

Философские проблемы геологического времени

Ю. А. КОСЫГИН, Ю. С. САЛИН, В. А. СОЛОВЬЕВ (Хабаровск)

Проблема времени — одна из актуальных в философии. Думается, что для ее решения должны быть ассимилированы результаты всех естественных наук с тем, чтобы, проанализировав процесс развития содержания понятия времени в каждой конкретной отрасли знания, вскрыть значение категории времени вообще. Значительный вклад в методологию познания времени внесен физиками. В последнее десятилетие очень остро обсуждается проблема времени в геологии¹, особенно в связи с начавшимся процессом математизации геологии². Целесообразно поэтому сосредоточить внимание на философских проблемах времени в геологии. Это тем более необходимо, что среди отраслей геологических знаний существуют специальные дисциплины — геохронология, историческая геология и стратиграфия, которые, занимаясь задачами определения времени, сталкиваются с целым рядом методологических вопросов, не нашедших отражения в общепублицистической литературе.

Состояние вопроса

Предложено много способов установления геологического времени. Наиболее распространены способы, основанные на анализе литологических или палеонтологических свойств, объектов, выделяемых по этим свойствам, и отношений этих объектов. В последние десятилетия находят широкое применение разнообразные радиологические способы, использующие явления распада радиоактивных элементов. Рассмотрим наиболее общие черты этих способов.

Литологические способы. Необходимый исходный материал — вертикальные стратиграфические последовательности пластов или слоистых толщ, латеральная литологическая непрерывность каждого пласта или каждой слоистой толщи. Из этих посылок выводится на основании закона Стено отношение разновозрастности: в серии нормально залегающих (неопрокинутых) пластов вышележащий пласт моложе нижележащего. Аналогичное утверждение, позволяющее переводить отношение латеральной литологической непрерывности в отношение разновозрастности, не сформулировано в явном виде, однако ясно, что подобный перевод может осуществляться только на основании этого утверждения.

Биостратиграфические способы. Необходимый исходный материал — вертикальные стратиграфические последовательности видов, родов,

¹ Н. J. Harrington. Space, Things, Time and Events. An Essay on Stratigraphy. «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.» 1965, vol. 49, № 11; Б. С. Соколов Биохронология и стратиграфические границы. В сб «Проблемы общей и региональной геологии». Новосибирск «Наука», 1971.

² «Геология и математика». Новосибирск, 1967; Ю. А. Косыгин, В. А. Соловьев. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. «Известия АН СССР». Серия геологическая, 1969, № 6.

³ Л. Л. Халфин. Принцип биостратиграфической параллелизации. «Труды СНИИГГИМС», вып. 8 1960

⁴ К. Данбар, Дж. Роджерс. Основы стратиграфии М., 1962; Л. Я. Трушкова. Новые данные по стратиграфии верхней юры Обь-Иртышского междуречья. «Геология и геофизика», 1967, № 2; Р. Мур. Значение фаций. В сб. «Осадочные фации в геологической истории» М., ИЛ, 1953.

⁵ А. А. Полканов, Э. К. Герлинг. Применение К-Аг и Rb-Sr методов для определения возраста пород докембрия Балтийского щита. «Труды лаборатории геологии докембрия». М., Изд-во АН СССР. 1960, вып. 9.

⁶ Н. Г. Судовиков, А. Н. Неелов. О возрасте станового комплекса. «Труды лаборатории геологии докембрия». М.-Л., Изд-во АН СССР, 1960, вып. 12.

других таксонов древних организмов или последовательности комплексов органических остатков. Для этих объектов стратиграфические отношения «выше», так же как и в предыдущем случае, интерпретируются как возрастные отношения «моложе», а отношения сходства по указанным признакам — как отношения одновозрастности. Основанием перевода отношения палеонтологического сходства в отношении геологической одновозрастности служит закон Смита (отложения, содержащие одинаковую фауну или флору, геологически одновозрастны)³; утверждение о более молодом возрасте фаун или флор, залегающих выше, можно рассматривать как следствие закона Стено или как частный случай этого закона.

Радиологические способы. Необходимый исходный материал — количественные соотношения материнского и дочернего изотопов радиоактивного элемента с большим периодом полураспада. В качестве основания перевода этих соотношений в цифры радиологического геологического возраста обычно рассматривается физический закон, утверждающий постоянство скорости радиоактивного распада во времени. Не в столь явной форме вводится допущение, что к датируемому моменту присутствовал только материнский изотоп, а содержание дочернего изотопа было равно 0 и что за весь последующий отрезок времени вплоть до момента анализа не происходило ни привноса, ни выноса ни дочернего, ни материнского изотопов.

Существуют другие способы установления геологического времени, но они либо малоупотребительны, либо сложны, громоздки и противоречивы в своей основе. Многолетний опыт использования различных способов показал, что при установлении возрастных отношений одной и той же пары геологических объектов сразу несколькими способами зачастую получаются противоречия.

Примеры противоречивых данных при восстановлении возрастных отношений литологическими и палеонтологическими методами приводят К. Данбар и Дж. Роджерс, Л. Я. Трушкова, Р. Мур⁴ и другие. Еще более многочисленны примеры противоречий в восстановлении возраста радиологическими методами, с одной стороны, и палеонтологическими и литологическими методами — с другой стороны. Так, для пластов, залегающих выше, часто получались цифры радиологического возраста большие, чем для нижележащих пластов. Лавы исторических излияний камчатских вулканов были датированы 7 миллионами лет⁵, в то время как нижележащие плейстоценовые и плиоценовые отложения имеют радиологический возраст десятки, сотни тысяч и миллионы лет. Докембрийские образования Станового хребта дают устойчивый статистический максимум в пределах 180—200 миллионов лет⁶, тогда как в занимающих более высокое стратиграфическое положение кембрийских толщах наиболее обычны цифры 500—600 миллионов лет.

Более того, даже при использовании разных признаков в пределах одного и того же способа было получено множество противоречий. Так, неоднократно отмечались случаи обратной последовательности в разных разрезах одних и тех же видов или комплексов органических остат-

³ Л. Л. Халфин. Принцип биостратиграфической параллелизации. «Труды СНИИГГИМС», вып. 8 1960.

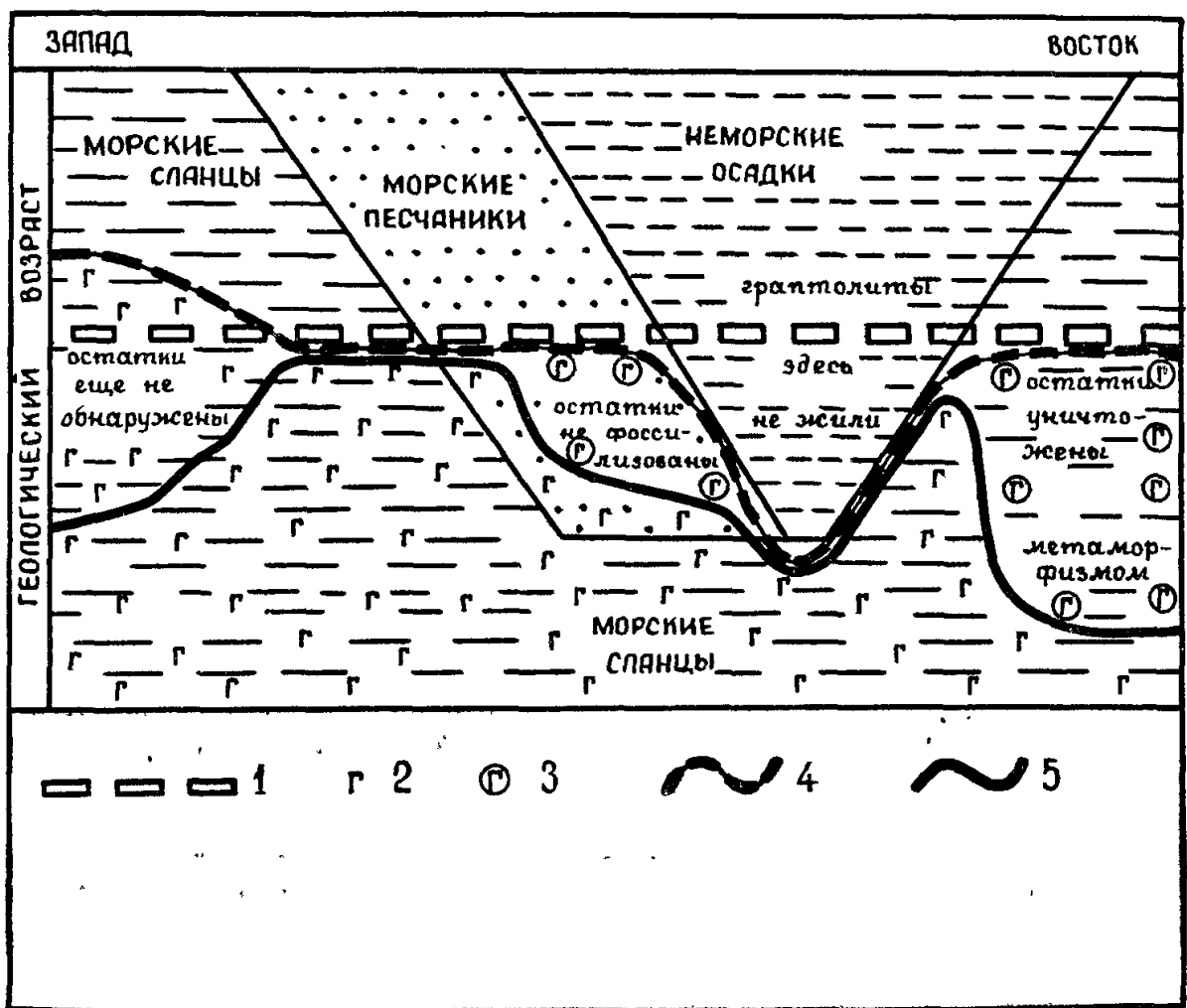
⁴ К. Данбар, Дж. Роджерс. Основы стратиграфии М., 1962; Л. Я. Трушкова. Новые данные по стратиграфии верхней юры Обь-Иртышского междуречья. «Геология и геофизика», 1967, № 2; Р. Мур. Значение фаций. В сб. «Осадочные фации в геологической истории» М., ИЛ, 1953.

⁵ А. А. Полканов, Э. К. Герлинг. Применение K-Ar и Rb-Sr методов для определения возраста пород докембрия Балтийского щита. «Труды лаборатории геологии докембрия» М. Изд-во АН СССР, 1960, стр. 9.

ков, случаи совместного нахождения в одном пласте таких видов или комплексов, которые в других местонахождениях располагаются один выше другого⁷.

Время Ньютона и время Хедберга

Противоречия в установлении времени привели к многочисленным попыткам проанализировать соотношения времени, установленного некоторым данным способом, с «истинным» временем. В результате был сделан вывод о возможной неоднородности частей одной и той же литологической границы⁸. Аналогичные выводы о возможной неоднородности одной и той же биостратиграфической границы в разных ее



Соотношения границ, проведенных по литологическим и палеонтологическим признакам, с изохронными границами (по Х. Хедбергу, 1965):

1 — идеальная изохронная граница; 2 — здесь жили граптолиты; 3 — здесь тоже жили граптолиты, но их остатки не сохранились; 4 — верхний предел первоначального отложения остатков граптолитов; 5 — верхний предел известного распространения ископаемых остатков граптолитов (верхняя граница установленной в настоящее время граптолитовой зоны).

⁷ Б. М. Келлер Типовые разрезы ордовика. Ордовик Казахстана «Труды ИГН», вып. 154. Геологическая серия, № 65. М. Изд-во АН СССР, 1954; Д. Л. Степанов Принципы и методы биостратиграфических исследований «Труды ВНИИГРИ», вып. 113. ГТТИ, 1958; В. П. Нехорошев. О причинах, затрудняющих корреляцию стратиграфических схем. В сб. «Биостратиграфические и палеобиофациальные исследования и их практическое значение». М., «Недра», 1970, и другие.

⁸ H. E. Wheeler, E. M. Beesley. Critique of the Time-Stratigraphic Concept. «Bull. Geol. Soc. of America», 1948, vol. 59; А. М. Садыков Система универсальной

⁷ Б. М. Келлер Типовые разрезы ордовика. Ордовик Казахстана «Труды ИГН», вып. 154. Геологическая серия, № 65 М. Изд-во АН СССР. 1954; Д. Л. Степанов Принципы и методы биостратиграфических исследований «Труды ВНИИГРИ», вып. 113. ГТТИ, 1958; В. П. Нехорошев. О причинах, затрудняющих корреляцию стратиграфических схем. В сб. «Биостратиграфические и палеобioфациальные исследования и их практическое значение». М., «Недра», 1970, и другие.

⁸ Н. Е. Wheeler, E. M. Beesley. Critique of the Time-Stratigraphic Concept. «Bull. Geol. Soc. of America», 1948, vol. 59; А. М. Садыков Система универсальной стратиграфической классификации. «Известия АН КазССР». Серия геологическая 1969. № 1.

участках были сделаны Х. Хедбергом, а также Г. Харрингтоном⁹. В качестве возможных причин «возрастного скольжения» были названы миграция условий древней среды, благоприятной для обитания вида или комплекса фауны или флоры, изменение условий захоронения, выщелачивание и метаморфизм, случайность в обнаружении окаменелостей и т. д. Для цифр радиологического возраста была допущена возможность «омоложения» и «удревнения» за счет привноса или выноса дочернего или материнского изотопов¹⁰.

По Х. Хедбергу¹¹ (см. рис.) все границы, которые могут быть проведены по наблюдаемым признакам, могут как совпадать, так и не совпадать с «изохронными» границами, «плоскостями одновременности». Такая ситуация дала основание характеризовать «плоскости одновременности» как *intangible entities* — непостижимые сущности¹².

Сложившееся в геологии положение удивительным образом напоминает положение в физике XVII века. Действительно, в эпоху Ньютона также допускалось, что любые реальные физические процессы могут лишь верно или неверно отражать «истинное» время, существующее независимо от процессов. «Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно»¹³. Таким же абсолютным было и пространство Ньютона.

Время Хедберга, так же как и «истинное» время Ньютона, существует «само по себе, без всякого отношения к чему-либо внешнему». «Внешним» для времени Ньютона были движение, процессы, «внешним» для времени Хедберга — результаты процессов прошлого: минералы, горные породы, пласты, органические остатки и т. д. Отказ от введения «внешнего» в определение времени автоматически означает превращение временных категорий в *intangible entities*.

С позиции «истинного» времени любые реальные геологические границы истолковывались лишь как обеспечивающие большее или меньшее приближение к «истинным изохронным» поверхностям. По Хедбергу, например, наибольшую помощь при установлении «истинного» времени оказывают органические остатки (Hedberg, 1965). Взгляд на «наибольшее приближение» менялся в процессе становления и развития геологии. Во времена Вернера считалось, что литологически идентичные формации опоясывают в виде одновременно отложившихся слоев весь земной шар; геологическая одновозрастность и разновозрастность устанавливались по сходству и различию в литологическом составе. Затем были установлены вертикальная повторяемость формаций и их латеральная неоднородность, приводившие к противоречиям в установлении возрастных отношений. После работ Орбини, Опеля и других палеонтологов роль «наибольшего приближения» к «истинным изохронным» подразделениям стали играть зоны, ярусы и другие подразделения, выделяемые по палеонтологическим признакам. Однако впоследствии выяснилось, что и они не устраняют противоречий. Многие геологи стали связывать надежды

⁹ H. D. Hedberg. Stratigraphic Boundaries — A Reply. «Eclogae Geologicae Helveticae». Basel. 1970, vol. 63, № 2; H. J. Harrington. Op. cit.

¹⁰ В. И. Баранов. Возрастные этапы эволюции земного вещества. В сб. «Пути познания Земли». М., «Наука», 1971; Д. И. Мусатов. Радиологическое датирование кембрийской системы. В сб. «Стратиграфия докембрия и кембрия Средней Сибири». Красноярск. 1967; А. А. Полканов, Э. К. Герлинг. Применение К-Аг и Rb-Sr методов для определения возраста пород докембрия Балтийского щита. «Труды лаборатории геологии докембрия». М., Изд-во АН СССР, 1960.

¹¹ H. D. Hedberg. Chronostratigraphy and Biostratigraphy. «Geological Magazine», 1965, vol. 102, № 5; H. D. Hedberg. Stratigraphic Boundaries — A Reply. «Eclogae Geologicae Helveticae», 1970, vol. 63, № 2.

¹² C. H. Holland. Stratigraphical Classification. «Science Progress», 1964, vol. 59.

⁹ H. D. Hedberg. Stratigraphic Boundaries — A Reply. «Eclogae Geological Helvetiae». Basel. 1970, vol. 63, № 2; H. J. Harrington. Op. cit.

¹⁰ В. И. Баранов. Возрастные этапы эволюции земного вещества. В сб. «Пути познания Земли». М., «Наука», 1971; Д. И. Мусатов. Радиологическое датирование кембрийской системы. В сб. «Стратиграфия докембрия и кембрия Средней Сибири». Красноярск. 1967; А. А. Полканов, Э. К. Герлинг. Применение К-Аг и Rb-Sr методов для определения возраста пород докембрия Балтийского щита. «Труды лаборатории геологии докембрия». М., Изд-во АН СССР, 1960.

¹¹ H. D. Hedberg. Chronostratigraphy and Biostratigraphy. «Geological Magazine», 1965, vol. 102, № 5; H. D. Hedberg. Stratigraphic Boundaries — A Reply. «Eclogae Geological Helvetiae», 1970, vol. 63, № 2.

¹² С. Н. Holland. Stratigraphical Classification «Science Progress», 1964, vol. 52, № 207.

¹³ Цит. по книге Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., «Прогресс». 1964, стр. 170.

на наилучшее установление «истинного» времени с радиологическими методами. Но и для этих методов, так же как и для литологических и палеонтологических, по мере накопления большого материала выяснилось, что различные радиологические датировки также часто приводят к противоречащим друг другу результатам. В последнее время начинают распространяться палеомагнитные методы установления «истинного» времени.

Достаточно, очевидно, во-первых, что эволюция методов установления «истинного» времени отражает просто общее развитие всей науки, и, во-вторых, наибольший оптимизм в отношении каждого метода господствовал именно в эпоху малого количества материала.

Время Лейбница и его аналогия в геологии

В физике вместо ньютоновских понятий «истинного» времени и «истинного» пространства, существующих «независимо от чего-либо внешнего», были предложены понятия, определяемые через реальные наблюдаемые объекты и явления. Это было сделано Лейбницем и Риманом.

Согласно Лейбницу, время и пространство в отрыве от вещей — ничто; и то и другое определяется порядком вещей. Время определяется порядком событий, пространство — порядком тел. Для определения времени должен быть избран некоторый эталонный процесс, для определения пространства — эталонный материальный предмет. С того момента, как предмет избран в качестве эталона, мы утрачиваем возможность измерить его, установить его самоконгруэнтность (равенство самому себе) при переносе с одного места на другое, изменении ориентировки или внешних условий. Аналогичным образом, когда мы принимаем некоторый процесс в качестве эталона, мы утрачиваем возможность установить равенство одной его единицы другой (например, равенство любой предыдущей секунды любой последующей секунде). Самоконгруэнтность избранных эталонов длины и времени декретируется конвенцией¹⁴.

Не вызывает сомнений, что «истинное» время Хедберга, так же как и «истинное» время Ньютона, подлежит замене временем, определяемым через наблюдаемые вещи. Так как в геологии наблюдаются не сами события или процессы, а их результаты, то именно они и должны определять геологическое время.

В настоящее время высказывается ряд предложений такого рода. Например, предложено использовать понятие «практическая хроностратиграфическая единица»¹⁵, определяемое как реальное тело, которое выделяется по наблюдаемым признакам (в частности, по литологическим, палеонтологическим, радиологическим) и которое по договоренности между стратиграфами может быть принято за наибольшее возможное приближение к «идеальной» возрастной единице. Гораздо дальше пошли сторонники биохронологии¹⁶, для которых геологические тела, выделяемые по палеонтологическим признакам, и есть возрастные подразделения. Аналогия между биохронологией в геологии и временем Лейбница в физике очевидна.

Проводя аналогию геологического времени Хедберга с физическим временем Ньютона, а биохронологической концепции геологического вре-

¹⁴ Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., «Прогресс». 1964; А. Грюнбаум. Философские проблемы пространства и времени. М., «Прогресс», 1969.

¹⁵ J. Rodgers. Nature, Usage and Nomenclature of Stratigraphic Units: a Minority Report. «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1954, vol. 38, № 4.

¹⁶ О. Н. Шиндewolf. Stratigraphie und Stratotypus, «Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften und der Literatur».

¹⁴ Дж. Уитроу. Естественная философия времени. М., «Прогресс». 1964; А. Грюнбаум. Философские проблемы пространства и времени. М., «Прогресс», 1969.

¹⁵ J. Rodgers. Nature, Usage and Nomenclature of Stratigraphic Units: a Minority Report. «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1954, vol. 38, № 4.

¹⁶ О. Н. Шиндewolf. Stratigraphie und Stratotypus, «Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften und der Literatur». Mainz—Wiesbaden, 1970, № 2; Б. С. Соколов. Биохронология и стратиграфические границы. В сборнике «Проблемы общей и региональной геологии». Новосибирск. «Наука», 1971.

мени с временем Лейбница, необходимо оговорить следующее. И Ньютон и Лейбниц имели в виду метрические свойства физического времени. Мы же говорим, как будет показано далее, о топологических свойствах геологического времени. Противоречия, однако, не возникает, если сравнивать не свойства времени, а способы его определения. Действительно, допустив существование времени «самого по себе», приходится допустить и существование «саших по себе» его топологических и метрических свойств. Если же определять время через реальные процессы, то через реальные процессы должны определяться и его топология и метрика. Поэтому, говоря об аналогии, уточним, что мы проводим ее не между какими-то конкретными чертами (топологическими или метрическими) физического и геологического времени, а между способами их определения.

Критерии выбора эталона

Для того, чтобы оценить пригодность тех или иных реально существующих геологических объектов в качестве эталона геологического времени, обратимся опять к опыту физики. Здесь к выбору эталона времени подходят как к выбору исследовательского инструмента. Лучшим инструментом считается тот, использование которого приводит к наилучшим результатам при наименьших затратах: «Если в механике и астрономии мы выбрали наугад какую-то произвольную дефиницию времени, если мы определили как конгруэнтные интервалы, разделяющие восход и заход солнца во все времена года, скажем, на широте Нью-Йорка, то наше понимание механических явлений будет сопряжено с серьезными трудностями. Измерение с помощью новых временных стандартов покажет, что свободные тела не будут больше двигаться с постоянной скоростью, но станут испытывать периодические ускорения, которым нельзя будет, очевидно, приписать какую-либо определенную причину, и так далее. В результате нужно будет отказаться от закона инерции, а вместе с ним, по существу, и от доктрины классической механики вместе с законом Ньютона»¹⁷.

Именно такой неудобной величиной был «час времени» античности, составлявший одну двенадцатую часть дня от восхода до захода Солнца. От этого эталона времени пришлось отказаться. В качестве эталона в физике была принята средняя солнечная секунда, представляющая собой точно измеренную часть оборота Земли вокруг своей оси. Однако в последние десятилетия накопились многочисленные противоречия между результатами, предсказываемыми теорией небесной механики, и эмпирическими данными. Разрешить эти противоречия можно было, либо вводя сложные поправки в теорию, либо допустив неравномерность вращения Земли и отказавшись, таким образом, от солнечной секунды как эталона. Было принято решение пожертвовать эталоном в пользу простоты теории. В качестве нового эталона был принят период обращения Земли вокруг Солнца.

Попробуем подойти с тех же позиций к выбору эталона геологического времени. Рассмотрим две основные цели, для которых вводятся временные геологические понятия. Первой является восстановление геологической истории земной коры. Не менее важно установление структуры земной коры: в современной геологии принято расчленять пространство на тела, связанные внутри себя отношением одновозрастности, а с другими телами — отношениями разновозрастности.

Важнейшую информацию о событиях геологического прошлого в органическом и неорганическом мире доставляют нам литологические и палеонтологические признаки. Поэтому представляется целесообразным

Попробуем подойти с тех же позиций к выбору эталона геологического времени. Рассмотрим две основные цели, для которых вводятся временные геологические понятия. Первой является восстановление геологической истории земной коры. Не менее важно установление структуры земной коры: в современной геологии принято расчленять пространство на тела, связанные внутри себя отношением одновозрастности, а с другими телами — отношениями разновозрастности.

Важнейшую информацию о событиях геологического прошлого в органическом и неорганическом мире доставляют нам литологические и палеонтологические признаки. Поэтому представляется целесообразным выбирать эталон геологического времени среди объектов, выделяемых

¹⁷ А Г р ю н б а у м Философские проблемы пространства и времени, стр 87.

именно по этим признакам. В качестве возражения против использования литолого-палеонтологических эталонов могут быть выдвинуты общие соображения о возможной нерегулярности определенного таким образом геологического времени по причине избирательного захоронения, выщелачивания, случайности обнаружения окаменелостей, трансгрессии фаций и биотопов, искажения последовательности напластования в результате тектонических движений и т. д. Однако эти возражения не могут быть аргументом в пользу радиологического эталона, так как и результаты процессов радиоактивного распада могут искажаться за счет привноса или выноса дочернего или материнского изотопов. В обоих эталонах эти искажения одинаково неустановимы до определения времени.

Нерационально определять время по радиологическим признакам и для целей структурных построений: ведь в этом случае мы вынуждены были бы вопреки закону Стено считать пласты, имеющие большие цифры радиологических дат, более древними, даже если бы они занимали в нормальной стратиграфической последовательности более высокое положение. «Изохроны» при таком определении времени имели бы прихотливые очертания, находились бы в сложных, нерегулярных отношениях со стратиграфической последовательностью и геологической структурой земной коры. Временные подразделения при таком определении не выполняли бы той функции, которую они выполняют в современной геологии, они не были бы столь важной и полезной структурной характеристикой. Понятно, что геологическая практика отказалась от использования радиологических возрастных подразделений как непроверяемых, верных по определению¹⁸. Эти данные были признаны пригодными лишь при условии непротиворечия литологическим и палеонтологическим данным.

Целесообразно при определении геологического времени принять за основу литологические и палеонтологические свойства. Для большинства возрастных подразделений при таком определении времени можно установить простые, однозначные соотношения с геологической структурой. Эти отношения будут даже более простыми, чем линейные, это будут отношения совпадения. Именно к такому определению подводит геология всем ходом своего развития, именно такие возрастные подразделения и выделяются на всех геологических картах. Они должны быть освобождены лишь от оттенка неполноценности, «недостаточной обоснованности» и узаконены как верные по определению. Стремление установить их соответствие «истинному» времени следует расценить как бесплодное теоретизирование, что соответствовало бы тому уровню, который физика миновала еще в XVII веке.

Топология геологического времени

При определении времени на основе палеонтологических и литологических признаков отношения разновозрастности пластов одного и того же разреза и отношения разновозрастности пластов разных разрезов устанавливаются различным образом. Определение отношений разновозрастности, точно так же как и определение отношений разновременности одномоментных событий в физике, просты, однозначны и не вызывают разногласий: они устанавливаются путем непосредственных наблюдений стратиграфического положения «выше» и перевода этого отношения в отношение «моложе». Так же как и в физике при синхронизации разно-

¹⁸ Б. С. Соколов. Биохронология и стратиграфические границы. В сборнике

Топология геологического времени

При определении времени на основе палеонтологических и литологических признаков отношения разновозрастности пластов одного и того же разреза и отношения разновозрастности пластов разных разрезов устанавливаются различным образом. Определение отношений разновозрастности, точно так же как и определение отношений разновременности одностепенных событий в физике, просты, однозначны и не вызывают разногласий: они устанавливаются путем непосредственных наблюдений стратиграфического положения «выше» и перевода этого отношения в отношение «моложе». Так же как и в физике при синхронизации разно-

¹⁸ Б. С. Соколов. Биохронология и стратиграфические границы. В сборнике «Проблемы общей и региональной геологии». Новосибирск «Наука», 1971, А. И. Жамойда. Состояние и основные задачи стратиграфических исследований в СССР. В сборнике «Геологическое строение СССР», т. 1, Стратиграфия. М., «Недра», 1968.

местных событий, сложности возникают при синхронизации пластов разных разрезов. При синхронизации и в геологии и в физике приходится принимать далеко не очевидные аксиомы. Аксиомы, используемые в настоящее время в геологии, приводят к противоречиям. Действительно, если, согласно закону Смита, из сходства палеонтологических признаков у пластов разных разрезов следует геологическая одновозрастность, то нередко приходится делать выводы такого рода: по фораминиферам свита одновозрастна миоценовым толщам, а по моллюскам — олигоценным. Очевидно, действие закона Смита должно ограничиваться такой системой признаков, которая не приводит к противоречиям. Можно ввести это ограничение следующим образом: для любой пары признаков a и b этой системы отношения между телами, обладающими этими признаками, должны быть одинаковыми во всех разрезах — либо a везде выше b , либо наоборот. Тогда сходство по этим признакам можно интерпретировать как одновозрастность, несходство — как разновозрастность. При установлении отношений «моложе» или «древнее» для разновозрастных тел следует использовать закон Стено. Такая система будет свободной от противоречий.

Для некоторых случаев, по-видимому, возможно построение множества непротиворечивых систем по одному и тому же исходному материалу. Необходимо поэтому предложить критерий выбора единственной непротиворечивой системы из множества возможных. Таким критерием, в полном соответствии с требованиями практики, можно считать наибольшую детальность расчленения. Наибольшую детальность расчленения одного и того же фрагмента геологического пространства будет, по-видимому, обеспечивать система, содержащая наибольшее число признаков и поэтому разбивающая пространство на наибольшее число подразделений.

Заметим, что всем выдвинутым нами критериям могут удовлетворять не только палеонтологические, но и литологические признаки. Поэтому не следует ограничивать конструкцию геологического времени до узко биохронологической. Исходный материал должен выбираться из числа всех тел любой специализации, выделенных в исследуемом фрагменте геологического пространства. При работе на небольших территориях большинство признаков, удовлетворяющих выдвинутым требованиям, будет литологическим. При расширении изучаемой территории литологические признаки, как это хорошо известно, обнаруживают тенденцию к повторению в разрезе, они перестают удовлетворять требованию « a всегда выше b » и постепенно выбывают из игры. При приближении размеров территории к размерам континента или планеты в целом литологические признаки за малым исключением (джеспилиты, доломиты, писчий мел и некоторые другие) совсем перестают участвовать в определении геологического времени, которое полностью превращается в биохронологическое.

Тела, выделенные по возрастному признаку, различаются лишь по положению в последовательности напластования. Положение в последовательности есть свойство, инвариантное при топологических преобразованиях. Можно говорить поэтому, что, введя описанным выше способом определение геологического времени, мы дали только характеристику топологии этого времени.

Метрика геологического времени

Введение метрики во временную геологическую последовательность представляется очень полезным. В этом случае мы смогли бы говорить не только о том, какое из тел моложе, а какое древнее, но и насколько

Метрика геологического времени

Введение метрики во временную геологическую последовательность представляется очень полезным. В этом случае мы смогли бы говорить не только о том, какое из тел моложе, а какое древнее, но и насколько моложе, во сколько раз древнее, смогли бы внести «меру и число» во все историко-геологические построения.

Известны многочисленные попытки метризации геологического времени. Попытка ввести метрику в форме масштаба мощностей оказалась непригодной, так как мощность отложений, заключенных между одними и теми же возрастными границами, зачастую меняется от разреза к разрезу настолько существенно, что не сохраняется даже порядок ее величин. Следует признать неудачной и попытку использования радиологических данных для превращения возрастной геологической последовательности в метрическую шкалу. Как мы видели, границы, проведенные на основании радиологических данных, могут пересекаться с границами, одновозрастными по литолого-палеонтологическим данным. Другими словами, совместное использование и тех и других данных приводит к противоречию уже в топологической модели. Представляется допустимым использовать для метризации некоторой последовательности только то, что топологически ей не противоречит.

Можно было бы предложить в качестве метрических эталонов геологического времени некоторые подразделения уже построенной топологической временной последовательности. В частности, стоит подумать об использовании биостратиграфической зоны (при зональном расчленении разрезов) в качестве эталона какого-либо ритма в ритмично-слоистых последовательностях. Как и при построении топологических характеристик геологического времени, критерием выбора метрического эталона должна служить практическая полезность.

Итак, философские проблемы геологического времени оказались такими же, как и философские проблемы физического времени, которые стояли когда-то перед физикой. Примечательно, что так же, как и в физике, выход из создавшегося положения геологи пытаются найти в гносеологическом анализе категории времени. Не исключено, что именно на этом пути будет найдено решение проблемы времени в целом.
