

АКТУАЛИЗМ И МЕТОД АНАЛОГИЙ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕТРОСПЕКЦИЯХ

© 2013 г. В. В. Черных

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: chernykh@igg.uran.ru*

Поступила в редакцию 24.02.2013 г.

Метод аналогий указан как наиболее часто используемый прием при межвременной экстраполяции геологических знаний. Логические умозаключения с помощью метода аналогии, лежат в основе получения опосредованного знания. Любое утверждение, опосредующее единичное знание в знание общее, имеет вероятностное содержание. С этой точки зрения, гипотетичность заключений при решении геологических задач методом экстраполяции по аналогии не является спецификой актуалистического подхода и не может служить основанием для его критики. Приведены примеры использования разных форм аналогии в биостратиграфии, фациальном и формационном анализах. Показано, что представление осадочных формаций как системно организованных объектов создает предпосылки использования метода строгой аналогии для экстраполяции геологических знаний во времени.

Ключевые слова: *принцип актуализма, простая и строгая аналогии, межвременные экстраполяции, системный подход, формационный анализ.*

1. Геология, одна из фундаментальных естественных наук, объединяет целый комплекс научных дисциплин и методов, имеющий общий объект исследования – планету Земля. Принцип и метод познания геологического прошлого, использующий данные изучения современных геологических процессов, получил название актуализма.

Актуалистический подход к изучению геологических объектов первоначально был использован в фациальном (сравнительно-литологическом) анализе. Несмотря на различное толкование понятия “фа́ция”, все исследователи сходятся во мнении, что между физико-географическими условиями, с одной стороны, характером осадков (пород) и особенностями их площадного распространения – с другой, существует определенное соответствие, которое может быть детально изучено и проанализировано на примере современного осадконакопления. Подобный анализ, направленный на выявление устойчиво сохраняющихся (закономерных) связей между обстановками осадконакопления, литологическими особенностями отложений и характером их взаимопереходов в пределах площади бассейна, получил название фациального. Исходя из предположения, что вскрытые закономерности в наиболее общих чертах сохраняются в течение геологически значимых промежутков времени, фациальный анализ применяется для палеогеографических реконструкций, прогнозных заключений о возможности и перспективах обнаружения полезных ископаемых и т.п.

С момента зарождения концепции актуализма и до настоящего времени существуют противополож-

ные оценки эффективности актуалистического подхода к решению геологических задач. Сторонники такого подхода приводят многочисленные примеры удачных прогнозов локализации россыпных месторождений полезных ископаемых, сделанных на основе знаний об особенностях распределения русловых и террасовых отложений современных рек, указывают на возможность использования закономерностей формирования современных торфяников при прогнозе продуктивности отложений древних угленосных бассейнов и т.д., и т.п.

Противники фациальных исследований на актуалистической основе отмечают в них недостаточный учет эволюции геологических процессов во времени, с чем связаны “неповторимые условия седиментации со своеобразной физико-химической средой осадконакопления, не сходной с современной ...” [4, с. 9]. Они приводят не менее убедительные примеры неудач в использовании актуалистического подхода при решении частных геологических задач и подчеркивают, что актуалистические ретроспекции неточны, а получаемые при этом выводы излишне гипотетичны. В качестве альтернативы актуалистическому предлагается формационный подход, который подробно обсуждается в соответствующем разделе данного сообщения.

В настоящей работе мы хотим показать, что традиционные аргументы в защиту актуалистического метода, как и его дискредитация, часто не достигают поставленной цели, так как в том и другом случаях в качестве критерия оценки взяты точность и однозначность получаемых этим методом результатов.

2. Все первоначальные сведения о геологических процессах и событиях мы получаем из наблюдений за их аналогичными проявлениями на современной нам планете Земля. Это отправная точка и единственная основа для формирования представлений о геологических феноменах, которые мы используем для изучения истории Земли от момента ее возникновения до настоящего времени. В этой связи вопрос о том, плох или хорош актуалистический подход в получении геологического знания, обсуждать бессмысленно, потому что другого подхода просто нет.

Геолог обладает, так сказать, априорным знанием этого фундаментального подхода, не зная его точного смысла, не обсуждая ежедневно. Актуалистический подход составляет основу научного мышления геолога, но имеет довольно отдаленное отношение к его повседневной работе. Доказывать, что в основе наших представлений о геологических процессах лежат актуалистические знания – значило бы ломиться в открытую дверь. Обсуждать можно другой вопрос: как свести к минимуму потери достоверности ретроспективных заключений и выводов, получаемых на актуалистической основе. Ответ на этот вопрос неминуемо приведет нас к необходимости экспликации содержания метода, установления границ и условий применимости актуалистического подхода и проверки получаемых результатов [1]. Известная формулировка “настоящее – ключ к познанию прошлого” слишком обща, она не раскрывает логической структуры межвременных переходов и ничего не говорит о процедурных особенностях актуалистических сопоставлений. “Имеющиеся формулировки принципа актуализма не отвечают на вопрос о том, каким образом можно реализовать на практике перенос знаний и тем более на вопрос, как оценить достоверность получаемых при этом результатов” [7]. В цитируемой работе приведено и наиболее полное описание структуры ретроспективных построений. Мы в настоящей заметке дадим лишь общую оценку межвременных экстраполяций и более детально рассмотрим получение ретроспективных знаний методом аналогий.

Итак, актуализм как метод решения геологических задач, связанных с ретросказанием, может рассматриваться в рамках более широко понимаемого подхода, используемого для межвременной экстраполяции знаний.

Наиболее надежным средством межвременных экстраполяций знаний считается закон [17]. Неизменность закона – априорное методологическое допущение, необходимое для научных исследований [8]. Можно понять желание специалистов-геологов использовать законы, дающие возможность установления однозначных причинно-следственных связей между интересующими явлениями или признаками. Однако использование умозаключений,

опирающихся на законы детерминистского толка, встречается при решении геологических задач понятные трудности. Так, в любом случае возникает необходимость предварительного выяснения конкретных условий и обстановок прошлого для корректного применения законов физики, химии и биологии, на которых обычно и опираются выводы в геологии. Именно многообразие и неопределенность возможных условий, установление которых должно предшествовать применению детерминистских законов, неизбежно приводит в геологии к неоднозначным заключениям.

Приведем пример, иллюстрирующий такой итог использования актуалистического знания, опирающегося на действие закона силы тяжести, в палеогеографических реконструкциях.

В соответствии с действием силы тяжести (наличие которой постулируется в любое сколь угодно отдаленное время) распределение терригенного материала на дне бассейна должно следовать известной закономерности: крупнообломочный осадок вблизи береговой линии по мере движения в сторону углубления бассейна должен сменяться все более мелкоразмерным обломочным материалом. Об этом говорится в любом учебнике по общей геологии. Однако из-за многообразия конкретных обстановок осадконакопления эта закономерность в современных условиях реально наблюдается далеко не во всех случаях [24]. Таким образом, современное (по-видимому, и в более отдаленное время) распределение обломочных отложений следует закону вероятностным образом. Не исключено, что неопределенность в исходных геологических посылках переводит любые ретроспективные заключения, базирующиеся на использовании законов, в вероятностные суждения. Естественно, что попытка подменить их однозначными выводами будет вызывать противоречия в увязке полученных таким образом данных. Осознание этой особенности геологических ретроспекций сняло бы остроту многих перманентных споров в геологии, направив их в русло оценки вероятности тех или иных заключений.

В последнее время исследователи все реже прибегают к использованию актуалистических моделей, которые предполагают установление одной причины, объясняющей происхождение изучаемого объекта или явления, и все чаще обращаются к рассмотрению более сложных сценариев, включающих действие нескольких совместно действующих причин [13]. Этот прием позволяет повысить достоверность ретроспективных выводов, но и в этом случае сохраняется их неопределенность. По-видимому, вероятностное восприятие развития геологических событий прошлого является необходимым атрибутом мировосприятия геолога.

Таким образом, использование законов для получения ретроспективных знаний в геологии встре-

чает известные трудности, связанные с необходимостью предварительного выяснения конкретных условий и обстановок для корректного применения законов физики, химии и биологии. Именно по этой причине, при решении большинства геологических задач приходится прибегать к менее строгим средствам для актуалистических экстраполяций, основанных на логических умозаклчениях типа индукции, дедукции и различных формах аналогий. Несмотря на то, что использование аналогии предполагает тесное взаимодействие с другими формами логических умозаклчений, в ретроспективных построениях отчетливо преобладает аналогическая составляющая. По этой причине в дальнейшем для простоты речь будет идти главным образом об актуалистических экстраполяциях по аналогии¹.

3. Всякое умозаклчение по аналогии основано на подобии, сходстве или тождестве сравниваемых предметов (явлений, процессов). Замечая общность между какими-либо объектами в некоторых их признаках, мы предполагаем их сходство и по другим признакам. Необходимость таких сопоставлений в общих чертах ясна: очень часто (а для объектов прошлого – всегда) интересующий признак не может быть изучен с требуемой полнотой либо из-за недоступности самого объекта, либо из-за технических трудностей. Не следует думать, что обращение к методу аналогий характерно лишь для тех отраслей знаний, которые подобно геологии не достигли достаточной теоретической зрелости, чтобы опираться при экстраполяциях на законы. Даже в столь строгой области знаний, какой является физика, исследователь не имеет возможности выполнить бесконечное количество экспериментов со всеми мыслимыми физическими телами. Полученные на ограниченном числе объектов заключения распространяются на все объекты того же класса методом аналогии и, следовательно, будут в какой-то мере вероятностными. Точно так же поступает и генетик, изучающий кариотип клетки некоторого организма. Установленные на небольшой части клеток данные он распространяет не только на изученный индивидуум, но и на все особи данного вида методом аналогии, что опять-таки вносит вероятностное содержание в сделанные им выводы.

По-видимому, справедливо общее утверждение: логические умозаклчения, полученные с помощью метода аналогии, лежат в основе любого опосредованного знания. Отсюда следует ряд выводов, представляющих интерес в связи с рассматриваемой темой. Во-первых, любое общезначимое утверждение, опосредующее единичное зна-

ние в знание общее, имеет вероятностное содержание. С этой точки зрения, неопределенность заключений при решении геологических задач методом экстраполяции по аналогии не является специфической актуалистического подхода и не может служить основанием для его критики. Во-вторых, заключения, к которым приходит исследователь при изучении единичных объектов, получают статус общенаучного суждения в том случае, когда они могут быть распространены на весь класс подобных или тождественных объектов. Этот последний вывод вскрывает тесную связь между методом аналогии и классификацией. Связь, несомненно, двустороннюю: с одной стороны, сама процедура классифицирования не может обойтись без привлечения аналогии, а с другой – именно классификация закрепляет знание, полученное при сопоставлении единичных предметов, делая его всеобщим, распространяя на класс объектов в целом, и тем самым открывает возможности для применения более строгих форм аналогии.

4. По степени очевидности, с которой мы допускаем возможность проведения аналогий, можно условно рассматривать два крайних случая.

Первый случай – легких аналогий – когда упускается из виду даже сама операция аналогии, касается, например, нашей убежденности в том, что между химическими элементами современности и докембрия нет совершенно никакой разницы, и веры в то, что все химические реакции далекого прошлого могут быть установлены на основании наших актуалистических знаний. Та же вера лежит в основе представлений о неизменности облика субконтинентальных фаций и природе их генетических связей с внешними условиями. На тех же основаниях держится постулат о постоянстве скорости распада радиоактивных нуклидов и ее независимости от внешних условий и т.д., и т.п.

Второй случай – трудных аналогий – касается поисков современных аналогов длительно существующих геологических объектов, явлений и процессов в прошлом, когда совокупный результат всех имеющихся наблюдений за современными геологическими процессами и объектами исследователей не может дать требуемых для экстраполяции исходных данных. Скажем, такой объект как осадочная формация не имеет современного аналога. В подобных случаях приходится прибегать к весьма сильным допущениям. Одно из них – принятие гипотезы рекапитуляции интересующих признаков – когда мы считаем возможным перенести данные наблюдений за развитием части объекта на объект в целом. В биологии (палеонтологии) – это перенос данных о развитии особи (онтогенез) на историю развития родственных групп организмов (филогенез), базирующийся на известном правиле Геккеля-Мюллера о рекапитуляции признаков. Это правило было использовано Д.В. Рундквистом [18] при

¹ С.В. Мейен отмечал, что сам метод аналогий основан на типологических экстраполяциях, которые в исторических реконструкциях сопровождаются “межвременным переходом”, и, следовательно, “принцип актуализма – частный случай принципа типологических экстраполяций” [15, с. 370].

изучении грейзенового типа месторождений, исходя из признания параллелизма в особенностях формирования отдельного месторождения (онтогенез) и истории развития данного формационного вида (филогенез).

5. Следствием трудных аналогий можно считать постановку вопроса о введении “какой-то меры использования актуализма, сверх которой исторические построения на его основе не должны рассматриваться как серьезные” [21, с. 103]. Прочитанное высказывание связано с обсуждением концепции плейттектоники, которая, по мнению В.Т. Фролова, “актуалистична, слишком актуалистична. Современная обстановка переносится на всю или почти всю историю Земли, включая и архей” (там же, с. 63). Однако ситуация с моделью литосферных плит не столь проста, и менее всего заслуживает упрека в излишней актуалистичности. Скорее, наоборот – недостаточность актуалистических данных в данном случае является решающим ограничением для достоверности умозаключений по аналогии.

Бесспорно то, что в становлении концепции плейттектоники важную роль сыграли наблюдения за современными объектами в океанах, позволившие ввести понятия “литосферные плиты” (с границами по зонам перманентных землетрясений), “рифтовые зоны” (по срединным океаническим хребтам), “субдукция” (по глубоководным желобам) и т.п. Однако переход от статических объектов к описанию процессов (разрастание океанического дна, перемещение литосферных плит, их поглощение под островными дугами в глубоководных желобах) не имеет ясной актуалистической основы, так как эти процессы происходят (если они происходят) со скоростями, трудно доступными прямому наблюдению. Тем более, невозможно наблюдать в целом весь процесс, постулируемый плейттектонической моделью, – от его начала и до конца. Чтобы выполнить процессуальное представление развития литосферы во времени, приходится принять целый ряд допущений, которые по своему характеру сродни эргодической гипотезе². Первое: *литосфера представляет собой целостный и направлен-но развивающийся ансамбль составляющих ее элементов*. Второе: *все элементы находятся на некоторой стадии развития (которая имеет определенные наблюдаемые признаки)*. Третье: *каждый элемент с течением времени проходит все те стадии (их можно определить по соответствующим признакам), на которых находятся все элементы ансамбля*. Иными словами, любой элемент плиты когда-то произошел в рифтовой зоне (определен-

ный тип магматизма), затем (удаляясь от зоны спрединга и меняя, например, прежнюю температуру) занимал место, на котором ранее находилась соседняя часть плиты, затем сменил соседа в зоне субдукции и т.д. Пространственно-временные переходы, составляющие существо эргодического принципа и использованные в приведенном выше случае, не являются очевидными и едва ли могут получить строгое обоснование [2]. Таким образом, в основе рассматриваемой концепции лежат не только, и даже не столько актуалистические представления, сколько гипотетические положения, которые трудно доказать или проверить прямыми наблюдениями. Все до сих пор сказанное мною имеет целью не опорочить концепцию плит, а отвести упреки в неполноценности актуалистического подхода, который менее всего повинен в тех пороках, которые видят критики в этой концепции.

Некоторым оправданием позиции тех исследователей, которые считают концепцию плейттектоники “слишком актуалистичной”, может служить последующая гипотеза сторонников концепции тектоники плит о том, что “само развитие и стадийность такого превращения (океанической коры в континентальную – В.Ч.) происходит по единому плану, будь то в раннем докембрии или в фанерозое. Этот сценарий природа разыгрывает с удивительным постоянством уже более 3 млрд. лет” [19, с. 169]. Даже если считать, что такой сценарий развития земной коры, действительно, может быть установлен прямым наблюдением за современными геологическими процессами (что представляется мне невозможным), то экстраполяция его на миллиарды лет назад и в самом деле является униформистской в наиболее точном смысле.

6. В зависимости от полноты сведений о сравниваемых предметах указывается [12] возможность использования ряда аналогий: нестрогой, простой, строгой и некоторых других. В начальной стадии исследования сходство предметов устанавливается по единичным признакам, о связи между которыми ничего не известно, методом нестрогой аналогии. В дальнейшем, когда на основе нестрогой аналогии будет в общих чертах выделена группа сходных объектов (класс, таксон), вводится предположение об их таксономическом единстве, что дает возможность прибегнуть к методу простой аналогии. Использование простой аналогии позволяет провести более обоснованное сопоставление предметов, включенных в данный класс, и выделить их внутригрупповые подразделения по степени сходства сравниваемых признаков. После выполнения классификационной процедуры использование простой аналогии значительно усиливает достоверность умозаключений, причем, чем ниже ранг класса, в пределах которого находятся сравниваемые объекты, тем основательней становятся экстраполяции по аналогии. Отсюда следует известная рекоменда-

² Эргодичность — специальное свойство некоторых динамических систем, состоящее в том, что в процессе эволюции почти каждое состояние с определенной вероятностью проходит вблизи любого другого состояния системы.

дация по усилению степени достоверности умозаключения по аналогии: “общие свойства должны быть возможно более специфичными для сравниваемых предметов, то есть принадлежать возможно меньшему кругу предметов” [12, с. 38].

Например, отнесение некоторых ископаемых организмов кайнозоя к видам, представители которых продолжают существовать в современных морях, делает возможной успешную экстраполяцию сведений об условиях их обитания на огромный промежуток времени порядка нескольких или даже десятков миллионов лет. Для подобной экстраполяции на все более отдаленные периоды времени приходится оперировать более крупными (чем вид) таксонами и опираться на родовые, семейственные группы организмов. Ясно, что достоверность выводов и их точность будут снижаться по мере перехода к более крупным группам.

Опыт использования простой аналогии в различных областях геологических знаний обнаруживает ту же самую особенность. Если для определения химических и физических свойств конкретного минерала можно воспользоваться скопком с индивида (зерна, кристалла) и полученные данные по аналогии распространить на вид минерала в целом, то в пределах более обширного класса минеральных масс (например, породного уровня) такие экстраполяции будут отличаться большей гипотетичностью. Так, из гранитного массива может быть отобрано несколько проб на спектральный, химический, петрографический и другие виды анализов. Их результаты распространяются затем на массив в целом. Правомерность такой обобщенной характеристики представляется значительно менее обоснованной, чем в упомянутом случае с минеральным видом.

По мере все более узкого обособления классов сходных объектов выявляется некоторая повторяемость, правильность, регулярность в наборах тех или иных признаков, что позволяет установить природу их отношений, специфику связей между объектами и их признаками. Классификацию, в основе которой лежат данные о взаимосвязанности признаков, принято называть *естественной*, если классификация обеспечивает полную взаимозаменяемость признаков, выбранных в качестве ее основания, без нарушения структурной упорядоченности каждого класса и их системы в целом. Ясно, что классификация будет обеспечивать достоверность заключений по аналогии тем большую, чем ближе она отвечает указанному выше условию *естественности*. Аналогия, основанная на знании того, что признаки сравниваемых объектов находятся в зависимости, получила название *строгой*.

Рассмотрим в этой связи вопрос о синхронизации геологических объектов, выполняемых на био-стратиграфической (палеонтологической) основе. Геолог, получив палеонтологическую возрастную

датировку изучаемых им геологических тел, редко задумывается над тем, как относиться к факту разновозрастности некоторых из них, и, как правило, истолковывает его как синхронность в физическом смысле. Эта точка зрения не встречает протеста у тех стратиграфов, которые основываются на актуалистической модели мгновенного (в масштабе геологического времени) расселения отдельных групп организмов. Однако, исходя из прямых наблюдений за неизменностью территориального размещения ареалов современных видов организмов, имеет право на существование прямо противоположная актуалистическая модель, которая указывает, что расселение организмов совершается с той скоростью, с какой происходит миграция фациальных барьеров (условий). Так, морские обитатели прибрежного мелководья могут перемещаться в пространстве со скоростью миграции береговой линии в сторону континента или в противоположном направлении. Большую, но не безграничную свободу перемещения в пространстве имеют пелагические виды. В соответствии с такой моделью, разноместные находки ископаемых позволяют сопоставить вмещающие их отложения в пределах времени существования вида. А это время может быть и небольшим, и весьма продолжительным. Показательным является пример с руководящим видом *Calceola sandalina* Lam., уровень, появление которого долгое время использовалось для определения нижней границы среднего девона. Последующие результаты изучения стратиграфического распространения сопутствующих конодонтов убедительно показали, что этот вид появляется в южной Франции в середине нижнего девона, в Богемии – в конце нижнего девона и только в Эйфеле и Гарце – к началу среднего девона [16].

Отсутствие ясности в выборе актуалистической модели расселения организмов и гипотетичность в этой связи исходных данных для актуалистических экстраполяций приводит к противоречивым результатам в стратиграфической параллелизации разрезов. Предложение Т. Гексли отказаться от установления физической синхронности отложений по находящимся в них палеонтологическим остаткам и оперировать понятием “геологическая разновозрастность” является скорее осознанием реальных трудностей, чем руководством к их преодолению. Во всяком случае, мы и сейчас не можем поручиться за то, что не только граница нижнего/среднего девона, установленная в Европе, но и весь европейский нижний или средний девон является синхронным (в физическом смысле) одноименным эпохам осадконакопления в Австралии или Северной Америке. Приходится довольствоваться мало утешающим принципом презумпции разновозрастности, согласно которому установленная корреляция считается истинной до тех пор, пока новые фактические данные не убедят нас в обратном [14]. И это по-

ложение является прямым следствием отсутствия обоснованных актуалистических наблюдений, необходимых для создания основы корректных стратиграфических построений в каждом конкретном случае.

7. Как выше отмечено, *строгая аналогия* отличается специфической особенностью – ее применение требует наличия связи признаков, общих для сравниваемых объектов, с переносимым признаком. Схематично процедуру проведения строгой аналогии между двумя объектами А и Б можно представить следующим образом. Объект А обладает взаимосвязанными признаками *a, b, c, d*; объект Б обладает взаимосвязанными признаками *a, b, c*. Следовательно, предмет Б обладает и признаком *d*. Вывод по строгой аналогии является достоверным, если имеется знание о большом количестве взаимосвязанных признаков. Методом строгой аналогии восстанавливается облик вымерших животных, исходя из знания о корреляционной зависимости элементов скелета и мышечной ткани современных представителей группы. Умозаключения по строгой аналогии лежат в основе метода моделирования, который все активнее проникает в область геологии.

Примеры перехода от использования простых аналогий к строгим можно найти в биостратиграфии. В биостратиграфии для корреляции разновозрастных отложений широко использовался (вплоть до настоящего времени) метод руководящих форм. Проанализируем процедуру сопоставления разрезов по руководящим видам. Вначале отдельные формы, встречаемые в разрезах, по общим признакам объединяются в обособленный класс (таксон) – вид. Нахождение представителей одного и того же вида в разноместных разрезах используется для заключения об разновозрастности этих разрезов. Большинство стратиграфов полагают, что для правомерности такого заключения достаточно принять постулат, который в свое время сформулировал У. Смит – “одинаковые фауны разновозрастны”. Однако, как уже отмечалось ранее, актуалистические наблюдения за современными видами не дают достоверного подтверждения этой позиции: во-первых, вид может существовать достаточно длительное время (его представители, следовательно, могут быть разновозрастными), во-вторых, появляться в разных местонахождениях в разное время. В этой связи постулат Смита нужно рассматривать как следствие простой аналогии, примененной к элементам (особям) в рамках установленного предварительно таксона (вида). В данном случае короткая цепочка умозаключения по простой аналогии выглядит примерно так. Данная форма, найденная в разрезе А₁ и относимая к виду Б по признакам *a, б, в*, имеет также признак *t₁* (возраст). Другая форма, найденная в удаленном разрезе А₂ и отнесенная по признакам *a, б, в* к тому же виду Б, должна обла-

дать признаком *t₁*, т.е. иметь тот же самый возраст. Достоверность такого умозаключения можно усилить, взяв не один, а несколько совместно встречаемых в сопоставляемых разрезах видов (“одинаковые фауны”).

В биостратиграфии переход от простой к строгой аналогии был осуществлен принятием принципа Гексли. Суть его в следующем. В разных разрезах подбираются тождественные формы, расположенные в одинаковой временной (стратиграфической) последовательности, которая повторяется и во многих других разрезах. Такие последовательности Т. Гексли называл гомотаксальными (одинаковые по составу видов и порядку их следования в сопоставляемых разрезах). Сопоставление разрезов выполняется по тождественным членам этой последовательности. Оставив в стороне рассмотрение тех соображений, которые привлекаются для объяснения самого феномена гомотаксальности, обсудим предложение Гексли в контексте темы об аналогиях. Смысл предложенной операции в целом понятен: сохранение одной и той же последовательности тождественных видов на обширных территориях не может быть случайным и, вероятно, отражает определенную взаимосвязь между сменяющимися друг друга во времени видами. Сами виды в данном случае выступают как определенные взаимосвязанные признаки, характеризующие сопоставляемые разноместные разрезы. Эталонному (стратотипическому) разрезу, в котором встречена выбранная гомотаксальная последовательность форм, присваивается некая возрастная метка (признак), например, жединский ярус. Прочие разрезы, содержащие тот же самый набор взаимосвязанных признаков, по строгой аналогии должны иметь также жединский возраст. Можно сделать еще более явной взаимосвязанность используемых признаков, выделяя не всякую стратиграфическую последовательность видов, а именно эволюционный их ряд, в котором каждый следующий вид является потомком предыдущего (т.е. связан с ним генетически). В этом случае использование принципа Гексли для заключения о хронологической тождественности слоев, вмещающих гомотаксальные последовательности форм, полностью следует строгой аналогии.

8. Строгая аналогия является одним из наиболее надежных методов межвременных (ретроспективных) экстраполяций. Привлечение при этом значительного количества существенных для сравниваемых объектов признаков и выяснение характера их взаимосвязи вызвало появление ряда специфических приемов при изучении геологических объектов, которые именуется в литературе “всесторонним охватом явления”, “комплексным изучением объекта” и, наконец, “системным методом, системным подходом”.

В качестве постулата можно принять, что всякий реальный объект может быть описан как си-

стема. Указывается ряд требований, которые предполагает системная ориентация при изучении того или иного объекта [5]. Наиболее общим требованием является необходимость представлять объект с определенной степенью сложности, соотносенной с имеющимися сведениями о нем. Упрощенные модели могут привести к потере существенных признаков. Так же рекомендуется рассматривать отдельные части объекта в их соотношении с объектом как целостной единицей. Объект должен быть рассмотрен со стороны внутренней (структурной) упорядоченности отношений и связей между частями (признаками). Чтобы описать объект как систему необходимо соблюсти следующие условия “наличия”: выделить набор частей объекта, иметь набор признаков каждой такой части, указать набор признаков частей объекта и, наконец, установить набор признаков набора частей объекта. Выполнение этих условий позволяет указать наличие связей между частями объекта и наличие связей между признаками объекта, что дает возможность рассматривать его как целостную систему.

Таким образом, системное представление объекта отнюдь не является тривиальным синонимом “всестороннего или комплексного его описания” и требует, в первую очередь, разработки детальной классификации частей и признаков. Отнесение некоторой совокупности частей к одному классу принимается как свидетельство наличия таксономической (классификационной, неспецифической) связи между ними и делает их кандидатами на включение в систему. В дальнейшем, когда вскрывается природа этих связей, классификации могут корректироваться, перестраиваться в сторону выделения таких классов, где части связаны более однородными и непосредственными связями. Иными словами, классификационная процедура оказывается совершенно необходимой и постоянно сопровождает системное описание и выделение системных объектов. От уровня разработки классификации в целом зависит возможность системного представления объектов.

Растущий интерес среди специалистов-геологов к системному подходу может быть оправдан тем, что выделение “системного объекта” подразумевает *установление связей между элементами*, составляющими данный объект и тем самым возможность использования для целей сопоставления сходных объектов метода строгих аналогий. Целью настоящей работы не является детальное рассмотрение существа системного подхода. Нас более интересует то обстоятельство, что нередко системный метод рассматривается в качестве альтернативы актуалистическому. И здесь возникает явная путаница, в которой мы попробуем разобраться на примере изучения формаций.

9. Формационное направление в геологических исследованиях возникло в начале 50-х годов про-

шлого века. По Н.С. Шатскому [22], осадочными формациями “называются комплексы (сообщества, ассоциации горных пород, отдельные члены которых (породы, пачки пород, свиты, отложения) парагенетически связаны друг с другом как в латеральных, так и в вертикальной стратиграфической последовательности” (с. 3). Далее, разъясняя смысл понятия “парагенезис”, Н.С. Шатский отмечает, что “в осадочной оболочке закономерно и определенно повторяются ассоциации горных пород” в виде фациальных рядов (по латерали) и в форме фациальных сочетаний (в стратиграфической последовательности). Устойчивая повторяемость определенных сочетаний горных пород является главным критерием наличия связи (“парагенетической”) между отдельными членами формации³. Формации, в понимании Н.С. Шатского, могут быть выделены на чисто эмпирической основе и не требуют для своего распознавания принятия предварительных генетических гипотез. Поскольку все генетические гипотезы в геологии могут возникать только на актуалистической основе, постольку формационный анализ, по мысли его создателей, призван “преодолеть ограниченность актуалистических воззрений в геологии” [26].

Главной методологической основой описанного направления формационных исследований является сравнительно-исторический метод. В этой связи сделаем краткую ремарку о соотношении актуалистического и сравнительно-исторического метода. Предполагается, что последний обладает более широкой сферой действия, чем актуалистический метод. “С помощью актуализма можно сравнивать любые этапы геологического развития с современными, а с помощью сравнительно-исторического метода – сравнивать их не только с современностью, но и между собой” [20]. Однако если бы разница между этими методами состояла только в этом, едва ли вообще имело смысл вычленять актуалистический метод из сравнительно-исторического. Но все дело в том, что прежде, чем сравнить некоторые объекты геологического прошлого между собой, необходимо предварительно сопоставить их с современными геологическими объектами и на этом основании отнести к некоторому общему классу. Именно поэтому актуалистический подход при изучении прошлого всегда предшествует сравнительно-историческому, подготавливает для него почву. В дальнейшем, по мере все более полного изучения интересующего объекта прошлого, актуалистиче-

³ Здесь можно легко уловить аналогию с приемом, использованным Т. Гексли в биостратиграфии. Он точно так же выделял устойчивую повторяемость (“томатиксис”) в вертикальной стратиграфической последовательности определенных ископаемых форм (генетически или “парагенетически” связанных между собою) для отнесения соответствующих разрезов к определенному возрастному подразделению.

ский и сравнительно-исторический методы используются в самых различных сочетаниях, в результате чего постепенно оформляется некоторое понятие (молассовая формация, флишевая формация и т.п.). После этого актуалистические “строительные леса” могут быть отброшены, и может показаться, что эти понятия не имеют никакого отношения к современным реалиям, являются вполне самостоятельными и могут быть использованы для сравнения древних геологических объектов без обращения к современности. Однако более глубокий анализ подобных понятий всегда вскрывает причастность к их формированию актуалистических данных.

В самом деле, насколько серьезно можно принять утверждение о том, что формационный подход свободен от принятия предварительных генетических гипотез и тем самым от принятия актуалистических посылок. Внимательное рассмотрение приведенного выше определения формации позволяет убедиться в том, что это слишком сильное утверждение. Во-первых, речь идет в общем случае о понятии “осадочные формации, ассоциации осадочных пород”, смысл и содержание которого совершенно невозможно осознать без актуалистических знаний об их генезисе, полученных из наблюдений за современным осадконакоплением. Во-вторых, фациальные ряды, образуемые отдельными членами “ассоциаций осадочных горных пород”, могут быть поняты только после предварительного ознакомления с современными фациями. Тем более, смена разновозрастных пород (пачек, свит и т.д.) в латеральных направлениях не может быть воспринята иначе, как результат смены фациальных условий – процессов, опять-таки устанавливаемых первоначально в современных бассейнах осадконакопления. То же самое можно сказать и о стратиграфической последовательности осадочных комплексов, возникающей в условиях действия силы тяжести, влияние которой на порядок следования и на сам характер осадочных комплексов установлен и осознан первоначально в реальных условиях современности. Наконец, само понятие “горные породы”, которое является непременным элементом формации, невозможно осознать, минуя знания о современных осадках, и, следовательно, об условиях их образования. Можно ли выделить “континентальные осадочные формации”, “морские осадочные формации” или “флишевую формацию” без принятия предварительных генетических гипотез в отношении условий их образования? В принципе сделать это, конечно, можно, но потери при этом окажутся значительно более существенными, чем плюсы, связанные с отказом от принятия “предварительных генетических гипотез”. Симптоматично, что более поздние авторы [23] под парагенезом понимают не просто “сонахождение горных пород”, а “совместное нахождение синхронных пород” (с. 42). Такое понимание парагенези-

са отождествляет его с понятием “фация”, актуалистические истоки которого совершенно бесспорны, и свидетельствует о декларативности отказа от привлечения генетических гипотез в формационном направлении исследований.

10. В литературе указывается ряд способов представления систем [6]. Способ иерархического представления предполагает, что система существует в виде совокупности подсистем, составляющих системную иерархию. Другим способом является представление системы в виде ряда ее последовательных состояний во времени. Это так называемое процессуальное представление системы. Возможен синтез указанных способов: иерархическая система может быть представлена процессуально как постепенное усложнение иерархии во времени. Как иерархическое, процессуальное представление, так и их синтетический вариант широко используется в формационных исследованиях. Процессуальное представление оказывается особенно востребованным в геологии при изучении закономерностей эволюции длительно существующих объектов. Так, одной из важных задач, которую призван решить формационный анализ, является установление закономерностей эволюции однотипной формации как некоего целостного объекта во времени. Будучи предварительно выделена как определенный тип, формация может быть прослежена во времени как некая целостная единица. При таком подходе исследователю предоставляется возможность проанализировать последовательность состояний объекта-системы во времени и выделить на этой основе инварианты в ее структуре и тем самым указать “сквозные” признаки, т.е. такие ее свойства (или отношения свойств), которые могут быть обобщены на всю систему. Собственно в этом и состоит классификационная процедура выделения типа формации. Эти системные признаки образуют своего рода архетип данной формации, ее абстрактный образ. Он может служить неким эталоном при установлении формации в каких-то других местонахождениях и на других временных срезах. Точно так же могут быть прослежены те последовательные изменения, которые претерпевает архетип во времени (эволюция определенного типа формации).

11. Начиная с 70-х годов прошлого века, в литературе довольно часто говорится о сходстве между формационным и системным подходами [3, 9, 11] и высказывается мнение, что именно системный характер, системная природа формационного анализа позволяет рассматривать его как альтернативную и целесообразную замену актуалистического метода в геологии.

Так, негативная оценка сравнительно-литологического направления за его актуалистическую ориентацию дается А.Л. Яншиным и его учениками [4, 25, 26]. Программа формационных исследова-

ний, намеченная этими авторами, включает в себя выделение формаций, изучение их вещественного состава, выяснение особенностей их возрастного размещения и пространственного положения, специфики состава и структуры в различные геологические эпохи, наконец, сопоставление формаций между собой, их типизацию и классификацию. На этой основе авторы ставят задачу проследить эволюцию однотипной формации как некоего целостного объекта во времени. Предполагается, что выполнение этой программы возможно без обращения к помощи актуалистических и в том числе генетических моделей.

Представим, что это условие действительно выполнено, и посмотрим, на какой эмпирической основе может быть осуществлена данная программа в отношении осадочных формаций. Начнем с операции выделения некоторой формации А. Выделенная в конкретном местонахождении определенная ассоциация геологических тел сравнивается с некоторой, похожей по формационным признакам ассоциацией горных пород в других местонахождениях. Если считать, что природа связи между выбранными признаками не установлена, то все другие местонахождения данной ассоциации пород были бы отнесены к формации А методом аналогии, имеющей самую низкую достоверность. Чтобы природа этой связи получила определенность, необходима *актуализация парагенезов*, т.е. перевод этого понятия (из эмпирически воспринимаемого, латентного) в состояние явное, действующее, которое обнаруживает логические связи с современными парагенезами. Этот процесс включает несколько последовательных приближений. Вначале принимается, что парагенезы включают только синхронные члены ассоциации пород [23]. Отсюда следует, что между отдельными членами латерального ряда пород существуют фациальные связи, и латеральный ряд пород переходит в литофации. Учитывая, что каждой породе уже поставлен в соответствие определенный тип осадка, литофации пород могут быть поставлены в соответствие определенной современной фации. С этого момента парагенетические отношения переходят в генетические, и для их расшифровки могут быть использованы актуалистические знания о современных фациях. Вертикальная (стратиграфическая, временная) последовательность членов формации точно так же не является случайной, подчиняясь известному закону Головкинского-Вальтера – только такие фации могут залегать друг на друге, которые образуются рядом друг с другом.

Признание того, что латеральная (фациальная) и вертикальная (стратиграфическая) упорядоченность горных пород отражает генетические (возможно, до конца нерасшифрованные) связи между ними, позволяет сопоставить ассоциации горных пород по этим признакам в конкретных разре-

зах методом строгой аналогии и установить их принадлежность к одному или разным классам (типам) формаций. Эта (классификационная) стадия изучения разрезов приводит к выделению некоторого количества определенных классов (типов) формаций.

После этого, анализируя формацию определенного типа во времени, можно указать основные особенности ее геологической эволюции (трансформации).

Наибольшие трудности вызывает различие и отождествление диахронных геологических объектов в условиях поступательного и необратимого развития Земли. В этом отношении не составляют исключения и объекты формационного анализа. Образование конкретной формации охватывает значительные промежутки времени, и поиски системных критериев для отождествления разновозрастных однотипных формаций требуют применения комбинации методов аналогии и классификации. Наличие генетических связей между членами формации позволяют при этом пользоваться строгой аналогией.

Однако, как следует из сказанного ранее, метод строгой аналогии не может быть реализован одним лишь волевым актом исследователя, и для постановки этого метода недостаточно признать сравниваемые объекты системой. Необходимо выполнить описание реальных (естественных) объектов в терминах системного анализа (свойства и связи между ними, системные признаки и их взаимоотношения). Это в свою очередь требует разработки их единой классификации. Принято считать слабым местом формационного метода эмпиризм [10]. Между тем эмпиричен не формационный подход в целом, а классификационная процедура, лежащая в основе выделения системно представленного объекта, так как противоречия между эмпирически выделенными таксонами (классами) и впоследствии уточняемым объемом внутритаксономических подразделений снимается эмпирическим же методом последовательных приближений. Подобная “поднастройка” классификаций оказывается слабо эффективной до тех пор, пока не станет явным наличие и характер связей между признаками объектов, принадлежащих различным уровням системной иерархии. Вскрытие характера (природы) связей в этом случае необходимо требует привлечения актуалистических данных.

При сравнении формационного и системного подходов в большинстве случаев авторы, проводившие это сравнение, не шли далее констатации сходства, хотя даже поверхностный анализ показывает, что кроме сходства здесь имеются существенные различия. В настоящее время скорее можно говорить о том, что формационный метод включает в себе предпосылки для разработки формационного направления в духе системного подхода. Так, горные породы и их ассоциации рассматриваются как

части сложно построенной целостной совокупности (формации). Изучение отдельных членов формации выполняется с целью установления их парагенетической общности (сонахождения в пределах определенной формации), т.е. в соотносительности с некоторой целостной единицей. Само сочетание пород, слагающих формацию, признается неслучайным, закономерным упорядоченным, представленным в виде фациальных рядов и фациальных сочетаний. Здесь легко улавливается аналогия с требованием структурной упорядоченности системных объектов. Значительно хуже обстоит дело с выполнением других условий, касающихся описания и выделения системных объектов. Чрезвычайно беден арсенал признаков, которые могли бы составить определенный их набор (класс), что свидетельствовало бы о наличии связей между членами формации и способствовало решению следующей задачи – раскрытию природы характера этих связей. Единственным системным признаком принимается устойчиво сохраняющееся сонахождение (парагенезис) определенного набора пород данной формации. Тем более, пока преждевременно говорить о выделении наборов признаков определенных классов (признаки разного уровня иерархии “минерал, порода, фация, формация” и их взаимоотношений), и, следовательно, нет пока и оснований считать доказанной системную природу формаций. Учитывая эти обстоятельства, целый ряд уже установленных осадочных формаций следует, по-видимому, рассматривать как системные объекты с невысокими (не выявленными) внутрисистемными (внутриформационными) связями между входящими в нее членами и недоказанной целостностью.

Все сказанное позволяет убедиться, что системные представления в геологии и, в частности, формационный метод не столько направлен против актуалистического подхода (по мере возможности он используется), а более всего призван обеспечить условия, при которых межвременные экстраполяции по аналогии имели бы максимально строгое обоснование.

ВЫВОДЫ

1. Актуалистический подход (принцип) не имеет в геологии приемлемой, достойной альтернативы.

2. Неопределенность в исходных геологических посылах переводит любые ретроспективные заключения, базирующиеся на использовании детерминистских законов, в вероятностные суждения.

3. Любое общезначимое утверждение, в котором опосредуется (распространяется на все объекты данного класса методом аналогий) знание о многих единичных объектах, не является достоверным. С этой точки зрения, гипотетичный характер заключений (выводов) при решении геологиче-

ских задач методом аналогий не является специфической актуалистического подхода и не может служить основанием для его критики.

4. Осознание вероятного характера любых ретроспективных умозаключений, выполненных методом аналогий, позволило бы снять остроту многих долгоживущих дискуссионных вопросов в геологии, направив их в русло количественной оценки достоверности полученных этим методом сведений.

5. Высокую степень достоверности имеют заключения, полученные методом строгой аналогии. Системный подход обеспечивает условия для применения строгих аналогий. С этой точки зрения, системно ориентированные подходы в геологии (фациальный, формационный анализы и др.) делают возможными более достоверные межвременные экстраполяции геологических (в том числе и актуалистических) знаний.

6. Точный учет допущений, количественная оценка степени достоверности ретроспекций в геологической практике должны вытеснить ничем не обоснованный фетиш точности, однозначности, которые в принципе не достижимы для такого рода умозаключений.

Работа выполнена при поддержке проекта конкурсных программ фундаментальных научных исследований УрО РАН (проект № 12-У-5-1007).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.П., Амон Э.О.* “Рамочные” границы и возможности применения актуализма в седиментологии // Литология и геология горючих ископаемых: межвузовский научный тематический сборник. Екатеринбург: УГГУ, 2011. Вып. V(21). С. 4–24.
2. *Арманд А.Д.* Время в географических науках // Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Ч. I. М.: МГУ, 1996. С. 201–233.
3. *Белоусов А.Ф.* Системный подход и некоторые методические проблемы исследования геолого-географических формаций // Методологические и философские проблемы геологии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 276–294.
4. *Боголепов К.В., Жарков М.А.* Проблемы эволюции геологических процессов // Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск: Наука, 1981. С. 3–12.
5. *Виноградов В.А., Гинсбург Е.Л.* Система, ее актуализация и описание // Системные исследования. Ежегодник-1971. М.: Наука, 1972. С. 93–102.
6. *Горохов В.Г.* Множественность представлений системы и постановка проблемы системного эталона // Системные исследования. Ежегодник-1971. М.: Наука, 1972. С. 72–78.
7. *Груза В.В.* Методологические проблемы геологии. Л.: Недра, 1977. 181 с.
8. *Гулд С. Дж.* В защиту концепции прерывистого изменения // Катастрофы и история Земли. Новый

- униформизм / Под ред. У. Берггрена и Дж. Ван Кауверинга. М.: Мир, 1986. С. 13–41.
9. Дмитриевский А.Н. Системный литолого-генетический анализ нефтегазоносных осадочных бассейнов. М.: Недра, 1982. 230 с.
 10. Дюфур М.С. О содержании понятий “фа́ция” и “форма́ция” // Литология и палеогеография. Вып. 2. Л.: ЛГУ, 1976. С. 3–28.
 11. Иванкин П.Ф. О системном подходе в геологических исследованиях // Советская геология. 1973. № 8. С. 1–13.
 12. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М.: Наука. 1975. 720 с.
 13. Маклеод Н. Причины массового вымирания организмов: статистическая оценка многофакторных сценариев // Геология и геофизика. 2005. Т. 46, № 3. С. 993–1001.
 14. Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. 186 с. / Рукопись, деп. ВИНТИ, № 1749-74 Деп.
 15. Мейен С.В. Специфика историзма и логика познания прошлого в геологии // Развитие учения о времени в геологии. Киев: Наук. думка, 1982. С. 361–381.
 16. Нестлер Х. Ископаемая фауна как показатель времени // Современное значение палеонтологии для стратиграфии. Тр. XXIV сессии Всесоюзного палеонтолог. общества. Л.: Наука, 1982. С. 85–89.
 17. Никитин Е.П. Метод познания прошлого // Вопр. философии. 1966. № 8. С. 34–44.
 18. Рундквист Д.Н., Денисенко В.К., Павлова И.Г. Грейзеновые месторождения. М.: Недра, 1971. 328 с.
 19. Тектоника фундамента Восточно-Европейской и Сибирской платформ. М.: Наука, 1978. 210 с.
 20. Французова Н.П., Павлинов В.Н. Актуализм и его место в геологических исследованиях. Изв. вузов. Геология и разведка. 1968. № 3. С. 3–12.
 21. Фролов В.Т. Наука геология: философский анализ. М.: МГУ, 2004. 127 с.
 22. Шатский Н.С. Парагенезы осадочных и вулканогенных пород и формации // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 5. С. 3–23.
 23. Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций: (начала литомографии). СПб.: Недра. 1992. 230 с.
 24. Шепард Ф.П. Земля под морем. М.: Мир, 1964. 251 с.
 25. Янишин А.Л. Дискуссионные вопросы развития геологических наук // Советская геология. 1966. № 4. С. 157–158.
 26. Янишин А.Л., Жарков М.А., Казанский Ю.П. Эволюция осадочного породообразования в истории Земли и связанные с ней закономерности размещения полезных ископаемых // Геология и геофизика. 1977. № 11. С. 90–97.

Рецензент В.П. Алексеев

Actualism and analog method in the geological retrospection

V. V. Chernykh

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

Analog method as the most frequently using method during the extrapolation of geological knowledge in time is indicated. The logical conclusions, obtained with the aid of the analog method, are the basis of mediated knowledge. Any assertion, which intermediates single knowledge into the knowledge general, has the probabilistic content. From this point of view, the hypothetical nature of conclusions with the solution of geological problems by extrapolation by analogy is not the specific character of actualism and cannot serve as base for its criticism. The examples of the use of different forms of analogy in biostratigraphy, facial and formational analyses are given. It is shown that the examination of sedimentary formations as the systemically organized objects creates the prerequisites of the use of strict analogies for the extrapolation of the geological knowledge in the time.

Key words: *the principle of actualism, simple and strict analogies, the extrapolations in time, systems approach, formational analysis.*