Записки Санкт-Петербургского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова
1992. Т. 134

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

УДК 552.5

А.Н.ПАВЛОВ

СМЕНА ПАРАДИГМ В ГЕОЛОГИИ

Предлагается авторская модель процесса познания под названием трансфинита. Объективность этой модели иллюстрируется сменами парадигм в геологии. Приводится формулировка постулатов последней квантовой парадигмы.

Анализ истории науки привел к пониманию того, что ее развитие определяется и контролируется научными революциями, а сами революции возникают как продукт смены парадигм, т.е. господствующих мировоззрений.

Геология пережила две парадигмы и соответственно одну революцию. В третью парадигму мы входим только сейчас и тем самым переживаем вторую революцию. Перед тем как обсуждать эти события попробуем вначале формализовать саму идею развития через процедуру смены парадигм.

Официальная философия и наука о науке в своих построениях все еще опираются на идею экспоненциального закона развития знаний. Если эту идею параметризировать, то можно записать

$$i = i_0 e^{\lambda t},$$

где i – научная информация на момент времени t; i_0 – начальная информация; λ – постоянная, определяющая темп развития, т.е. прирост информации во времени (рис.1).

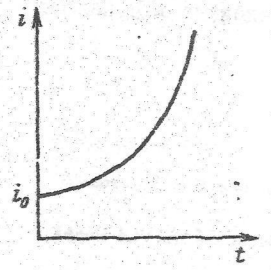


Рис.1. Экспоненциальный закон развития науки
i – информация; t – время

Нетрудно видеть, что эксплуатация этого закона связана, по крайней мере, с тремя принципиальными трудностями:

1. На экспоненте нет никаких скачков или разрывов, а значит – нет революций.

2. Величина i может быть сколь угодно большой при росте аргумента t и постоянстве коэффициента λ, т.е. все знание (полное знание) выводится из одного начального условия $i = i_0$, $i_0 > 0$ ($i = i_0$ при $t = 0$). Иначе говоря, когда еще наука

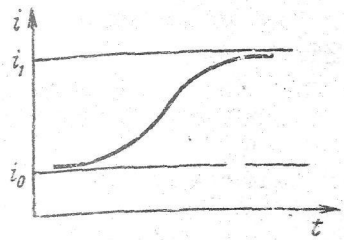


Рис.2. Логистический закон развития науки
i_0 – начальная асимптота;
i_1 – верхняя асимптота

не возникла, уже что-то было, была какая-то начальная информация. Само по себе это естественно, но единственность начала приводит к чистому логицизму, что противоречит известной теореме К.Геделя.

3. Градиент di/dt по мере увеличения t катастрофически быстро растет, что на практике может привести не к смене парадигм, а к информационному взрыву, т.е. к разрушению науки.

Стремление снять третью трудность, на первый взгляд, самую очевидную, привело некоторых исследователей к предложению использовать в качестве закона развития науки логистическую функцию

$$i = \frac{i_{max} - i_{min}}{1 + e^{a+bt}} + i_{min},$$

где a и b – константы (рис.2).

Действительно, в этом случае градиент di/dt вначале растет, а затем падает и возможность информационного взрыва исключается. Однако, «спасая» развитие науки от одной неприятности, мы создает здесь новую трудность и гораздо более серьезную: приросту информации, т.е. развитию науки, ставится предел в виде i_{max}, поскольку логистическая функция является функцией асимптотической.

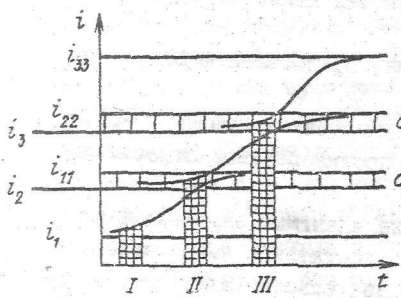


Рис.3. Трансфинитный закон развития науки с основными парадигмами геологии
i_1, i_2 и i_3 – соответственно первая (начальная), вторая и третья парадигмы; i_{11}, i_{22} и i_{33} – предельное значение информации, которое можно получить соответственно от i_1, i_2 и i_3
Заштрихованные участки – революционные этапы: I – эпоха Возрождения (начало функционирования i_1); II – конец XVIII – начало XIX веков (начало функционирования i_2); III – конец XX в. (начало функционирования i_3)

Исследуя кинематику информационной спирали, автору удалось формализовать процесс развития науки в виде серии логистических функций [2, 5], что позволило, с одной стороны, снять рассмотренные трудности, а с другой – поставить целый ряд новых для геологии вопросов, без решения которых она не может развиваться как современная наука.

Рассмотрим схему, показанную на рис.3. На ней указаны революционные этапы, наиболее характерной чертой которых является сосуществование и борьба мировоззрений – старой и новой парадигм. Побеждает обязательно новая парадигма, поскольку градиенты di/dt в рамках старой функции падают и стремятся к нулю, а градиенты di/dt новой функции растут. Старые и новые идеи непримиримы, так как функция развития имеет разрыв. Собственно, это даже две разные функции, хотя они и относятся к одному виду. Однако сам

процесс познания непрерывен, поскольку разрыв функций происходит в бесконечности. Это значит, что любую предшествующую парадигму в принципе можно эксплуатировать сколь угодно долго, хотя на практике время это ограничено из-за ограниченности жизни поколения, использующего эту парадигму последним.

Каждая новая парадигма рождается в недрах старой. Теоретически своими корнями она уходит в очень далекое прошлое, однако на практике появляется как бы внезапно в виде хотя и небольшого, но скачка δi, отделяющего функцию $i(t)$ от нижней асимптоты.

Предлагаемая схема (рис.3) прекрасно соответствует фундаментальной теореме К.Геделя о неполноте. Приведем ее вначале - интерпретации Ю.Манина [3]:

> для постижения полной истины необходима трансфинитная серия творческих актов (актов веры), истинность которых мы не доказываем, но угадываем.

Акты веры - это постулаты, их можно рассматривать и как парадигмы, т.е. как совокупность взглядов, принимаемых за очевидную истину. На рис.3 это нижние асимптоты. Теорема Геделя говорит о том, что каждый такой акт конечен. Эта конечность оформлена на рис.3 как верхние асимптоты. Однако теорема утверждает бесконечное число самих актов, их смену. На рис.3 показаны две такие смены. Очевидно, что их можно рисовать сколь угодное количество.

Итак, наука развивается. Фактом такого развития является рост значений функции $i(t)$, теоретически беспредельный.

Приведем другую формулировку теоремы Геделя, предложенную В.А.Успенским [8]:

> при определенных условиях, налагаемых на фундаментальную пару $<Б,Т>$, не существует дедуктики над Б, полной и непротиворечивой относительно $<Б,Т>$.

Здесь Б - алфавит языка (список элементарных, не членимых знаков); Т - множество истинных, содержательных утверждений; дедуктикой над Б называют тройку $<Д, D, \delta>$, в которой Д - алфавит доказательств ($Д \subset Б$); D - содержательные утверждения из него, называемые доказательствами; δ - функция выделения доказанного с областью определения $D \subseteq \Delta \subseteq Д^{\infty}$; $Д^{\infty}$ - все (содержательные и несодержательные) утверждения, построенные на алфавите Д.

В нашей схеме (рис.3) каждой нижней асимптоте i_1, i_2, i_3 ... соответствует свой дедуктика над, может быть, своим Б. Они непротиворечивы, но только в рамках своих интервалов: $i_1 - i_{11}$; $i_2 - i_{22}$; $i_3 - i_{33}$ и т.д. Существование верхних границ i_{11}, i_{22}, i_{33}, ... делает эти дедуктики неполными. Итак, всякая парадигма, если она непротиворечива, в принципе обязательно неполна, поскольку движущая сила любой парадигмы заключена в ее дедуктиках: алфавите $Д \subset Б$, логике построений и доказательств δ и в самих доказательствах D (аксиоматических и выведенных как новые, "изобретенные" истины).

Теперь кратко рассмотрим смену парадигм в геологии как основу механизма ее развития с помощью рис.3. Предварительно же попробуем дать рисунку название, так как известно, что без имени ребенок жить не будет. Назовем эту совокупность логистических кривых $i(t)$, в которой нижняя асимптота каждой последующей кривой находится ниже верхней асимптоты предыдущей функции, т р а н с ф и к т о й.

Первая кривая трансфиксты геологии фиксируется в эпоху Возрождения. Парадигма же, на которой она развивается, основана на библейских представлениях. Суть ее кратко изложена у А.Б.Вистелиуса [1] и в какой-то мере расширена А.Н.Павловым [4]. Геологическая дедуктика этой парадигмы специально никем не изучалась, смысл же самого подхода к геологическим исследованиям носил отчетливо аксиоматический характер. Идеология была довольно четкой и не такой простой, как это иногда преподносится ортодоксальными атеистами. Речь шла о том, что божественный разум создал мир по строгим математическим законам. Людям дана часть этого разума, поэтому они могут открыть эти законы и понять устройство мира. Если бы удалось построить непротиворечивую теорию формирования Земли, то, по-существу, она являлась бы дедуктикой (Д, D, δ) над геологией и, следовательно, все законы геологии можно было бы вывести математически.

Именно поэтому в период господства первой парадигмы (i_1 на рис.3) геологии в привычном сегодня понимании еще не было. Ее дедуктивные основы формировались такими титанами, как Н.Коперник, Т.Браге, И.Кеплер, Г.Галилей, Р.Декарт, И.Ньютон, Г.Лейбниц.

Таким образом, мы видим, что аксиоматический подход утверждался в науке крупнейшими авторитетами того времени, в основном физико-математической и философской ориентации. Тем не менее, наряду с этой господствовавшей формой познания, уже существовало и развивалось индуктивное направление (Г.Агрикола, Н.Стенон), определившее на рубеже XVII-XIX вв. новую парадигму в познании мира. Для геологии это было появление второй, описательной парадигмы, связанное с такими именами, как М.В.Ломоносов в России, Д.Геттон в Шотландии, А.Вернер в Саксонии, В.Смит, Ч.Лайэль в Англии, Ж.Кювье и А.Броньяр во Франции и др.

На этом этапе развития геологии господствуют настроения, может быть, наиболее резко выраженные Д.Геттоном, что не дело геологии заниматься философскими вопросами и отыскивать начало всех начал. По его мнению, Земля живет и развивается по обычным физическим законам. Земля – это машина, и все геологические явления можно объяснить через те природные агенты, которые геолог имеет возможность наблюдать. Вторая парадигма и особенно выход на генетическое направление геологических работ чрезвычайно плодотворно повлияли на развитие геологии.

Описательная парадигма опиралась на идеологию гелиоцентризма и поэтому ее дедуктика была более-менее инвариантна по отношению к космогоническим теориям, которые менялись от гипотезы П.Лапласа до «холодной» гипотезы О.Шмидта и современных концепций горячего начала Земли [7]. Не претендуя на строгость и полноту, можно сформулировать три утверждения, которые

большинство современных геологов так или иначе используют в качестве основных аксиом:

I. Геологическое развитие Земли представляет собой процесс скачкообразно эволюционный.

2. Этот процесс генерируется за счет внутренних энергетических источников – теплового, гравитационного и др.

3. Внешним энергетическим источником является лишь Солнце, контролирующее экзогенные процессы на Земле.

Логический аппарат дедуктики для описательной парадигмы сегодня весьма сложен, однако опирается он на классическую логику, классическую физику и термодинамику.

До относительно недавнего времени все это вполне устраивало геологов, поскольку хорошо согласовывалось с фактологией. Известные факты остаются и сегодня, но сами постулаты оказываются уже недостаточными, поскольку на их основе становится невозможным ответить на целый ряд серьезных вопросов, в частности, объяснить цикличность разных масштабов в развитии Земли (магматическую, металлогеническую, биосферную, тектоническую и др.). Иными словами, старая аксиоматика, видимо, свое отслужила, и мы находимся на пороге создания новой аксиоматики.

Работы А.Н.Павлова, С.М.Базарова, А.А.Баренбаума [4, 6] формулируют новую аксиоматику:

I. Геологическое развитие Земли обусловлено получением энергии извне.

2. Эту энергию Земля получает порциями.

3. Энергетические кванты возникают при прохождении Солнечной системой струйных потоков Галактики.

4. Периодичность получения квантов энергии соответствует периодичности прохождения Солнечной системой струйных галактических потоков.

Эти постулаты являются основой новой парадигмы геологии, квантовой, которая выводит нас из геоцентрических представлений о геологическом развитии Земли на галацентристскую идеологию, опирающуюся на понятие открытых систем как по отношению к Земле и Солнечной системе, так и по отношению к Галактике. Итак, мы в начале нового пути.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вистелиус А.Б. Основы математической геологии. Л.: Наука, 1980.

2. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н. Общая гидрогеология. Л.: Недра, 1988.

3. Манин Ю.И. Теорема Геделя // Природа. 1975. № 12.

4. Общая и полевая геология / А.Н.Павлов, А.И.Иванов, И.А.Одесский и др. Л.: Недра, 1991.

5. Павлов А.Н. Основы системного подхода в геологии: Уч. пособие / Ленингр. гидрометеорол. ин-т. Л., 1981.

6. Павлов А.Н. *Квантовые принципы развития Земли – новая парадигма геологии* // Принципы развития и историзма в геологии и палеобиологии. Новосибирск: Наука, 1990.

7. Природа твердой Земли. М.: Мир, 1975.

8. Успенский В.А. Теорема Геделя о неполноте. М.: Наука, 1982.