

Глава 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА

« ...каждый, кто осмеливается взять на себя роль судьбы во всем, что касается Истины и Знания, терпит крушение под смех богов».
А. Эйнштейн.

1.1. Смена парадигм.

Основные понятия.

1. **Методология** – учение о научном методе познания: принципах и способах организации теоретической и практической деятельности. [По толковому словарю русского языка. С.И. Ожегов и Н.Ю. Шведова. М., 2000].
2. **Парадигма** – совокупность взглядов, которые определяют направление и характер мышления в науке на данном этапе ее развития [2].
3. **Логистическая функция** – $i = (i_{\max} - i_{\min}) / (1 + e^{a+bt}) + i_{\min}$, где в этой теме i – информация; t – время; a и b – константы (см. рис.1.2) (b – отрицательное число).
4. **Теорема К. Гёделя о неполноте** – для постижения полкой истины необходима трансфинитная серая творческих актов (актов веры), истинность которых мы не доказываем, но угадываем (в интерпретации Ю.И. Манина [1975, доп.]).
5. **Трансфинита** – серия логистических функций (см. рис. 1.3).
6. **Дедукция** – способ рассуждения от общих положений к частным выводам.
7. **Индукция** – способ рассуждения от частных фактов и наблюдений к общим выводам.
8. **Аксиома (постулат)** – исходное положение, принимаемое без доказательств и лежащее в основе доказательств истинности других положений.
9. **Аксиоматика** – совокупность аксиом.
10. **Дедуктика** – формализованная логика.
11. **Логицизм** – направление, в соответствии с которым математика полностью может быть выведена из логики.
12. **Катастрофизм** – учение, согласно которому геологическая история Земли состоит из ряда этапов спокойного развития, разделенных бурными катаклизмами, изменявшими лик нашей планеты.
13. **Эволюционизм** – теория, согласно которой ныне существующие организмы произошли путем длительного изменения и развития от прежде существующих организмов. Эволюционный процесс рассматривается как результат изменения условий существования организмов.
14. **Палеонтология** – наука, изучающая по ископаемым остаткам организмов и следам их жизнедеятельности историю развития растительного и животного мира прошлых геологических эпох.
15. **Стратиграфия** – раздел геологии, занимающийся изучением последовательности залегания слоев и толщ осадочных и вулканогенных пород, а также интрузивных тел и установлением их относительного и абсолютного возраста.

Трансфинитный закон развития в науке.

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

Официальная философия и наука о науке в своих построениях опираются на идею экспоненциального закона развития знаний:

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

где i - научная информация на момент времени t ; i_0 - начальная информация; λ - постоянная, определяющая темп развития, т.е. прирост информации во времени (рис.1.1).

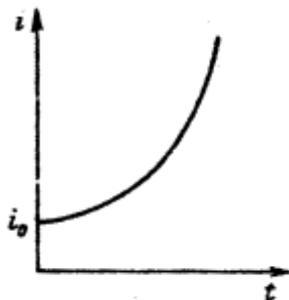


Рис.1.1. Экспоненциальный закон развития науки.

i - информация; t – время.

Эксплуатация этого закона связана с тремя принципиальными трудностями:

1. На экспоненте нет никаких скачков или разрывов, а значит – нет революций.
2. Всё знание (полное знание) выводится из одного начального условия

$$i = i_0, i_0 > 0 \quad (i = i_0 \text{ при } t = 0).$$

Иначе говоря, когда наука еще не возникла, была какая-то начальная информация (i_0). Единственность начала приводит к чистому логицизму, что противоречит известной теореме К.Гёделя о неполноте.

3. Градиент di/dt по мере увеличения t катастрофически быстро растет. На практике может вызвать информационный взрыв. Наука исчезнет.

Стремление снять третью трудность привело к рассмотрению в качестве закона развития науки логистической функции (рис. 1.2). В этом случае возможность информационного взрыва исключается. Однако, «спасая» развитие науки от одной неприятности, мы создаем новую трудность и гораздо более серьезную: *приросту информации, т.е. развитию науки, ставится предел в виде i_{max} , поскольку логистическая функция является функцией асимптотической.*

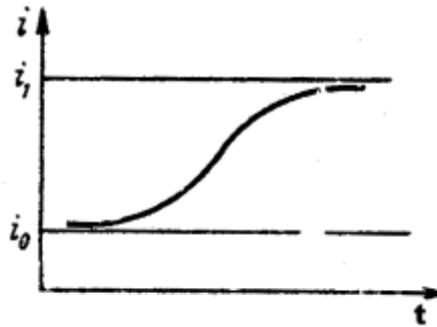


Рис.1.2. Логистический закон развития науки.

i_0 – начальная асимптота;

i_1 - верхняя асимптота.

Мне удалось формализовать процесс развития науки в виде *трансфиниты*. Были сняты рассмотренные трудности, и удалось поставить целый ряд новых для геологии и геофизики вопросов, без решения которых они не могут развиваться как современные науки [Концептуальные основы...,1992].

На рис.1.3. указаны революционные этапы (заштрихованные участки). Характерной их чертой является сосуществование и борьба мировоззрений – старой и новой парадигм.

- Побеждает новая парадигма, поскольку градиенты di/dt в рамках старой функции падают и стремятся к нулю, а градиенты di/dt новой функция растут.
- Старые и новые идеи непримиримы, так как общая функция развития имеет разрывы. Собственно, это даже разные функции, хотя они и относятся к одному виду.
- Однако сам процесс познания непрерывен, поскольку разрыв функций происходит в бесконечности.
- Любую предшествующую парадигму 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 δ_i , отделяющего функцию $i(t)$ от нижней асимптоты последующей функции.

Предлагаемая схема (рис.1.3) соответствует фундаментальной теореме К.Гёделя о неполноте.

- Акты веры – суть парадигмы (на рис.1.3 – нижние асимптоты). В общей постановке теорема Гёделя говорит о том, что каждый такой

акт конечен.

- Эта конечность на рис.1.3 оформлена в виде верхних асимптот.
- Теорема утверждает бесконечное число самих актов, их смену. На рис.1.3 показаны две такие смены, хотя их можно рисовать сколь угодно много.

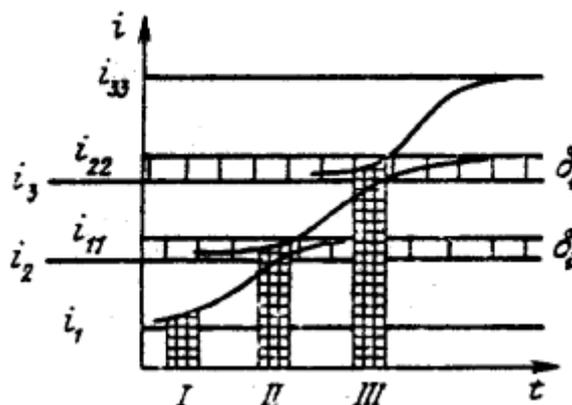


Рис.1.3. Трансфинитный закон развития науки с основными парадигмами. i_1, i_2, i_3 - соответственно первая (начальная), вторая и третья парадигмы; i_{11}, i_{22}, i_{33} — предельное значение информации, которое можно получить соответственно из i_1, i_2, i_3 . Заштрихованные участки — революционные этапы: 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).

Геонауки пережили *две парадигмы*. В третью парадигму мы только входим. Рассмотрим вопрос смены парадигм с помощью трансфиниты.

Парадигма 1.

Первая кривая трансфиниты фиксируется в эпоху Возрождения. Её парадигма опиралась на библейские представления. Суть её кратко изложена у А.Б.Вистелиуса [1988, доп.] и позже была расширена А.Н. Павловым [Концептуальные основы...,1992]. Смысл подхода к геологическим исследованиям носил тогда откровенно *дедуктивный характер*. Его *аксиоматика* состояла в следующем:

- божественный разум создал мир по строгим математическим законам;
- людям дана часть этого разума;
- поэтому они способны открывать эти законы и понять устройство мира.

В соответствии с этой парадигмой начинать следовало с создания *непротиворечивой теории формирования Земли как аксиоматики геологии*. Далее в соответствии с идеями логицизма все содержание геологии можно было бы вывести как следствия с помощью существующей тогда *дедуктики (классической логики Аристотеля)*.

Поэтому в период господства первой парадигмы (i_1 на рис.1.3) геологии в сегодняшнем её понимании ещё не было. Её *аксиоматические и дедуктивные основы* формировались такими титанами, как Н.Коперник, Т.Браге, И.Кеплер, Г.Галилей, Р.Декарт, И.Ньютон, Г.Лейбниц.

В основном эта была физико-математическая и философская ориентация. Она не привела к ожидаемым результатам, но дала многое. Начала геологии и позже геофизики были привязаны к астрономическим проблемам и вопросам происхождения Земли как космического тела.

Парадигма 2.

Наряду с идеями чистого *логицизма* в рамках божественной парадигмы уже существовало и развивалось *индуктивное направление* (Г.Агрикола, Н.Стенон), определившее на рубеже XVIII – XIX веков появление новой парадигмы. Она получила название *описательной*. Её внедрение в мышление геологов связано с именами М.В.Ломоносова в России, Д. Геттона в Шотландии, А.Вернера в Саксонии, В.Смита и Ч.Ляйеля в Англии, Ж.Кювье и А.Броньяра во Франции и др.

Вторая парадигма исключительно плодотворно повлияла на развитие геологии. Но она не могла развиваться без собственных дедуктивных представлений. Индуктивный путь познания начинается со своей аксиоматики. Её становление проходило сложным и болезненным путем. Это естественно, потому что накапливаемый и увеличивающийся в объеме и разнообразии натурный материал мог систематизироваться и интерпретироваться по-разному.

Катастрофизм.

Появление этой теории связано с именем Ж. Кювье, заложившего вместе с Ж.Ламарком, Ад. Броньяром и К. Штенбергом основы палеонтологии. В отличие от своих коллег наблюдаемые изменения состава фауны и флоры на стратиграфических границах Ж.Кювье рассматривал как внезапные и резкие явления и объяснял их геологическими катастрофами. Он не признавал превращения одних видов животных и растений в другие и поэтому после каждой катастрофы появление новых форм он вынужден был связывать с многократными актами божественного творения. Именно это обстоятельство сделало теорию Ж.Кювье несостоятельной, хотя её разделяли и развивали многие крупные исследователи.

Эволюционизм.

Основы этого направления были заложены Ж.Ламарком (ламаркизм), который считал, что изменения организмов носят постепенный характер и связаны они с изменениями окружающей среды. Эти идеи получили

мощную поддержку после выхода в свет трехтомного труда шотландского геолога Ч.Ляйеля «Основы геологии, или попытки объяснить древние изменения поверхности Земли действующими и сейчас процессами» [1830—1833 гг.], в который он ввел в геологию принцип *актуализма*.

Современная аксиоматика второй парадигмы.

Можно сформулировать три утверждения, которые, так или иначе, используются в качестве базовых аксиом:

- Геологическое развитие Земли представляет собой процесс *скачкообразно эволюционный*.
- Этот процесс генерируется за счет *внутренних энергетических источников* – теплового, гравитационного и др.
- Внешним энергетическим источником является лишь *Солнце, контролирующее экзогенные процессы на Земле*.

Логический аппарат описательной парадигмы сегодня весьма сложен. Он опирается на классическую логику, классическую физику и термодинамику.

До недавнего времени названные три аксиомы вполне устраивали геологов. Однако сегодня с их помощью уже невозможно ответить на целый ряд серьезных вопросов, в частности, объяснить цикличность разных масштабов в развитии Земли (магматическую, металлогеническую, биосферную, тектоническую и др.). Иными словами, классический индуктивный подход в наши дни уже тормозит развитие геологии. Возникает *потребность создания новой парадигмы*.

Парадигма 3.

В 80-90-е годы А.Н.Павловым [1990] и А.А.Баренбаумом [Общая и полевая..., 1991] впервые была разработана *новая аксиоматика геологии*:

- Геологическое развитие Земли обусловлено получением энергии извне.
- Эту энергию Земля получает порциями (квантами).
- Энергетические кванты могут появляться при прохождении Солнечной системой струйных потоков Галактики.
- Периодичность получения квантов энергии соответствует периодичности прохождения Солнечной системой струйных галактических потоков.

Эти постулаты являются основой третьей парадигмы геологии, *квантовой*, которая выводит нас из *представлений геоцентризма* о геологическом развитии Земли на идеологию *галактицизма*. Эта идеология опирается на понятие открытых систем как по отношению к Земле и Солнечной системе, так и по отношению к Галактике.

Комментарии.

Не углубляясь далеко в историю, можно сказать, что в рамках описательной парадигмы в геологии с переменным успехом соперничали две взаимоисключающие идеи – катастрофизм Ж. Кювье и эволюционизм Ж.Ламарка и Ч.Ляйеля. Заметим, что Ч.Дарвин считал себя учеником Ч.Ляйеля, и дарвинизм начинался с данных

палеонтологии.

Сегодня геология снова вынуждена вернуться к идеям Ж. Кювье, но очевидно, что этап эволюционизма, из которого она еще полностью не вышла, уже не может быть игнорирован: Кювье теперь невозможен без Лайеля. Больше того, начинать «реставрацию» следует не от них, а от физики, от тех проблем, которые она решила, а геология к ним только подошла. Мы имеем в виду проблемы изменчивости и устойчивости, непрерывного и дискретного.

Пожалуй, эти проблемы наиболее рельефно проявились в представлении о развитии двух геосфер, генетически тесно связанных: *водной – гидросферы* и *осадочной – стратисферы*. Противоречия здесь оформились в виде двух внешне несовместимых концепций.

Одна утверждает постоянство массы воды и осадочных пород на протяжении той части геологической истории Земли, когда эти массы однажды появились. Они участвуют в круговороте веществ, но заметная прибавка или потеря, нарушающие баланс такого круговорота, представителями этой точки зрения отрицается или о возможности таковых просто умалчивается. Очевидно, что данная позиция, какие бы оговорки при этом ни делались, проповедует дискретность процесса возникновения гидросферы и стратисферы и замкнутость происходящих в них процессов, т. е. *устойчивость и изолированность этих геосфер по массе*.

Вторая концепция, наоборот, утверждает, что массы воды и осадочных отложений на протяжении геологической истории Земли (естественно, в доступных для наших наблюдений рамках) увеличиваются непрерывно и, больше того, по линейному закону. Нетрудно понять, что здесь речь идет о *непрерывной изменчивости*.

Обе концепции опираются на один и тот же материал наблюдений, но в качестве проверки их истинности используется лишь логический аппарат, что не может служить надежным критерием для доказательства. Всякая модель получает доверие лишь тогда, когда она позволяет воспроизвести наблюдаемый факт или дает оправдываемый наблюдениями прогноз. Для гидросферы такую процедуру, наверное, выполнить невозможно в силу сложности датировок различных ее структурных элементов. Для стратисферы эта процедура выполнима. Такая работа была сделана Р. Гаррелсом и Ф. Макензи [1974] для осадочных толщ *фанерозоя* в масштабе *международной стратиграфической шкалы* (см. гл.5), т. е. на уровне такого расчленения, которое в современной геологии не вызывает разночтений. Были построены математическая модель линейного накопления массы осадочных пород и модель перераспределения постоянной массы, однажды появившейся на ранней стадии развития Земли. Проверка моделей состояла в том, чтобы с их помощью получить распределение масс осадочных пород во времени (по системам фанерозоя), близкое к наблюдаемому. Оказалось, что обе модели дают приемлемый результат только при задании определенного темпа круговорота, а именно при отношении массы отложенного материала к массе разрушаемых пород, находящейся в движении, как 5:1. Именно при таком условии построенные гистограммы распределения масс по системам фанерозоя хорошо совпадают с натурными измерениями и по двум разным моделям дают практически неразличимые результаты.

Таким образом, Р. Гаррелс и Ф. Макензи, по существу, констатировали парадоксальную ситуацию: тождественность двух концепций, исключаящих друг друга по своим постулатам. В методологической постановке это равносильно утверждениям *изменчивость* \equiv *устойчивость*, *непрерывность* \equiv *дискретность*, *катастрофизм*

≡ эволюционизм.

В результате, мы подошли к порогу, когда следует найти теорию, снимающую этот парадокс, теорию, в которой нашлось бы место и катастрофизму и эволюционизму, *но уровень этого совмещения уже не может быть элементарно предметным или вещественным*. Он может быть только более высокого и абстрактного порядка, порядка, которым является энергетическая характеристика развития. Несовместимость изменчивости и устойчивости, непрерывного и дискретного сосуществующую в природе, физика объяснила с помощью квантовых представлений.

Постулируя такую возможность для геологического мегамира в масштабе планеты, А.Н. Павлов вышел на предположение, что структурно-вещественная устойчивость различных оболочек Земли, в том числе и стратисферы, обусловлена определенным уровнем их энергетического, и переход на новый устойчивый структурно-вещественный уровень возможен только при получении *геосферной порции энергии*, равной такому энергозапасу. Эта идея и легла в основу третьей парадигмы.

Общий вывод:

в истории развития геологии можно выделить три парадигмы, каждая из которых отвечала современному ей уровню развития науки.

1.2. Принцип актуализма.

Основные понятия.

1. **Актуализм** – форма объяснения процессов геологического прошлого путем сравнения геологических явлений отдаленных эпох истории Земли с современными.
2. **Верификация** – внешнее оправдание, подтверждение фактами
3. **Регрессия моря** – отступление моря с суши. Вызывается поднятием суши, реже – уменьшением количества воды в океане.
4. **Трансгрессия моря** – процесс наступления моря на сушу. Обычно вызывается опусканием суши; реже поднятием уровня океана.
5. **Униформизм** – наиболее простая форма понимания актуализма, предполагающая неизменность геологических процессов в истории развития Земли, их простую повторяемость (uniform – форма, англ).
6. **Шкала энергосодержащих пород** – шкала, выраженная в Джоулях. Рассчитана по феноменологической формуле А.Н. Павлова для основных систем фанерозоя. (См. Гл. 5).
7. **Экзарация** – ледниковое выпаживание. Разрушение ледником горных пород, слагающих их ложе.

Общая характеристика

Принцип актуализма является главным постулатом геологии [Павлов, 2009а,б, доп.]. Его можно записать в виде следующего афоризма:

сегодня, как всегда, и всегда, как сегодня.

Это та аксиоматическая истина, с которой геология начинается и на базе которой она существует по сегодняшний день. Если её «упразднить», то все теории и представления современной геологии, потеряют свой смысл и

их «достоверность» окажется в лучшем случае очень спорной или попросту ложной.

Для иллюстрации этого тезиса приведём один пример. Отложения современных ледников Земли изучены достаточно хорошо и в широком диапазоне параметров. Принцип актуализма позволяет утверждать, что, если ледники существовали и в более древние эпохи истории Земли, то о них могут свидетельствовать древние породы аналогичного типа. Такие породы были найдены на огромных территориях, установлены границы их распространения и получены характерные возрастные датировки. На этих материалах сформировалась так называемая ледниковая теория. Вначале речь шла о четвертичных оледенениях, позже удалось реконструировать и более древние оледенения, начиная с криптозооя. (См. Гл.5) Появилась возможность воссоздать центры похолодания и даже построить шкалу гипотетической последовательности ледниковых и тёплых периодов за последний миллиард лет.

Естественно у этой теории существуют свои внутренние трудности, в основном связанные с датировками и вопросами корреляции различных отложений. Частично их удаётся преодолевать. Однако, у ледниковой теории, несмотря на её кажущуюся очевидность, существуют альтернативные варианты. Одним из оснований для отрицаний ледниковой теории являются многочисленные находки в отложениях ледникового типа остатков морской фауны. Эти находки можно было бы объяснить морскими трансгрессиями, происходящими одновременно с «ледниковыми периодами». Но такие совпадения трудно объяснимы с позиций физической географии (сокращении объёма жидкой фазы океана при переходе значительной её части в лёд должно сопровождаться регрессиями). Существуют и много других данных, которые не укладываются в ледниковую теорию.

Общая и неустранимая трудность её верификации состоит в том, что нам не дано заглянуть в прошлое. Мы можем только интеллектуально воспроизводить варианты, не проверяемые в принципе. В этом смысле прогноз прошлого хуже прогноза будущего, результатов которого, вообще говоря, можно дожидаться.

Тем не менее, ледниковая теория сегодня наиболее полно разработана. Пока для неё нет хорошей замены.

Актуализм далеко не современная концепция. Его идеи появились еще в эпоху Возрождения (XVI—XVII вв.) и в той или иной форме содержались в работах Леонардо да Винчи, Николы Стенона, Ж. Бюффона, Д. Геттона, М. В. Ломоносова. Однако в наиболее полном виде они были сформулированы Чарльзом Лайелем в его работе «Основы геологии, или попытки объяснить древние изменения поверхности Земли действующими и сейчас процессами» [1830-1833 гг.]. Ч. Лайель попытался сделать

историю Земли познаваемой, определив три основных принципа:

1. Все процессы, меняющие облик Земли, постоянны во времени – принцип однообразия.
2. Силы, определяющие развитие Земли, действуют медленно, но непрерывно – принцип непрерывности.
3. Малозаметные изменения за длительный период непрерывного действия приводят к большим переменам без дополнительных катастроф – принцип суммирования.

Это форма понимания актуализма является наиболее простой. Она утверждает повторяемость геологических процессов в истории развития Земли и обычно называется униформизмом ((uniform – форма, англ.).

Несмотря на недостатки и ошибки, которые не только возможны, но и неизбежны в процессе познания явлений природы, униформистские взгляды Ч.Лайеля для геологии сыграли исключительную и прогрессивную роль. Но постепенно стало ясно, что «сегодня не совсем так, как всегда», и принципы Ч. Лайеля были преобразованы в современную формулу:

- ***настоящее есть ключ к познанию прошлого,***

которую сегодня принято считать сутью метода актуализма.

Получаемые с её помощью реконструкции позволяют лишь как-то ориентироваться в геологической истории Земли, но не позволяют воспроизвести её достаточно уверенно, в том смысле, чтобы воссоздать геологические события без исключаящих друг друга вариантов. Хотя, наверное, *правильнее было бы сказать при минимуме вариантов.*

Основная ошибка многих геологов состоит в том, что они не делают различия между актуализмом *как принципом и как методом.* Принцип – это, вообще говоря, постулат. И здесь даже нельзя говорить, принимаем мы его или не принимаем. Мы вынуждены его принимать, потому что отказ от него – это лишь декларация, не дающая ничего взамен. Как только мы обращаемся к геологическим процессам, мы ищем в прошлом аналоги настоящего. И обсуждение актуализма как принципа напоминает дискуссии о параллельных в евклидовой геометрии и о принципе выбора в теории множеств. Актуализм же, как метод – это совсем другое, это уже пропись действий в конкретной геологической работе, это уже некий алгоритм. Наверное, правильней здесь говорить не о методе, а о методах, так как в геологических приложениях такие прописи будут различными, хотя основа любой из них должна быть общей. Существуют многочисленные схемы, описывающие последовательность операций при методической реализации принципа актуализма, но все они крайне несовершенны. Трудности при создании таких схем связаны с тем, что до сих пор не решена *пространственно-временная* проблема геологии. По-

этому основную цель, стоящую перед геологией как наукой, следует рассматривать одновременно и как современную её проблему.

Сегодня можно утверждать, что *принцип актуализма не является очевидной истиной, но у нас нет оснований, чтобы исключить его из обращения в качестве аксиомы.*

Возможная эволюция шкал пространства и времени

Квантовые принципы (третья парадигма) развития Земли привели к пониманию геологической неопределённости [Павлов, 1990, 2009а, доп]. Суть её состоит в том, что шкала энергосодержаний пород, с помощью которой характеризуется геологическое пространство, и шкала времени, связаны между собою таким образом, что устойчивость масштаба одной из шкал определяет изменчивость масштаба другой. *Это свойство геологического пространства-времени приводит к тому, что мы в принципе, не можем сказать, сжимается ли пространство, и это сжатие воспринимается нами как ускорение процессов, с помощью которых измеряется время или ускоряются сами процессы, компенсируя расширение пространства.*

Очевидно, что и то и другое явление можно рассматривать как особенности эволюции. *Меняются ли при этом законы Природы* сказать невозможно, поскольку принцип неопределённости, связывающий время и пространство, не позволяет эти возможные изменения обнаружить в принципе.

Исследования С. М. Базарова [Павлов, 2009а,б, доп.] дают возможность надеяться на установление физической ясности в понятии геологической неопределённости. Для волновой функции, описывающей состояние частицы, он находит второй виртуальный член, который отражает внутреннее свойство пространства, содержащего частицу, – свойство производить и тут же потреблять время, то, что Де-Бройль назвал согласованностью фаз. Анализ нового вида волновой функции привёл С.М. Базарова к раскрытию квантовых свойств вакуума. Изменение уровней его состояния должно сопровождаться выделением или поглощением кванта энергии, управляющим ходом времени. Переход вакуума с одного уровня на другой, вероятно, тождественен изменению пространства, что, как следствие, приводит к изменению скорости процессов, являющихся природным «инструментом» отсчёта времени (естественными часами). Таким образом, изменение состояния вакуума является тем феноменом, который определяет ход всех мировых часов.

Самым замечательным в этих построениях является то обстоятельство, что они поддаются экспериментальной проверке. Суть её основана на известных достижениях астрономии (см. Гл. 2) – установлении нестационарности Вселенной (А.А. Фридман, 1922-1924 гг.), красного

смещения спектра галактик, выводе о их разбегании и изотропности Вселенной (Э.Хаббл, 1929 г.), теории Большого взрыва (Г. Гамов, 40-ые годы XX века), открытии реликтового излучения Вселенной (У. Вильсон, А. Пензиас, 1965 г.), подтверждающим её изотропию и хорошо укладывающимся в теорию Большого взрыва. Таким образом, наиболее разработанная сегодня космогоническая концепция говорит о том, что на протяжении последних $(17-18) \cdot 10^9$ лет Вселенная расширяется, а значит, межгалактический вакуум её растёт, достигнув на сегодня $10^{-31} - 10^{-32} \text{ г/см}^3$. (См.Гл.2).

Рост вакуума в межгалактическом пространстве Вселенной в соответствии с приведёнными построениями должен приводить к изменению уровней его состояния с выделением определённых квантов энергии. Каждый акт квантования ускоряет ход мировых процессов, воспринимаемый как ускорение хода всех часов или как уменьшение масштаба временной шкалы.

Если же мы воспринимаем скорость процессов и соответственно ход времени неизменными (в геологии это отражено в идее актуализма), то вынуждены утверждать неустойчивость шкалы энергосодержаний. Таким образом, принцип неопределённости в геологии возникает, вообще говоря, на незнании физической сущности времени. Раскрытие этой сущности позволяет уверенно говорить о том, шкала энергосодержаний пород имеет постоянный масштаб, определяемый процессом квантования вакуума Вселенной, а ход времени ускоряется. Однако геологическая неопределённость всё равно сохраняется и не только потому, что неизвестным остаётся начало изменения хода времени, т.е. того момента, когда «пустота» Вселенной стала вакуумом, но и потому, что величина кванта энергии продолжает быть известной лишь приблизительно (нам не дано измерить её непосредственно и независимо от времени).

Таким образом, и ***принцип неопределённости, выявленный в геологии, не делает аксиому актуализма, очевидной.*** Он лишь показывает, что квантовая смена геологических событий, каким-то образом может сопровождаться изменением законов. Но не больше. Достоверность такой возможности по-прежнему остаётся неочевидной.

Общий вывод: Принцип актуализма, эксплуатируемый в геологии в качестве основной аксиомы, является таким же неопределённым, как постулат о параллельных в евклидовой геометрии и аксиома выбора в теории множеств.

- *Можно сделать предположение, что в любой достаточно общей научной теории должен существовать постулат такого неопределённого типа.*
- *Подобный постулат является атрибутом принципа*

неопределённости, показывающего, что всякая теория лишь претендует на выделение частного из принципиально неделимого целого. Тем самым она нарушает закон целостности [Павлов. 2008]. И это формально должно закрепляться хотя бы одной неочевидной аксиомой. Иначе наука развиваться не может.

1.3. Моделирование как метод познания.

Основные понятия.

1. **Мода** – понятие математической статистики, соответствующее среднему значению признака с наибольшей частотой встречаемостью.
2. **Модель** – абстрактное или вещественное отображение объектов или процессов, адекватное исследуемым объектам (процессам) в отношении некоторых заданных критериев (эрзац натуры).
3. **Наблюдение** – процесс получения информации.
4. **Выделение моды** – расчленение информационного сигнала на части и сохранение наиболее сильной его составляющей (то, что обычно называют впечатлением).
5. **Абстрагирование** – превращение моды в некий обобщенный образ. Отрыв от реального объекта, генерирующего сигнал, и переход в новую часть информационного поля, в область неких символов.
6. **Формализация** – придание абстракции определенной конкретной формы. Создание символа.
7. **Моделирование** – построение их символов неких структур, некоего макета наблюдаемого реального объекта, производство эрзаца, отражающего *модальную* часть первичного информационного сигнала.
8. **Контроль** – сравнение модели с натурой и принятие решения: сохранить модель, уточнить или отказаться от нее.

Процедура моделирования.

Механизм моделирования точно не знает никто, но моделировать умеют все. Техника моделирования заложена в нас с нашим появлением на свет. Можно ли эту технику совершенствовать? Да можно. Как и все остальное: форму тела, грацию, ловкость и др. Для этого, в первую очередь, необходимо понять основные правила моделирования, которыми мы пользуемся как некой данностью. Они приблизительно таковы:

*наблюдение ⇒ выделение моды ⇒ абстрагирование ⇒
⇒ формализация ⇒ моделирование ⇒ контроль.*

Приведенная схема, естественно, условна, поскольку расчленяет *целое*, которое не делится, хотя бы потому, что не имеет ни начала, ни конца. Ведь для того, чтобы наблюдать и увидеть, необходимы какие-то априорные знания (см. *трансфиниту*, раздел 1.1). Уровень этого знания растёт по мере накопления жизненного опыта, получения образования и т.п. Например, мы подошли к обнажению горных пород на берегу моря или в коренном борту долины реки: обыватель увидит в нём только обрыв,

художник определенный порядок цветных слоев, а геолог – чередование и характер залегания горных пород.

Но чтобы увидеть породы, нужно быть знакомым с понятием «горная порода», с их классификацией, уметь отличить песчаник от глины, известняка, мергеля и т.д. Иными словами, для видения природы уже необходимы абстракции, в данном случае в виде классификационных символов, и хотя бы примитивные модельные представления в виде таких понятий как слой, граница, мощность и т.п., которые и закладываются в специальных учебных заведениях.

Анализ процесса познания показывает, что обычно мы имеем дело с двумя уровнями моделирования: *концептуальным (понятийным) и рабочим.*

Концептуальная модель представляет собой принципиальную схему, отражающую весьма грубые и, как правило, интуитивные представления об объекте. По-существу, это гипотеза, определяющая характер и направление всей последующей работы. Она определяет круг параметров и тип их связей, которые нам предстоит измерить и оценить ожидаемый результат и форму его выражения. Без такой модели начинать работу невозможно, без неё не ясно, *что измерять, как измерять, зачем это делать, в каком объёме, с какой точностью* и т.д. Поэтому, чем более разработанной является концептуальная модель, тем быстрее и качественней достигается конечный результат. Часто, особенно при научных исследованиях, работа ведётся сразу по нескольким моделям. Здесь можно заметить, что *научная работа от инженерной деятельности* отличается как раз тем, что в первом случае модель отсутствует, и она создается, а во втором – используются готовые и проверенные образцы.

Концептуальные модели могут быть как качественными, так и количественными. Для большинства задач, связанных с материальным миром, принципиальным является физическая ясность концептуальных моделей и чёткая проработка их аксиоматики. Для задач такого рода можно принять совет Дж. Тьюкки (1962 г.):

«Лучше приблизительно ответить на правильно поставленный вопрос, чем дать точный ответ на вопрос, поставленный неверно».

Эта рекомендация говорит, что эффективность познания мира вообще и конкретных исследований, в частности, заложена в самой постановке задачи. Постановка же задачи состоит не только и не столько из её формулировки, сколько из выбираемой схемы решения, т.е. *из концептуальной модели, разработка которой и представляет постановку задачи.*

Рабочие модели являются результатом детальной проработки выбранной концепции. Они позволяют получить конкретное решение либо в форме тех или иных утверждений, либо в форме числа. Например, на вопрос о том, *является ли данный район сейсмически опасным*, может быть получен качественный ответ: «Да». При этом доказательством могут служить результаты комплексных геофизических и геологических исследований этой территории и построенные на их основе карты сейсмической опасности, или реальные факты. Если же при этом удастся выделить участки различной сейсмичности, то такое решение уже можно рассматривать как количественное, поскольку оно определено числами – географическими координатами, площадью и т.д.

Концептуальные и рабочие модели могут быть классифицированы. В качестве иллюстрации приведём классификацию У. Крамбейна (с авторскими дополнениями и сокращениями).

Модель-диаграмма. Это таблица, схема, графики. В геологических задачах модели этого типа используются довольно широко. По-существу, к ним относятся различного рода карты, разрезы, профили, зарисовки и т.п.

Детерминированные модели. Описывают причинно-следственную связь между параметрами, когда заданным или измеренным значениям аргументов приписываются определённые значения функций. При этом обычно говорят, что это модели, описывающие *события с абсолютной памятью*.

Статистические модели. Предполагают полное отсутствие причинно-следственных связей и создают эрзац, который основан на идеологии существования *процессов без памяти*.

Стохастические модели. Описывают объект или процесс в терминах вероятности, т.е. не само событие, а вероятность его появления.

Алгоритмические модели. Это особый вид моделей, подразумевающий любое, но, как правило, достаточно сложное описание объекта или процесса. Обычно оно состоит из многих последовательных операций, часто включающих другие типы моделей.

Таким образом, можно утверждать, что одна и та же задача, вообще говоря, решается как угодно – с помощью различных моделей и в различных терминах. Здесь уместно напомнить известное утверждение Н.Бора, что *применительно к одной и той же группе объектов может быть создано бесконечное множество одинаково истинных теорий*. Остаётся только ***договориться, как оценивать их истинность***.

Мир познается человеком через процедуру моделирования. Сегодня она достаточно хорошо отрегулирована. Наилучшие результаты даёт такая схема:

1. Формулировка задачи. Определяется, что мы собственно хотим.
2. Постановка задачи. Построение концептуальной модели. Одной или нескольких.
3. Построение параметрической базы выбранной модели. Что измерять, как это делать и т.п.
4. Натурные исследования. Наблюдения, измерения.

5. Уточнение концептуальной модели по результатам натуральных исследований. Создание рабочей модели.
6. Использование модели (контроль) и принятие решения.
7. В случае положительных результатов модель пускается в производство. В случае отрицательного решения процедура моделирования повторяется. Именно поэтому в практике исследований обычно работают сразу над несколькими концептуальными вариантами.

Замкнутость процедуры моделирования исключительно важна. Именно *замкнутость* как повторение, как процесс с обратной связью позволяет постоянно наращивать информацию на количественном и качественном уровнях. Всякий цикл, от постановки задачи до контроля, информацию нарабатывает, а от цикла к циклу возрастает её качество, поскольку каждый повтор происходит с учётом приобретённого опыта и ошибок.

Следует заметить, что масштабы таких циклов могут быть различными: от решения частной задачи до уровня парадигмы. *Информацию человек пускает в оборот для того, чтобы увеличивать её постоянно.*

***Живое создает живое, деньги делают деньги,
информация делает информацию.***

Все это похоже на круговорот, *круговорот процедуры.*

Общий вывод:

моделирование – это механизм круговорота и наращивания информации.

1.4. Объективность и истинность.

Основные понятия.

1. **Объективность** – независимость от чьей-либо воли или чьего-то влияния.
2. **Субъективность** – зависимость от воли отдельного лица (субъекта).
3. **Верификация** – внешнее оправдание, подтверждение фактами, наблюдениями.
4. **Внутреннее совершенство** – красота. В науке – условие максимума следствий при минимуме посылок.
5. **Фальсифицируемость** – условие научности теории. Формальное требование, которое делает теорию принципиально не завершённой в результате появления новых вопросов и проблем, до этой теории неизвестных.
6. **Целакант (латимерия)** – современная кистеперая рыба. Кистеперые рыбы – подкласс вымерших рыб. Широко были распространены в палеозое (см.гл.5).
7. **Легислативные истины** – истины, выведенные из принятых постулатов и принятых правил (логики). Истины по конвенции. Изобретенные истины.

Условия объективности и научности.

Создание модели и тем более теории – процедура исключительно субъективная. Само *понятие объективности является неким идеалом не*

достижимым в принципе, в силу самой сущности идеала. Реальность всегда преломляется через аппарат конкретного параметрического восприятия и для любого наблюдателя по этой причине она иллюзорна. Этот тезис полностью согласуется с фундаментальным принципом Гейзенберга, утверждающего, что *невозможно увидеть или измерить что-то без воздействия на это что-то. Наблюдатель и объект взаимодействуют.* Разные приборы действуют на объект по-разному. И это взаимодействие вносит искажение в реальность, существующую вне нас. *В этом смысле объективности как таковой просто нет.*

Крупнейший американский физик Карл Дарроу так охарактеризовал теорию:

- *Теория – это интеллектуальный собор, воздвигнутый, если хотите, во славу божью и приносящий глубокое удовлетворение, как архитектору, так и зрителю. Я не стану называть теорию отражением действительности. Слово «действительность» пугает меня, поскольку я подозреваю, что философы знают точно, что оно значит, а я не знаю и могу сказать что-нибудь такое, что их обидит. Но сказать, что теория – вещь красивая, я не постесняюсь, поскольку красота – дело вкуса, и тут я философов не боюсь.*

Всё сказанное, безусловно, относится и к моделям, поскольку они тоже интеллектуальные конструкции и, если не соборы, то, по крайней мере, здания для производства и жизни.

К. Дарроу глубоко понимал действительную сложность реального мира и именно потому так строго отнёсся к определению теории, хотя и придал ему шуточный оттенок. Трудно сказать лучше или не согласиться с тем, что *теория – это культовое сооружение для отправления интеллектуальных потребностей жизни.* Это определение эзоповым языком передаёт современные требования к любой теории или модели, сформулированные ещё А.Эйнштейном в виде двух принципов: *внутреннего совершенства и внешнего оправдания.*

Внутреннее совершенство. Это требование позволяет провести довольно чёткую грань между гипотезами и теорией. И те, и другие должны согласовываться с наблюдениями и экспериментами, что позволяет прогнозировать будущее и реконструировать прошлое. Однако, количество посылок и следствий у них различно. Только та гипотеза, которая минимизирована по посылкам и максимизирована по следствиям, может быть названа теорией. Конечно, не на все времена и не навечно. А только до тех пор, пока не появится ещё более красивая интеллектуальная конструкция.

Верификация. Требование внешнего оправдания является довольно сложным. Если эксперимент (наблюдение) согласуется с теорией, это даёт ей право на жизнь. Но не больше. Согласованность не означает, что теория верна. Нет гарантии, что завтра не обнаружится новый факт, который эту теорию опровергнет. По замечанию Р.Фейнмана, наука только и занимается тем, что опровергает самую себя. И это нормально. Но, развивая эту тему, тот же Р.Фейнман подчеркивает, что эксперимент должен быть чистым. Иначе говоря, ставится вопрос об *истинности самого эксперимента*. Вопрос – а судьи кто?

Фальсифицируемость. Это требование к оценке теорий стало применяться во второй половине XX века. Его соблюдение делает теорию научной. Оказывается что, *научная теория может быть научной и ненаучной*.

Понимать этот парадокс следует довольно просто. Если теория объясняет всё, что на сегодня известно и только, она мертва. Она формально закрывает идею поиска и наращивания знания, а значит и опыта. Если же, объясняя все известные факты и наблюдения, теория позволяет делать рискованные прогнозы, шагнуть в неизвестное, хотя бы этот шаг и стоил ей жизни, если, объясняя известное, *теория провоцирует новые вопросы и проблемы, значит – она научна*. Она формально делает процесс познания продолжающимся.

Примеры.

1. Все люди видят, что солнце всходит и заходит. Луна тоже появляется на горизонте и, пройдя по небосводу свой путь, исчезает. Разве это не свидетельство тому, что Небо движется вокруг Земли. Ведь это, вроде бы, следует из наблюдений. В чём было сомневаться людям? Следуя этой теории, корабли прокладывали свой путь и точно приходили из пункта А в пункт В. Лишь потом люди узнали, что «очевидная» теория *геоцентризма* является кинематической и потому её согласие с наблюдениями и экспериментами может и не отражать реальной схемы движения тел в Солнечной системе. Кинематическая теория не опиралась на механизм движения. Закон всемирного тяготения ещё не был сформулирован и записан.
2. На рис.1.4. приведен график, показывающий возможное распределение в почве нефтепродуктов (С) в направлении X, скажем, от нефтебазы. Расстояния по оси X измерены, в каждой точке взята проба почвы и проанализированы в хорошей лаборатории по стандартной методике на суммарное содержание нефтепродуктов. Можно сказать, что точки на графике точно соответствуют результатам наблюдений. А дальше? *Дальше приходится переходить к допущениям*, т.е. что-то принимать, заведомо понимая, что допущение это уже не факт. *Допуская что-то, мы внедряемся в область веры*. В данном случае мы сделали допущение, что между точками связь параметров С и X носит линейный характер. Что же есть на самом деле, мы не знаем. Вообще говоря, это может быть что угодно: кривая вогнутая или выпуклая, какой-то причудливый зигзаг, не исключено, что между какими-то точками нефтепродукты не накапливались и

там $C = 0$ и т.д.

В чем же истина? Бог его знает. Мы можем быть уверены лишь в одном. Если всё сделано тщательно, то точки на графике отражают какие-то реалии с точностью топографической привязки и аналитики в рамках принятой технологии опробования: случайная проба или средняя (полученная по какой-то конкретной методике осреднения) и т.д. Иначе говоря, истина как некий идеал, и здесь остается неуловимой.



Рис.1.4. Иллюстрация линейной интерпретации результатов измерений.
1,2,3,4 – точки наблюдения.

Проблема доказательности.

В науке есть понятие *легислативной истины*, или *истины по конвенции*. Речь идёт об *изобретении истины*. Это изобретение происходит по конкретной и чёткой схеме, которая в математике обозначается термином *доказательство*. В математике это самое главное понятие. В специальной литературе есть довольно строгое его описание. Не претендуя на такую строгость, можно сказать, что процедура доказательства обязательно включает в себя такие элементы как аксиоматика и дедуктика.

Смысл получения *легислативных истин* довольно точно отражает современное понятие алгоритма как некоего процедурного предписания. Для каждого алгоритма следует указать:

- некоторый алфавит исходных данных, так что все возможные исходные данные являются словами в этом алфавите;
- некоторый алфавит результатов, так что все результаты являются словами этого алфавита.

И далее все происходит по схеме: *аксиоматика* → *дедуктика* → *результат*. Таким образом, если вы оговорили с оппонентами свою мировоззренческую доктрину и дедуктику, и они с ними согласились, то какой бы вывод вы не получили *они уже не могут капризничать*. Можно только проверять всё ли чисто вы вывели. Ваш вывод будет являться *новой истиной*, хотя и изобретенной. И это будет *истина*, даже если она кому-то не нравится или непонятна и звучит как «этого не может быть». Это *истина по конвенции*.

В бытовых ситуациях или в ситуациях похожих на бытовые внешне идеология доказательности выглядит другой: я ему доказал, т.е. убедил его в чём-то, а другому – не доказал, т.е. не сумел убедить. Доводы в

обоих случаях вы приводили одни и те же. Почему же разный результат? Дело не в вас, а в том *совпадают ли у вас и ваших оппонентов мировоззрения и дедуктики*. Когда они совпадают, доказательство является делом довольно простым, как говорится, вы понимаете друг друга с полуслова. Если не совпадают, то вы напрасно тратите силы или тратите их не в том направлении. ***Вначале надо изменить веру оппонента.*** Хорошей иллюстрацией истины по конвенции может служить цитата из одной монографии по геологии:

... значительная часть геологии является плодом воображения. Когда мы говорим: «Наблюдения показывают, что Земля имеет плотное ядро радиусом 3400 км», мы имеем в виду, что на основании большого числа наблюдений, и преимущественно данных о времени распространения сейсмических волн, мы делаем вывод, что Земля имеет ядро, хотя никто его ещё не видел, также как никто и никогда не видел электрон.

Собственно точно также никто не видел тропопаузы, стратопаузы и многое, многое другое. Здесь уместно привести высказывание Петра Капицы:

- Трактровка эксперимента – это дело вкуса.

Общий вывод:

наши истины это именно наши истины; по существу, это наши интерпретации, выполненные с помощью определённых аксиоматик и дедуктик.

1.5. Системы и законы.

Основные понятия.

- 1. Системы** – упорядоченность, определенная логика связей между телами, явлениями или элементами множества.
- 2. Законы** – общее название основных принципов и идей, свода правил, определяющих наши представления об устройстве мира.
- 3. Детерминизм** – учение о причинной обусловленности явлений природы и общества.
- 4. Целостность** – нераздельность, внутреннее единство.
- 5. Энтропия** – мера беспорядка и неопределенности в системе.
- 6. Информация** – мера порядка, структурной определенности. Возрастание информации соответствует уменьшению энтропии, и наоборот, – уменьшение информации отвечает увеличению энтропии. По Н. Винеру *информация – это отрицательная энтропия*
- 7. Негэнтропия** \equiv отрицательная энтропия \equiv информация. Термин предложен Л. Бриллюэном.
- 8. Дифференцирование** – расчленение, различение отдельного, частного при изучении или рассмотрении чего-либо.
- 9. Дискретный** – раздельный, состоящий из отдельных частей. Дискретный поток – поток, состоящий из отдельных струек. Дискретное пространство – пространство с

дырками.

Примеры и объяснение систем.

В качестве классического примера можно назвать известную со школьной скамьи Периодическую систему химических элементов Д.И.Менделеева.

В силу особенностей ума и стремления к гармонии человек склонен к системному восприятию окружающего мира. Он опирается на какие-то подсознательные причинно-следственные постулаты. Это тот детерминизм, который и лежит в основе любой религии – представлении Бога как первопричины всего сущего. Даже разрабатывая идеологию случайного и вероятного, человек создал математическую статистику и теорию вероятностей, построил уравнения, придумал критерии и т.п. А это уже определенная логика и правила, т.е. то, что и представляет собою атрибутику систем.

К этой же категории относится и бесчисленное множество всякого рода классификаций объектов природы, часто называемых систематикой. Одни и те же объекты могут систематизироваться по-разному, в зависимости от поставленных целей и задач. Достаточно яркий пример этому можно найти в подходе к классификации горных пород. Наиболее известный подход опирается на так называемые генетические признаки (обратиться к лабораторным работам):

- магматические породы,
- осадочные и
- метаморфические.

Каждый из этих типов имеет многочисленные разветвления по химическому и минералогическому составу, структуре и другим признакам, которые могут быть названы мерами различия и сходства. Но вот сменились задачи от поисково-разведочных к инженерным. Произошла смена параметров и появилась совершенно другая классификация:

- породы скальные,
- полускальные,
- рыхлые,
- мягкие связные и т.п.

Здесь уже нет никакого упоминания о генезисе, нет ни гранитов, ни известняков, ни глин, ни сланцев, ни гнейсов. Здесь «работают» другие интересы – прочность, характер деформаций, водопроницаемость и т.д. Поэтому в скальные породы попадают и свежие граниты и песчаники с крепким цементом и некоторые известняки и т.д., т.е. породы совершенно различного происхождения, находящиеся в первой классификации как бы по разные стороны «баррикад».

Я привел этот пример, чтобы легче было осознать вопрос:

- Существуют ли системы в природе, и человек их открывает?

- Или в природе нет никаких систем, и человек их просто выдумывает для той процедуры, которую он называет познанием мира?

Посмотрите на рис.1.5. Это фотография. На ней просто пятна: белые – снег, черные – земля (наверное, пашня в черноземной зоне). Но, если вы сосредоточитесь, то сумеете увидеть лицо Христа – так назвал его автор статьи, где помещена эта фотография.



Рис. 1.5. Фотография тающего снега (из книги «Модели в географии» [1971, доп.]

Вы найдёте это лицо потому, что будете его искать. Искать в хаосе пятен, где ничего наперёд не было задано. Но самое любопытное состоит в том, что после того как вы отыщите порядок, а точнее построите его в своей голове, назад в хаос вы уже не сможете вернуться, особенно, после того как на «найденное» лицо Христа будете смотреть ещё, ещё и ещё ... много раз. Даже усилие воли, даже поворот «картины» на 90^0 или на 180^0 вам не поможет. Образ окажется закрепленным в вашей памяти, он станет навязчивым и вам не избавиться от него.

Теперь вспомните себя. Наверное, вам приходилось смотреть на облака в небе, разглядывать узорчатые обои на стенах, какие-нибудь подтеки на потолке, плохо окрашенные стекла или двери, морозные узоры на окнах, да мало ли ещё что. И вы находили там зверей, травы, деревья, фигуры людей, лица и т.д. и т.п. Но ведь их же специально никто не рисовал. Это всё придумали вы сами. Но почему вы видите только знакомые предметы? Конечно потому, что ничего другого вы не можете придумать. Вы не можете придумать того, чего нет или, точнее, того, чего не было никогда, не записано в вашей хромосомной памяти или где-то ещё.

Человек всё строит по памяти, своей или своих пращуров, и ничего другого ему не дано.

Система воплощает в себе идею целостности. Когда мы говорим о природных системах, то имеем в виду *целостность, реализуемую через взаимодействие*. Однако такая целостность всё равно строится в нашей голове и лишь отражает какие-то черты реальности. Причём качество такого отражения мы периодически устанавливаем сами, поскольку представления о каком-то реальном абсолюте у нас весьма смутные. Ведь

достижение абсолюта – это копия, которую нам сделать не дано. Кто-то может сделать копию полотна Шишкина или Репина, Ребрандта или Сезанна, но никакой самый великий художник не может создать абсолют пейзажа или лица человека. Он всего лишь копиист, хотя может быть и самый, самый великий среди людей. Человек не совершенней Бога. Вот в чём истина.

Вспомните модели атома. Вначале атом был неделим, и это всех устраивало на протяжении многих веков и казалось истиной. Далее ...модели Д.Томсона, Э.Резерфорда, Н.Бора. Всё это процедура усложнения. Но будет ли конец? Да и так ли безупречна и совершенна сама идея атома, которая правит развитием науки?

В настоящее время существует довольно много понятийных определений системы, но в методологическом смысле все они, так или иначе, сводятся к тождеству:

системность ≡ целостность.

Процесс познания является противоречивым по своей сути, так как процедурно связан с кажущейся неразрешимостью альтернативы: познавать – значит расчленять, расчленять и ... расчленять до ... (?). Непонятно, до какого предела, и потом расчленять – значит отказаться от идеи целого, потерять его.

Реальная глубина этого парадокса кроется, по-видимому, в законе самопроизвольного роста *негэнтропии*, т.е. информации. Процесс этот идёт как бы сам по себе и никаких специальных усилий не требует.

А чтобы собрать расползающееся знание, требуются специальные усилия, большие энергетические затраты и даже жертвы. Идея единого Бога (не главного как Ра, Зевс, Один и т.д., а именно единого) прививалась долго и сложно. Новые Физики и Математики, пытающиеся включить в себя все, что было до них, интегрировать достигнутое в частности, тоже имели сложную историю становления.

Системная методология возникла как идея создать принципы и, по возможности, аппарат, которые бы разрешили существующую противоречивость процесса познания:

*как можно расчленять, не разрушая целого,
как можно управлять процессом естественной
дифференциации, сохраняя целое.*

Системный подход – это методологический принцип, который предполагает стремление к раскрытию внутренней сущности объекта, но не даёт какого-то единственного формального аппарата для его изучения. В каждом конкретном случае средства формализации и решения могут существенно отличаться и зависеть от того, на чём акцентируется внимание

исследователя.

СИСТЕМЫ ПРИДУМЫВАЕТ ЧЕЛОВЕК.
ЧЕЛОВЕК НЕ МОЖЕТ ПРИДУМАТЬ ТОГО, ЧЕГО НЕТ.
ПРИДУМЫВАЕТ ЕГО ПАМЯТЬ.

Примеры и объяснение законов.

Р.Грегори, исследуя особенности восприятия и изображения окружающего нас мира, пришел к выводу, что

*мы не только верим тому, что видим,
но до некоторой степени и видим то, во что верим.*

Насколько велика эта степень веры? Вопрос затрагивает глубинные пласты в изучении взаимоотношений человека и природы. Мы упираемся в понятия *объективное* и *субъективное*. И здесь я хочу высказать своё согласие с позицией Сатпрема [1989] считающего, что подобное противопоставление является ложным, что *субъективность* – это более высокая и в тоже время лишь

- «подготовительная стадия объективности и наш блестящий двадцатый век в отношении психологии является веком каменным, ... что перед нами открываются горизонты совершенства, гармонии и красоты, в сравнении с которыми наши самые великолепные открытия подобны грубой заготовке подмастерья».

*Ум – это не орудие познания, а лишь организатор знания.
Знание приходит из другого источника. ([Сатпрем.1989], с.54)*

Из этого фундаментального положения следует парадоксальный, на первый взгляд, вывод, что вмешательство ума неизбежно приводит к ошибкам. Наверное, поэтому

история науки – это история заблуждений и уточнений.

Здесь уместно напомнить принцип неопределенности Гейзенберга (см. выше). И если наш разум это лишь инструмент, организующий информацию, то принцип Гейзенберга в этой процедуре нельзя игнорировать.

*Наш разум не может не исказить действительность.
Наш разум – величайший обманщик.*

Этот Обманщик достаточно ловок. Незнание он умеет выдавать за знание, подменяя истину ложью, к которой мы быстро привыкаем. При

этом такая ложь бывает откровенной. Вот пример.

Подземные воды, нефть, газ двигаются в горных породах по порам и трещинам, формируя так называемый *дискретный* поток. Реальная структура такого потока нам неизвестна, мы не можем её измерить и геометрически построить. Но мы способны измерить общее сечение горных пород (пласта) (ω), в которых движется подземный поток как совокупность разрозненных струек. И можем измерить расход такого потока (Q), т.е. количество, например, воды протекающее через сечение в единицу времени (см.рис.1.6).

Разделив расход (Q) на общее сечение, мы получим скорость некоего сплошного потока (V). Такой поток называется *фильтрационным потоком*, а скорость V – *скоростью фильтрации*.

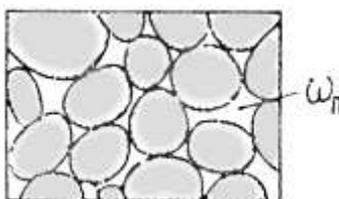


Рис.1.6. Схема, поясняющая понятие фильтрационного потока.

$\omega_{п}$ – площадь пор, через которые движется вода.

ω – общая площадь сечения (пор и минеральных зёрен вместе).

$\omega_{п} < \omega$. Затенена площадь минеральных зёрен (водонепроницаемая часть).

Но такого потока в действительности нет, это фикция. Реальное дырчатое сечение мы заменили сплошным, реальный поток, состоящий из отдельных струек, мы тоже подменили сплошным потоком в выдуманной фильтрационной среде с выдуманным гидравлическим сопротивлением (K).

Французский гидравлик Анри Дарси более 200 лет (1856 г.) назад экспериментально установил линейную связь между скоростью такого потока и градиентом напора ($\Delta H/\Delta X$, где ΔH – разница напоров на отрезке длиной ΔX):

$$V = K \cdot \Delta H / \Delta X$$

Эта формула получила название закона Дарси или закона фильтрации. И вся современная теория движения подземных вод, так или иначе, построена на этом законе, т.е. *на понятии фиктивного несуществующего потока*. Таким образом, законы фильтрации можно назвать фикцией, потрясающим блефом.

Но самое удивительное состоит в том, что этот блеф позволяет решать

многие реальные задачи, что он хорошо согласуется с результатами наблюдений, с экспериментом, хотя это согласие и не абсолютно, а имеет определенные рамки по величине скоростей.

Так что, наш великий Обманщик – Ум, наш Тартюф оказался действительно довольно ловким.

Эволюционируют ли законы природы.

Эта задача была рассмотрена Анри Пуанкаре в его книге «Последние мысли» [Павлов, 2009б доп.]. Из текстовой ссылки следует, что до А.Пуанкаре вопрос об эволюции законов природы был поставлен в науке уже в конце XIX века французским философом Эмилем Бутру. Суть его выглядела почти очевидной. Если весь мир непрерывно эволюционирует, то могут ли оставаться неизменными правила (законы), по которым эволюция совершается.

А. Пуанкаре рассмотрел эту задачу несколько иначе. Можем ли мы установить, меняются законы природы или не меняются?

Вначале он подошёл к этому вопросу с позиций математика, поставив одним из условий геологические темпы таких изменений. Ожидая получить ответ на языке математики, он исходил из того, что

- *«совокупность законов равносильна системе дифференциальных уравнений, которые связывают скорости изменения различных элементов Вселенной с их величинами в данный момент времени» (Пуанкаре, 1983, с. 408).*

Известно, что такая система имеет бесконечное множество решений. Для получения же определённости необходимо задать начальные условия. Последнее означает, что мы вынуждены опираться на известные законы. Достаточно простые умозаключения привели Пуанкаре к выводу, что *именно неизменность законов является предпосылкой для наших аналитических решений.* Именно поэтому, математик не может ответить на вопрос, изменялись ли законы. Он вынужден *постулировать* их неизменность.

Дело в том, что законы выводятся из опыта, который ограничивает их использование. В рамках опыта не может быть принципиальных ошибок. Это интерполяция. За границами же опыта мы входим в область экстраполяции. И здесь наши фантазии не имеют принципиальных ограничений.

Поскольку предметно обсуждать предполагаемое изменение законов можно только на основании фактов из прошлого, Анри Пуанкаре вынужден обращаться *к методам геологических реконструкций.* Опираясь на простые примеры, он показывает, что геолог имеет возможность делать выводы тогда, когда математик права на это не имеет. Но беда заключается в том, что ошибочность выводов геолога очень высока и связана она с тем, что объём его заключений больше объёма предпосылок. Иными словами,

математик из одного факта может вывести только один факт, а геолог, наблюдаемый им факт, превращает как бы в центр излучения, создавая, по мнению А. Пуанкаре, что-то вроде светящегося кружка. Два таких кружка могут давать пересечение, создавая тем самым возможность противоречия. Таким образом, *метод аналогий*, который находится на вооружении геолога, не позволяет корректно ответить на вопрос об изменяемости или постоянстве законов природы. Для подтверждения такого вывода А. Пуанкаре даёт несколько примеров, которые я не буду здесь приводить. Читатель легко может найти их сам в книге Пуанкаре [1983].

Далее в поисках ответа на вопрос о том, можем ли мы обнаружить изменяемость законов Природы в процессе эволюции, Анри Пуанкаре обсуждает несколько мысленных экспериментов физического содержания. Он рассматривает закон Мариотта, как пример только результирующего правила, молекулярные законы как истинные законы, возможности теплового равновесия, вопрос изменения скоростей тел, которые

- *«должны стремиться убывать, так как их живая сила стремится превратиться в тепло, и что, возвращаясь к достаточно удалённому прошлому, мы дошли бы до эпохи, когда скорости, сравнимые со скоростью света, не были исключением, так что законы классической динамики не были верны» (Пуанкаре, 1983, с. 417).*

В итоге своего анализа возможности обнаружения современной наукой изменяемости законов в процессе эволюции Пуанкаре приходит к следующему выводу:

- *«...нет ни одного закона, о котором мы могли бы с уверенностью сказать, что в прошлом он был верен с той же степенью приближения, что и сейчас. Больше того, не существует ни одного закона, про который мы могли бы с уверенностью сказать, что невозможно доказать его несправедливость в прошлом» (Пуанкаре, 1983, с. 418).*

1.6. Неразделимость и неслиянность [Павлов, 2009б].

Воля и необходимость

Заканчивая свой великий труд о войне и мире, Лев Николаевич Толстой попытался осмыслить исторические основы движения народных масс, в частности, возникновение в Европе человеческого потока с запада на восток и потом обратной волны – с востока на запад. Теперь мы знаем, что такие потоки были многократными, и до наполеоновских войн и позже и охватывали не только Европу, но и Евразию. Стремление понять и как-то смоделировать их возникновение оказалось тщетным. Историки вязли в частности. Толстой же приходил к пониманию огромного множества причин, доходя до уровня отдельной личности, её судьбы, связей каждого

человека с другими людьми, внешними обстоятельствами и временем бытия. (Толстой, 1984). В конце своего эпилога к роману он делает вывод, что случайные (волевые) поступки неотделимы от поступков и событий причинно-следственных, которые он назвал необходимостью. Но эти исторически важные неразделимые сущности всё же неслиянны.

Для иллюстрации этого факта в естественных науках часто обращаются к диаграмме фазового состояния воды, на которой за пределами критической точки существует поле, где вода обладает свойствами пара, а пар – свойствами воды.]. С формальной точки зрения уравнение, описывающее границу между жидкой фазой и паром, в этой области даёт бесчисленное множество корней. Иначе говоря, фазовая граница вдруг исчезает. Заметим, что диаграмма была получена экспериментально, а её математическое оформление явилось актом вторичным. *Поле за пределами критической точки можно смело назвать состоянием неразделимости и неслиянности.*

Наличие воли как случайного выбора можно видеть и в явлении, получившем в науке название бифуркаций, когда при естественных флуктуациях происходит «выбор», определяющий дальнейшее существование и характер развития системы. Приведём иллюстрацию этого явления в виде модели формирования гидросети (рис.1.7). В модели всё начинается с зарождающихся ручейков, расположенных в ряд на одинаковом расстоянии друг от друга на верхнем краю наклонённой плоскости.

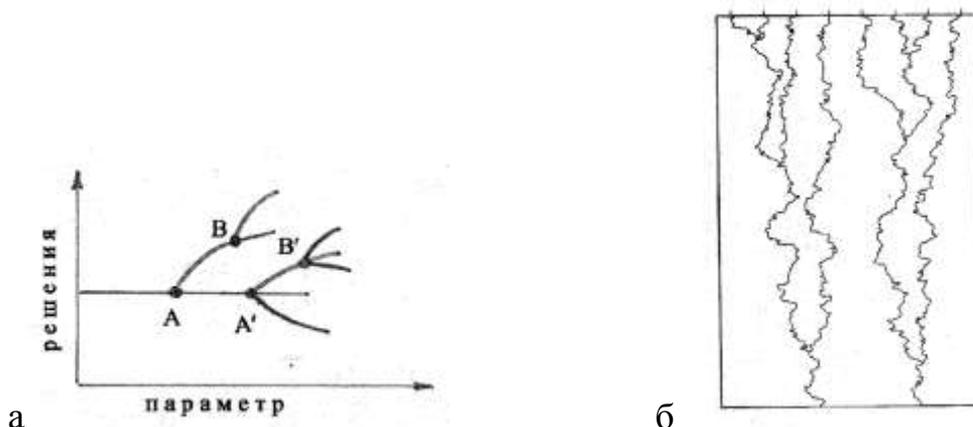


Рис.1.7. Иллюстрация понятия бифуркации по И. Пригожину (1985) (а) и моделирование речной сети на основе случайного блуждания (б) (Харбух. Бонем-Картер, 1974). Плоскость, по которой текут ручьи, слабо наклонена сверху вниз.

- За каждый шаг времени каждый отдельный ручеек передвигается от точки к точке на единицу расстояния.
- Это перемещение имеет ограничения. Можно вперёд, вправо или влево, но нельзя назад. Направление движения выражается в терминах

вероятности. Новый ручей, возникающий от слияния двух других, подчиняется в своем движении общим правилам.

- Ячейки модели на площади квадратные.
- В каждую клетку может втекать несколько ручьев, но ... вытекать разрешается только одному.

Гидросеть самоорганизуется: возникают водоразделы, долины, русла, притоки. Происходит это в соответствии с названными принципами.

Каждая струйка и ручеек флуктуирует в силу турбулентного характера движения водных потоков. В каждой точке своего движения этим флуктуациям «приходится принимать решения» – куда дальше? Шероховатость плоскости стока помогает это решение принять. В итоге струя блуждает. Каждое новое направление – это маленькая катастрофа, это «измена» прошлому. Наверное, если эту процедуру повторить особенно в физическом воплощении модели, то картина гидросети будет другой. В тоже время, исключать в этом процессе причинность, т. е. какую-то необходимость, наверное, было бы неверным. Но такая причина не определяет конкретный «выбор» в направлении движения, она только определяет само явление блуждания. Такой причиной является турбулентность.

Попытки разделить неразделимое в науке существуют в силу внутренних психологических потребностей человека, но оформляются они по-разному как некие аналитические приёмы. Вот лишь один пример:

- Тренд-анализ в виде полинома при картировании. Неделимая причинно-вероятностная связь (Z_{xy}) условно делится на задаваемую функцию под названием тренд (τ_{xy}) и случайный остаток (Δ_{xy}), который неизбежно появляется при сравнении решений полинома (как заданной теории) и реальных значений параметра, получаемых в результате натуральных измерений:

$$Z_{xy} = \tau_{xy} + \Delta_{xy}$$

При этом, как бы мы не увеличивали степень полинома (τ_{xy}), остатка (Δ_{xy}) нам не избежать, потому, что в природе не бывает чистого причинно-следственного результата.

Подход к общему описанию неразделимости и неслиянности, воли и необходимости, был разработан авторами статистической механики. Считается, что статистическая механика – это механика больших коллективов. В её основе не заложены какие-то специальные аксиомы. Она построена на постулатах механики и основных положениях теории вероятности и начинается с изучения проблем распределения. Для молекулярных систем приходится описывать распределение молекул между различными состояниями, которые заключаются в детальной характеристике всех молекул как механических систем. Это

многопараметрические структуры и всякие решения с ними связанные являются сложными и громоздкими. К тому же, понятно, что учёт всего мыслимого многообразия связей недостижим в принципе и в каждом конкретном случае приходится прибегать ко всякого рода ограничениям и условиям.

В этой ситуации полезно искать другие подходы. Трудно сказать какие они получатся, но обсуждать их полезно. К этому побуждает, хотя бы мысль Пуанкаре, что наука должна развиваться в направлении к общности и к простоте.

Направление к общности и к простоте

Общность различного

Как-то мне рассказали историю о том, когда при фольклорных исследованиях наших северных народных хоров попытки переложить их звучание на ноты оказались тщетными. Эти мелодии представляли такую звуковую вязь, которая не подчинялась правилам нотной грамоты и существующим канонам музыкальной композиции. В тоже время, было ясно, что звучание каждого такого хора являлось произведением. Но оно не укладывалось в наперёд заданные формальные структуры и подчинялось каким-то своим правилам мысли и чувств.

Позже описание особенностей такого хора я встретил у Павла Александровича Флоренского – большого знатока музыки. Он описал это удивительное многоголосие в своей работе «У водоразделов мысли» (2006). По его мнению, оно предшествовало полифонии с взаимоподчинением всех голосов друг другу и могло быть названо гетерофонией – полной свободой всех голосов, которую он обозначил как ««сочинение» их друг с другом, в противоположность подчинению» (Флоренский, 2006, с. 18). Всё построено на импровизации. Но такая импровизация вяжется каждым исполнителем многократно и многообразно в соответствии с общим делом многоголосия. Такие мелодии были построены не на формальных требованиях музыкальной грамоты, которой певцы, скорей всего и не знали, а, по выражению Флоренского, на неиссякаемом океане возникающих чувств. Здесь нет явно выраженной причинной связи. Причин много и они остаются скрытыми. Следствия, из которых построено звучание хора, как бы причин не имеют, но в тоже время они не случайны. Следствия без видимых и не понятных причин. *Причина может пониматься как нечто целое – будущее произведение.*

Размышления о происхождении русской народной песни нужны были Павлу Александровичу для иллюстрации того мысленного процесса, который отражает существо научного поиска и его механизм. Мышление можно уподобить некой беспорядочной паутине со своими направлениями нитей и узлов пересечений, с прямыми, обратными и обходными

направлениями движения каких-то невидимых траекторий. Однако кажущийся беспорядок в этом плетении подчинён целостному мотиву поиска.

Я думаю, что *целое следует рассматривать как причину всего, потому что внешнее и внутреннее должно гармонизировать и неслиянно быть неразделимыми*.

Разговор Флоренского о невидимых траекториях паутины мышления приводит к соблазну обратиться к разработкам Ричарда Фейнмана в области квантовой механики.

Речь идёт о толковании известного дуализма волна-частица в поведении электрона. Классический эксперимент с прохождением электрона через одну (правую или левую) щель экрана, подтверждающий его поведение как частицы (масса электрона измерена), и поведение его как волны при наличии двух щелей получил несколько вариантов интерпретаций. Одна из них принадлежит Ричарду Фейнману. Она состоит в том, что *при возникновении необходимости выбора электрон отказывается выбирать и проходит через две щели сразу*. Такая, парадоксальная на первый взгляд, возможность возникает потому, что электрон перемещается одновременно по всем допустимым траекториям. Такой подход получил название фейнмановского суммирования по путям. Стивен Хокинг (2005 г.) называет эти траектории историями. Для нашего общего разговора такой термин ближе, поскольку он созвучен и размышлениям Л. Толстого и идеям П. Флоренского. Представления Р. Фейнмана не укладываются в наши бытовые ощущения, но Брайан Грин (2005 г.) рекомендует такого рода сомнения держать при себе, поскольку квантовая механика их принимает и подтверждает теоретически и экспериментально, а электрон это не камень и не пуля.

В фейнмановской модели каждой траектории ставится в соответствие некоторое число, и среднее из этих чисел представляет собой вероятность появления электрона ту же, что получается с помощью волновой функции Луи де Бройля (1986 г.).

Из всего сказанного я предлагаю три вывода:

1. Фейнмановские траектории можно поставить в соответствие с беспорядочной паутиной мысленного процесса П. Флоренского и народным хоровым пением в океане чувств людских.
2. Вероятностные волны – это второе скрытое свойство частицы, которое она **вынуждена** показывать и реализовывать, когда ей необходимо сделать выбор в своей истории. Если делать выбора не нужно (в случае одной щели) волновые свойства не проявляются, и мы видим только частицу.
3. *Дуализм волна-частица есть ничто иное, как проявление более общего свойства материи – её неразделимости и неслиянности.*

Наблюдать же нам дано только что-то одно: либо вероятностную волну (случайное), либо частицу – причинно-следственное.

Теперь немножко об аристотелевском законе исключённого третьего, прекрасно сформулированном в библии:

Есть истина и ложь, остальное от лукавого.

Этот закон рассматривался как детерминистический. Но вот в 1922 г. появились многозначные логики Яна Лукасевича (Слупецкий, 1974 г., Павлов, 1981 г.), в которых он предлагает новый взгляд на детерминизм, как на вероятностную причинность. *Кроме существования истинных и ложных фактов в прошлом, настоящем и будущем появилась трактовка их возможности в прошлом, настоящем и будущем.*

В конце прошлого и начале нашего века уже вошли в практику вероятностная логика (ВЛ) и логико-вероятностное исчисление (ЛВИ), в котором удалось соединить булеву алгебру с теорией вероятности и использовать этот «симбиоз» как аппарат исследований в области надёжности и безопасности структурно-сложных систем (Рябинин, 2000, 2007 г.г., Соложенцев, 2004 г.).

Появление многозначных логик, ВЛ и ЛВИ показывает, что *неразделимость и неслиянность как скрытая от глаз двуликость мира уже находит себя не только как, кажущийся вначале парадоксальным символ, но и как реальность, доступная для практики.*

Полученные выводы довольно просты для понимания, хотя за ними стоят сложные математические конструкции. Но надежды вселяет именно простота принципа устройства Мира: скрытая неслиянность неразделимого, которое проявляется не только внутри материального, но и внутри духовного и информационного (Павлов, 2006 г.).

Стремление к простоте.

Известно, что М.Фарадей результаты своих экспериментов математически не интерпретировал. Во-первых, потому, что он не очень хорошо владел математическим методом, а во-вторых, считал, что даже самое сложное можно изложить без языка «иероглифов». По выражению А.Эйнштейна его «ум никогда не погрязал в формулах». Наверное, здесь можно угадать интуитивное стремление М. Фарадея к простоте.

Однако математические интерпретации работ М.Фарадея существовали. Любопытно, что Д. Максвелл в своих разработках опирался на опыты М. Фарадея и тщательно их изучал, но он не читал ни одного математического труда в этой области и в этом смысле держал свой ум в чистоте. Возможно, поэтому и результат у него получился выдающимся. Д.Максвелл вышел за рамки тогдашней науки.

Принципы, на которых устроен Мир, просты и ограничены. В основном они *могут быть сведены к известным законам сохранения и цикличности природных процессов.*

Математики, претендующие на создание и оформление базовых теорий устройства всего, могут предложить веские аргументы против возможностей достижения «простоты» в науке. Но те из них, которые озабочены поисками оснований математики (Манин, 1979 г., Клайн, 1984 г. и др.), знают, что претензии на исключительность рушатся при признании ограниченных возможностей нашего разума. Анри Пуанкаре называет это *естественной немощностью ума* (Пуанкаре, 1983г.). Говоря о классификации фактов и их отборе исследователем, он пишет, что малые *«факты мы считаем сложными потому, что запутанная связь влияющих обстоятельств превосходит пределы нашего ума»* (Пуанкаре, 1983 г., с.402). Метод открытия истины он видел *«в восхождении от факта к закону и разыскванию фактов, способных вести к закону»* (Пуанкаре, 1983 г., с.402). И главную роль в этом восхождении Анри Пуанкаре отводит интуиции и обобщающему уму.

Научный поиск имеет две составляющие:

- 1. Интуитивное начало, представляющее собою некую иногда смутную догадку, опирающуюся на здравый смысл.***
- 2. Доказательство истинности этой догадки.***

Понятие доказательности часто выдвигается как главный элемент истинности. Но это далеко не так. Всякое доказательство не может быть полным и всех удовлетворяющим. Каким бы изящным и «строгим», на первый взгляд, оно ни казалось, если его результат интуитивно не понятен, оно отвергается. Ищутся новые доказательства, или уточняются прежние. Но при этом и новые доказательства не могут считаться окончательными и безупречными. Кроме того, известно, что доказательная система опирается на свою аксиоматику и логику. А они по определению являются продуктом интуиции. Круг замыкается. От интуиции никуда не деться. Иногда даже такие математики как Ферма и Ньютон не считали нужным приводить какие-либо доказательства своих теорем (Клайн, 1984 г.). Доказательства приводятся в основном для создания иллюзию проверки нашей интуиции, чтобы реальность увидеть в миражах.

В заключение хочется привести одну мысль Бертрانا Рассела о строгости доказательства:

- Элемент неопределённости должен оставаться всегда,.... Со временем он может существенно уменьшиться, но смертным свойственно ошибаться (по Клайну, 1984 г.).*

Интуицию, как основу научного поиска можно расценивать в качестве вероятностной составляющей человеческой мысли, связанной с непостижимым «началом» пространственно-временных координат, спрятанных, возможно, в полевом представлении сущности ноосферы (Павлов, 2006 г.). Эта та воля, о которой писал Лев Николаевич Толстой.

Доказательство же – это причинно-следственный продукт нашего разума, выдуманный с целью придать интуитивным миражам реальности виртуальную уверенность.

Интуиция и доказательства неслиянны и неразделимы.

Остаётся вспомнить символ Святой Веры в православии:

- Ибо три свидетельствуют на небе: Отец, Слово и Святой дух; и сии три суть едино.
- Лица Троицы неслиянны, но составляют единое Божество, в котором каждая Ипостась имеет одинаковое Божеское достоинство с каждой другой. Ипостаси св. Троицы не являют собой трёх Богов, но единого Бога.

Общий вывод:

- *Ум – организатор информации; системы и законы наиболее общие продукты этой организации.*
- *Мир, частью которого является человек, можно понять, если воспринимать его цельным, неразделимым и неслианным во всех его проявлениях.*

Все, что вы узнали в этой главе, поможет Вам правильно осознать и усвоить материал не только по курсу «Геофизика», но и по другим дисциплинам вашей будущей специальности.

Контрольные вопросы.

1. Объясните смысл теоремы К.Гёделя.
2. Что такое трансфинита?
3. Охарактеризуйте основные этапы развития геологии.
4. В чем заключается смысл квантовой парадигмы для курса «Геофизика»?
5. В чем отличие принципов униформизма и актуализма?
6. Разъясните смысл круговорота информации.
7. Что такое системы. Существуют ли они в природе?
8. Чем отличаются законы от догм? Что в них общего?
9. Сформулируйте и раскройте смысл основных требований к объективности моделей (по А.Эйнштейну).
10. В чем заключается принцип фальсифицируемости для научных теорий?
11. Что такое легислативные истины?

Литература

Основная

1. Концептуальные основы геологии. Зап. ЛГИ, т.134. – Л.: ЛГИ, 1992. – 156 с.
2. Кун Т. Структура научных революций, 2-ое изд. – М.: Прогресс, 1977. – 300с.
3. Сатпрем. Шри Ауробиндо или путешествие сознания. – Л.: ЛГУ, 1989. – 334 с.

Дополнительная

1. Вистелиус А.Б. Основы математической геологии. – Л.: Недра, 1988. – 389 с.
2. Гаррелс Р., Маккензи Ф. Эволюция осадочных пород. – М.: Мир, 1974. – 272 с.
3. Манин Ю.И. Теорема Гёделя // Природа, 1975, № 12, с. 80-87.
4. Модели в географии. М.,1971. – 380 с.
5. Общая и полевая геология. Учебник для вузов. Под ред. А.Н. Павлова. Коллектив авторов. – Ленинград. Недра, 1991. – 463 с.
6. Павлов А.Н. Квантовые принципы развития Земли – новая парадигма геологии // Принципы развития и историзма в геологии и палеобиологии. – Новосибирск: Наука, 1990. – с.115–122.
7. Павлов А.Н. Квантовая закономерность геологического развития Земли // Уч. Записки РГГМУ, 2006, №2, с.213-228.
8. Павлов А.Н. Временные категории в гидрогеологии. – СПб.:РГГМУ, 2008. – 103 с. (Гл.6. принцип целостности, с. 86-95).
9. Павлов А.Н. Проблемы актуализма в геологии // Уч. Записки РГГМУ, 2009 а. №11, с.154 -160.
10. Павлов А.Н. Методологические основания современной геологии. СПб.: РГГМУ, 2009 б. – 112 с.