее отличаются от современных, чем в перекрывающих. Другими словами, чем выше в осадочных напластованиях лежат слои, тем больше окаменелые остатки организмов напоминают нынешнюю флору и фауну. На основании особен-

ностей состава окаменелостей были выделены крупные этапы развития органического мира: криптозой (эра скрытой жизни), палеозой (эра древней жизни), мезозой (эра промежуточной, средней, жизни), кайнозой (эра новой жизни). Эры разделили на периоды (от древних к молодым) — эдиакарский (вендский), кембрийский, ордовикский и др., а периоды — на эпохи и века. Все они разным цветом показаны на современной международной шкале геологического времени. В такие же цвета окрашены мелкомасштабные геологические карты.

В настоящее время детальность определения геологического возраста горных пород настолько возросла, что внутри веков выделяются зоны по группам фауны или флоры (временные фазы). Фаза — время существова-

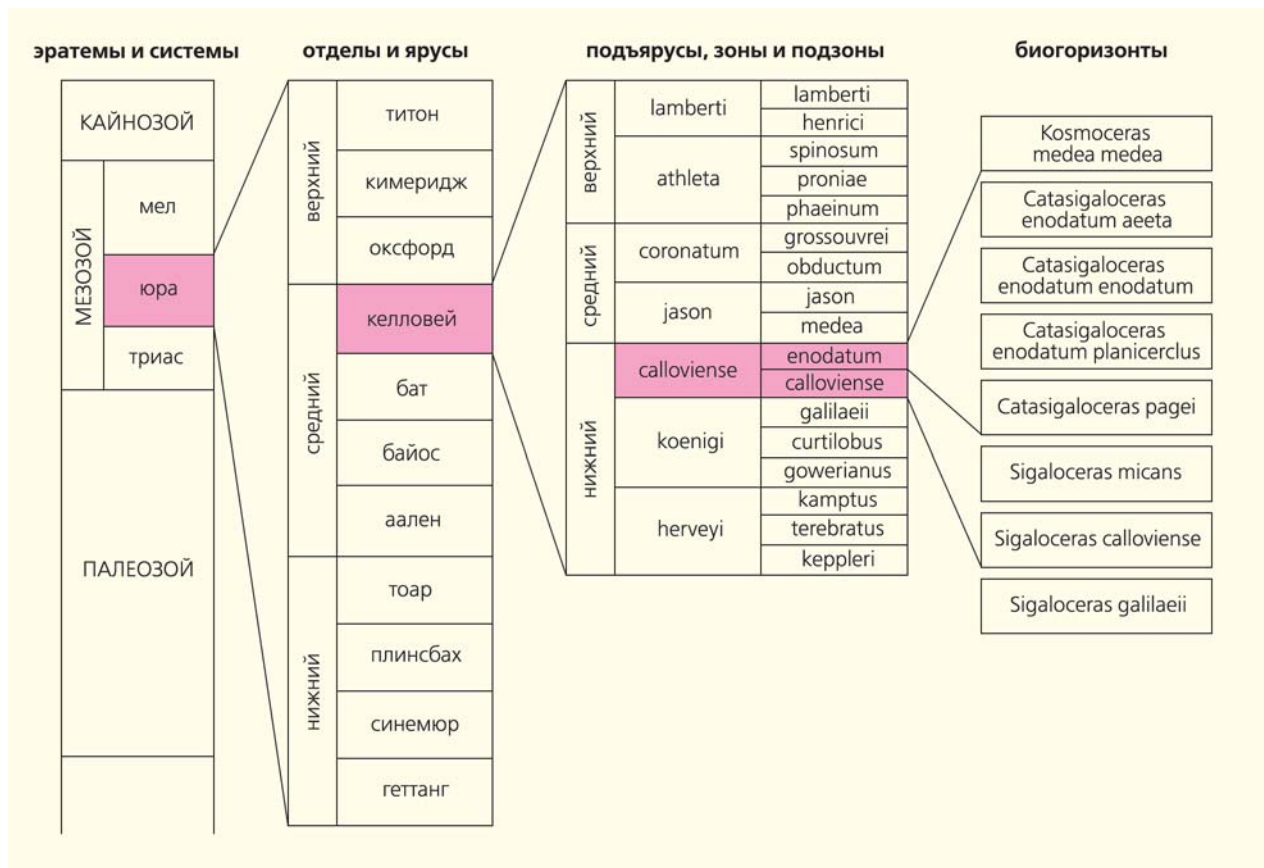


Рис.1. Фрагмент геохронологической шкалы. Приведена схема детализации шкалы келловейского яруса (подъярусы, зоны, подзоны и биогоризонты) юрской системы. На основе биостратиграфического метода проводилось исследование развития во времени (филогенезов) и расселения по акваториям (миграций) аммонитов.

ния одного вида, или их группы, или рода животных. В последние два десятилетия биостратиграфы выделяют еще более детальные биостратоны [1] — биогоризонты (рис.1). Способ определения геологического времени по остаткам организмов опирается на фундаментальные представления теории, обоснованной еще Ч.Дарвином, который доказал, что биологическая эволюция поступательна и необратима. Это означает, что любая биологическая единица (таксон) — вид, род, семейство — появилась на Земле в определенное время, расселилась, а затем вымерла. Таким образом, остатки любого таксона характеризуют строго определенный этап истории Земли. Самый минимальный по времени интервал, который в состоянии определить палеонтолог в палеозое, мезозое и большей части кайнозоя в среднем исчисляется несколькими сотнями тысяч — миллионом лет. Такой точностью не обладают никакие другие методы определения геологического возраста.

Физические методы определения возраста

Итак, по следам биологического события (первого появления таксона, его расцвета, вымирания) устанавливаются границы наименьшего биостратона. В био-стратиграфии эта элементарная единица названа зоной [2]. Как правило, зона выделяется в разрезе пластующихся осадочных пород и прослеживается в пределах определенной площади — региона (например, Среднерусского, Западно-Сибирского и др.). В редких случаях она устанавливается в полуглобальном пространстве. Обычно уровень зоны прослеживается путем трансляции ее признаков от региона к региону. Так формируется представление о хронозоне — едином временном интервале геологического разреза в отдаленных регионах. Сумма зон формирует следующую по

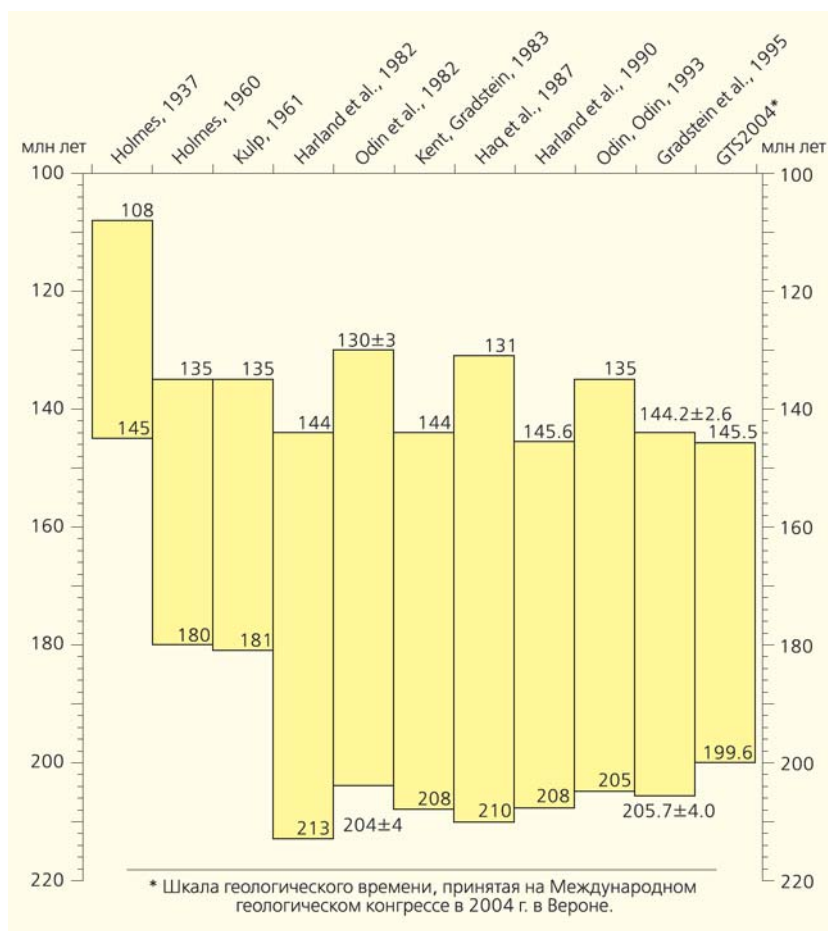


Рис.2. Изменение взглядов на возраст границ юрской системы и временные интервалы точности определения возраста изотопными методами в мезозое [3, 4]. Разница в датировках нижней и верхней границ юрской системы, рассчитанная на основе хронометрических (изотопных) методов, по данным разных авторов, достигает 15 млн лет.

рангу стратиграфическую единицу — ярус. Сумма ярусов образует отделы и систему. Таким образом создавались стратиграфическая шкала и ее временной эквивалент — линейка геологического времени (фаза—век—эпоха—период). Возникает естественный вопрос: а как же методы определения абсолютного возраста пород? Ведь с их помощью фиксируется конкретное (ньютонское) время в числах, в годах! Да, действительно, параллельно со стратиграфической существует шкала абсолютного возраста. На геохронологической схеме она градуирована, как школьная линейка: одно деление равно 1 млн лет. Однако такая линейка по точности определения

геологического возраста сильно уступает био-стратиграфической: для палеозоя, например, в 10—15, а для мезозоя — в 5—10 раз (рис.2). Еще значительнее разбросы абсолютного исчисления в докембрии: в археозое — сотни миллионов лет, в протерозое — многие десятки.

И все же именно для докембрия, так же, как и для заключительного этапа истории Земли — четвертичного периода, или антропогена, — абсолютные показатели возраста пород наиболее важны. Почему? Да потому, что в докембрии в течение почти 3 млрд лет преобладала не морфологическая, а биохимическая эволюция: становление и развитие прокариот и од-

ноклеточных кариот. Антропоген же продолжается всего менее 3 млн лет. За столь короткое в геологическом смысле время морфогенез у беспозвоночных животных (наиболее распространенных в земных слоях) проявился не слишком ярко.

Таким образом, палеонтологический метод определения геологического возраста эффективен только для фанерозойского этапа истории Земли, который начался примерно 570 млн лет назад. Кажется, это совсем немного для нашей планеты, возраст которой, как было сказано, превышает 4,5 млрд лет. Формально такой вывод верен. Однако сейчас и в обозримом будущем основные геологические работы будут сосредоточены именно на фанерозойском этапе истории Земли. Достаточно сказать, что 100% угля и 95% разведанной нефти сосредоточены в недрах фанерозойской эонотемы. Весьма драматическая история четвертичного периода может оказаться еще и полезной для прогноза ближайшего геологического будущего нашей планеты.

Какой метод предпочтительней?

С большой долей вероятности можно предположить, что далекие от геологии люди при опи-

сании биографии Земли отдадут предпочтение методам абсолютной хронологии. Что может быть убедительнее и понятнее цифровых датировок событий? Сторонникам иного подхода достаточно, казалось бы, сослаться на разную в цифрах при определении границ геологических систем, выполненных в разных лабораториях мира. Эти результаты красноречиво свидетельствуют о существенных недостатках метода абсолютной геохронометрии. Описание последовательности событий в истории Земли традиционными методами выглядит предпочтительнее. Кто же прав? Ответ прост: оба подхода к датировкам геологических событий должны находить и находят свое место в шкалах геологического времени. Однако функции их различны. В основе изложения геологической истории лежит хронология событий, записанная на базе относительного геологического времени: раньше, позже, одновременно. Радиохронометрия позволяет судить о продолжительности каждого из последующих событий. Эти разные функции шкал на примере истории человечества образно описал один из крупнейших палеонтологов-биостратиграфов XX в. О.Шиндевольф: «Хронологическое подразделение истории человечества производится по событиям,

считающимся поворотными моментами истории. Доисторический период мы разделяем на палеолит... мезолит и неолит (медный, бронзовый и железный века). Последующая история человечества расчленяется на древнюю, Средних веков и новую, с эпохами Гуманизма, Ренессанса, Реформации. Дальнейшее деление производится по времени правления определенных династий, исторически значимым войнам, революциям и т.п. Но... можно было бы принять и чисто абстрактное хронологическое подразделение на годы и столетия» [5]. Однако, как справедливо заметил другой выдающийся геолог и палеонтолог Б.С.Соколов, границы отмеченных событий «достаточно подвижны и условны... Если бы в практических целях оказалось совершенно необходимым определить жесткие хронологические границы Ренессанса, то нам, возможно, не оставалось бы ничего другого, как связать его начало... с рождением Петрарки — 1304 годом» [6]. Очевидно, что взятые отдельно от событий годы и столетия не дали бы представления об истории человечества. Примерно так же обстоит дело и с биографией Земли: абсолютные датировки важны лишь для оценки продолжительности событий. О самих событиях и их взаимосвязи хронометрия информации не дает. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-05 00456.

Литература

1. Киселев Д.Н. Зоны, подзоны и биогоризонты среднего келловя Центральной России // Спец. вып. трудов ЕГФ ЯГПУ. 2001. №1.
2. Gulyaev D.B., Kiselev D.N., Rogov M.A. Biostratigraphy of the upper boreal bathonian and callovian of the European Russia / Ed. L.Martire // 6th International symposium on the jurassic system, September 12—22, 2002. Palermo, 2002. P.81—82.
3. Gradstein F.M., Ogg J.G., Kranendonk M.van. On the geologic time scale 2008 // Newsletters on Stratigraphy. 2008. V.43. №1. P.5—13.
4. <http://stratigraphy.org>
5. Шиндевольф О. Стратиграфия и стратотип. М., 1975. С.20.
6. Соколов Б.С. Биохронология и стратиграфические границы // Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1971. С.176.