

От редакции.

Как может убедиться читатель, взгляды авторов публикуемых ниже статей существенно различаются. И. В. Назаров считает, что в геологии еще не созрели условия для научной революции, которая наступит только в следующем столетии. И. А. Резанов выделяет одну научную революцию в середине прошлого столетия. В. Е. Хаин полагает, что в истории геологии произошли четыре научных революции. Различие во взглядах трех авторов, каждый из которых опирается на модель научной революции, предложенную Т. Куном, свидетельствует, на наш взгляд, либо о несовершенстве исходной модели, либо о том, что теоретические основания истории геологии еще крайне слабо разработаны.

Мы приглашаем читателей продолжить дискуссию о научных революциях на материале не только геологии, но и других естественных наук с тем, чтобы выработать некоторый общий подход к названной проблеме.

И. В. НАЗАРОВ (Свердловск)

ПРОБЛЕМА НАУЧНОЙ РЕВОЛЮЦИИ В ИСТОРИИ ГЕОЛОГИИ

Вопросы истории геологии как сравнительно молодой науки исследованы слабо. Так, в вопросе о научных революциях в геологии у разных исследователей нет единства взглядов по принципам их выделения и количеству. Неоднозначно характеризуется и современный этап развития геологии: революционный, эволюционный, кризисный, стагнационный. В одной из первых работ по истории геологии Д. И. Гордеев выделил в ней несколько эволюционных периодов, разделенных четырьмя научными революциями. Эти революции, по его мнению, происходили в середине XVIII в., во второй четверти XIX в., на рубеже XIX и XX вв., в 50-е годы XX в. Первая научная революция знаменует становление геологии как науки, вторая — победу эволюционных взглядов Ч. Лайеля и Ч. Дарвина, третья вызвана революцией в естествознании, четвертая — современной научно-технической революцией [1].

В то же время в другой работе по истории геологии нет упоминаний о научных революциях [2]. В. В. Тихомиров в истории геологии выделил пять периодов, каждый из которых характеризуется теоретической идеей, исследовательским методом или научным открытием, которые были важнейшими факторами, обусловившими прогресс науки на данном отрезке времени [3]. Эти периоды не разделяются научными революциями, ведущие концепции или учения того или иного периода и методы науки не отбрасываются на следующем этапе, а сохраняются и дополняются.

Имеются и другие точки зрения по вопросу о количестве и содержании научных революций в истории геологии. Это многообразие точек зрения объясняется различным пониманием сущности научной революции, анализ которой был дан американским историком науки Т. Куном [4]. По мнению Куна, наука развивается неравномерно, в ее развитии выделяются периоды «нормальной науки» и научной революции. В первый период существует устойчивая система теорий, прин-

ципов, понятий, развиваются и конкретизируются существенные ее положения. В конце этого периода в науке накапливаются факты, которые не могут быть объяснены существующими теориями. Наступает кризис, который разрешается созданием новых теоретических положений, принципов и законов — новой парадигмы. Смысл понятия «парадигма» интуитивно ясен, и мы использовали его для характеристики современного состояния геологии [5]. В то же время выявились и трудности употребления этого понятия в связи с его неоднозначностью и использованием в нашей литературе иной системы понятий.

Научная революция, по нашему мнению, всегда представляет собой резкий скачок в развитии науки, переломную фазу в ее истории, связанную с новым видением мира. В истории любой науки всегда происходят смена научных концепций, теорий и гипотез, создание новых положений. Таких смен в истории науки может быть несколько, и не каждую из них следует считать научной революцией. Помимо смены основных теоретических положений науки научная революция всегда изменяет стиль мышления ученых. При этом происходит изменение способа выделения, описания и объяснения — всего видения объектов науки. Естественно, такие периоды, скачки в развитии науки представляют собой редкое явление. Поэтому научная революция — это кардинальная смена теоретических положений науки, ее познавательных принципов и методов, т. е. изменение научной картины мира. В применении к какой-либо конкретной естественной науке можно говорить о картине реальности, ибо отдельная наука отражает некоторый срез природы, а не создает картину всего мира. По отношению к геологии мы используем понятие концепции геологической реальности как системы основных теоретических и методологических положений науки, как той картины природы, которую создает эта наука на определенном этапе своего развития [6]. Теоретические, содержательные компоненты концепции характеризуют предмет науки, а методологические — принципы и методы его познания. Последние формируют стиль мышления науки. С нашей точки зрения, научная революция в геологии — это смена концепции геологической реальности, а соответственно и стиля мышления. При этом создаются новые теоретические концепции, новая понятийная база, изменяется система методов исследования.

Если с этих позиций подойти к анализу истории геологии, то трудно выделить в ней несколько революций. Само создание науки, действительно, представляет скачок в развитии знания, образование стройной системы представлений, но считать этот скачок революцией в науке вряд ли возможно. Скорее здесь происходит систематизация знания, его упорядочение, выделяются некоторые принципы, ведущие концепции, создается система понятий. Здесь нет коренной ломки одних представлений науки и перехода к новым взглядам. Само возникновение и становление геологии как науки заняли целый период и связаны с деятельностью ряда ученых и организаций. М. Гунтау полагает, что этот период продолжается с 1760 по 1820 г. [7].

Идеи эволюционизма Ч. Лайеля придали стройность геологической науке; принципы однообразия, непрерывности, суммирования позволили объяснить большое количество геологических данных. Но при этом геология не отказывалась ни от прежних теоретических, ни от методологических положений, они получили дополнительное обоснование и развитие. Что касается геологии в естествознании на рубеже XIX и XX вв., то она связана в основном с открытиями в микромире и на теоретических положениях геологии почти не отразилась, ибо объекты ее относятся к области макромира, подчиняются законам классической механики.

Четвертую революцию в истории геологии Д. И. Гордеев относит к современной эпохе и связывает ее с научно-технической революцией. Действительно, развитие геологии ускоряется, быстро растет количество эмпирических данных, открываются новые закономерности в составе и структуре геологических объектов, но кардинальных изменений в теории и методологии науки не происходит.

Здесь необходимо подчеркнуть еще одну сторону научной революции, ее негативную, критическую функцию — коренную ломку системы понятий науки, отказ от прежних теорий и гипотез, изменение системы методов исследования. Подобного изменения теоретических и методологических основ науки нет ни в одной из предлагаемых Д. И. Гордеевым научных революций, что позволяет считать их выделение искусственным построением.

Дополнительные аргументы об отсутствии научных революций в истории геологии дает изучение развития стиля научного мышления в ней, который, как известно, определяет основные методы и категориальный аппарат науки, а также принципы его логического построения. Для определения стиля мышления в геологии нами использовались такие компоненты, как характер основных теоретических положений, применяемые принципы и методы познания, состояние понятийной базы и языка [6].

В период формирования геологии, во второй половине XVIII в., основным методом было наблюдение, результаты которого фиксировались на естественном языке; теоретические положения, учения являлись гипотезами. Этот стиль научного мышления можно считать гипотетико-описательным. В XIX в. в геологии получают развитие эволюционные идеи. Основным методом становится актуализм — метод реконструкции процессов прошлого на основании сравнения их с современными. Стиль мышления уже гипотетико-актуалистический. По мере развития принципа историзма на первый план выдвигается исторический метод, уровень теоретических построений сохраняется. Стиль мышления в современной геологии определяется как гипотетико-генетический, а общий уровень развития — как эмпирический.

Таким образом, в истории геологии стиль научного мышления изменился незначительно: сохранились гипотетический характер теоретических положений, состояние понятийной базы, несколько изменилась только структура системы методов исследования. Поскольку кардинальных изменений стиля научного мышления в истории геологии не происходило, то вряд ли правомерно выделять череду революций в ней.

Что касается кризиса в геологии, то само это понятие не однозначно. Если кризис в науке понимать в узком значении этого слова как сомнение в объективности законов и теорий науки, как отход от материалистического мировоззрения, т. е. как кризис философских оснований науки, то подобного кризиса в геологии нет. Если кризис в науке понимать в более широком смысле — как закономерную стадию развития, когда существующие теоретические положения и принципы подвергаются критике, они не могут объяснить новые факты, а новые концепции еще не созданы, то понятие кризиса вполне применимо к положению в современной геологии. Подобный кризис не аномальное явление — следствие заблуждений ученых, а естественный процесс развития науки, предшествующий научной революции. Кризис в геологии уже наступил, причем он не носит такого общего и глубокого характера, как в физике на рубеже XIX и XX вв., не сопровождается распространением идеализма и агностицизма. Объясняется это господством материалистического мировоззрения как советских, так и большинства зарубежных ученых-геологов. В то же время в период кризиса обостряется интерес к философским и методологическим проблемам науки. Состояние кризиса в науке говорит о неизбежности новых кардинальных открытий, о том, что наука находится в конце эволюционной стадии развития. Само кризисное положение науки свидетельствует, таким образом, не только о трудностях познания, но и о приближении будущих фундаментальных открытий.

По мнению И. П. Шарапова, современная геология пришла в состояние стагнации, которое характеризуется расплывчатостью понятий, отсутствием собственных научных законов, преобладанием эмпиризма над теоретическими обобщениями, логической ошибочностью геологических классификаций, слабой математизацией и т. п. Вызвана стагнация не внешними причинами, ибо наблюдается во всех странах, а внутренней логикой развития геологии. Через 15—20 лет стагнация приведет к кризису и произойдет научная революция [8, с. 131—133].

Подобная характеристика науки скорее дает достаточно полную картину ее кризиса, чем стагнации, и ставит вопрос о необходимости революционного преобразования ее.

В чем же будет заключаться научная революция в геологии, и когда она произойдет? Мы можем только с определенной долей вероятности ответить на эти вопросы, используя опыт других естественных наук и положения методологии научного познания.

Для создания новой концепции геологической реальности (а именно она будет итогом научной революции) необходимо содержательное, формальное и методологическое совершенствование знания.

Содержательное совершенствование геологических представлений заключается в выяснении фундаментальных, существенных связей природных объектов, установлении новых закономерностей их структуры и развития. При исследовании геологических объектов должен быть использован комплекс методов физики и химии. Это не означает отрицания специфики геологических законов, а только подчеркивает их сущность на элементарном уровне.

Формальное совершенствование геологических представлений и понятий состоит в создании общей строгой системы понятий, единого научного языка. Формализация позволит устранить многозначность выражений естественного языка, сформулировать исходные положения в краткой, ясной и точной форме, даст возможность по точно сформулированным правилам выводить следствия, т. е. позволит повысить точность, надежность геологических заключений, полнее использовать математические методы и совершенствовать теоретические положения. Помимо того, что формализация унифицирует и обобщает полученное знание, она имеет и эвристические возможности — способствует обнаружению неизвестных свойств объектов.

Многие вопросы создания новой концепции геологической реальности имеют методологический характер, для их решения необходимо обращение к более широкой сфере знания — философии. Речь идет о вопросах определения современного положения геологии, выяснения ее теоретико-познавательных основ и принципов, системы методов, целей и задач. Помимо критической функции методологический анализ позволит разработать пути формирования строгого теоретического знания в геологии, создания единого научного языка, иного разбиения на отдельные дисциплины.

По проблеме создания основ теоретической геологии существуют различные точки зрения. В частности, предлагается использовать для этого понятие геологической формы движения материи. «Идея геологической формы движения, — пишет И. Ф. Зубков, — оказывается ступенью перехода от эмпирического к теоретическому уровню геологических знаний... Понятие о геологической форме движения материи представляет собой необходимое логическое и методологическое основание построения общей геологической теории, давая принципы синтеза частных теорий об отдельных уровнях и сторонах геологической материальной системы» [9, с. 13, 228].

Идея геологической формы движения материи действительно подчеркивает специфичность геологических процессов, но для того, чтобы философское понятие формы движения материи могло стать основой создания теории в отдельной науке, оно должно быть конкретизировано в понятиях этой науки. Иначе общее понятие, идея остается формально правильной, но не конструктивной.

По мнению других исследователей, общее значение теоретической геологии определяет следующие конкретные требования. Она должна: 1) представить общий формальный аппарат, позволяющий строить и описывать абстрактные модели геологических объектов исследования, алгоритмические решать геологические задачи; 2) создаваться на общем для всей геологии языке, оперировать общими принципами и средствами, позволяющими изучать геологические объекты; 3) иметь теоретические принципы и средства, позволяющие частным геологическим отраслям разработать методике планирования наблюдений и экспериментов, перехода от эмпирических данных к теоретическим моделям, обратной эмпирической интерпретации теоретических конструкций и выводов, проверки решений задач; 4) предложить способы выбора различных стратегий и тактик теоретических исследований в общих и частных разделах геологии, предусматривая при этом постоянную связь с практической геологией как со своим базисом; 5) дать обобщение и типизацию геологических задач, анализ каждого их типа; 6) дать общую основу для сравнения, оценки и оптимизации развития различных теорий, моделей, постановок задач и т. п. [10, с. 166].

Эта программа, хотя и неполная, дает вполне определенные рекомендации по созданию основ теоретической геологии, указывает пути их разработки. Этим она представляется более конструктивной и предпочтительной, чем общие представления о геологической форме движения материи.

Создание теоретической геологии связано, следовательно, с переходом к новой концепции геологической реальности как коренному изменению содержательных и методологических основ геологических наук. Учитывая, что в настоящее время делаются только первые попытки создания строгих аксиоматических систем, не решены многие стратегические и тактические вопросы построения теоретической геологии, а также скептическое отношение многих исследователей к этим проблемам, целесообразнее разделить время создания новой концепции и время ее признания большинством специалистов. Ранее мы отмечали, что, вероятнее всего, основы новой концепции геологической реальности будут сформулированы к концу XX — началу XXI в., а восприняты к середине будущего столетия [5]. Но за прошедшее время не было продвижения по пути создания новой концепции, не появилось новых работ по теоретической геологии. Многие специалисты по-прежнему не осознают важности этих работ, не видят в этом проблему, да и богатство ресурсов планеты в поверхностных зонах земной коры оказывается достаточно велико: месторождения полезных ископаемых продолжают открываться с помощью существующих теоретических построений и системы методов. Поэтому время создания новой концепции геологической реальности следует отнести к началу будущего столетия, а время признания — к его середине.

Эта будущая научная революция изменит характер геологии, повысит ее роль и даст ей возможность войти в ряд ведущих наук о природе.

Список литературы

1. Гордеев Д. И. История геологических наук. Ч. II. М., 1972.
2. Тихомиров В. В., Хаин В. Е. Краткий очерк истории геологии. М., 1956.

3. Тихомиров В. В. О важнейших факторах развития геологии на разных этапах ее истории // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1956. № 10.
4. Кун Т. Структура научных революций. 2-е изд-е. М., 1977.
5. Назаров И. В. Парадигма геологии и проблемы ее совершенствования // Применение математических методов и ЭВМ при поисках и разведке полезных ископаемых. Новосибирск, 1977.
6. Назаров И. В. Проблемы диалектико-материалистической методологии в науках о Земле. Красноярск, 1985.
7. Гунтау М. Возникновение геологии как науки // Развитие идей и методов в геологии. М., 1986.
8. Шаралов И. П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М., 1977.
9. Зубков И. Ф. Проблема геологической формы движения материи. М., 1979.
10. Боровиков А. М. и др. На пути к теоретической геологии // Вопр. философии. 1976. № 3.

И. А. РЕЗАНОВ

НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ГЕОЛОГИИ В СЕРЕДИНЕ XIX В.

Среди естественных наук геология занимает особое место. Если такие науки, как химия, физика, механика и др., изучают современные явления, то геология раскрывает длительную историю планеты. При этом химия или физика исследуют сами процессы преобразования веществ, а геология освещает лишь отражение на земной поверхности глубинных изменений в недрах Земли, часто недоступных наблюдению. Эти и некоторые другие специфические черты геологии послужили причиной того, что ее развитие происходило и происходит несколько иначе, чем других наук, что находит отражение и в специфическом проявлении в геологии научных революций.

Анализ исторического пути развития геологии привел автора этой статьи к выводу, что в этой науке произошла всего одна научная революция — в середине XIX в., после разработки и внедрения биостратиграфии. Расчленение земных слоев по времени их образования позволило приступить к восстановлению истории нашей планеты, и с середины XIX в. геология стала исторической наукой. Другое важное событие произошло столетие спустя, когда в середине XX в. наряду с исторической концепцией в геологии сформировалась вторая, основанная на иных принципах геофизическая парадигма.

Чтобы оценить значение научной революции в геологии в середине XIX столетия, остановимся на предшествующем ему времени. Если сравнить представления о геологических явлениях, существовавшие у ученых классической древности, средних веков, эпохи Возрождения и даже у естествоиспытателей XVIII в., то нетрудно увидеть их значительное сходство. В течение всего этого огромного периода, измеряемого двумя тысячелетиями, представления о геологических явлениях базировались в основном на наблюдениях. Во-первых, добывая полезные ископаемые, человек интересовался строением и составом горных пород и условиями их залегания. Во-вторых, наблюдая за окружающей его природой, естествоиспытатель замечал определенные геологические процессы на поверхности планеты, как быстрые, так и медленные.

Развитие горнорудного ремесла привело к изучению горных пород и возникновению минералогии, а затем и петрографии. Если мы проследим эволюцию этих дисциплин, то убедимся, что, начиная с античного времени и кончая XVIII в., это был единый путь постепенного накопления знаний и опыта в диагностике минералов и горных пород. Такие крупные ученые в области минералогии, как Бируни и Ибн-Сина (X в.), Г. Агрикола (XVI в.) и М. В. Ломоносов (XVIII в.), подходили к классификации минералов и их генезису с близких позиций. Минералы определялись преимущественно по их свойствам и внешнему виду, хотя, разумеется, к XVIII в. роль химии в их диагностике возросла.

Если остановиться на представлениях естествоиспытателей о характере геологических процессов, происходящих на земной поверхности, то и здесь легко увидеть сходство взглядов, существовавших на протяжении всего рассматриваемого периода. Общая картина геологических явлений на земной поверхности вплоть до XVIII в. рисовалась в общих чертах такой же, как и при Аристотеле: земная поверхность испытывает поднятие и опускание, что находит отражение в смене суши и моря. Наблюдения Н. Стено о характере залегания горных пород, взгляды Л. Буха на роль вулканизма в

формировании поднятий, более полная, чем прежние, классификация тектонических явлений, предложенная М. В. Ломоносовым, не изменили общей для всего периода концепции, суть которой можно выразить следующими словами: геология свидетельствует о существовании на поверхности Земли движений, как медленных, так и быстрых, приводящих к изменению ее облика. Однако геология не может раскрыть временную последовательность этих движений.

Что касается взглядов на причины геологических явлений, то здесь в течение двух тысячелетий, до XVIII в. включительно, отмечается два наиболее достоверных свидетеля геологической активности Земли — вулканы и землетрясения. Страбон считал, что Этна и другие вулканы представляют собой клапаны, предохраняющие Италию от резких потрясений. Обрушение коры, сопровождаемое землетрясениями, служит причиной геологических процессов по Декарту (1596—1650). По представлениям А. Л. Моро (1687—1764), острова, материк и горы возникли вследствие взрывного действия подземного огня. По Р. Гуку (1635—1703), изменения на поверхности Земли (поднятие, опускание) происходят вследствие извержения «подземного огня», или землетрясения. Причину тектонических движений, приводящих к поднятию, опусканию, наклону слоев, Ломоносов видел во «внутреннем огне». Близкую концепцию находим и у Дж. Хаттона (1726—1797): поднятия вызываются силой «внутреннего жара» планеты. Л. Бух (1774—1852) полагал, что наблюдаемые на поверхности Земли поднятия, а также смятие слоев в складки вызваны прямым воздействием внедряющихся снизу вулканических пород.

Итак, какую бы сторону геологических знаний мы ни брали — представление о минеральном составе пород, характер движений земной поверхности, геотектонические гипотезы, — все они в течение двух тысячелетий остаются неизменными как в методах наблюдения, так и в истолковании собранных фактов. Конечно, со временем, в особенности в XVIII столетии, объем знаний возрос, появились геологические школы (например, А. Вернера в Германии). Однако этот количественный рост еще не перешел в новое качество. Ни в древности, ни в средние века, ни даже в XVIII в. в руках геолога не было ключа, способного оценить относительный возраст горных пород и восстановить последовательность их формирования. И хотя некоторые ученые, например Ж. Бюффон и М. В. Ломоносов, догадывались об огромной продолжительности геологических процессов, геология еще не стала исторической наукой.

Пользуясь терминологией Т. Куна [1], мы должны сделать вывод о том, что с эллинской эпохи до начала XIX в. в геологии существовала лишь одна парадигма. Суть ее заключалась в том, что основными объектами изучения этой науки были минеральный состав горных пород и современные геологические явления.

Возникновение историзма на основе биостратиграфии послужило основой революции в геологии. На рубеже двух столетий, в 1799 г., В. Смит составил «Шкалу осадочных образований Англии». Это была первая попытка разделить геологические напластования в зависимости от присутствовавшей в них фауны. Работа Смита была продолжена во Франции Ж. Кювье и Ал. Броньяром, опубликовавшим в 1807 г. геологическую карту Парижского бассейна, на которой показано расположение толщ различного геологического возраста. Понадобилось еще 20 лет, чтобы выделить основные стратиграфические подразделения палеозой, мезозой и кайнозой. Биостратиграфический метод расчленения геологических слоев вначале развивался с позиций катастрофизма, исходя из представлений о постоянстве видов. Лишь после выхода в 1833 г. «Основ геологии» Ч. Лайеля эволюционное направление начало пробивать себе дорогу. История Земли представлялась ему как длившиеся миллионы лет обычные для сегодняшнего дня процессы: деятельность дождя, ветра, рек, морского прилива, вулканов, землетрясений. В работах Лайеля еще не было важнейшего элемента эволюционной концепции — последовательного и закономерного изменения природных объектов в процессе развития. В полном виде идея развития была сформулирована в биологии, основывавшейся в первую очередь на палеонтологическом материале, собранном геологами. К. Ф. Рулье разработал и впервые применил в 40-е годы сравнительно-исторический метод исследования. Из его учения «вытекало признание закономерного исторического развития от низшего к высшему и признание филогенетического родства, то есть единства происхождения» [2, с. 412]. Но лишь после выхода в 1859 г. книги Ч. Дарвина «Происхождение видов» идеи эволюционизма в биологии получили распространение. В геологии идея эволюционизма разрабатывалась с 40-х годов. В 1846 г. русский ученый Э. И. Эйхвальд выделил в истории Земли три периода. В первый началось остывание огненно-жидкой Земли, в результате чего образовались плутонические породы, концентрическими слоями обволакивающие земной шар: граниты, гнейсы, сланцы. На следующем этапе из паров «осела» вода, образовавшая осадочные породы, появились растения и животные. С третьим периодом связаны постепенное охлаждение Земли и появление оледенений.