

УДК 525

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ АКТУАЛИЗМА В ГЕОЛОГИИ

А.Н.ПАВЛОВ, Л.А.КОСТЮК

Об актуализме в геологии написано довольно много. И уже одно это обстоятельство свидетельствует о том, что вопрос является не только сложным, но и чрезвычайно важным. По существу он касается оснований геологии как науки. Следует отметить, что в последние годы вопрос об основаниях наук перестал быть только философским, он становится конкретным и требует четкого и специализированного ответа. И если геология — это наука о строении Земли, ее происхождении и развитии, то следует ясно определить, на какие истины она опирается, истины в смысле неких утверждений, не противоречащих общему уровню современного знания, но являющихся фундаментальными для развития именно геологии. К сожалению, современная геология ничего другого, кроме идей актуализма, в этом смысле предложить не может. Актуализм же далеко не современная концепция в историческом плане. Однако вопрос о его современности или несовременности решается в зависимости от того, каким образом он трактует геологическое пространство — время.

Актуализм — это форма объяснения процессов геологического прошлого путем сравнения геологических явлений отдаленных эпох истории Земли с современными, для чего среди последних отыскиваются аналоги древних. Таким образом, очевидно, что принцип актуализма не может быть реализован, т.е. не может использоваться как метод без определенных пространственно-временных представлений. Во-первых, следует понять, что такое геологическое пространство, и определить его свойства, во-вторых, определить геологическое время и соотношение, точнее, связь времени с пространством. Действительно, если это пространство на протяжении геологической истории Земли не меняется и масштаб времени также остается постоянным, интерпретация и реконструкция геологических событий прошлого будет осуществляться практически по униформистской схеме и основная задача геологии может быть сведена к изучению современных геологических процессов, поскольку только знание этих процессов позволит заниматься геологией. К сожалению, мы чаще думаем, что знаем современные геологические процессы, чем знаем их действительно, во всяком случае на том уровне, которого требует современное развитие науки. Если же на протяжении геологической истории пространство и время существенно меняются, например, сжимаются их масштабы, и они влияют друг на друга, то реконструировать геологические события без учета этого обстоятельства, разумеется, нельзя.

Уже в эпоху Возрождения (XVI-XVII вв.) соответствующие высказывания и объяснения отдельных явлений, происходивших в прошлом, на основе аналогии с современными мы находим у Леонардо да Винчи, который считал, что окаменелые остатки животных и растений - следы прошлой жизни, а не "игра природы". Первые фундаментальные законы геологии были сформулированы Н.Стеноном (1669), хотя осознание его выводов как законов пришло значительно позже. Его принцип "ниже - выше" определил основное стратиграфическое положение "раньше - позже", а идея вторичности нарушений горизонтального напластования легла в основу последующих геотектонических концепций. И хотя от Н.Стенона до Ж.Бюффона и Д.Геттона, заложивших первые основы актуализма, было еще далеко, стеноновские разработки в какой-то мере предопределили появление актуализма и характер его развития, внеся в геологию конкретные идеи пространственно-временной относительности. Это обстоятельство звучит несколько парадоксально, если не забывать, что во времена Стенона физика опиралась на понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, а геометрические представления были ограничены евклидовой геометрией. Напомним, что абсолютное пространство рассматривалось как некий пустой ящик, который безотносительно к чему бы то ни было внешнему всегда одинаков и неподвижен, а материальные тела и физические явления в него вложены. Время же есть независимая от пространства и материальных тел характеристика, обозначающая равномерно протекающую длительность. Однако в эпоху Стенона был известен и принцип относительности Галилея, который означал равноправность состояния покоя и равномерного прямолинейного движения, т.е. делал несбыточным неподвижность абсолютного пространства. Трудно сказать, как ко всему этому относился Стенон, скорее всего он разделял эти представления, тем более, что в рамках классической механики, на которую, безусловно, опирались стеноновские геологические разработки, абсолютизация пространства и времени была приближенно верна.

Но здесь есть один нюанс, о котором Стенон не мог подозревать и который стал просматриваться значительно позже, по мере развития геологии как науки. Классическое пространство - время удовлетворительно "работает" на небольших временных интервалах, когда геоцентрическая система отсчета, используемая в геологии, смещается незначительно и может приближенно считаться инерциальной. Однако при геологических реконструкциях и построении ретроспективных геологических схем с этим обстоятельством вряд ли можно смириться, и здесь остро встает вопрос о синхронизации "геологических часов", причем синхронизации, разумеется, не в геоцентрической системе, а в иной системе, которая может рассматриваться как инерциальная.

В геологических палеорекострукциях есть еще один важный момент: человек не может представить себе отрезки времени в миллионы и сотни миллионов лет, и чрезвычайно медленные процессы для нас так же психологически непостижимы, как и чрезвычайно быстрые. Поэтому при наших реконструкциях возможен некий эффект информационного ускорения, который еще совершенно не изучен. Но все это геологи стали понимать совсем недавно. Стенон же своим принципом "ниже - выше" вывел геологию к пониманию единства геологи-

ческого пространства и времени, показав, что вертикальная координата z , если не полностью тождественна координате времени, то во всяком случае теснейшим образом с ней связана через процесс осадкообразования. Но в XVI в. это обстоятельство еще не было осознано.

Крупнейшим событием в истории развития геологии как науки был выход в свет двухтомного труда шотландского ученого Ч. Лайеля «Основы геологии, или попытки объяснить древние изменения поверхности Земли действующими и сейчас процессами» (1830–1833), который послужил началом нового этапа развития актуализма. Приняв гипотезу униформизма (первоначально зародившуюся «на плечах катастрофизма» Ж. Кювье), Ч. Лайель тем самым сделал историю Земли познаваемой.

Большая заслуга Ч. Лайеля состоит в том, что он, применив теорию униформизма, сумел сформулировать очень важные законы геологического развития, базировавшиеся на трех основных принципах:

- 1) однообразия – все процессы, меняющие облик земного шара, постоянны во времени;
- 2) непрерывности – силы, определяющие развитие Земли, действуют медленно, но непрерывно;
- 3) суммирования – малозаметные изменения за длительный период непрерывного действия приводят к большим переменам без дополнительных катастроф.

Эти принципы, абсолютизовавшие эволюционную сторону развития, и были положены в основу метода актуализма, используя которые исследователь природы наблюдаемые факты рассматривает как причины, с помощью которых можно истолковать тайны минувшего [6].

Несмотря на недостатки и ошибки, которые, впрочем, не только возможны, но и неизбежны в процессе познания явлений природы, униформистская концепция Ч. Лайеля – реставрация геологических событий прошлого, базирующаяся на утверждении «сегодня, как всегда, и всегда, как сегодня», – на определенном этапе развития геологии сыграла огромную прогрессивную роль и поэтому получила свое дальнейшее обоснование и развитие. Когда стало ясно, что «сегодня не совсем так, как всегда», принцип униформизма был преобразован в привычную для нас форму: «настоящее есть ключ к познанию прошлого», т.е. в ту, которую сегодня принято считать методом актуализма [7].

Однако сведение метода актуализма к такой упрощенной формуле мало что дает. Оно лишь показывает, что униформистские реконструкции недостаточны, что они позволяют лишь как-то ориентироваться в геологической истории Земли, но не позволяют достоверно ее воспроизвести, достоверно в том смысле, чтобы воссоздать наблюдаемые геологические структуры без вариантов.

Основная ошибка многих геологов состоит в том, что они не делают различия между актуализмом как принципом и как методом. Принцип – это, вообще говоря, постулат. И здесь даже нельзя говорить, принимаем мы его или не принимаем. Мы вынуждены его принимать, потому что отказ от него –

это лишь декларация, не дающая ничего взамен. Как только мы обращаемся к геологическим процессам, мы ищем аналоги настоящего в прошлом. И обсуждение актуализма как принципа напоминает дискуссии о параллельных в евклидовой геометрии и о принципе выбора в теории множеств. Актуализм как метод — это совсем другое, это пропись действий в конкретной геологической работе, это некий алгоритм. Скорее всего здесь следует говорить не о методе, а о методах, так как в геологических приложениях такие прописи будут различными, хотя основа любой из них должна быть общей.

Считается, что эта общность состоит в следующем [9]:

1. Современные геологические процессы доступны непосредственному наблюдению и анализу, изучение их в динамике возможно с учетом особенностей воздействия различных факторов. Это позволяет внедрять в геологические исследования точные количественные методы.
2. Современные процессы можно изучать в их неразрывной связи, взаимодействии, что невозможно по отношению к процессам прошлого, о которых доходит разрозненная и, как правило, измененная в ходе геологической истории информация.
3. Изучение современных геологических процессов может в определенной степени заменить эксперимент.
4. Сравнение следов геологического прошлого с результатами современных процессов необходимо не только при их хорошем сходстве, но и при существенных отличиях.

Встречаются и конкретные схемы применения метода актуализма [2, 3]. Однако они далеки от совершенства. Трудности при создании таких схем

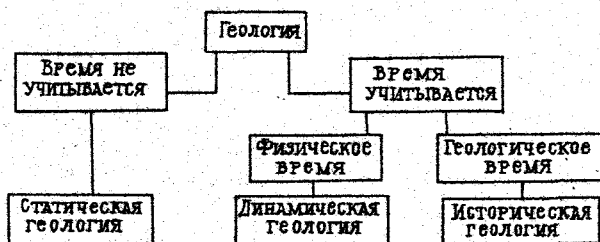


Рис.1. Основные направления современной геологии

связаны, на наш взгляд, с тем, что до сих пор не решена главная, пространственно-временная проблема. Авторы понимают, что в этой статье проблему не решить, но ставить ее, безусловно, необходимо.

Для начала такого разговора очень удобно воспользоваться схемой Ю.А.Косыгина и В.А.Соловьева [4] (рис.1)

Статическая геология исследует элементы объекта и их отношения только на данный, фиксированный момент времени. Это связано с тем, что в процессе наблюдений в ряде случаев не представляется возможным произвести оценку изменений как свойств элементов, так и отношений между ними. Если эти изменения и наблюдаются, то они настолько несущественны, что ими вполне можно пренебречь. Говоря о том, что геологический объект может не меняться во времени, рассматривают только пространственные отношения между его элементами, «изучают только строение, подобно тому, как можно изучать здание, не задумываясь над тем, в каком порядке укладывались детали при его постройке» [1, с.7].

Динамическая геология изучает изменения геологического объекта и поэтому предметом изучения становится не столько сам объект, сколько процессы, преобразующие или перемещающие его. Методы динамической геологии соответствуют методам физики, химии, механики и другим формально разработанным областям знаний, приложенным к природным объектам. Как и в статической геологии здесь используется евклидово пространство (разной мерности — от одномерного до многомерных), а время физическое (как параметр длительности, имеющий в уравнениях разный знак^x).

По существу, актуализм и как принцип, и как метод к этим двум разделам геологии не имеет никакого отношения. Он нужен лишь третьему, возможно, важнейшему разделу — исторической геологии, с которой так или иначе связано решение главных теоретических и народнохозяйственных задач геологии.

Историческая геология занимается ретроспективным изучением геологических объектов разных масштабов: от небольших тел до Земли в целом. Ретроспективные исследования — это особый класс задач, решение которых заключается в реконструкции отношений последовательности (исторических связей), отношений причинно-следственных (генетических связей) и отношений родства (эволюционных отношений). Очевидно, что эти решения опираются на принцип и метод актуализма. И здесь геолог не может обойтись без таких понятий, как геологическое пространство и геологическое время.

Начать, наверное, следует с времени, поскольку сегодня для геологов стало ясным, что все датировки геологических событий связаны с конкретными процессами и множественность процессов определяет множественность времен: любой процесс — это часы, и каждая такая часы имеет свой ход. Естественно, что в этой ситуации вопрос о синхронизации геологических часов становится основным. В физике синхронизация предполагает теоретически довольно простую процедуру [8]. От точки, в которой расположены часы, показывающие время t_0 , посылается сигнал, например, в точку 1, находящуюся на известном расстоянии r_{01} от точки отсчета. Скорость сигнала v известна. Время, за которое данный сигнал достигает точки 1 ($t_1 = r_{01} / v$), и должны показывать часы в точке 1. Релятивистская физика для синхронизации использует световой сигнал, хотя в принципе сигнал может быть любым.

Как же обстоит дело в геологии, каким сигналом мы пользуемся при построении относительной геохронологической шкалы? Насколько нам известно, вопрос в такой плоскости еще не ставился, но ставить его следует и именно таким образом. Мы должны понять физику наших действий в области датировок геологических событий, иначе наши ретроспективные геосторические схемы становятся весьма сомнительными.

В геологии основным сигналом, который используется для синхронизации часов, является эволюция органического мира, при этом скорость эволю-

^x Время можно прибавлять и отнимать.

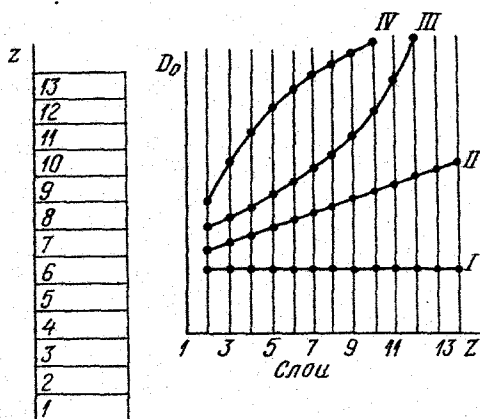


Рис. 2. Гипотетическая схема исследования скорости эволюции
 1, 2, 3 ... - номера слоев с конкретной фауной;
 I-IV - варианты изменения порогового значения дискриминантной функции по разрезу (при заданной статистической)

кование принципа актуализма достаточно для синхронизации геологических часов.

Однако положение, на наш взгляд, не так уж безнадежно, как кажется с первого взгляда. Накопленный к настоящему времени богатейший палеонтологический материал при соответствующей математической обработке опорных разрезов может существенно помочь делу. Вообразим себе один из опорных разрезов с хорошо представленной фауной и с хорошо сохранившимися у нее, скажем, видовыми или родовыми и так далее признаками (рис. 2). Имея в каждом слое m особей с k признаками, можно, используя дискриминантный анализ, сравнить последовательно слои I-2; I-3; I-4; I-5 и т.д. [5]. Получив пороговые значения функции D_0 , следует проследить ее изменение по координате z . Здесь могут быть разные варианты: I - эволюции нет; II - линейная эволюция; III - убаыстряющаяся эволюция; IV - замедляющаяся эволюция. Возможны и более сложные варианты. Конечно, один разрез мало что дает. Но широкие исследования такого рода (не обязательно, разумеется, с помощью дискриминантного анализа), на наш взгляд, должны дать хорошие результаты. Полностью трудности здесь не исчезают, но мы начинаем изучать эволюцию функционально.

Нетрудно видеть, что на приведенном рисунке нет шкалы времени, вместо нее приводится координатная ось z . Нам не оторвать процессы (как инструмент измерения времени) от пространства, у нас нет возможности говорить об эволюции вне пространственных координат. Поэтому, вообще говоря, трудно сказать, к чему относятся варианты I-IV - к эволюции рассматриваемой фауны или к эволюции пространства. В случае I - оно не меняется, в случае II - равномерно сжимается, в случае III - сжимается ускоренно, в случае IV - расширяется.

ции v_0 считается постоянной во всех точках земного шара и на всем протяжении истории биосферы ($v_0(x, y, z, t) = const$). Сейчас мы знаем, что это совсем не так. С момента, когда мы поняли, что $v_0(x, y, z, t) \neq const$, вся геохронология, вообще говоря, рухнула. Мы только боимся себе в этом признаться, потому что невозможно признать, что все созданное предшествующими поколениями геологов вдруг утратило определенность и ясность. Эту ситуацию легко отрицать, если не понимать, что только при $v_0 = const$ мы можем себе позволить не знать численного значения v_0 и только тогда современное тол-

Вероятно, говоря о геологическом пространстве, мы должны иметь в виду не некоторый ящик, в который помещены геологические объекты, а сами объекты, но не в статике, а в их онтогении. Таким образом, геологическое пространство не индифферентно к геологическим телам и к тому, что с ними происходит. Мы не можем разделить для них пространство и время и рассматривать тела вне процессов. А это значит, что если мы принимаем постоянной шкалу времени ($v_0 = \text{const}$) и тем самым получаем право на построение геохронологических шкал, то мы должны всегда помнить, что геологические тела, олицетворяющие геологическое пространство, постоянно деформируются в своих параметрах (причем в разных параметрах по-разному). Иными словами, точки этого пространства, время для которых мы пытаемся синхронизировать, являются подвижными, что сводит на нет наши попытки синхронизации часов. Вот маленький пример: наблюдается разогрев геологического тела и синхронизация часов как процесса разогревания становится невозможной, так как эта точка со своими часами уплывает в область высоких температур. Если же мы решим геологические тела рассматривать в статике, т.е. мысленно поместим их в некоторый пустой ящик и тем самым закрепим тела на определенных местах по всем параметрам, то окажется, что от любого начала синхронизации часов (например, от сегодняшнего дня в данной точке) в каждом направлении эволюционный сигнал будет разным и до тех пор, пока скорость этого сигнала будет нам неизвестна, ни о какой синхронизации не может быть речи.

Таким образом, рассматривая принцип актуализма как один из геологических постулатов, следует сказать, что актуализм как метод плодотворно может использоваться только при решении пространственно-временной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин Ю.А., Еганов Э.А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, Наука, 1974.
2. Высоцкий Б.П., Французова Н.П. Об актуализме и его философском анализе. - Литология и полезные ископаемые, 1970, № 5.
3. Комарова Г.Г., Кондратьев А.А. Актуализм как метод научного познания и его роль в геологии. - В кн.: Философские вопросы геологии. Межвуз. сборник, вып. 115 (4). Свердловск, изд. СГИ, 1974.
4. Косыгин Ю.А., Соловьев В.А. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. - Изв. АН СССР, сер. геол., 1969, № 6.
5. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии. М., Мир, 1969.
6. Лавель Ч. Основные начала геологии и новейшие изменения Земли и ее обитателей. М., 1866. Т. 1, 2.
7. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. Л., Недра, 1977.
8. Угаров В.А. Специальная теория относительности. М., Наука, 1977.
9. Французова Н.П., Павлинов В.Н. Актуализм и его место в геологических исследованиях. - Изв. вузов. Геология и разведка, 1968, № 3.