

Б.П. ВЫСОЦКИЙ

ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ  
И МЕТОДОЛОГИИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
НАУК

Б. П. ВЫСОЦКИЙ

ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ  
И МЕТОДОЛОГИИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК



МОСКВА «НЕДРА»  
1977



**Высоцкий Б. П.** Проблемы истории и методологии геологических наук. М., «Недра», 1977. 280 с.

В книге рассмотрены классификация наук и место геологии в естествознании, специфика геологии, ее методы и их классификация; задачи истории геологии, ее детальная периодизация и закономерности развития, проблема законов в геологии, проблема актуализма и его история, социальное значение геологии, проблема антропогенных процессов, взаимоотношений природы и общества. Для обоснования выводов автора дан обзор истории основных идей в области геологии с древнейшего времени до современности, а также методов геологии с определением и рассмотрением основных понятий (униформизм, катастрофизм, неокатастрофизм и т. п.), анализом вопроса о приоритете и т. п.

Книга рассчитана на широкие круги геологов различных профилей, географов, включая студентов, а также лиц, интересующихся вообще естествознанием, его философией и историей.

Табл. 16, схем 3, ил. 10, список лит. — 330 назв.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

«Наука о Науке»<sup>1</sup>, или науковедение, это, по П. Прайсу, «...историческое, философское, социологическое, психологическое, экономическое и т. п. исследование науки, техники, медицины и т. п.» [27, № 7, с. 154]. Следовательно, история и методология науки — часть науковедения, в которое входит [37]: историография науки, история науки, методология и общее науковедение [60], включающее социологию науки [24]. Иногда считают, что история науки является даже основой науковедения [27, № 5; 51, ч. 2 и др]. Очевидно, тогда существует отрасль «геологическое науковедение»<sup>2</sup>, ибо история и методология геологии достаточно специфичны и лишь «общее науковедение» вполне «общенаучно». Исчерпывающая историография науки — начальный этап ее исследования, хотя, к сожалению, многие работы по истории науки почти не выходят за пределы простого описания фактов.

Цель книги, предлагаемой читателю, — показать историю геологии как целостный процесс развития этой науки, рассмотреть пути и способы подхода к анализу истории и общей методологии геологии. Автор пытается ввести читателя в ряд соответствующих проблем, разумеется, не исчерпывая их многообразия. В книге рассматриваются объект и предмет геологии, ее значение и место среди наук, периодизация и закономерности истории геологии, характеристика основных этапов развития, вопрос о законах в геологии, классификация и история ее основных методов, особенно актуализма.

В обоснование выводов автора на выборочном, но достаточно широком материале излагается история основных идей и методов геологии. Это изложение не претендует на полноту и всесторонность и не является собственно историей геологии, но имеет, как кажется автору, самостоятельный интерес. Эта часть — материал и методические основы создания истории геологии. Система взглядов автора сложилась к 1968 г. Все ставшие с тех пор известными ему историко-научные факты находили в ней место, лишь подтверждая сделанные выводы. Разумеется, среди них многое не является новым, входя закономерно по принципу соответствия в развиваемую концепцию.

Поскольку геология наиболее историчная из наук, весьма к тому же специфичная, анализ ее истории имеет значение, выходящее за границы собственно

<sup>1</sup> Термин (один из синонимов — «эпистемология») Т. Котарбинского (1927).

<sup>2</sup> Иногда (например, И. П. Шарапов [127], и др.) науковедение считают частью «науки о науке» (хотя это синонимы), наряду с метанаукой — наукой о научном знании (методологии в широком смысле); тогда науковедение изучает «научную деятельность». Очевидно, метанаука — часть науковедения, важная ее отрасль. Если выделяют «метагеологию», то тем более правомерно «геологическое науковедение».

геологии. Работа обращена, таким образом, к широкому кругу читателей — геологам, географам, преподавателям и студентам, историкам науки и вообще лицам, интересующимся естествознанием.

Не все вопросы, затрагиваемые в книге, освещены равномерно; этого не требовала и поставленная задача. Более подробно, как правило, изложены идеи ученых, которые мало, неполно, а иногда и неверно трактуются в нашей литературе. Это касается, например, Сенеки, Сведенборга, Линнея, Палласа, Бюффона, Вреде, Кювье, Котта, Орбиньи и др. Наоборот, вопросы и труды ученых, освещающиеся в науке больше, излагаются кратко, с отсылкой к источникам. Автору не представилось возможности перечислить везде и все источники, откуда им взяты те или иные факты, как и коснуться истории исследования вопроса. Кроме того, для сокращения списка литературы ссылки иногда сделаны лишь в тексте упоминанием года издания работы (например: «в 1948 г. Иванов»; «Иванов (1948)» или «(Иванов, 1948)»). В списке литературы в некоторых случаях указаны полностью издания, журналы и книги, содержащие несколько цитируемых авторов или другие материалы, имеющие отношение к теме.

Дополнением (и частично обоснованием выводов) к предлагаемому труду являются работы по историографии, истории и методологии геологии, часть которых указана в списке литературы. Некоторые вопросы более подробно развиты в других работах автора. Следует иметь в виду, что в изложении и трактовке отдельных фактов истории геологии, а также по ряду выводов у автора имеются разногласия с другими историками науки; уточнялись также и его прошлые взгляды.

Читателям рекомендуется после вводной главы прочесть заключение с тем чтобы вернуться к ним еще раз по прочтении текста.

Автор благодарит Н. Б. Вассоевича, А. И. Высоцкую, Т. Д. Ильину, Б. М. Кедрова, И. В. Круть, В. В. Меннера, В. Н. Павлинова, Н. М. Страхова, Б. С. Соколова, Н. П. Французову за ту или иную помощь или советы при подготовке к изданию настоящей работы. Он не может не вспомнить Н. Н. Анорову — Человека, друга, спутника жизни, которая помогала в работе над темой книги.

Развитие, как бы повторяющее пройденные уже ступени, но повторяющее их иначе, на более высокой базе («отрицание отрицания»), развитие, так сказать, по спирали, а не по прямой линии; — развитие скачкообразное, катастрофическое, революционное; — «перерывы постепенности»; превращение количества в качество; — внутренние импульсы к развитию, даваемые противоречием, . . .; — взаимозависимость и теснейшая, неразрывная связь *всех* сторон каждого явления, . . . связь, дающая единый, закономерный мировой процесс движения, — таковы некоторые черты диалектики . . .

*В. И. Ленин.* Карл Маркс

## ГЛАВА ПЕРВАЯ

### ВВОДНАЯ

#### 1. О науке вообще

Есть много определений понятия «наука», отражающих разные ее стороны. Некоторые из них исходят лишь из особенностей физико-химических наук и по существу отрицают право геологии называться наукой. Так, Д. Бернал (1956) и М. М. Карпов [81] требуют от науки «достоверности» и непротиворечивости знаний. Даже для истории физики и химии это требование вряд ли выполнимо. А геология — историческая наука, во многом более сложная. Из понятий «жизнь» и «техника» при историческом рассмотрении не исключаются нежизнеспособные ветви развития, неудачные конструкции и т. п. Следует ли относить к науке только «достоверное» с современной точки зрения знание? Как быть в этом случае с понятием относительной истины? В истории науки известны долго существующие концепции, отражающие противоречия самой природы. Абсолютизируя отдельные стороны процесса развития, эти концепции противоречивы; в их борьбе уточняется истина. В геологии такие противоречия, например, отражают ход процесса развития (катастрофизм, униформизм) или роль экзогенных и эндогенных факторов (нептунизм, вулканизм).

Наука — сложная система. Для эволюции жизни, длящейся более  $3 \times 10^9$  лет, можно утверждать, что меняется не только материальная система, но и *ряд факторов и процессов ее эволюции*. Это, вероятно, касается всех эволюционирующих систем, хотя и в разной степени, и полностью относится к обществу, технике и науке. Их эволюция также ускоряется с течением времени. Естественно, что наука не так давно, вероятно, не ранее эпохи Возрождения, вышла из эмбрионального состояния, стала цельной системой, имеющей внутреннюю логику развития. Но это еще не основание для отнесения к науке лишь последнего исторического этапа ее развития. Попытаемся дать наиболее общее определение понятию «наука», включающему и геологию.

Человеческое общество развивалось в процессе труда и совершенствования техники производства. Прогресс достигался только при накоплении информации о среде существования, природе, вечно изменяющейся материи. Эта информация была вначале непосредственным практическим знанием, а сейчас выражена современной формой науки. Так мы приходим к определению: наука — *это развивающаяся система и процесс накопления обществом знаний о закономерностях развития различных форм движения материи и (или) о свойствах*

образуемых ею структур<sup>1</sup>. Существенной частью науки необходимо входит в состав производительных сил общества.

В этом определении отражены две важнейшие стороны науки, характеризующие ее социальную функцию, но оно не исключает и других определений. Наука — единство познания и знания, т. е. процесса и структуры, хотя эта точка зрения разделяется не всеми. Научное знание — это то знание, которое предполагает естественную, а не «сверхъестественную» причину и связь явлений, а на современном этапе — и точное знание ряда законов, управляющих ими. Но научное знание относительно и исторично. Представление о «первотолчке» или «жизненной силе» на соответствующих этапах развития науки не делает антинаучными (религиозными) учения, основанные на этих допущениях. И разве, если вдуматься, «жизненная сила» и механизм информации — управления, еще вполне не познанный, не соответствуют нашим, на разных уровнях науки, представлениям о силах, управляющих процессами жизни? Таким образом, степень систематизации явлений, «достоверность» и детальность отражения объективного мира различны для разных эпох.

В эволюции геологии можно выделить три этапа, не имеющие, что понятно, четких границ.

1. *Пранаука* — существенно связанная с практикой, наука<sup>2</sup>, соответствующая первобытно-общинному, рабовладельческому и феодальному обществу.

2. *Эмбриональная наука* конца феодализма — начала капитализма, когда прогресс самого процесса познания привел к постепенному развитию абстракции, теоретического знания. Вначале это были еще примитивные попытки, кажущиеся «ненаучными» («натурфилософия», характерная для предыдущего этапа), связать и объяснить еще ограниченное число слабо освещенных фактов подобием общей системы, гипотезы («теории»). Хотя историческое исследование в большинстве случаев покажет связь самых фантастических «теорий» с наблюдениями и опытом, но вследствие примитивности методологии и недостатка фактов, имеется кажущийся значительным разрыв теории и практики.

3. *Современная наука*, возникшая постепенно с развитием капиталистического общества. Ее теории все более опираются на опыт, все быстрее им проверяются и сливаются с практикой. Это процесс возврата на новой базе к отношениям, существовавшим между практикой и пранаукой.

Такая, намеченная в первом приближении, схема истории геологии отвечает определению В. И. Лениным процесса познания: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности.»<sup>3</sup> Здесь историческое и логическое совпадают, если взять развитие в наиболее общем плане, помня о многообразии влияний на научный процесс. Разумеется, указанные этапы для разных наук могут быть хронологически различны.

Общее определение науки, предложенное выше, действительно для всех этапов ее развития, не исчерпывая всех конкретных аспектов науки, включая ее организацию, материальную базу и пр. С постепенным обособлением теоретического знания в геологии выделяются «база» — опытная ее часть, апроби-

<sup>1</sup> Для наук о познании и мышлении речь должна идти о процессе и структуре отражения сознанием объективного мира.

<sup>2</sup> Здесь и в дальнейшем, говоря о науке, автор, как правило, имеет в виду прежде всего геологию, исходя из фактов ее истории, хотя многое будет относиться к науке вообще или к наукам историческим.

<sup>3</sup> В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 29, с. 152—153.

рованные теории и методы, законы и т. п., и область «научного поиска» [26, вып. 19] — указание новых явлений, еще не апробированные гипотезы и т. д. Науку можно сравнить с раствором, в котором идут реакции, образующие продукты, частично выпадающие в осадок. Он иногда вновь реагирует с раствором и частично в него переходит. Осадок — «научная база», или «фонд», а меняющийся раствор — область «научного поиска». Сходные мысли одновременно выразил О. Вагэнбрет [321].

Некоторые ученые полагают [81], что к науке относится только «область научного поиска». Все проверенное практикой, законы, формулы и т. п., т. е. структура знания, якобы, уходит из науки, рассматриваемой лишь как процесс познания. Но вряд ли это верно. Во-первых, научная база — это основа научного поиска, неразрывно с ним связанная. Она развивается, частью обновляется, корректируется в соответствии с изменением структуры науки. Границы между обеими областями науки условны, хотя в геологии они, вероятно, и сейчас заметнее, чем в других науках. Во-вторых, именно с научной базой мы можем связывать представление о геологии как непосредственной производительной силе. Непонимание рассмотренных взаимосвязей в структуре науки может привести к узкому практицизму, к чисто формальному делению ее на важную для общества, прикладную и «чистую», которой занимаются, якобы, «для себя» ученые (разумеется, речь идет о науке, а не о лженауке).

## 2. Объект и предмет геологии. Классификация основных наук

Материя проявляется для человека в виде материальных вещей, также существующих вне и независимо от сознания. В процессе деятельности человек — субъект познания — вступает во взаимодействие с вещами — объектами. Их свойства и отношения, отражаясь в сознании субъекта, ведут к построению «идеальной вещи» — модели объекта или каких-либо его сторон, которая и составляет, в частности, *предмет*<sup>1</sup> науки. В процессе развития науки ее предмет изменяется (обогащается), в нем все полнее отражается ее объект. Соотношение между предметом и объектом науки сложное. Отражая объект неполно, предмет — модель может содержать и нечто большее — историю объекта, которая находится в нем самом лишь в виде «следов», а в предмете может реконструироваться.

Соответственно сформулированному понятию «наука» геология должна изучать определенную форму движения материи или взаимосвязанную совокупность ряда форм. В этом общем определении объект и предмет науки не различаются, что не мешает делать ниже конкретные выводы.

На практике наука получает более вещественное определение. Исторически объектом изучения геологии чаще всего считалась Земля в целом, включая органическую жизнь в ее некоторых, преимущественно исторических и биохимических аспектах. Предмет геологии при этом относительно и абсолютно менялся, если геомагнетизм стал изучаться по существу с 1600 г., то субатомные процессы в системе «Земля» — лишь в XX в.

Автор рассматривает геологию как цикл наук о Земле, отдавая себе отчет в том, что некоторые из них обладают большой спецификой и самостоятельностью. Но развитие науки все более доказывает теснейшую связь различных явлений и разнѳе науки о Земле в этом плане сближаются.

<sup>1</sup> Предмет науки тесно связан с объектом, поэтому «объективен» относительно субъекта. Иногда его называют объектом; тогда объект в нашем смысле явится «объективно существующей реальностью» — материальной вещью.

Объект и предмет геологии в общем виде — геологическая форма движения материи (сокращенно — ФДМ)<sup>1</sup> [83]. Геологическая ФДМ — совокупность изменений и процессов в неорганической системе материи «Земля», подчиняющихся геологическим закономерностям, основанным на физико-химических законах, но к ним не сводящихся. Геология изучает геологическую ФДМ и соответствующую ей материальную систему.

Некоторые исследователи [156 и др.] геологическую ФДМ рассматривают как разновидность планетарной ее формы. Однако результаты космических исследований не дают оснований утверждать, что закономерности развития планет столь тождественны, что их можно рассматривать как проявление одной ФДМ. Несомненно, при развитии играет роль масса космического тела и его пространственные отношения с другими телами. Но и лишь с позиций интересов человека есть все основания рассматривать геологическую ФДМ одной из основных.

Выделение геологической ФДМ требует пересмотра классификации ФДМ с выделением форм разных типов. Отсылая читателя к статье автора [166], кратко изложим ее выводы.

Принимая деление ФДМ [84] на «общие», — свойственные ряду материальных носителей, и «частные», — относящиеся лишь к определенному материальному объекту, автор среди «частных» форм выделяет три типа основных ФДМ, а именно: 1) элементарные; 2) структурные; 3) комплексные.

Элементарные — те, которые всегда входят как основа в ФДМ; присущие материальным макросистемам, таким, как Земля, живая материя и т. п. Элементарными формами являются: субатомные, химическая, молекулярно-физическая. Субатомных ФДМ, несомненно, несколько. Соответствующие области знания еще не вполне размежевались, а их условное объединение в одну группу для рассматриваемых проблем несущественно. Элементарные ФДМ сами по себе не историчны и характеризуются всеобщностью распространения и взаимопереходами. Они включены в разных проявлениях и степени во все более сложные и высшие ФДМ.

Структурные формы — это ФДМ, свойственные материальным макроструктурам, таким, как живая природа, Земля, звезды и т. п. Они являются синтезом, единством элементарных ФДМ, но к ним не сводятся.

Существует большое количество структур материи и соответственно структурных ФДМ. Например, галактики, звезды и планеты — это материальные системы, развивающиеся по специфическим законам. С какими же конкретными ФДМ мы сталкиваемся в космосе и какие из них следует считать основными? На современном уровне знаний есть основания различать лишь две группы космических ФДМ. Одну, в которой преобладают субатомные ФДМ, — астрофизическую, и другую, в которой важную роль играет химизм, — планетонидную группу. Положение космических ФДМ таким образом до некоторой степени сходно с положением субатомных. В обоих случаях имеется ряд ФДМ, еще недостаточно индивидуализированных.

К числу структурных ФДМ автор относит техническую ФДМ, развитие которой определило возникновение особой геосферы — техносферы, или социосферы. То, что техника, иначе «искусственная природа», представляет целостную, необратимо развивающуюся материальную структуру, имеющую внутреннюю логику развития, по существу, общепризнано. Наводящие мысли мы находим еще у К. Маркса и Ф. Энгельса. Сейчас они встречаются у ряда

<sup>1</sup> Такое сокращение принято по всей книге.

авторов.<sup>1</sup> Было бы слишком узко видеть в технической деятельности лишь применение человеком законов физики и химии к природе для удовлетворения его нужд. Материя в виде техники выступает в специфическом организованном состоянии, сами конкретные виды вещества, из которого техника построена, в основном своеобразны. Это «техническое вещество» — природные материалы в обработанном, измененном виде, или материалы, не встречающиеся или почти не встречающиеся в природе: элементы в чистом виде, различные синтетические материалы, керамика, вяжущие средства и т. п. Характерно, что многие из «технических веществ» ядовиты, горючи, нередко при горении выделяют вредные соединения или, наконец, взрывчаты. Часто они трудно разложимы в биосфере и вообще чужды ей. Все эти свойства существенны при рассмотрении отношений общества (техники) и природы. При специфичности законов развития техники мы должны рассматривать ее как систему, обладающую технической ФДМ.

Исследования показывают, что развитие техники имеет много общего с эволюцией органического мира. Это сходство, видимо, определяется как тесной взаимосвязью соответствующих комплексов явлений (жизнь явилась условием возникновения техники), так и чертами структурного, системного сходства — техника состоит из отдельных «неделимых», как и жизнь. Сходство не случайно и имеет причиной некоторую общность законов для всех исторически развивающихся систем. Разумеется, можно найти и немало различий в развитии техники и живой природы, так как это разные ФДМ.

Мы выделили, таким образом, второй ряд основных ФДМ — структурных. Это космические, геологическая, биологическая и техническая.

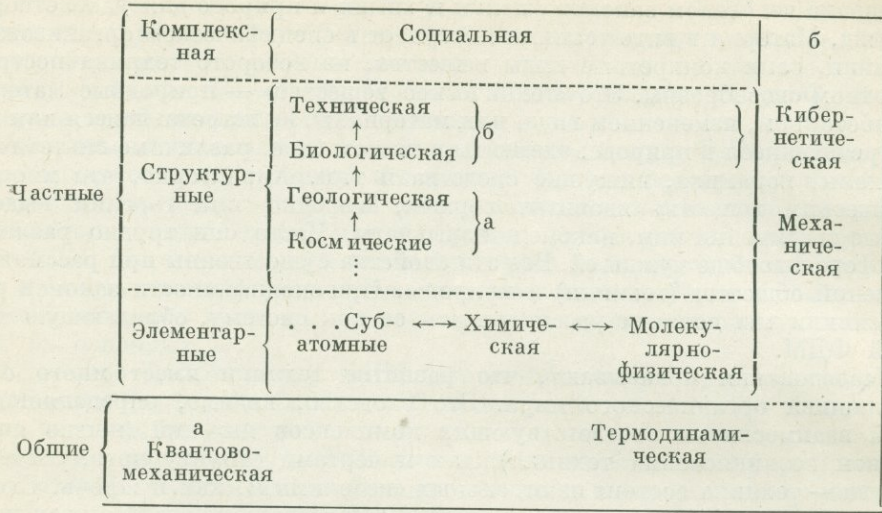
Социальная ФДМ — высшая форма. В нее не входят непосредственно элементарные ФДМ (химическая и физическая). Она не имеет единого материального носителя. Человек — существо общественное — биологичен по своей природной вещественной основе. Техника, как известно, является частью производительных сил общества и все более пронизывает социальную структуру. Социальная форма ФДМ — комплексная форма, в которую входят две структурные ФДМ — биологическая (в той мере, в которой она является основой человека) и техническая. Социальная форма не сводится ни к одной из них. Комплексная ФДМ таким образом является синтезом структурных ФДМ и таксономически стоит выше структурных. Хотя в ней носителем является не один вид материи, а два, она относится к «частным», так как эти виды достаточно определены<sup>2</sup>.

На схеме 1 показана классификация основных ФДМ. Среди общих форм ФДМ закономерно выделились две группы. На их наличие указал еще Б. М. Кедров [84]. Механическое движение соотносится со структурными ФДМ, как и кибернетическая форма, квантово-механическая и термодинамическая (тепловая) — с элементарными ФДМ. Среди элементарных форм можно выделить субэлементарные («элементарные» формы [177]). Наметим также и деление на группы космических ФДМ. Тогда нижняя часть схемы примет вид, указанный

<sup>1</sup> Понятие о технической ФДМ существенно с методологической стороны. Понятия и термины должны быть в известной мере «изоморфны» для объектов одного уровня. Если мы говорим о взаимодействии в биосфере биологической и геологической ФДМ, то для оболочки Земли, охваченной антропогенными процессами, речь должна идти о технической ФДМ, а не о «производстве», или везде о совокупности ФДМ. Такой «изоморфизм» вообще рационален, особенно при системном подходе к явлениям.

<sup>2</sup> Разумеется, комплексных, как и структурных ФДМ, множество (например, комплексная форма соответствует системе биосферы). Автор выделяет социальную в числе основных.

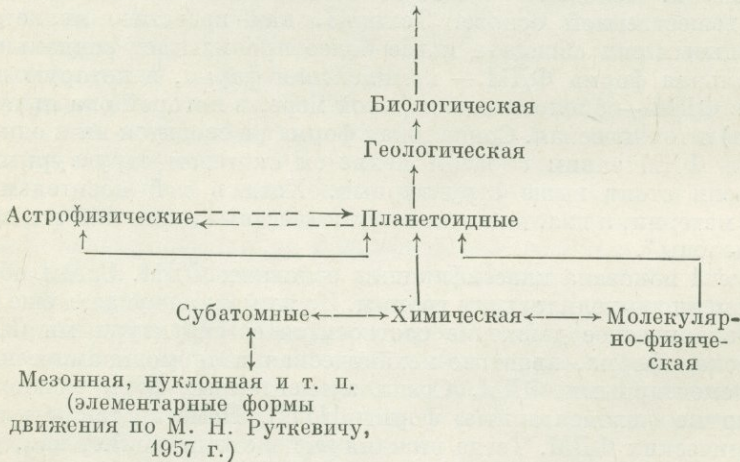
Схема 1



а, б — естественные группы.

на схеме 2. Эта схема имеет наиболее общее значение, тогда как вертикаль-  
ный ряд схемы 1, начиная с геологической ФДМ, отражает явления, известные  
пока лишь на Земле.

Схема 2



Обратимся к соотношению ФДМ. Элементарные формы могут переходить  
одна в другую и координируются между собой. Координацией же характери-  
зуется и соотношение субэлементарных форм, находящихся в отношении *суборди-  
нации* к элементарным. Последние находятся также в отношении *суборди-  
нации* к структурным, а структурные — к комплексной форме. Общие формы  
координируются с частными. Структурные формы по своей природе не могут  
просто «переходить» одна в другую. Так, геологическая ФДМ является условием

для возникновения биологической ФДМ. Речь идет об «отщеплении» на некоторой стадии развития от «материнской» формы новой, «дочерней» ФДМ. Соотношение «материнской» и «дочерней» форм движения среди структурных форм — это не только генетические отношения, но и отношения среды и развивающегося объекта. Развивающийся в среде объект вместе с тем является частью более сложной системы, включающей и данный объект и среду. Земля — часть Солнечной системы, совокупность процессов жизни — часть процессов биосферы и т. п.

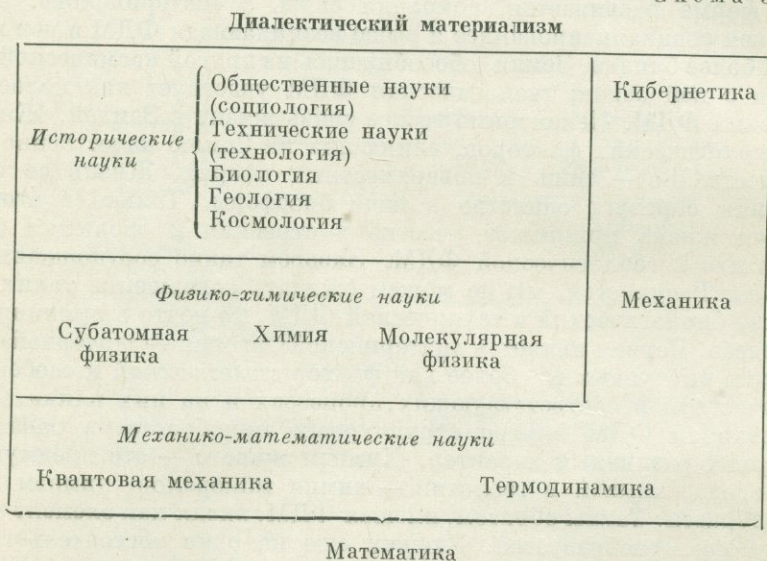
Новая форма развивается, сохраняя связь с «материнской». Эта связь тем теснее, чем специализированнее и выше возникающая ФДМ и чем пространственно они более близки. Земля, обособившись из другой космической системы, не потеряла с ней связи; геологическая ФДМ участвует как целое в одной из космических ФДМ. Неизмеримо теснее связь жизни с Землей. Жизнь стала одним из геологических факторов, влияющих на Землю качественно глубоко, хотя количественно — лишь в поверхностных сферах. Жизнь со средой ее существования образует единство в виде биосферы. Только в этом смысле органическая жизнь принимает участие в строении и эволюции биосферы, т. е. тем самым в геологической ФДМ. Назовем такие соотношения *сложной координацией*. Разумеется, мы не можем ожидать совершенно таких же отношений между биологической и технической ФДМ, но нечто в принципе сходное имеется и здесь. Первая является «материнской», вторая — «дочерней». Техника и ее продукты выступают все более как фактор *геологический* и особенно *биологический*, участвуя в соответствующих процессах и на них влияя.

Элементарная ФДМ внутри структурных приобретает в разных структурных формах различный характер. Химизм живого — это преимущественно химия углерода, химизм в геологии — химия минералов; химизм в технике также своеобразен. Таким образом, низшая ФДМ, входя как элемент в высшую, обычно глубоко преобразуется. Укажем еще на одно обстоятельство, свидетельствующее о естественности деления частных ФДМ на виды. Процесс познания отражает объективные закономерности внешнего мира. Поэтому не случайно исторически сложившиеся науки соответствуют соотношению основных ФДМ. Среди физико-химических наук мы находим «физическую» химию и «химическую» физику. Это следствие взаимопереходов и обратимости в соответствующем ряду ФДМ, т. е. характера их взаимосвязи. В ряду исторических наук формировались дисциплины, изучающие элементарные или общие ФДМ «внутри» структурных: биохимия, биофизика, космохимия, техническая механика и термодинамика, геофизика, геохимия и т. п. Кибернетика уже разделилась на техническую и биологическую (бионику).

Выделение основных ФДМ позволяет построить систему основных наук, представленную на схеме 3. В горизонтальном ряду лежат науки об элементарных ФДМ — *физико-химические*, фундамент научного здания. В вертикальном ряду расположены науки о структурных и комплексных формах движения — кратко исторические науки (ср. с Кедровым [85], у него — «геобиологические»). Для них математические методы играют хотя и большую и все возрастающую, но пока не определяющую роль. Некоторым исключением являются космологические и технические науки, но эти циклы наук имеют и исторический аспект. Пунктир указывает, что в соответствующих интервалах происходит принципиальное расширение знания. Науки, изучающие общие ФДМ (кибернетика и др.), образуют вместе с математикой группу *механико-математических наук*, изучающих общие количественные отношения, пространственные и общие ФДМ. Вместе с физико-химическими их иногда называют

«точными». Диалектический материализм является мировоззрением и методологической основой всех наук; математика абстрактно изучает количественную сторону природных явлений. Поэтому обе эти науки на схеме показаны в отношении ко всем наукам. Математика помимо наук своей группы теснее всего связана с физико-химическими науками. Диалектика одинаково важна для всех наук. Но, будучи наукой о наиболее общих законах развития, она приобретает особое значение для наук исторических.

Схема 3



Каждый из основных циклов может и должен классифицироваться более дробно.

Как отражается в предложенной схеме последовательность познания человеком мира? Человек начал ознакомление с окружающим миром с неба, Земли и жизни. Естественно, что возникновение систематизированных знаний имеет примерно закономерную последовательность. Кроме философии и математики, наиболее древними науками являются астрономия (космология), а затем элементы геологии и биологии. Не случайно, что универсальное обобщение об эволюции, которое могло возникнуть лишь в ряду исторических наук, появилось в последовательности, отраженной в схеме. Первые научные эволюционные представления — гипотезы о происхождении Солнечной системы и Земли Р. Декарта, затем В. Лейбница, гипотеза И. Канта и П. Лапласа. Затем Ж. Бюффон, Д. Геттон и Ч. Ляйель ввели понятие о развитии в геологию. С Ч. Дарвином и А. Уоллесом связано эволюционное учение в биологии<sup>1</sup>. Примерно одновременно с разработкой теории эволюции в биологии К. Маркс и Ф. Энгельс установили общие законы развития общества, связанные с эволюцией техники. Таким образом, вертикальный ряд наук отражает в общей форме ступени познания человеком природы. Есть основания считать, что в ряду ФДМ от космических до социальной процесс эволюции ускоряется. В ряду физико-химических наук физика зародилась весьма давно, позже —

<sup>1</sup> История науки сложнее. Названы имена, прочно вошедшие в науку.

химия и, наконец, — субатомная физика. И в горизонтальном ряду отражена последовательность этапов познания.

Автором сделаны и еще выводы о специфике основных ФДМ [166]. Так, например, классификация позволяет решить вопрос о применимости понятия «прогресс» в развитии. Оно связано с биологией. Соответствующая ФДМ координируется с кибернетической формой. Это понятие приложимо поэтому ко всем формам, координирующимся с кибернетической, а условно — к структурам, в которых они принимают участие — к биосфере и социосфере. В других случаях (литосфера и т. п.) речь должна идти о *необратимом развитии*.

Существен вывод о том, что соотношение групп ФДМ соответствует общей закономерности развития систем. Элементарные формы выражают относительную неизменность основных законов природы, а структурные и комплексные — ее изменяемость, развитие. В сумме они — необходимое единство противоположностей, без которых невозможно направленное развитие. Такие противоположные пары встречаются часто. В ряде случаев их можно рассматривать как выражение одного из играющих важную роль «принципов сохранения» для развития системы. Так, жизнь сохраняется лишь при одновременном существовании процессов усложнения и распада (упрощения). Это «принцип сохранения» для существования и развития жизни. Вероятно, парность «антисвойств» — форма одного из принципов сохранения для развивающихся систем. То же самое мы видим и в истории науки: борьба противоположных гипотез, концепций сохраняет ее поступательное развитие. Они часто возрождаются в виде «неоконцепций», что не случайно.

Таким образом, классификация ФДМ позволяет представить «картину мира» и сделать из нее ряд выводов, в частности о месте геологии среди наук и ее соотношении с ними. Изложенные выше идеи автора относятся к 1961—1963 гг. С тех пор наметился отказ от принципа «классификация природы» по основным ФДМ. Мотивы выдвигались методологические. Однако, ознакомление с ними ясно показывает, что отрицание относится к «однорядной» схеме классификации якобы «однозначных» ФДМ. Д. М. Трошин<sup>1</sup>, например, взамен выдвигает «классы» в структуре мира, соответствующие сущностям, включающим структуру, процессы и функции закономерно связанных комплексов явлений. Им выделено шесть классов, в том числе: биологические явления (IV), «искусственная природа» (V) и общество (VI). Классификация автора снимает доводы, приводимые Трошиным против понятий о ФДМ, и соответствует требованиям, выдвигаемым им для «классификации мира». Классы, выделенные им, легко сопоставляются с разными типами ФДМ.

Подчеркнем, что понятие об уровнях организации вещества (атомном, молекулярном и т. п.), имеющее большое значение, не исключает, а *дополняет* представление о ФДМ, изложенное автором. «Уровни» должны рассматриваться *относительно* ФДМ и *внутри* каждой из них. Здесь мы сталкиваемся с проявлением действительного для науки вообще, а не только для физики, принципа соответствия. Заметим также, что как и всякое понятие, представление о ФДМ методологически «работает» на определенном уровне проблем; оно не может непосредственно служить, например, методом поиска полезных ископаемых.

Если отвергнуть представление о геологической ФДМ, считая что она — сложный комплекс ФДМ, как полагает В. М. Букановский [210], то приведенные выводы и схемы не меняются. Вертикальный ряд будет являться рядом

<sup>1</sup> Трошин Д. М. Методологические проблемы современной науки. М., «Высшая школа», 1966. 175 с.

этих комплексов, а схема 1 получит более сложное название, относясь и к основным ФДМ и к их исторически развивающимся комплексам. Биологическая форма в этом случае также не будет ФДМ, а будет их комплексом.

Геологический цикл наук включает все науки о собственно Земле. К нему относятся таким образом динамическая геология и геоморфология, рассматриваемые и в географии<sup>1</sup>. Науки, изучающие специфическое проявление элементарных ФДМ «внутри» структурных, должны относиться к циклу наук, изучающих структурную форму движения (геофизика и геохимия — к геологии). Аналогичное следует сказать об отраслях, рассматривающих влияние и участие других структурных форм в системе «Земля». Это геокосмология (или космогеология — термин менее логичный) и геобиология — собирательное название для отраслей, изучающих геологические аспекты палеобиологии и учения о биосфере. Последнее в целом еще не вполне обособилось и является межцикловым; его место (организационно) в «географии».

«Геология» сейчас — собирательное название для ряда наук о Земле. И. В. Круть [97] различает геологию в широком смысле, как фундаментальную науку о Земле (что соответствует пониманию автора в классификации наук), и геологию в узком смысле, как науку о минералах, породах, формациях, земных оболочках и Земле «на уровне этих классов объектов». «Узкая» геология не включает геофизику и геохимию. Такое ограничение слишком абстрактно. Ниже, рассматривая историю и проблемы геологии, автор имеет в виду в общем «узкое» понимание, но включающее в основном и две упомянутые отрасли, однако без специфических географических и геофизических наук о гидросфере и атмосфере.

Классификация наук геологического цикла — особая проблема и может решаться различно, в зависимости от целей; здесь необходимо наметить лишь принципы такой классификации, соответствующие классификации основных циклов наук. Крупными группами будут: 1) геофизика; 2) геохимия; 3) науки о специфически «геологических» объектах; 4) геобиология; 5) геокосмология.

В этом делении геобиология и геокосмология относятся к «группам наук», собирательным наукам условно. Это скорее направления исследований; но в геобиологии давно выделяются и специфические отрасли, например биостратиграфия, рождается учение о биосфере. Более четко это деление прослеживается в классификации методов. Заметим, что эти условные «науки» отражают процесс *интеграции* науки, лишь начинающийся. Но они неизбежно должны сопровождаться и общими синтезами, соответствующей теорией, т. е. переходить и в науку.

Каждая из групп делится на подгруппы, в которых учитываются области (системы) явлений и уровни организации. Например, в третьей группе могут быть выделены: минералогия, литопетрология, стратиграфия, учение о формациях, тектоника, геоморфология, динамическая геология (современные процессы, также четвертичная геология). Более дробное подразделение целесообразно провести с учетом характера изучаемых связей (статика, кинематика, динамика явлений), преимущественно теоретического или прикладного характера науки, а также изучения ими современного или прошлых «срезов» явлений. В последнем случае могут быть выделены (при нераздельности) аспекты отраслей (например, в геотектонике) или особая наука (палеогеография); иногда прошлый «срез» будет отсутствовать.

<sup>1</sup> Географические науки специфичны, исследуя комплексную географическую оболочку. В их системе есть науки и межцикловые, такие, как биогеография, страноведение и т. п. Соотношения «геологии» и «географии» автор не рассматривает.

На разных уровнях классификации существуют и промежуточные отрасли, связывающие две или более основные (например, палеогеография связана со стратиграфией, геоморфологией, динамической геологией и тектоникой), что должно быть показано в схеме классификации наук.

### 3. Внешние и внутренние факторы развития науки

Среди факторов развития науки коснемся наиболее важных. Определяющим фактором развития науки в конечном счете является изменение производительных сил и производственных отношений. Этот фактор «внешний» условно, так как сама наука частично входит в производительные силы. Роль последних сказывается, во-первых, накоплением опыта и наблюдений в процессе производства, во-вторых, путем «социального заказа», который достаточно ясно вырисовывается при капитализме и начинает господствовать в социалистическом обществе. Разумеется, при капитализме заказ диктовался иногда узкими классовыми интересами, что не меняет сути дела. Общественная надстройка вообще влияет на развитие науки, сильнее всего на науки исторические. В этом случае может возникать, в частности, *резонанс идей* — появление в какой-либо отрасли науки гипотез, идей или методов, «созвучных» политическим идеям или идеям совершенно другой области науки, появившимся примерно в ту же эпоху. Резонанс идей, как и другие формы взаимосвязи между разными областями науки, является внешним фактором лишь по отношению к отдельной отрасли науки. Приведем примеры. Появление спутников Земли оживило «резонирующую» идею о тунгусском метеорите как космическом корабле. Представления о естественном отборе, корреляции и т. п. в дарвинизме переносились в область неорганических процессов (Э. Геккель, И. Вальтер и др.) и т. д. Резонанс идей — далеко не первостепенный фактор влияния, но иногда является достаточно характерным.

*Географическая среда* не определяет в развитом обществе эволюцию производительных сил, но на нее влияет. Вопрос о воздействии географической среды на эволюцию науки вызывает обычно недоумение. Однако для геологии географическая среда играла, да и сейчас играет заметную роль. Это понятно, ибо она входит в изучаемый предмет. Поэтому при рассмотрении истории науки в пространственном (национальном) плане этим фактором не следует пренебрегать. Указания на воздействие географической среды на развитие геологии нередко встречались в литературе. Для геологии и биологии такую зависимость подчеркнул В. В. Ламакин [100]. В истории естествознания влияние географии особенно проявилось в эпоху Великих Географических Открытий. Расширение арены наблюдений над *современными* явлениями, появление новых предметов исследования имеет огромное значение. Без открытия, например, двоякодышащих рыб и рыб, приспособленных к переживанию длительных засух, представление о последовательном завоевании организмами суши лишилось бы существенного актуалистического обоснования. Зависимость научных представлений от географической среды автор называет *географическим аспектом актуализма*.

Особо следует рассматривать связь с конкретными науками философии, поскольку с наукой она соприкасается тесно. Можно рассматривать философию и как третий «этаж» или «крышу» научного здания, венчающую область научного поиска. Это наиболее обобщающее знание, чем философия, и отличается от конкретных наук.

Философия влияет на область поиска в науке заметнее в исторических науках.

В области соотношений философии и науки<sup>1</sup> наглядно сказывается различие между историческими и «точными» науками. Представителям «точных» наук в некоторых проблемах иногда свойственна переоценка эмпиризма и недостаточное понимание значения исторического развития и генетических связей, при которых действуют не только физико-химические, но и структурные законы. При современной роли физики и химии иногда считают, что истинное мировоззрение ученого — это его положительный вклад в науку, а все, что сверх этого — случайные, частные ошибки и не должно рассматриваться историей науки. К. Маркс, действительно, писал, что ученого надо оценивать по его положительному вкладу в науку. Он, очевидно, имел в виду оценку деятельности, а не характеристику мировоззрения ученого и не анализ влияния его миропонимания на научную работу. Поэтому задача историка — дать анализ общих взглядов и работы ученого в их взаимосвязи, найти рациональные аспекты и в его антиматериалистических построениях, не пытаясь их подменять положительными результатами его работы (и наоборот).

✓ Философия естествознания охватывает наиболее общие результаты науки в целом, диалектику ее развития и ставит проблемы, вытекающие из современного состояния науки. Выполнить эти задачи без истории науки нельзя, поэтому она является также одной из важных основ философии естествознания.

Вопрос об имманентных (внутренних) закономерностях развития геологии недостаточно разработан. Чаще всего в общей форме указывается на ее диалектическое развитие, на проявление законов перехода количественных изменений в качественные и «отрицания отрицания» (Иванов, 1960). Эта тема кратко рассмотрена также, например, В. В. Тихомировым [200], им и В. Е. Хайным [202], Д. И. Гордеевым и др. Однако понимание сущности внутренней логики развития науки не однозначно. Так, Карпов [81] устанавливает в развитии науки девять «законов-тенденций»: 1) относительную самостоятельность развития науки; 2) критику и борьбу мнений; 3) взаимодействие наук; 4) их дифференциацию; 5) интеграцию; 6) преемственность научного знания; 7) ускорение темпов развития науки; 8) неизбежность научных революций; 9) усиление связи науки с производством. Все данные положения бесспорны. Однако не все они в равной мере относятся ко всем этапам развития науки. Законы этого развития и формы их проявления меняются с течением времени. Большинство таких законов естественно вытекает из понимания науки как диалектического процесса познания.

Под внутренней логикой развития науки Карпов [81] подразумевает прежде всего преемственность и логическую связь идей. Поэтому внутренняя логика, по его мнению, более всего «присуща математике» и вообще якобы сильнее проявляется в науках, имеющих «наиболее четко очерченную аксиоматическую основу», которая «дает возможность получать новое знание дедуктивным путем» (с. 120). Это положение односторонне и основывается на исследовании преимущественно механико-математических и физико-химических наук. Заметим, что основные диалектические закономерности в развитии такой исторической науки, как геология, проявляются не менее четко, чем в «точных» науках.

Как известно, противоречия — основная движущая сила развития [162]. Важнейшими противоречиями, видимо, являются противоречия между природой и ее познанием, между опытом и теорией. Растущее количество наблю-

<sup>1</sup> По этому вопросу см. также «Философия и наука». М., изд-во МГУ, 1973. 231 с.; «Философия. Методология. Наука». М., «Наука», 1972. 236 с. и др.

дений не укладывается в рамки существующих гипотез, вступает с ними в противоречие, появляются новые, часто полярные гипотезы. В этом можно видеть также отражение закона перехода количества (научных наблюдений) в качество (новые обобщения). Обычно господствует не наиболее верная гипотеза, а та, которая на данном этапе объясняет наибольшее количество наблюдений [321]. Еще более многочисленны внутренние противоречия между разными теориями, между уровнем развития геологии и других наук (и их методов) и т. д. Характерно, что в упоминавшейся работе [162] иллюстраций из области геологии нет. Это, несомненно, объясняется отсталостью разработки в ней этих проблем.

Внутренняя логика развития геологии существенно определяется процессом постепенного раскрытия различных свойств изучаемого объекта. Хотя объект, исследуемый геологией, — Земля — относительно постоянен (кроме биосферы, которая сейчас быстро изменяется), но предмет геологии развивается. Если не подходить формально, то экзогенные и эндогенные процессы, которые различались еще с античности, стали предметом особого внимания науки по существу лишь во второй половине XVIII в. Но предмет геологии изменялся и абсолютно — в нем появлялся палеомагнетизм, срединные океанические хребты и т. д.

Относительное и абсолютное изменение предмета исследования для геологии характерно. Оно вызывает прогресс методов (и вызывается им), порождает новые гипотезы, меняет структуру науки. По существу, постановка новой проблемы, если она не является «псевдопроблемой» и сформулирована правильно, нередко является изменением (дополнением) предмета науки. Поэтому выдвижение проблемы — полноценная и важная часть научного процесса. Выражение «правильно поставить проблему — наполовину ее решить» имеет основания.

#### 4. Проблема приоритета

Научное творчество коллективно. Однако история науки нередко существенно строится на крупных именах и открытиях. Коллективность современной науки очевидна. Менее ясно это для средневековья и эпохи Возрождения. В соответствии с изложенным выше пониманием сущности науки и крупных этапов ее развития можно представить изменяющимися и формы коллективности научного творчества. Вначале наука представляла сумму практических знаний с простейшими обобщениями, складывавшимися в пределах наиболее интеллектуальной части производителей. С появлением классов и зачатков теоретического знания пранаука принимает все более «индивидуальную» форму, переходя в «эмбриональную» науку. Наука этой эпохи хотя и уходила корнями в практику, но находилась под влиянием религии, а главное, вследствие недостатка фактов, становилась существенно натурфилософской. Этот разрыв (частично формальный) между опытным и теоретическим знанием породил миф о чистой науке и ее индивидуальных представителях. В ту же эпоху разрыв начинает постепенно уменьшаться, а в последующей этап — новейшей науки — этот процесс сближения ускоряется в результате роста производительных сил и технической базы самой науки. Научная работа становится и все более коллективной.

Проблеме роли личности в науке и научного приоритета в литературе уделено много внимания. Имеется ряд работ, посвященных почти исключительно этим проблемам (Орлов, 1964; [141]). Известно немало параллельных

открытий и изобретений. О таких случаях говорят: «идея носилась в воздухе». Это созревание и необходимое рождение идеи — непосредственное выражение коллективности творчества. Наряду с ними наблюдаются факты как бы «случайного» возникновения идеи или изобретения (сахарин, анилиновые краски, порох, микроскоп и т. п.). Ближайшее рассмотрение таких явлений покажет, что и для них есть необходимые условия, связанные с коллективным творчеством [141].

Как правило, крупная творческая личность успешно использует опыт, накопленный наукой, благодаря высокой трудоспособности, целеустремленности и выдающейся способности к ассоциативной деятельности. Однако как электронная машина не может работать без программы, так и мозг обязательно перерабатывает наряду с собственным прошлым и современный общественный опыт. Крупные исследователи, оставившие в науке индивидуальный след, есть не что иное как выражение качественного скачка в ее развитии. В каждом случае исследование, как правило, покажет унаследованность идей, взаимовлияния не только отдельных ученых, но и отраслей науки.

Нередко историко-научные работы существенно сводятся к изложению открытий, связанных с отдельными исследователями. Традиция эта жива не только в связи с большей легкостью подхода к истории науки с этой точки зрения, но и по объективной причине: в личности отражается коллективный процесс.

Наряду с влиянием на развитие науки технических и социальных факторов следует серьезно считаться и с внутренними процессами в науке — диалектическим развитием и преемственностью идей, т. е. многообразной унаследованностью. В этом плане одним из источников формального подхода к истории науки становится иногда вопрос о научном приоритете. Но эта проблема не формальна. Приоритет несет существенные социальные функции: это важный стимул научного творчества, элемент национального самосознания, он имеет моральный аспект и т. д. Наконец, приоритет позволяет определять необходимые вехи на пути исследования развития науки.

✓ Изучение истории науки показывает всю сложность проблемы приоритета. В работах, посвященных «утверждению приоритета», как правило, ссылаются на предшественников, однако нередко эти упоминания — дань вежливости. Приоритет рассматривается статически, иногда его присваивают тому исследователю, воззрения которого имели успех и были широко восприняты наукой, в других случаях приписывают тому, кто первый выразил идею, — как «выгоднее». Однако в вопросах приоритета необходимо минимальное единообразие, иначе нет науки. Чем глубже изучается история научной проблемы, тем обычно все более расплывчатой становится фигура «основоположника». Все это заставляет вопрос о приоритете в геологии рассматривать динамически, в его развитии [36, 144, № 9; 169].

Как правило, в истории становления научной гипотезы, метода, закона, теории можно различить стадии:

1. Высказывания, мысли (зародыши) в направлении рассматриваемого метода, гипотезы или каких-либо их сторон. Часто это имеет место попутно с рассмотрением другого вопроса. Автор высказывания нередко еще не отдает себе ясного отчета в значимости и перспективности высказанного. Четких развернутых формулировок и логических или фактических обоснований обычно не приводится.

2. Идея, четко сформулированная, иногда на основании логических умозаключений или фактических доказательств, но еще недостаточно обоснованная

зи развитая. Она может не лежать в основе системы взглядов автора или же органически в нее входит. В ряде случаев автор также недооценивает важность идеи, что иногда отражается и в маскирующем идею случайном названии работы.

3. Разработка и формулировка гипотезы (метода) с тем или иным, пусть иногда еще недостаточным обоснованием. Соответствующие выводы. Нередко гипотеза еще не получает широкого признания или влияния на современников (чаще нельзя об этом обоснованно судить). Следует считать этот этап важнейшим; последующие относятся к истории гипотезы.

4. Внедрение гипотезы в литературу и научную практику, сопровождающееся обычно ее доработкой и уточнением. В этом случае гипотеза часто получает имя исследователя, завоевавшего признание.

5. Развитие и видоизменение гипотезы, приспособление ее к новой структуре науки, превращение в теорию. Этот этап может иметь ряд фаз. К нему же следует относить разрушение гипотезы, хотя в науке обычно *ничто не отмирает полностью*. Какой-либо из аспектов гипотезы, как правило, сохраняется и развивается, иногда в составе новой гипотезы или теории. Это «принцип соответствия», известный в физике, который требует, чтобы «...при наложении определенных условий, соответствующих тем условиям, какие учитывались старой теорией, новая теория переходила бы в старую, ...старая теория должна оказаться частным или предельным случаем новой... как бы включаться в новую теорию, как более широкую и полную» [84, с. 32].

Этот принцип действителен для всех наук (Высоцкий, 1961, 1965; Драгунов, 1965; Кузнецов, 1968). Но в геологии он известен в условных, менее четких формах, являясь вместе с тем очень характерной закономерностью развития<sup>1</sup>. Здесь он может проявляться по меньшей мере в четырех формах. Старая гипотеза (теория и т. п.): 1) входит в новую, оставаясь действительной для какой-либо области явлений или особых условий; 2) сохраняется в некоторых общих чертах, изменяясь и «приспосабливаясь» к новой структуре научной теории; 3) остается в каких-либо аспектах; 4) сохраняется для смежной или близкой области явлений.

В принципе соответствия — прямое обоснование представлений о динамическом приоритете. Последний требует совместного рассмотрения всех стадий становления гипотезы. Разумеется, вследствие сложности явления приведенная выше схема условна. Иногда стадии (например, 1 и 2; 3 и 4) могут совмещаться в одном и том же лице и даже труде. В отдельных случаях приоритет следует считать за двумя авторами, например Дарвином и Уоллесом. Однако в этом конкретном случае Дарвину принадлежит и 4 стадия, почему с ним и связывают эволюционную теорию в биологии, но об Уоллесе — и это справедливо — не забывают. В отдельных проблемах неизбежна субъективная граница между «идеей» и «гипотезой» (как и гипотезой и теорией). Вопрос этот решается при анализе современного идее состояния науки. Сложен случай, когда один из ученых явно ранее разработал вопрос, но другой независимо опубликовал или заявил решение раньше. Публикация здесь определяет приоритет юридически, но первый автор упоминается «в скобках».

<sup>1</sup> В «точных» науках принцип соответствия выражается полнее в случае экспериментально разработанной области. Но натурфилософские гипотезы остаются лишь в условных формах. Гипотеза теплорода в физике вошла в современную теорию идеей о «перетекании невесомой материальной субстанции» — внутренней кинетической энергии на молекулярном и более низких уровнях организации вещества; «теплородообмен» заменился теплообменом.

«Юридический», или основной, приоритет следует считать по стадии 3, тогда как часто его связывают с последующим этапом. Это кратко мотивируем. Д. Бернал (1956) верно заметил, что сознательно или бессознательно ученые обязательно руководствуются теориями и взглядами, почерпнутыми из общего фонда человеческой культуры. Все то, что становится доступно читателю и даже слушателю, влияет позитивно или негативно на будущие исследования, хотя пути этих влияний мы можем проследить не всегда и в ряде случаев недооцениваем. Так было, например, с М. В. Ломоносовым (Иванов, 1948; Гордеев, 1961), Дарвином и Уоллесом в первом издании их трудов (Соболь, 1940).

«Успех» и «влияние» не вполне тождественные понятия. Существенное влияние может быть оказано на одного ученого и через него на развитие науки. Все это заставляет «юридический» приоритет считать по стадии 3. Однако иногда допустимы исключения: 1) если идея сама по себе важна и увязана с логически развитой системой взглядов автора, то юридический приоритет может считаться по стадии 2 (пример — Н. А. Морозов, 1907 г. в вопросе о составе недр Земли из иного вещества, чем элементы Периодической системы Менделеева); 2) если гипотеза, получившая признание, носит следы большой творческой переработки, то приоритет может считаться по стадии 4 или быть разделен между 3 и 4 стадиями. Иллюстрации к представлению о динамическом приоритете читатель найдет в тексте.

Итак, в области приоритета важнейшей задачей истории науки является установление динамического, подчиненной — формального, юридического приоритета. Национальный приоритет должен рассматриваться особо. В этом случае следует учитывать и приоритет по заимствованию, развитию и пропаганде передовых идей науки.

В связи с установлением приоритета в практическом приложении к истории науки важен анализ причин кажущейся (реже действительной) бесплодности какой-либо жизнеспособной идеи. Они могут быть разнообразны: от опережения этой идеей современного ей уровня науки до неудачного заголовка работы, скрывающего важный аспект содержания<sup>1</sup> [49, 329], до сознательного или неосознанного ее замалчивания (см. о Декарте, Кювье и Ляйеле).

При изучении истории геологии иногда получается впечатление о «забытости» работы. При детальном исследовании оказывается, что работа переиздавалась, встречаются и ссылки (см. о Стено, Лейбнице и др.). Но последние иногда были «не приняты»; вообще чаще ссылаются на наблюдения автора, чем на его идеи.

Аналогична вопросу о приоритете много более сложная проблема о времени возникновения отраслей геологии. Одни склонны возникновение почти всех наук относить к концу XIX — началу XX в., другие — к классической древности. Очевидно, и здесь рационален «динамический подход». Его избрал Круть [97], выделив стадии зарождения, возникновения, становления и развития наук. Он не указал критериев выделения и «удревнил» возникновение некоторых отраслей. Очевидно, к возникновению отрасли науки целесообразно отнести лишь ее зарождение внутри «материнской» науки и собственно возникновение — обособление от смежных отраслей. Эти этапы будут соответствовать 2 и 3 стадиям «динамического» приоритета. Дальнейшее — развитие возникнувшей отрасли учитывается периодизацией ее истории, которая

<sup>1</sup> Сказанное существенно для реферирования. Полноценный реферат должен подчеркнуть все новые идеи, заложенные в работе, даже не стоящие в прямой связи с темой. Подчеркнем, что заимствование (со ссылкой) идеи, мысли, с ее дальнейшей разработкой, доказательством или использованием для новых выводов — полноценное научное творчество.

может и не совпадать с периодизацией родоначального цикла наук и строиться по другим принципам. Для выделения указанных двух стадий трудно назвать точные признаки; отрасли геологии развивались специфично. Можно наметить такие характеристики.

1. Зарождение отрасли. Внутри структуры геологии или естествознания намечается предмет отрасли — специфическая область явлений, может быть и отдельные характерные методы. В работах по геологии выделяются соответствующие описания или разделы.

2. Возникновение отрасли. Появляется капитальная работа (работы) по предмету отрасли, методы, возможно, специфическая аппаратура, пусть еще примитивная. Соответствующая область привлекает научное внимание, обособляется литературно или организационно. Возникает название (что может произойти и ранее), появляются специалисты (не обязательно занимающиеся лишь данной областью).

Эта схема прослеживается и при возникновении геологии в целом (периоды II, III) в недрах естествознания.

Закономерно, что зарождение и даже возникновение отдельных отраслей геологии возможно до появления геологии как науки. Кроме того, логично существование некоторых наук лишь на отдельных этапах [97]. Например, «наука о породах» существовала в зародыше с XVII в., дав затем начало петрографии и литологии. Только после обособления последних минералогия окончательно приобрела собственный предмет исследования.

## 5. История науки. Науковедение

История науки существует по меньшей мере с XVI в. Во многих странах есть институты истории наук. С 1929 г. собираются международные конгрессы, а в 1947 г. создана Международная ассоциация по истории науки. В 1967 г. образован Международный Комитет по истории геологических наук.

Иногда высказывается взгляд, что роль истории науки несущественна для современного знания. История науки в этом случае — часть общей истории, служащей для «общего развития». Иногда, наоборот, указывают на важность истории науки для поиска наблюдений, методов и идей, забытых, но получающих новое звучание в свете современности. Нельзя отрицать эту непосредственную пользу истории науки, хотя опыт показывает, что она часто обнаруживается как возможность лишь при последующем историческом анализе. Не исключается, что такой индивидуальный поиск бывает продуктивнее, но ученый часто об этом умалчивает. Так или иначе история науки должна быть целенаправленным обобщением научной информации (во всяком случае, с начала XIX в.).

Важнее то, что история науки играет необходимую роль в философии естествознания. Об этом писал В. И. Ленин: «Продолжение дела Гегеля и Маркса должно состоять в *диалектической* обработке истории человеческой мысли, науки и техники.»<sup>1</sup> История науки приобретает значение для формирования мировоззрения. Без нее не может обойтись разработка методологии науки, ее общий теоретический синтез и прогнозы развития. Важно, что изучение истории науки помогает воспитывать способность воспринимать не факты, а *процессы*, что актуально для современности. Современная наука не может быть до конца понята без рассмотрения ее

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Полн. собр. соч., Т. 29, с. 131.

истории, которая должна прежде всего устанавливать закономерности развития науки. Но они не могут быть познаны без детального исследования истории науки с ранних этапов. Не так ли поступает геолог, изучая историю Земли?

В свете диалектики развития науки понятие «реакционности», применяемое к той или иной гипотезе, обычно не исторично. Гипотеза иногда может стать относительно «реакционной», будучи доведена до экстремального формального выражения, или на этапе развития, когда уже активно идет процесс ее отрицания. Разумеется, имеются в виду научные идеи, в основе которых лежит естественное объяснение явлений.

Сказанное полностью относится к истории геологии, которую автор рассматривает как основу и часть науковедения, «частного науковедения» — истории и, очевидно, методологии конкретных наук и изучения тех форм, в которых проявляются в них общие закономерности. Подчеркнем, что в общих науковедческих работах факты геологии сейчас находят еще очень слабое отражение.

В науковедении следует выделить наукометрию — систему специфических математических, прежде всего статистических методов исследования науки. Но математические методы не единственные; «качественные» методы имеют в науковедении большое самостоятельное значение, особенно в истории науки [24].

Как и любая наука, история науки имеет теоретические проблемы, постановка и решение которых вытекают из исследования развития этой отрасли знания. В свою очередь решение таких проблем определяет подход к историческому изучению науки и входит в ее теорию и методологию — история науки и сама входит в предмет науковедения. К числу общих проблем геологии такого рода, в частности, относятся: 1) влияние внешних по отношению к геологии факторов; 2) внутренние движущие силы и закономерности (внутренняя логика) развития; 3) влияние и взаимосвязь с другими отраслями естествознания; 4) влияние философии и явлений общественной надстройки; 5) формы коллективности науки. Их необходимо выявлять путем ознакомления с литературой эпохи и предшествующего времени. Необходимо освещение динамического приоритета. Следует интересоваться восприятием соответствующих идей их современниками (рецензии, дискуссии и т. п.); рассматривать не только труды «корифеев», а общий фон и массовую продукцию науки; 6) географические влияния; 7) обоснование гипотез и теорий на разных этапах развития геологии.

Эти проблемы обладают спецификой в зависимости от характера науки. С этой точки зрения важно деление наук на исторические (типична геология) и физико-химические и механико-математические. Разнице в объектах исследования и методологии этих групп наук соответствуют и некоторые различия в постановке и решении проблем истории науки, имеющих, однако, и черты, общие для всех наук. Это определяет необходимость особого изучения истории геологии и его значение для истории науки и науковедения вообще.

## 6. Несколько замечаний о методологии науки

Любая отрасль науки, помимо предмета исследования (материала), имеет, кроме общих, специфические методы (орудия) его изучения<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Метод — способ и прием исследования, подхода к изучению действительности. Научный закон — положение об общем и существенном в явлениях, их внутренней закономерной

Методологией называется наука об основных принципах и методах познания. Второе значение термина — учение о системе методов науки; существует методология геологии. В этом смысле ниже он иногда употребляется, причем в тексте легко различить оба понимания. Методология (в которую входят и такие вопросы «метաгеологии», как объект и предмет геологии и т. п.) играет важную роль среди теоретических основ науки; методам геологии уделяется внимание в дальнейшем. Здесь ограничимся предварительными замечаниями.

Самым общим методом познания является материалистическая диалектика (т. е. применение положений о всеобщей связи явлений в природе и их диалектическом развитии). Конкретным ее проявлением служат [84], в частности, два важных метода — сравнительный и исторический. Коснемся сравнительного метода. Происхождение познания из практики очевидно. Рассмотрим некоторые следствия из этого. Сравнение явлений всегда лежит в основе знания. Человек идет от известного к неизвестному, от простого к сложному, широко используя сравнение. Человек вообще ничего не может «выдумать», что не имело бы аналогии, не являлось бы комбинацией уже освоенных сознанием вещей; он исследует путем сравнения.

Может показаться, что при исследовании микромира сравнением уже не пользуются и непосредственно получают понятие о «непостижимом». Однако «планетарная» модель атома, представление о «частице — волне» — результат сравнения неизвестного с известным. В последнем случае ярко выступает комбинация из двух «известных» моделей для получения нового физического образа. Здесь, впрочем, появляется также сравнение в области математической абстракции, несомненно, имеющее специфику. Мы же имеем в виду исторические науки, в которых широко применяется сравнительный и исторический методы. Однако они приняли здесь специфическую форму. Сравнением геолог широко пользуется при изучении современного мира. Если он путем сравнения с современным миром пытается понять прошлое, то говорят об актуалистическом методе, или *актуализме*.

*Актуализм — это научный метод геологии, применяемый для реконструкции геологического прошлого и построений, касающихся будущего, путем всестороннего использования результатов изучения современных явлений.* Сравнительный метод как таковой сохраняется при этом как общенаучный метод.

Для исследования прошлого актуализма недостаточно. Применяемый в исторических науках *исторический*, или, точнее, *сравнительно-исторический*, метод является сочетанием сравнительного и исторического методов. Сравнительно-исторический метод заключается в *сравнительном изучении явлений во времени и пространстве, с выявлением сходного и различного, унаследованного и новообразованного, во всех взаимосвязях и в условиях необратимого развития в целом.* Как можно заметить, актуализм является самостоятельной частью более широкого сравнительно-исторического метода.

Геология использует экспериментальный метод и метод моделирования, а также свои специальные и различные рабочие методы. Упомянем метод

---

и необходимой взаимосвязи, формах ее проявления. Теория — система руководящих идей и законов в какой-либо области. Ее рабочей формой, не приобретшей еще полной степени достоверности, является *гипотеза*. *Аксиома, постулат, принцип* — основные положения, которые принимаются в основу теории. Нетрудно видеть, что понятие метода отлично от других перечисленных понятий. Последние, вместе с тем, обладают известной общностью. В конечном счете метод и теория, рассматриваемые *общими* широко, *едины* в том смысле, в каком едины диалектический материализм и материалистическая диалектика. Теория (принцип и т. п.), используемая для дальнейшего познания, проявляется как метод (см. раздел 54).

Годы	Периоды	Подпериоды	Стадии		Характерные социально-экономические условия
	Основная характеристика		по этапам познания	по ведущей стороне предмета науки	
1970	VII. Вопросы биосферы. Геокосмология. Неомобилизм. Эволюция				Развитие мировой системы социализма. Кризис империализма
1950					
1925	VI. Неокатастрофизм. Новые течения (мобилизм и др.)	Б. Неокатастрофизм	III. Синтетическая	III. Развитие предмета науки	Возникновение социализма. Монополистический капитализм, империализм
1900		А. Кризис эволюционизма			
1875	V. Эволюционизм (постепенное развитие)	Б. Эволюционизм. Усиление дифференциации геологии	Переходная		Ускоренное развитие промышленного капитализма
1850		А. Становление эволюционизма			

1830	IV. Становление геологии. Полярные гипотезы о развитии Земли	Формирование структуры «геологии»	Б. Научный униформизм	II. Аналитическая	II. Динамика предмета науки	Промышленный капитализм
1810			А. Научный катастрофизм			
1780	III. Возникновение геологии. Проблема экзогенных и эндогенных сил	Формирование структуры «геологии»	Б. Нептунизм и плутонизм	II. Динамика предмета науки	II. Динамика предмета науки	Возникновение промышленного капитализма. Капитализм (мануфактуры). Отмирание феодализма
1740			А. «Универсальные» научные гипотезы. Начало геокартирования			
1650	II. Эмбриональная геология	Геология в структуре натурфилософии	Б. Переходный. Первые обобщения и «теории Земли»	Переходная		Возникновение капитализма. Феодализм
1500			А. Натурфилософия (эпоха Возрождения)			
300	I. Пранаука	Геология в структуре натурфилософии	Б. Натурфилософия (средневековье и раннее Возрождение)	I. Описательная	I. Кинематика и статика предмета науки	Феодализм
			А. Натурфилософия (классическая древность и предыстория)			

*спонтанного моделирования*. Он заключается в использовании какого-либо природного или технического явления как естественной модели геологического процесса. Спонтанное моделирование распространено с ранних этапов развития геологии до современности [38]. Как увидим ниже, это стихийная, зародышевая форма *системного подхода* при изучении явлений.

## 7. Периодизация истории геологии

Одним из важных способов отражения процесса развития науки и его закономерностей является его периодизация. Иногда периодизация строится по смене общественных формаций с привлечением фактов, характеризующих общее состояние науки, и «эпохальных» открытий. Развитие производительных сил действительно полностью обуславливает прогресс естествознания. Однако зависимость эта сложная и опосредованная, особенно по отношению к отдельным наукам. Периодизация вообще может строиться по разным принципам. Если они отражают ведущие факторы развития науки, то и периодизация наиболее объективно отразит ее историю. В развитии науки наблюдается существование различных течений и теорий, различных научных «укладов», подобно тому как в обществе уживаются разные экономические уклады. Поэтому точного совпадения с общественными формациями во времени, как и вполне четких границ между периодами, ожидать нельзя. Однако периодизации, правильно построенные по разным принципам, достаточно удачно выбранные, хронологически должны быть близки для ряда крупных отрезков времени. Но даты — лишь форма, а не внутренняя, важнейшая сущность периодизации. Кроме того, чем факторы развития, положенные в основу периодизации, более непосредственно влияют на науку, тем периодизация объективнее и детальнее. Наконец, принципы периодизации важны, более или менее четко выявляя основные закономерности развития науки и характер ее структуры на каждом этапе. Плодотворной основой периодизации истории геологии является исследование некоторых внутренних факторов ее развития, наиболее широко на нем отражающихся.

В основу периодизации автором положены: 1) исследование в истории геологии эндогенных и экзогенных геологических процессов; придаваемое им значение в динамике Земли и развитие в геологии соответствующих идей; 2) развитие представлений об эволюции Земли; 3) развитие и специфика применения принципиальных методов геологии: сравнительно-исторического метода и актуализма.

Развитие эксперимента и моделирования, как и другие методы и научные явления, привлекаются для характеристики периодов и подпериодов.

Периодизация сведена в табл. 1. В ней косвенно отражается также, как увидим, относительное и абсолютное изменение предмета геологии, т. е. она основана на эволюции предмета и методов исследования. При изучении истории естествознания и отдельных наук иногда выделяют этапы по наиболее общим признакам. Анализ намеченных периодов и подпериодов позволил выделить и в истории геологии с некоторых точек зрения ряд крупных этапов.

Хотя «скачки» в развитии геологии и имеются, но резкие границы отсутствуют. Поэтому конкретные даты при периодизации несколько условны и формализованы, сведены к границам десятилетий или пятилетий. Они сознательно, имея в виду коллективность научного труда, не привязаны к фамилиям, хотя для некоторых эпох такая связь есть. Но ее не следует понимать формально, так как факторы развития многообразны.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

### ПРАНАУКА

#### 8. Геологические знания предистории

Становление человека началось с изготовления каменных орудий. Горнодобывающая промышленность и переработка ее продуктов была, очевидно, первой отраслью производства, которая уже в неолите приобрела общественный характер. Именно минеральные ресурсы обусловили дальнейший прогресс общества, не говоря уже о революционизирующей роли открытия железа. С давних пор использовались поверхностные и подземные воды. Окаменелые органические остатки также давно привлекали внимание человека. В древних могильниках найдены ископаемые раковины. Они служили для украшения, а возможно, и для ритуальных целей. Все это свидетельствует о давнем накоплении эмпирических геологических знаний. Так, хотя и в крошечных еще размерах, возникла геологическая деятельность человека. Он начал расходовать минеральные ресурсы и преобразовывать рельеф земной поверхности.

Геологические знания выростали в результате производственной деятельности человека и сразу проверялись практикой. Они в соответствии с распространением разного минерального сырья обуславливались географией, передавались из поколения в поколение, и, вероятно, при миграциях и войнах не раз частично утрачивались. Наверно, пранаука полифилетична и возникала неоднократно в различных местах.

#### 9. Геологические знания в классической древности

Использование человеком минеральных ресурсов уже давно приводило к примитивным классификациям и обобщениям. Наблюдения за явлениями природы сопровождалась попытками их объяснения; формой таких обобщений вначале служили религиозные мифы. Хотя они имели большое значение для геологии, мы не будем их касаться, отсылая к другим источникам [2 и др]. Заметим лишь, что в мифах нетрудно найти следы наблюдений, делавшихся человеком. Никто не сомневается в том, что представление о потопе, существующее во многих религиях, связано с реальными событиями. Допустимо предположить, что последовательность творения организмов по некоторым мифам (рыбы, земноводные, птицы, наземные пресмыкающиеся, звери и человек) отражала представления о сложности организмов. В сагах Скандинавии есть сведения о катастрофическом похолодании, наступании и отступании ледников.

Греческие философы находили «начало начал» в земных стихиях и сущностях. Фалес видел это начало в воде. Четыре начала — воду, «землю», воздух и огонь указывали Эмпедокл и Аристотель, огонь — Зенон и Гераклит.

О «центральной огне» Вселенной говорил Филолай. Представления некоторых философов были сложнее. Анаксимандр писал о первоматерии, распадающейся на тепло и холод, которые при взаимодействии выделяли землю, воду и «огненную сферу». Анаксагор в основе видел материю и дух; из первичного хаоса при его вращательном движении образовался мир: эфир, воздух и вода. Из последней выделилась Земля. Анаксагору же принадлежит мысль о «панспермии» — невидимых мировых зародышах жизни; он, как и атомисты Левкипп и Демокрит, считал «бесчисленными» первичные начала Вселенной. Атомистическое учение Демокрита, по преданию, возникло на почве наблюдения за незаметным износом золота.

Мысль о Земле — шаре высказывали Пифагор, Эмпедокл, Платон, Аристотель, Эратосфен, Страбон и др. Сенека писал также о вращении Земли вокруг оси, а Аристарх Самосский указывал на ее вращение вокруг Солнца. Огненно-жидкую внутренность Земли предполагал Эмпедокл. Об огне и огненных реках внутри Земли говорили Платон и др. Анаксимандр, Анаксагор, Левкипп и Демокрит считали Землю цилиндром или диском.

В учениях классической древности есть и конкретные взгляды в области геологии. На изменение очертаний и высоты суши под влиянием воды, землетрясений, вулканических извержений, в частности на поднятия суши из-под уровня моря и т. п., указывали Ксенофан, Каанф, Геродот, Пиндар, Пифагор, Эратосфен, Аристотель, Теофраст, Стратон, Страбон, Лукреций, Овидий, Вергилий, Сенека и др. Полибий, описавший дельту Дуная, говорил о ее медленном формировании и допускал, что в будущем осадками заполнится вся впадина современного Черного моря. Аристотель считал, что затопление и осушение Земли происходит периодически и может быть медленным. Он сформулировал мысль о цикличности геологических явлений. Раньше ее в общей форме выражали Гераклит и др. («мировой год»).

Большинство античных ученых, кроме, например, Аристотеля и Теофраста, превращение дна моря в сушу доказывали, в частности, находкой на суше ископаемых морских организмов. Эти остатки и их местонахождение правильно объясняли также Ксантос Лидийский, Эмпедокл, Платон, Плутарх, Тертуллиан и др. Аристотель, считавший как и Анаксагор, что низшие организмы (мнение Аристотеля) или организмы вообще зарождаются в иле, допускал, что они могли попадать в горные породы при отвердевании ила. Теофраст, ученик Аристотеля, написавший первую книгу о минералах и окаменелостях, думал, например, что рыбы попали в породу из ближайшего водного бассейна или образовались в земле, а остатки их окаменели. О круговороте воды Земля — Тартар — Земля (Тартар — подземный мир) говорил Платон. Аристотель полагал, что водяные пары воздуха сгущаются в холодных подземных пустотах (конденсация). Многие философы и естествоиспытатели считали, что воды суши, во всяком случае частично, питаются притоком морских вод; Демокрит писал о сгущении в воздухе паров воды. Позже в Риме Витрувий указывал, что источники питаются дождевыми и талыми водами, просачивающимися с поверхности (инфильтрация). Аристотель и Демокрит занимались изучением условий окатывания речной и морской гальки.

Мысль о наличии в Земле пустот и каналов принадлежала Анаксимандру, автору первой географической карты и географического описания; ее разделяли все авторы, рассматривавшие землетрясения и вулканизм. Плиний считал землетрясения причиной горообразования. Многие указывали на поднятие при землетрясениях и вулканизме из глубин моря островов. Страбон обратил внимание также на поднятия и опускания при землетрясениях больших участ-

ков материка. Он критиковал Стратона, полагавшего, что изменение очертания материков зависело от колебаний морского уровня (высокие приливы, разливы рек); Стратон думал, что море «течет» подобно рекам, от мест с высоким дном к участкам с дном низким (ср. с современными мутьевыми потоками и тепловыми течениями) и что отложения на дне моря, вытесняя воду, заставляют ее перемещаться (Страбон, 1964). Миф об Атлантиде, погрузившейся под уровень Атлантического океана вследствие землетрясения за 9000 лет до его времени сообщил Платон. Аристотель Землю сравнивал с живым существом. По его мнению, она, развиваясь, проходила стадии юности, зрелости и старости. Такие сравнения делались часто (Страбон, Лукреций, Сенека и др.).

Причины землетрясений видели в обрушениях или действиях подземных газов и паров. На первую причину указывали Анаксимен и Демокрит, которые приписывали воде главную роль. Большинство, впрочем, полагало, что существеннее действие огня, «выедающего» пустоты. Другие считали, что землетрясения производит подземный «ветер», сжатые в пустотах пары и газы («пневма» — термин Аристотеля), вырываясь наружу (Аристотель, Теофраст, Каллистен, Стратон, Страбон, Плиний и др.). Подземные газы ставились в непосредственную связь с воздухом («ветром»), который проникал в подземные пустоты перед землетрясением. Обе причины землетрясений признавали Эпикур и Лукреций.

Действие газов под землей большинство греков связывало также с подземным огнем, внутренним жаром (Аристотель, Платон и др.). Анаксагор, затем Плиний указывали на подземную «грозу». Страбон и Сенека сравнивали вулканы с предохранительными устройствами для разгрузки избытка силы земных недр. Стратон писал о «тепле» и «холоде», борьба между которыми является первопричиной землетрясений. Вулканизм в общем признавался явлением, непосредственно связанным с землетрясениями и подземным огнем. Последний, в случае если он не относился к подземным стихиям, считался результатом *горения серы и битумов*.

Мысль о зависимости землетрясений от космических причин принадлежит Аристотелю. Он полагал, что осенью и весной землетрясения бывают чаще, так как в это время испарение Земли (выделение пневмы) сильнее. Солнце, Луна и время дня также влияют на частоту землетрясений. Это мнение разделял Плиний. Подробные описания землетрясений и извержений вулканов имеются у многих авторов. Подчеркнем хорошее знакомство древних с вулканизмом. Хотя Везувий в историческую эпоху до 79 г. не извергался, Страбон считает его вулканом. Он основывался на форме горы и, возможно, характере и напластовании лав, которые считались расплавленным камнем.

Если объективный идеалист Платон считал мир (его сущность — мир идей) вечно существующим, то большинство натурфилософов видело природу изменяющейся (ярко выражено у материалистов Демокрита и Левкиппа). Идею изменчивости поэтически выразили Лукреций и Овидий.

Более туманные представления существовали для тех областей, где опыт давал меньше сведений. Аристотель считал, что под влиянием лучей Солнца Земля выделяет испарения. При проникновении лучей глубже некоторые испарения могут порождать камни, металлы и их руды [236], имеющие частично как бы космическое происхождение. Не лежали ли в основе этих фантастических представлений наблюдения над пневматолитическими процессами на вулканах? Укажем, что мысль о превращении металлов — одна из ведущих идей алхимии — была высказана в III в. египтянином Зосимой.

Чтобы конкретнее представить геологические знания греко-римской эпохи, коснемся Плиния старшего и Сенеки. «Естественная история» Плиния старшего в 37 книгах была напечатана на латинском языке в 1468 г., на итальянском — в 1524, на немецком — в 1580 г., на французском — в конце XVI в.; в России «минералогическая» часть — в 1819 г. Плиний описал до 450 ископаемых тел. Он ссылается на рукописи более чем 30 авторов, посвященные «камням». Некоторые приводимые им названия не расшифрованы. О ряде пород и минералов Плиний дает явно фантастические сведения: об их лечебных и мистических свойствах, о размножении минералов и т. п. Однако часто его описания конкретны и имеют практическую направленность. Много названий минералов и пород унаследовано нами от той эпохи, хотя сейчас иногда они относятся, видимо, к другим объектам. У Плиния находим: агат, адамас (алмаз), антрацит, обсидиан, аурипигмент, берилл, мрамор, церит (церизит), хлорит, хризоколла, хризопраз, циннабар (киноварь), крета (мел), кристалл (хрусталь), электрум (сплав золота с серебром и янтарь), базальт, гагат, жеода (камень с землей внутри), гиацинт, латер (сырье для кирпичей; ср. с латеритом), марга (мергель), опал, праз, пирит, силекс (кремень), стеатит, тофус (туф) и т. д.

Плиний к неорганическим телам относит некоторые палеонтологические остатки. Он называет «Bronte» камень, который «походит на голову черепахи, ниспадает при громовых ударах; гасит место, загоревшееся от молнии, если тому верить можно» (громовый камень, нем. «Donnerkeil») [153, с. 53]. Это ростр белемнита<sup>1</sup>. Он пишет об ископаемых слоновых костях, которые, «по Теофрасту», «из земли растут» [там же, с. 125]. «Аммонов рог», т. е. аммониты, он также считает минералом. Несомненно, к палеонтологическим остаткам относится и *Ostracitis*; название дано «от подобия с устрицею» [там же, с. 244]. Но чаще представление об ископаемых остатках в ту эпоху в общем было правильное.

Для янтаря Плиний приводит ряд названий; основное — «succinum» («соковик» от *sucus* — сок), указывающее на его происхождение от окаменения смолы деревьев. Хотя о янтаре имелись и фантастические измышления, Плиний, ссылаясь на мнение «предков», считает его органическим образованием: это доказывают «видимые внутри его некоторые живые существа, как-то муравьи, комары и ящерицы...» [там же, с. 333]. Другое название «награх» (цепкий, хищный) указывает на свойства электризоваться и притягивать «листья, плевую и лохмотья от одежды». Плиний различает битумы, асфальт и нефть (*parhta*). Битумы, как и нефть — это «горная смола».

Он пишет: «...камни часто на землю падают, о чем никто сомневаться не будет» [там же, с. 175]. Некоторые из них, очевидно, метеориты. Явно ошибочное описание относится к *bolae* (отсюда «болид») — земляной глыбе, падающей с дождем. Любопытна характеристика серы: «Никакое иное вещество столь удобно не возгорается... в нем заключается большая огненная сила» [там же, с. 338]. С этим напрямую связь имеет идея о горении серы как причине вулканизма, державшаяся до начала XIX в.

<sup>1</sup> В. М. Севергин, переводчик, в комментариях считает его «азролитом». Поверье о том, что «чертовы пальцы» — результат удара молнии, автор слышал еще в 1920 г. (1) во Владимирской губернии. Любопытно название камня «трабес» (*Trabes, trabs* — по-лат. столб, балка, бревно). Севергин считает, что это сениит, из которого на востоке делали обелиски. Это скорее базальт, трапц, порода со столбчатой отдельностью. Слово «трапц» происходит от шведского слова *trappa* — лестница. Заметим, что первой формой лестницы было бревно с зарубками (ср. с морским термином «трап»). Нет ли здесь своеобразной конвергенции?

Сенеке [302] принадлежит труд «Вопросы природы» в семи книгах. Он считал, что главную роль на Земле играют вода и огонь, наряду с парами и газами, образующимися при их взаимодействии. Огонь и вода — «оживляющие» элементы, которые постоянно действуют на твердые, косные вещества, растворяют их и образуют новые, а также обуславливают их меняющееся распространение по поверхности Земли. Вода действует, главным образом, в горизонтальном направлении, все нивелируя. Огню, газам и парам более свойственно созидающее действие и участие в процессах, направленных вертикально.

Одна из книг посвящена действию воды: ее механической и растворяющей работе, образованию осадков, ручьев и рек; в ней рассматриваются периодически вытекающие, газосодержащие, едкие, окрашенные, лечебные и вредные источники, водные осадки и инкрустации. Обсуждаются изменения от размывающего и намывающего действия вод рек и моря, образование дельт. Сенека рассматривал причины огромных наводнений (*diluvium*), которые с известной закономерностью периодически преобразуют и будут преобразовывать в будущем большие участки земной поверхности. Он считал, что водные источники возникают вследствие инфильтрации, но частью и за счет подземной конденсации, притока воды из моря и в результате превращения вещества.

Сенека разделил процессы на два вида — по современной терминологии экзогенные и эндогенные. Он описывает землетрясения, характеризует их предвестники: подземный грохот и «рев». Иногда явление исчерпывается подземным гулом. По наблюдению Архелая, пишет Сенека, землетрясению предшествует штиль. Это якобы потому, что ветер производит землетрясение, действуя внутри Земли. Сенека это отвергает: подземные газы и пары не имеют связи с воздухом — мнение Сенеки пришлось защищать еще в XIX в. А. Гумбольдту. Сенека указывает, что результатом землетрясений являются крупные опускания и поднятия, но первые констатируются труднее. Землетрясениям может сопутствовать прорыв из глубин Земли и возгорание (от трения) газов, а также появление источников, ручьев и изменения в них температуры, дебита, прозрачности и др., образование озер (обвалы). При землетрясениях новые источники в ряде случаев выносят рыб и водных животных, характерных для близлежащих водоемов (открытие подземных каналов). Иногда появляются своеобразные животные, имеющие признаки, свидетельствующие о жизни в темноте. Прорыв газов, часто ядовитых (ссылка на гибель животных), бывает мгновенным или сохраняется длительно.

Сенека землетрясение считал всегда местным явлением. На основании имеющегося опыта он полагал его слишком ограниченным, в пределах 200 000 шагов (около 150 км). По Сенеке, острова и побережья подвержены землетрясениям чаще. Было мнение, что участки с обилием подземных пустот или образовавшиеся путем намыва, землетрясений не испытывают; Сенека делает оговорку, что они все же не гарантированы от них полностью (пример — Делос и Египет). Мнение о возможном предохраняющем действии пустот имеет основания; вспомним, что распространение трещин при сварке гасят сверлением отверстий. Вопрос о влиянии на частоту землетрясений времен года Сенека оставил открытым.

Сенека подразделял землетрясения на вулканические и обвальные. Первые разрушительнее и чаще. По характеру движений он выделял: 1) сотрясения и 2) наклоны (то, что в XIX в. назвали ундуляторными волнообразными движениями). Крутящие движения являются результатом пересечения волнообразных. Неринг считает, что их Сенека также относил к наклонным. Мелкое

дрожание Сенека не выделил в самостоятельный вид, а указывал, что, по-видимому, эти движения являются слабым проявлением двух основных видов. Наиболее разрушительны, по Сенеке, наклоны (в XIX в. существовало обратное мнение, но самыми опасными считались крутящие движения). Сенека пишет также о моретрясениях; приводит примеры опускания суши под уровень моря и раздробления участков суши.

Взгляды Сенеки на причины вулканических землетрясений связаны с его представлением о строении Земли: Земля — свободно плавающий в пространстве шар, вероятно, постояннодвигающийся и вращающийся. Строение ее недр он представлял аналогичным поверхности. Это твердые массы с пустотами, наполненными текучей и стоячей водой, газами и парами. В ряде точек имеется подземный огонь от горения серы и битумов. Его очаги *не повсеместны*, поэтому землетрясения и вулканизм локальны. Они происходят от действия сжатых паров и газов, особенно при их самовоспламенении или возгорании от близкого огня. Действие газов ведет к поднятиям, различным нарушениям и вулканическим извержениям. Газы и пары развиваются больше там, куда легче проникает вода, почему вулканические землетрясения и распространены вблизи морей, а обвальные — везде. Гумбольдт писал, что у Сенеки «...мы находим зародыши всего, что до последнего времени наблюдалось и предполагалось о причинах землетрясений» [281, с. 443]. Он, очевидно, обобщил многое, что высказывалось до него. Труды его сохранились довольно полно. Влияние Сенеки наблюдается до XIX в.

Современная наука является преимущественно наследницей греко-римской. От естествознания восточных стран той эпохи осталось меньше сведений. В индийских и китайских философских системах [94] также существовали атомизм, материализм и идеализм, представления о всеобщей изменчивости и обусловленности. В числе первоэлементов у философов-материалистов мы встречаем те же земные стихии: воздух (ветер), огонь (свет), воду, землю и т. д. В Китае (Сюй-син) и Индии в их числе упоминается также дерево. Изучение действительности в ряде случаев указывалось как основа и источник знания. Как и в учениях философов Греции и Рима, в некоторых рассматриваемых философских системах наблюдается стихийно-диалектический подход к миру.

В Китае еще до нашей эры существовали сочинения по минералогии, географии и геологии — труд «Сай-Хей-дин» (около 400 л. до н. э.) в 18 томах [203] и др. В рукописи Гуан-цзы (до н. э.) приведены сведения об изменении состава рудных месторождений с глубиной и совместном нахождении некоторых минералов. Землетрясения также были описаны, а во II в. Чжан-хен изобрел сейсмоскоп.

К рассматриваемой эпохе относятся и первые представления о длительной истории Земли. Такие мысли содержатся в некоторых восточных философских и космогонических системах. На бесконечность и вечность Вселенной или миллионы лет существования Земли указывали Аристотель, Полибий из Мегаполиса, Гераклит, Левкипп, Демокрит, Кассандр из Саламиса и Геродот. Время это в общем не ограничивали многие авторы той эпохи. Однако хронологические представления не связывались конкретно с геологическими фактами.

Классическая греческая наука оставила большое наследство в области общей методологии — логике науки. В первую очередь следует указать на Аристотеля. Небезынтересны также слова Страбона: «Наиболее правильно объяснение вести от вещей, которые ясны в известном отношении, встречаются нам ежедневно, как наводнения, землетрясения, извержения вулканов, неожиданное поднятие земли из моря...» (цит. по [277, с. 478]).

## 10. Геологические знания в средние века

Догматы христианства на Западе сыграли существенную роль в упадке науки в средние века. Однако «пранаука», основу которой составляли практические знания, развивалась, иначе не существовало бы прогресса общества. Этот процесс шел лишь разными путями и темпами. Однако систематизацию знаний и попытки объяснения явлений после крушения Римской империи мы находим главным образом на Арабском Востоке, в Средней и Малой Азии, в Китае и Армении. Лишь в XIII в. на границе с ранним Возрождением появляются достойные упоминания работы европейских авторов.

В Китае в V—XII вв. помимо сводок по минералам (например, Ли-Си-цен) ряд ученых рассматривал вопрос об окаменелостях. Тао Хун-цзин, Шень-Чен правильно объясняли происхождение янтаря. Янь-Чжень-цин, Шень-Гуа, Чжу Си, Ду-Вань, У Цзен верно понимали сущность остатков рыб, моллюсков, а также растений в горных породах. Наряду с этим существовали и фантастические взгляды. Китайские источники указывают, например, что мамонты — животные, живущие в Земле и погибающие от ветра и солнца. Эти сведения проникли из Сибири.

На Ближнем Востоке естествознание носит следы влияния классической науки, в нем встречаются идеи о вечной изменяемости природы, огромной длительности ее существования. Напомним (IX—XIII вв.) имена таджика Авиценны (Ибн Сина), узбека Абу Райхан Бируни и азербайджанца Насиреддина (Туси). Помимо минералогических исследований, значение которых сохранилось частью до XIX в. [78], они занимались географией и в меньшей степени геологией. Так, Авиценна указывал на образование гор действием землетрясений и размыва текущими водами, образующими долины. Он полагал, что превращение рыхлых пород в твердые происходит под влиянием свойственной природе «пластической силы». К. Циттель и К. Берингер считают, что Авиценна — выразитель идеи (сохранившейся до XVIII в.) о возникновении таким же способом окаменелостей в горных породах независимо от органической жизни, Адамс указывает, что приложение к 4-й книге Аристотеля «Метеорология» на самом деле принадлежит Авиценне. В нем он пишет о силе, способствующей окаменению животных и растений. Таким образом, если представление о пластической силе идет от древних авторов и в частности от Авиценны, то идея о ней как о первопричине образования органических остатков явилась, видимо, позднее из недр религиозных мистических учений. Ее первоисточником, возможно, была мысль Аристотеля о самозарождении живых существ в иле [277]. Любопытны идеи Авиценны о слоистости, образующейся от разрушения «разделительной перегородки» (т. е. прослойки) между слоями (ср. с образованием сутурных швов).

Бируни был разносторонним ученым-эмпириком, не отрицавшим важность обобщений. Критерием же истины он считал опыт. Бируни первый использовал пикнометрический метод определения удельного веса минералов, к которому вернулись лишь в XVIII в. Он установил, что удельный вес «горячей» воды 0,959; современная цифра плотности воды при 100° С — 0,95879. Бируни указал на водное происхождение кристаллов и минералов вообще, основываясь, в частности, на изучении включений в некоторых из них пузырьков жидкости. Он занимался вопросами *совместного нахождение* пород с полезными *минералами и рудами*, объяснил причину действия артезианских источников. Бируни с сомнением относился к идеям алхимиков о превращении металлов и отвергал мнение Аристотеля о влиянии небесных явлений на образование

руд. Ученый правильно истолковал отпечатки и остатки морских организмов; он изучал образование дельты Ганга, положение древнего русла Амударьи и образование Аральского моря. Ему была ясна закономерность изменения гранулометрического состава аллювия от верховьев к устью реки [78].

К X в. принадлежит сочинение Омара Аалема «Отступление моря», в котором он, сравнивая географические карты разных эпох по изменению контуров Каспийского моря, пришел к заключению о постепенном увеличении площади, занимаемой сушей. Этот метод существует и сейчас, но применяют аэрофотоснимки.

В Армении сохранились труды ученых VI—XIII вв. — наследников классической древности, содержащие сведения по географии и геологии. Укажем на Анания Ширакаци (VII в.) и Иоанна Ерзынкаци Плуза (XIII в.). За первоэлементы они принимали огонь, воздух, воду и землю, признавали шарообразность или эллипсоидальность Земли и вечность непрерывно изменяющейся материи. Бог — первоотлчок (Чалоян, 1962).

Миф о потопе хорошо увязывался с некоторыми наблюдениями. Поэтому на христианском Западе мысль вначале не шла дальше попыток связать его с фактами (Петр Ломбардский, Амброзий и др.).

Одним из крупнейших ученых средневековья был Альберт Великий (Большедт). Он полагал, что горы могут возникать двумя способами — действием «подземных ветров» (землетрясением) или разрушением морскими водами. К. Берингер считает, что Большедт был первым, кто прибег в геологии к эксперименту (модельному). Он вдвухвал в огонь пар, вследствие чего уголь и зола разбрасывались. Ученый заключил, что в вулканических явлениях «материальная причина — сернистая земля, действующая — пар, который движется в Земле и не может вырваться» [243, с. 16]. Под «подземным ветром» у Большедта следует понимать, таким образом, движение паров и газов. Он, как и большинство авторов того времени, думал, что окаменелости своим существованием обязаны «формирующей силе» Земли. Однако первичное их происхождение он связывал с организмами [305].

Под влиянием Аристотеля и арабов написана книга Ристоро д'Ареццо «Образование мира» (середина XIII в.) [236]. По д'Ареццо, основная причина горообразования — космическая, влияние звезд; второстепенные причины — действие *текучей воды* и аккумуляция морскими волнами, Ноев потоп, поднятия во время землетрясений, отложения известковых осадков из некоторых источников, работа людей. Текучие воды и землетрясения также разрушают горы. Нет сомнений, что д'Ареццо ясно представлял процессы водной аккумуляции и эрозии, образования долин работой текучих вод. Окаменелости на вершинах гор истолковывались им правильно, хотя он привлекал потоп как универсальное объяснение. Д'Ареццо описывал последовательность свит пород, копал шурфы, обнаруживая гальку, органические остатки, на основании чего и делал выводы. *Эмпирическая основа* существенной части воззрений д'Ареццо очевидна.

Близкими к взглядам д'Ареццо являются представления Данте Алигьери (1320) в трактате «Вода и Земля». Он отрицает распространенное мнение о том, что уровень океана ранее был выше суши. Считая бога «первоотлчком», он ищет реальную силу, которая выполнила приказ бога «да будет суша». Эту силу, поднявшую сушу, он находит вне Земли, в космосе. Конрад фон Мегенберг в 1349 г. в «Книге природы» [243] обобщил существовавшие идеи о землетрясениях и вулканизме: они происходят от движения и столкновения камней внутри Земли под действием испарений.

Причины образования металлов и руд в средние века трактовались химией того времени — алхимией. Существовало мнение о возникновении их под воздействием планет, вообще космических влияний и лучей Солнца в частности. Таких идей, восходящих к Аристотелю, придерживались, например, Фома Аквинский, Р. Бэкон. В этих обобщениях естествоиспытатели не ушли дальше классической древности. Скорее наоборот, они иногда отходили от правильно намеченного ранее эмпирического пути.

Средние века и раннее Возрождение для геологии по характеру знаний, соотношению фактов и обобщений являются продолжением античности. Однако можно говорить об известном относительном сужении предмета исследования в условной «геологии». Христианство отвергло «языческую лжемудрость». Исследования приняла узко практический (пусть и с «натурфилософскими» экскурсами — например, в алхимию) характер. Развивалось горное дело, накапливался опыт. Но помимо влияния христианства можно рассмотреть и аспект чисто познавательный. Общие системы без достаточного эмпирического обоснования исчерпали себя; отход от них — это, быть может, их отрицание, которое, в свою очередь, отрицается появлением «теорий Земли» XVII—XVIII вв. (Декарт и др.). Высказываясь так, автор имеет в виду непрерывное и преемственное развитие знания. Средневековье не было лишь застоєм в науке.

Классическая древность оставила геологии немало наблюдений и большой круг идей; их роль в геологии оценивалась по-разному. Иногда ее считают несущественной, кроме работ Лукреция и Сенеки [276]. Тем не менее значение античности для некоторых отраслей геологии значительно и, вероятно, не всегда достаточно учитывалось историками. С другой стороны, классических ученых нередко считают основоположниками ряда идейных течений, таких, как непунизм (Фалес), вулканизм (Гераклит) и т. п. Указывают на «актуализм» (Ксенофан и др.) той эпохи. Став на этот путь, у античных авторов можно найти основы многих идей и отраслей геологии. Следует ли это делать?

Наука в рассматриваемый этап была крайне слабо дифференцирована. В цикле наук о Земле стала зарождаться лишь география (Страбон), включавшая конгломерат разных, иногда фантастических сведений. Сам термин появился в III в. до н. э. у Эратосфена Киренского. Рано зародилась также условные «минералогия» и динамическая геология, включающая и «сейсмологию». Основой знания были наблюдения. Но эта база была явно недостаточной. Общие выводы часто являлись примитивным приложением единичных наблюдений к широкой области явлений. Человек наблюдал факты, иногда несовершенно и поверхностно, и не столько «делал», сколько «видел» выводы из этих фактов. Поэтому классическую древность можно условно считать в целом эпохой «живого созерцания» (по В. И. Ленину).

Сказанное о характере наблюдений древних не противоречит тому, что они часто были точны и лежали в основе идей, иногда лишь кажущихся оторванными от фактов. Долгое время, например, считалось басней утверждение Аристотеля о зимней спячке птиц. Лишь недавно это редкое явление было установлено. Кажущееся странным мнение о роли ветра как движущей силы землетрясений основывалось на том, что иногда наблюдался перед землетрясением штиль и, возможно [302], на явлениях воздушной тяги у входов в пещеры в Альпах, направленной в зависимости от времени года наружу или внутрь («ветер» мог «уходить» в подземные пустоты). Трактовка белемнитов как результата удара молнии основана, вероятно, на наблюдении за образованием фульгуритов. В 1783 г. Роме-де Лиль писал, что мнение древних (Плиния, например) о том, что горный хру-

сталь — вода, замерзшая при особых условиях, основывалось и на том, что «древние считали, что можно из сходства обстоятельств вывести следствие о тождестве причин» [191, с. 102]. Минералогия классической древности многим обязана практической медицине. Не случайно, что стихии, положенные в основу Вселенной, совпадали на Востоке и Западе, а дерево как одна из основных стихий появляется в Китае и Индии. Джунгли были «стихией» на Востоке, лес в Греции и Риме ей не стал.

Таким образом, основа пранауки — опыт. Геологии как таковой еще не было. Если идея изменчивости и широко прилагалась к геологическим явлениям, то представления о «геологическом прошлом», строго говоря, не существовало. Следовательно, об «актуализме» в эту эпоху можно говорить только в самом узком смысле; генезис явления — тоже прошлое, оно и объяснялось (верно или неверно) на основании современного опыта. Вместе с тем там, где такое «актуалистическое» объяснение затруднительно (происхождение руд), долго сохранялись фантастические представления. Однако даже в космогонических гипотезах легко найти географические влияния, связь идей со средой. Нельзя говорить и о появлении эксперимента. Приведенный пример вдувания пара в огонь (Больштедт) — лишь *зародыш* моделирования.

Мы должны и идеи древних авторов о роли воды и огня в жизни Земли и т. п. считать лишь *высказываниями* и мыслями. Здесь приходится принимать во внимание и то, что классическая наука не получила своевременного признания и развития, и частично затем возникла *почти вновь*.

Любопытно, что долгое время свежим и прогрессивным оставалось *учение о землетрясениях и вулканизме* — области особенно сложной. Именно здесь *непосредственно* наблюдаемые яркие факты сравнительно скоро были исчерпаны, а новые методы изучения появились намного позднее. Есть, впрочем, идеи, которые следует считать «вечными», для них «приоритет» можно не рассматривать вообще. К их числу принадлежат мысли о *всеобщей изменчивости* и *естественной причинности*. В рассматриваемый период уже были разграничены области эндогенных и экзогенных, быстро и медленно протекающих явлений — было положено начало изучению этих важных сторон геологических процессов. Значительное развитие получила минералогия, что не случайно — она тесно связана с практикой. Но в древней «геологии» не было еще методологии. Географическая среда явно влияла на объем геологических знаний и идей.

В 1473 г. в Германии впервые появляется термин «геология» в смысле комплекса «правил и законов земного бытия» в противоположность «теологии» (А. де Бюра).

Крайне схематичный очерк пранауки показывает все же, какое богатое идейное наследство досталось потомкам. Задача истории геологии — составить кадастр этих идей по возможности с указанием их обоснований и проследить их судьбу.

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ

### ЭМБРИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

#### ПОДПЕРИОД А. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ В ЭПОХУ ВОЗРОЖДЕНИЯ (1500—1650 гг.)

Возникновение капиталистических отношений, промышленности, основанной на разделении труда, вызвало рост городов, строительство дорог, мануфактур, горнорудных предприятий. Это сопровождалось научным и культурным переворотом: Процесс возникновения эмпирической, не связанной догмами церкви науки был трудным и противоречивым. Соответствующий период получил название эпохи Возрождения (гуманизма, реформации); он был в известном смысле возвратом к классической древности — ее дух и идеи получили дальнейшее развитие. Термин «Возрождение» нельзя понимать буквально. Он лишь выражает «отрицание отрицания». Эпоху Возрождения можно назвать, как это делает Морозов, «Эпохой Зарождения» современных наук и искусств. С ней связаны Великие Географические Открытия, столь важные для наук о Земле. В области геологии в первую очередь развивались минералогия и учение о полезных ископаемых — в составе горного дела. Но все это вызывало и прогресс науки о Земле в целом; еще робко, но зарождается геологическая теория.

Капиталистические отношения прежде всего появились в Италии — с раннего Возрождения (XIV в.). Наибольший его расцвет падает на конец XV в. — начало XVI в. В эту эпоху жил Леонардо да Винчи. Его научное наследие сохранилось не полностью в рукописях, зашифрованных зеркальным письмом. Рукописи, касавшиеся геологии, были опубликованы лишь в XIX в. — начале XX в. Говорить о влиянии Леонардо да Винчи на знания о Земле можно лишь имея в виду его обмен мыслями в кругу непосредственно соприкасавшихся с ним лиц. Как мы видим это позднее у Вернера, такое влияние могло быть велико. Леонардо да Винчи явился выражением духа эпохи, качественного скачка, с ней связанного. Он вел большие инженерные работы, и его интересы в области геологии в известной мере определялись работами по гидротехнике. Поэтому характеристика деятельности вод в его записях преобладает. Практическая направленность, эмпиризм, относительная независимость от догм и традиций видны во взглядах великого флорентинца.

Давая окаменелостям правильное объяснение, Леонардо отвергает всемирный потоп: его вообще не было, воде некуда было бы стечь. Это уже прямое выступление здравого смысла против учения церкви. Он приводит и довод, который позднее привлекали Линней, Ломоносов и др.: моллюски не могли бы добраться за время потопа со дна моря на вершины гор; находки относятся к захоронению на месте; раковины лежат закономерными слоями, они разного возраста и т. п. Все это свидетельствует и против их образования в земле

от «vis plastica» и влияния светил. Последние мнения принадлежат «...мозгам не слишком большого разума» [108, с. 419].

Движения суши Леонардо приписывает перемещениям воды из одного полушария в другое с изменением центра тяжести Земли — мысль, которая встречается в науке вплоть до XIX в. Аналогичную гипотезу тогда же выдвинул и А. Алессандри. Рельеф поверхности Земли, по Леонардо, — результат размывания морской водой, стекающей с поднимающейся суши — идея, живущая еще у Ляйеля.

Леонардо пишет о «росте земли» за счет перегноя, о деятельности воды, «возницы природы» — создании и разрушении гор водой, о подземных водах и т. п. Интересно его мнение о том, что соленость моря происходит от приноса водой растворимых солей. Соль возвращается земле при высыхании морской воды и поднятии суши. Для реконструкции прошлого достаточно его следов — возникших в соленой воде и находимых вдали от морей вещей. Любопытна мысль о сути времени. Оно не целиком «подвластно» геометрии, совпадая только с первыми ее началами — точкой и линией. Это — идея о времени как отражении материального процесса.

Очевидно, некоторыми идеями этого универсального гения в известной мере был пронизан воздух эпохи. Аналогичных взглядов на окаменелости придерживались, например, Алессандри и И. Фракастро, которые, впрочем, считали остатки морских животных свидетельством всемирного потопа. Гончар Б. Палисси, основывавшийся на наблюдениях в природе и читавший с 1575 г. лекции с демонстрацией сборов ископаемых, различал среди них озерные, речные и морские формы. Имели место, разумеется, и другие взгляды. Зоолог К. Гезнер, выпустивший в 1565 г. первую иллюстрированную книгу о «фигурных камнях», считал большую часть из них «игрой природы». Многие относили к ней все окаменелости (Фаллопий, Оливи, Меркати и др.).

Леонардо иногда называют основоположником актуализма. Уже то, что его записи не были обнародованы, не дает на это права. Любопытна зашифрованность записей; опубликование некоторых из них могло быть опасным. Отрицание геоцентризма, идеи о бесконечности Природы во времени и пространстве, о множественности обитаемых миров привели Джордано Бруно в 1600 г. на костер в Риме. Он отвергал представление о всемирном потопе, указывая на превращение моря в сушу и обратно; считал, что вулканы и горячие источники — результат процессов внутри Земли, в которых принимает участие вода, почему вулканы расположены по берегам морей (ср. с Сенекой).

Крупнейшей фигурой в геологии XVI в. был Агрикола. Его интересовали горное дело, металлургия и «минералогия», которую для той эпохи следует определить как учение о земном неживом веществе. Поэтому в его трудах содержатся сведения по геологии вообще. Агрикола — практик и эмпирик. Он (1556, рус. 1962) ссылается на литературные источники, в особенности на классиков, но многое — его личные наблюдения. Его труды — одни из первых научных сводок уже накопленных знаний, сопровождающиеся обобщениями. Понятно влияние, которое они имели до конца XVIII в.

Агриколе принадлежит классификация «минералов». Ее достоинствами являются детальность и деление «минеральных тел» на «горные породы» и «подземные неживые тела». Среди последних он, правда, недостаточно четко, выделял «простые», а также «составные» и «смешанные». Эта дифференциация объекта исследования была существенным методологическим шагом вперед, продолженным в 1748 г. Кронштедтом. Вода и воздух последовательно относились Агриколой к минеральным телам. Идеи Агриколы, касающиеся гене-

зиса геологических образований, которые он принимает или выдвигает, полностью связаны с наблюдением над современными явлениями, с актуализмом. Это хорошо показано в работах о нем (Шухардин, 1955 и др.).

Горы, по Агриколе, образуются деятельностью воды, ветра, землетрясений и вулканических извержений. Первое место он отводит эрозии, образующей, в частности, долины. Горы разрушают те же факторы, а также огонь. Подземный огонь и вулканизм — результат горения битумов и серы. Агрикола ссылается на подземный пожар в Цвиккау. Хотя причина вулканизма, по его мнению, та же, но пожары угольных пластов он называет псевдовулканами. Идея об экзогенности вулканизма имеет ясные актуалистические корни. Пожары в пластах угля и битумов широко известны и длятся веками. На Южном Урале такой пожар долго наблюдался на горе Ямантау. На р. Виллой угли горели многие десятилетия. Таким образом, было достаточно наблюдений, чтобы навести мысль ученых на пожар как причину вулканизма и на идею о возникновении части «камней» от сплавления земли.

Представление о вытекающих из земли «соках» (высказывание в направлении гидротермальной теории), выделяющих минералы, связано у Агриколы с наблюдениями за осаждением в коях медных минералов и туфов из минеральных источников. «Сокам» он придал универсальное значение, считая, например, что в результате отвердения «сока» возникает уголь. «Соком» Земли является и нефть. Эти соки, как и руды, связаны и с подземным огнем.

Причиной землетрясения Агрикола считал пожары и взрывы в подземных пустотах; последние он делил на четыре класса: 1) мелкие вибрации; 2) колебания; 3) толчки; 4) наклоны (собственно землетрясения — волнение Земли) — наиболее разрушительные (то же и у Сенеки).

Воду Агрикола различал атмосферную и глубинную (горячие источники), «чистую» и минерализованную. Подземная вода происходит от просачивания и конденсации; существует размыв подземными водами. Все это было важно для науки в дальнейшем, в частности для учения о полезных ископаемых. Некоторые представления Агриколы были принципиально ошибочны и для его эпохи. Он полагал, например, что палеонтологические остатки — это частично окаменевшие организмы, проникшие в породы с подземными водами, а частично — минеральные образования.

В его работах хорошо видно рождение теории из горной практики. Там, где соответствующие наведения получить труднее, прогресс замедлялся. О происхождении металлов и руд в эпоху Возрождения не было высказано, по существу, почти ничего нового, если не считать некоторых идей Агриколы. Ф. Д. Адамс [236] указывает на Т. Нортон (1477 г.), У. Кольбе (1505, 1518 гг.), А. Аугурелли (1518 г.), Фому Аквинского (1592 г.) и др., которые придерживались взгляда Аристотеля о влиянии космических «излучений» и тел на образование металлов, хотя и с небольшими вариациями. Так, алхимик Аугурелли считал, что солнечные лучи и лучи «небесного света» проникают в область *центрального огня Земли*, связанного с этими лучами. Существование центрального огня доказывалось вулканизмом. Лучи способствуют развитию паров, которые конденсируются и затвердевают в виде рудных жил. Близких воззрений придерживались многие алхимики. В их взглядах можно видеть следы мистики (влияние светил, числа семь, планет и т. п.) и алхимических экспериментов (возгонки, конденсации, затвердения). Некоторым рациональным зерном взгляды Аугурелли и других обязаны эксперименту.

В 1577 г. П. Мартином было выдвинуто представление о «золотом дереве» якобы растущем из центра Земли. Его ветви — жилы с золотом. Это

представление алхимиков, взявших за спонтанную модель дерево, хорошо сочеталось с наблюдавшимся ветвлением жил. Воскресла и мысль о «семенах» металлов и «металлических» минералов, растущих в Земле. Она принадлежала, в частности, Б. Палисси, у которого возникла, вероятно, в связи с изучением глин (рост кристаллов пирита, конкреций).

Калейдоскоп взглядов существовал и относительно образования гор. Биолог Г. Фаллопий, ссылаясь на Аристотеля, в 1557 г. писал, что горы медленно растут в результате сухого испарения Земли. Они вместе с тем постоянно разрушаются под действием дождя и Солнца. Сводку взглядов (до середины XVI в.) на горообразование содержит книга В. Фавентиса, изданная в 1561 г. в Венеции. Он указывает на следующие причины горообразования: 1) землетрясения; 2) вспучивание частей Земли, смоченных водой; 3) силу поднятия воздухом, заключенным в Земле; 4) огонь; 5) духов гор; 6) звезды (ср. с д'Ареццо); 7) эрозию; 8) ветер; 9) влагу Земли, поднятую вверх Солнцем; 10) работу человека. Наука о вулканах и землетрясениях также не прогрессировала.

К 1600 г. относится сводка У. Гильберта (рус. 1962) по земному магнетизму; в ней Земля впервые рассматривается как огромный магнит, которым является ядро, окруженное корой. В этом труде появляется зародыш учения о *геомагнетизме* и представлений об оболочечном строении Земли. Гипотеза Гильберта — первый вполне научный синтез, сохранившийся в идее до наших дней. Не случайно он появился в области магнетизма — явлений, изучаемых прямыми физическими методами. В дальнейшем работу по геомагнетизму продолжил, в частности, астроном Галлей (1701 г.).

Среди ученых Возрождения выделяются Леонардо да Винчи и Агрикола. Их идеи отражают науку эпохи и связаны с зародившимся давно методом актуализма. В этот этап возникла минералогия как наука о земном веществе. Термин «минералогия» появился у Цезия из Модены в 1636 г.

Мысль о возможности развития после «творения» впервые появилась в области *минералогии*, а не палеонтологии. Ф. Русус в 1566 г. предположил [236], что часть вещей была создана в окончательном виде, а другим было положено только «начало» и они достигали законченности уже под влиянием «вторичных» причин. Это хитроумное примирение религии и природы встречается затем у ряда авторов в представлении о «первом двигателе» (Ньютон, Бюффон и др.). В конце XVI в. Альдрованди (Болонья) в рукописи употребил термин «геология» в смысле науки о Земле.

Укажем, что Б. Варений во «Всеобщей географии» (1650) пишет, что география изучает «земноводный шар», поверхность которого состоит из: а) «земли» — грунта и организмов; б) воды; в) атмосферы. Они связаны между собой. Это — уже высказывание о биосфере.

#### ПОДПЕРИОД Б. ПЕРВЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОБЩЕНИЯ И «ТЕОРИИ ЗЕМЛИ» (1650—1740 гг.)

Эпоха Возрождения закончилась в начале XVII в. Феодалные государства превращались в консолидированные монархии — централизованная власть отвечала интересам капитала. Естествознание XVII в. все больше становилось эмпирическим. Это нашло выражение в возникновении новой, буржуазной философии. Ее основоположники — Ф. Бэкон и Р. Декарт оказали значительное влияние на естествознание. О Бэконе Маркс пишет: «...родоначальник ...всей современной экспериментирующей науки — это Бэкон. Естествознание является в его глазах истинной наукой, а физика, опирающаяся на чувственный

опыт, — важнейшей частью естествознания... Индукция, анализ, сравнение, наблюдение, эксперимент суть главные условия рационального метода»<sup>1</sup>. Бэкон не был геологом, хотя он, например, первый обратил внимание на глобальную закономерность — заострение южных окончаний материков. Бóльшее значение для геологии имел Декарт, основатель философского направления — картезианства. Он был дуалистом, признавал существование материальной и духовной субстанций. В области естествознания он материалист, у него материально единая природа повинуетя *естественным* законам. Неудивительно, что его преследовала католическая церковь.

В духовной субстанции, по Декарту, над всем властвует бог, являющийся вообще «первотолчком», и действуют другие законы. В связи с таким пониманием познание, по Декарту, лежит существенно в сфере сознания, главную роль играют не ощущения, а разум. Критерий истинности знания — не практика, а само сознание. Поэтому учение Декарта получило название рационализма. Декарт в познании решающее место отводил дедукции и исходным положениям — аксиомам или «интуициям».

В области естествознания односторонность метода Декарта ощущалась меньше, его метод был прогрессивным для эпохи. У него наблюдаются зародыши диалектики. Он писал, что природу «материальных вещей» гораздо легче познать, видя их постепенное возникновение, чем рассматривая их как готовые. К методу Декарт предъявлял такие требования: 1) допускать как истинные лишь положения, отчетливо представляющиеся уму, не вызывающие сомнений; 2) расчленять сложную проблему на частные задачи; 3) переходить от известного и доказанного к неизвестному; 4) не допускать пропусков в логической цепи исследования. Влияние Декарта в геологии ясно видно, например, у Стенона и многих ученых XVII—XVIII вв.

Большое значение имели работы И. Ньютона, доказавшего *единство и всеобщность* основных законов природы. Ньютон высказал мысль о первоначальном огненно-жидком состоянии Земли. Она была основана на исследовании современной формы Земли, соотношения ее диаметров. Он писал: «Я не строю гипотез».

В конце XVII — начале XVIII вв. протекала деятельность Г. В. Лейбница, философа, математика, естествоиспытателя и техника. Он объективный идеалист и рационалист. Для него в познании существуют «истины факта» и «метафизические истины» («вечные»). Первые открываются только посредством опыта. Лейбниц ввел понятие о законе «достаточного основания»: для каждого факта должно существовать достаточное причинное основание, всегда лежащее лишь в другом факте. Лейбниц не был детерминистом вполне, но, различая причины, «действующие» и «конечные» (т. е. цель. — *Б. В.*), он писал, что действующие причины и конечные причины идут параллельно друг с другом.

Лейбниц сформулировал «принцип непрерывности» — унаследованности в развитии. Он, по существу, является философским аспектом, *обоснованием метода актуализма*. Лейбниц в письме к Вариньону, опубликованному лишь в 1758 г., писал: «Все во Вселенной находится в такой связи, что настоящее всегда скрывает в своих недрах будущее, и всякое данное состояние объяснимо естественно лишь из ему предшествовавшего» [293, II, с. 75]. Лейбницу принадлежит афоризм «природа не делает скачков» (ср. с Линнеем, Бюффеном, Палласом). Как и Декарт, Лейбниц внес конкретный вклад в геологию.

<sup>1</sup> К. Маркс. Соч. Изд. 2-е. Т. 2, с. 142.

Эпоху 1650—1740 гг. есть основания выделить для геологии в подпериод. В это время увеличивается число ученых, занимающихся геологическими проблемами, и количество публикаций; сами работы приобретают нередко более законченный характер. Ф. Адамс [236] считает, что с XVII в. обычно «предположительные» идеи, касающиеся образования гор, сменились попытками индуктивного объяснения. В известной мере это касается ряда проблем геологии.

Общезвестно широкое развитие в рассматриваемое время горного промысла в Западной Европе и особенно в России. В соответствии с его запросами развивалась и минералогия. Но здесь прогресс ограничивался больше накоплением эмпирических знаний, для прогресса теории еще была недостаточна химическая база. Проблемами рудообразования занимались алхимики. В этой области все еще жили взгляды Аристотеля, идеи о «семенах металлов», например, у Р. Бойля (1661 г.), Иордана (1669 г.), Вебстера (1671 г.), Т. Шерли (1672 г.) и др. Продолжает существовать мысль о «дереве металлов» — Глаубера (1652 г.), Кенига (1703 г.). И. И. Бехер в 1653 г. едко высмеивал взгляды «планетистов», ставивших образование руд в зависимость от влияния планет [236]. Он полагал, что в полом центральном пространстве Земли господствует жар от горения серы и битумов. От проникновения соленой воды испарения образуют здесь огненный «хаос». Из него могут отлагаться в трещинах руды. К последнему направлению следует отнести наиболее научное мнение Декарта, высказанное уже в 1685 г., о связи рудных жил с вулканизмом, как бы возгонку глубинной материи, откладывающейся затем в трещинах.

Многие из упоминавшихся идей, даже самых фантастичных, как ясно видно, корнями уходят в опыт или наблюдения над современными явлениями и в прошлое науки. Но описание и особенно интерпретация фактов зависят от эпохи. Р. Бойль, один из основателей химии, был сторонником опыта. В 1661 г. он описывает опыт с выращиванием дерева. Привес по отношению к просушенной земле объясняется им превращением воды в твердые вещества. Эта идея, существующая с древности (твердое из жидкого), через химию и кристаллографию (теория растворов), оказала влияние на геологию (химический непутизм). Бойль для подтверждения такого превращения приводит наблюдения: рост сталактитов, образование железной руды и серы в коях, включения жидкости в кристаллах. Он же четко указал на *кристаллизацию из расплавов*.

Минералогия рассматриваемого времени охватывала и горные породы, и окаменелости. Палеонтология стала зарождаться только к середине XVIII в. К «игре природы» до конца XVII в. относились обычно и каменные орудия неолита — «техноморфы» (а палеолитические орудия и позже). Уже в XVII в. ряд минералогов пользуется паяльной трубкой. В минералогии следует отметить зарождение кристаллографического метода и кристаллографии. Закон постоянства граничных углов кристаллов носит имя Стенона (1669 г.). В том же году Э. Бартолин издал сочинение об исландском шпате, открыв двойное лучепреломление и измерив в шпате граничные углы. Его работу продолжил в 1691 г. Х. Гюйгенс; А. Левенгук в 1695 г. подробно описал гипс и постоянство углов в его осколках. Д. Гульельмини предложил классификацию кристаллических форм, указав на разницу между простыми и сложными формами.

Одной из ключевых проблем геологии был вопрос о происхождении окаменелостей. Верные мысли, основанные на актуализме, высказывались давно. Тем не менее недостаточное эмпирическое обоснование, консерватизм и опасения подрыва догм церкви способствовали и сохранению взглядов о самопроизвольном зарождении окаменелостей под влиянием пластической силы,

светил и т. п. По этой проблеме в литературе приведено много фамилий и фактов [147, 305, 330 и др.]. Побеждали правильные взгляды. Белемниты, которые принимали за зубы морских животных, игру природы или «громовые стрелы», были в 1724 г. признаны Б. Эрхардтом за остатки организмов, родственных аммонитам и современным наутилусам. Однако и позднее их считали (Ф. Брюкман, 1728 г.; Л. Бурже, 1729 г.) иглами морских ежей или зубами крокодилов. В 1747 г. в «Минералогии» Валлериуса [16] белемниты еще считались окаменевшими червями. Сцилла (живописец) в 1670 г. оубликовал сочинение об ископаемых морских раковинах. В 1696 г. Э. Тенцель признал найденные крупные кости костями жившего прежде слона, а не костями «великанов» и «драконов». Э. Эльвидом в 1668 г. были впервые (?) описаны трилобиты, а в 1702 г. И. Петифер издал первое описание ископаемых остатков растений.

Среди учёных, считавших «окаменелости» остатками организмов, было немало итальянцев. Гуммель [282] объясняет это тем, что в Италии биология моря была доступнее и известнее, а страна богата молодыми отложениями с хорошо сохранившимися остатками. Здесь мы снова встречаемся с «географическим аспектом» актуализма. Среди геологов с XV в. до середины XVIII в. было относительно много итальянцев, что, вероятно, объясняется и тем, что капиталистические отношения возникли раньше всего в Италии. До середины XVIII в. в Западной Европе было издано немало книг, описывающих окаменелости. Следует упомянуть М. Листера. Он считал окаменелости «игрой природы», но подметил большое сходство между раковинами ископаемых и современных моллюсков и в 1684 г. указал на связь первых с пластами, наталкивая тем самым на идею биостратиграфии. Взгляд на окаменелости, как на «игру природы», существовал еще и в середине XVIII в. Однако это были уже лишь пережитки.

Еще в 1685 г. была высказана мысль об изменчивости органических форм. Попутно, как разумеющуюся, ее высказал М. Хейл: «...Не следует думать, что все типы животных созданы такими, какими мы их наблюдаем сегодня. Это верно лишь для родов и видов, которые мы можем назвать коренными или первоначальными и от которых произошли все остальные...» [277, с. 375].

В этом плане методологическое значение имели известные высказывания Р. Гука (1705): «...Многие виды совсем распались и угасли, в то время как другие изменились... благодаря изменению почвы, на которой они обитали... смена климата, почвы и питания часто вызывает большие изменения в зависящих от этих факторов живых организмах... и если... трудно читать письмо природы, создать на их основе хронологию и установить промежутки времени, в течение которых произошли те или иные катастрофы или изменения, то это все же возможно» [277, с. 376]. Допустимо предположить, что Гук втайне не думал, что история Земли исчерпывалась библейским временем. К мысли о том, что многие прежние организмы вымерли, присоединился в 1692 г. Д. Рей. К. Гуммель [282] считает, что зарождение и развитие идей биостратиграфии в Англии (Листер, Гук, Эльвид, Рей, Вудворд, Смит) связано с геологическими особенностями ее разрезов — относительной легкостью выделения формаций по организмам.

Заметим, что мнение Лейбница и других ученых о том, что в глубинах океана еще могут сохраняться неизвестные формы, было *эмпирической осторожностью*, а не только метафизическим представлением о неизменности живой природы<sup>1</sup>. Находка в 1938 и 1952 гг. Д. Смитом двух видов панцирных рыб,

<sup>1</sup> Изменяемость (не превращение) организмов Лейбниц признавал.

огромное количество новых видов, описанных за последние 250 лет, доказывают уместность такой осторожности.

С середины XVII в. появляются «Теории Земли» и геогении; они еще примитивны, но уже первая из них (Декарта) содержит глубокие предвидения. В 1644 г. в «Началах натурфилософии» Декарт изложил геогеническую гипотезу как часть своей космогонии. Декарт — своеобразный «униформист», его идеи близки к идеям Ньютона. Развитие мира, по его мнению, подчинялось тем же законам, которые действуют и в современности. Он атомист, и все существующее состоит, по Декарту, из мельчайших телец, отличающихся размерами и скоростью движения.

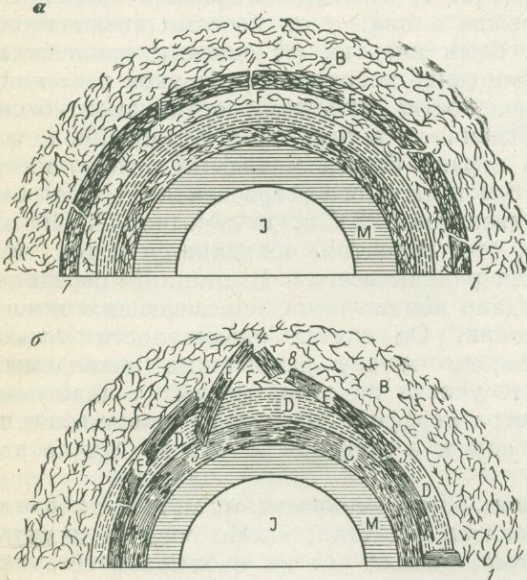


Рис. 1. Развитие Земли, по Р. Декарту:  
 а — законченная (предварительно) структура Земли с наметившимися разломами; б — формирование рельефа; 1—8 — разломы; расшифровку букв см. в тексте

пишет. Земля получила строение, показанное на рис. 1, а. Здесь J — ядро — реликт от прежнего солнечного состояния, ядро, состоящее преимущественно из элемента 1. M — оболочка из материи, соответствующей материи солнечных пятен, ранее принадлежавшей элементу 1; C — внутренняя оболочка, в которой образуются металлы, состоит из разнообразных частиц; D — водная оболочка; в оболочках D и C основной элемент 2; F и B — воздушная оболочка; E — твердая наружная оболочка, состоящая из камней, глины, ила и масел. Оболочки E, F и B относятся к элементу 3.

Оболочки неравномерны по толщине и плотности, обладая разной проницаемостью для лучей Солнца и эманаций из внутренних частей земного шара.

Декарт пишет, что в оболочке M остались сейчас лишь маленькие «ходы». Это «...подтверждает пример солнечных пятен, которые той же природы... только тоньше и менее плотны, но все же тормозят прохождение света» [263, с. 177].

Свет (т. е. лучистая энергия) возбуждает земные частицы. Сила света — это некоторое давление в направлении от Солнца к Земле (!—B. B.). Тепло заклю-

существующее состоит, по Декарту, из мельчайших телец, отличающихся размерами и скоростью движения. Их три основных вида: элемент 1 — солнечный, им сложено Солнце; элемент 2 — прозрачный, из него состоит, в частности, небо; элемент 3 — плотный, непрозрачный, из него построены поверхностные оболочки Земли, горные породы и т. п. Элементы могут, меняя скорость, превращаться друг в друга и комбинироваться. Солнце и планеты образовались из вихреподобных сгущений движущейся материи, представленной первоэлементами.

По Декарту, Земля вначале была подобна Солнцу. Потом от охлаждения на ее поверхности образовались пятна, как на Солнце, слившиеся затем в сплошную оболочку. Земля имеет концентрическое строение, сформировавшееся постепенно (рис. 1); конкретно о масштабе времени Декарт не

чается в убыстрении движения частиц, которое передается, распространяясь от одной частицы к другой<sup>1</sup>.

Огонь для Декарта — разновидность вещества, хотя и не «первоэлемент», как у греков. Он пишет «об огне без пламени». Поэтому «центральный огонь» Земли последующих естествоиспытателей (Декарт оказал большое влияние на геологию) — это особое «пламенное» состояние вещества, а не «процесс горения». Воздух, вода и «камни» у Декарта — результат развития и дифференциации элементов 1—3 и, как можно понять, они индивидуализируются на последнем этапе (см. рис. 1, а).

«Оболочка Е, хотя она была тяжелее и плотнее чем F, и, быть может, также D, из-за ее жесткости затем остается некоторое время висящей как свод над D и F», — пишет Декарт [263, с. 194]. При возникновении оболочки имела много «ходов» и от высыхания растрескалась. Наконец, по разломам произошло обрушение, образовались горы, долины и моря (см. рис. 1, б). Декарт полагает (влияние Аристотеля), что солнечные лучи проходят в оболочку С, причем неравномерно. С другой стороны, когда в оболочке М скопится много солнечного (огненного) элемента I из центрального ядра, то он, проходя через оболочку С, ее сотрясает. Это одна из причин землетрясений — более глубоких. Чаше же они происходят от взрывов «жирного и плотного дыма», смесей быстро движущихся частиц материи в подземных пустотах, находящихся на меньшей глубине. Если при этом открываются трещины, происходят вулканические извержения. Длительные землетрясения возникают при постепенном распространении взрывов.

В «ходах» оболочки С протекающие «едкие соки» ее растворяют и образуют металлы, которые в виде эманаций достигают затем по «ходам», оболочки Е, где и откладываются в виде рудных жил (ср. с понятием «рудосфера»).

В геогении Декарта видна унаследованность от идей Демокрита, Аристотеля и более поздних, а также связь с наблюдением и опытом. Напомним, что солнечные пятна впервые наблюдались И. Кеплером (1607) и И. Фабрициусом (1610) еще до открытия телескопа. Мысль Декарта о них как зачатках коры охлаждения Солнца достойна его гения. Сходные трактовки и после имели место. О «веществе солнечных пятен» писали Э. Зюсс [316] и А. Е. Ферман (1933).

Интересны идеи Декарта о глубоких и поверхностных землетрясениях, рудной оболочке и т. п. Свои идеи Декарт доказывал наличием внутреннего тепла Земли и т. п., т. е. эмпирически и актуалистически. Он сам писал, что показал, как горы, моря, родники и реки могли образоваться естественным путем.

Признано, что несколько положений своей несомненно эволюционной космогонии Декарт взял у Кеплера, но ссылка есть только на второстепенный труд Кеплера, не имеющий отношения к космогонии. Это не единичное явление в истории науки. Методологические и естественно-исторические идеи Декарта оказали большое и длительное (до XIX в.) влияние на геологию.

Важной и связанной с учением Декарта работой является краткое изложение (1669 г.) незаконченного трактата Н. Стенона. Анатомируя акулу, Стенон убедился в правоте Ф. Колонна, заключившего, что ископаемые «глоссопедра» — зубы акул. Отталкиваясь от частного наблюдения, он рассмотрел вообще проблему о «твердых телах, естественно заключающихся в твердых», о последовательности их образования, соотношении и т. п. Он установил, что

<sup>1</sup> Идею механической теории тепла затем развил Гук, который говорил о колебании частиц, и Ломоносов. До Декарта о теплоте писал Бэкон, а после — Бойль и Ньютон [231].

органические твердые тела способны расти изнутри, неорганические — только снаружи. Рассматривая последние — окаменелости, стяжения, кристаллы и слои, Стенон пришел к ряду геологических выводов, сформулированных им впервые в виде строго научных положений — аксиом. Уже в одном этом — огромное методологическое значение [97] его труда.

*Первая аксиома* (закон) Стенона гласит: «...Если твердое тело со всех сторон окружено другим твердым телом, то ...первым затвердело то, которое при взаимном соприкосновении дает отпечаток особенности своей поверхности на поверхности другого» [191, с. 20]. Из этого вытекает ряд следствий, например о соотношении кристаллов и окаменелостей с вмещающей породой, порядке кристаллизации в расплавах, возрастном соотношении слоев и т. п.

*Вторая аксиома* устанавливает, что твердые тела, внешне и внутренне подобные, имеют одинаковый способ и место образования. Это положение, имеющее, впрочем, относительное значение, разумеется, не было новым. Но из него Стенон выводит следствия: 1) «слои Земли... сходны с теми слоями, которые отлагают бурные воды моря» [191, с. 21]; 2) «горные хрустали» в отношении способа и места происхождения сходны с кристаллами селитры, хотя поэтому «...вовсе не обязательно, чтобы та жидкость, в которой они зародились, была бы обязательно водой» [там же]; 3) окаменелости — остатки организмов.

*Третья аксиома*, по существу исходная, гласит: «В тех случаях, когда твердое тело образовалось в соответствии с законами природы, оно произошло из жидкости» [там же]. Мысль эта также не нова. Хотя Стенон пишет здесь о «жидкости» вообще, его следует считать непунистом. Он вслед за Декартом считает, что если частицы слоя однородны и тонки, то слой образовался из первичной жидкости «в эпоху творения»; если слой содержит обломки другого слоя или части организмов, он «вторичный». «Жидкость» в его понимании — раствор, взвесь, вообще материнское вещество сложного состава, жидкой консистенции, обычно связанное с водой<sup>1</sup>. Любопытно, что еще в 1660 г. в своем первом трактате «О горячих источниках» Стенон, основываясь на их частой минерализации, высказывает мысль о родственности минеральных источников с рудными жилами [224] — намек на гидротермальную теорию.

Стенон пишет, что при «...теле определенной формы, созданном согласно законам природы, в самом этом теле находим доказательства, раскрывающие место и способ его создания». Прошлое Тосканы он пытается восстановить, рассматривая изменение ее поверхности «восходя от новейших к наиболее древним» [191, с. 58]. Образование гор (неровностей) он приписывает обрушению в пустоты. Таким образом, Стенон вводит представление о сбросовых горах. Это положение иллюстрируется им шестью схемами, на которых видно значение *углового несогласия* (рис. 2).

«То, что индуктивно доказано для Тосканы... я утверждаю и в отношении всей Земли, исходя из описаний различных местностей у разных авторов, — продолжает Стенон, — но из опасения, как бы ученые не испугались столь новой точки зрения, я вкратце скажу о соответствии между природой и священным писанием и рассмотрю основные трудности, связанные с каждым периодом образования Земли» [там же, с. 60]. К сожалению, Стенон дает только набросок обещанного анализа. Подчеркнем, что шесть периодов Стенона не являются днями творения. Любопытно, как он мотивирует возможность вмеща-

<sup>1</sup> Понятие о «первичной» жидкости встречается позднее Бергмана и других непунистов, взгляды которых в истории геологии обычно упрощаются; но эта идея живет до сих пор [72; 182; 196].

тельства «первого двигателя» в эпоху потопа для осушения Земли. Он указывает, что в результате деятельности человека осуществляется осушение и обводнение местности. «Почему же нельзя предоставить Первому Двигателю всех вещей ту же свободу и те же силы?» [там же, с. 62].

Стенон, несомненно, эмпирик, сторонник актуализма при попытках раскрытия прошлого Земли. У него мы находим и мысль о развитии, притом необратимом, предопределяемом прошлыми состояниями. Всемирный потоп для него — реальность, имевшая геологическое значение, не решающий фактор. Стенон упоминает о «центральном огне», не имеющем влияния на рассматриваемые им процессы, а также о возможности перемещения центра тяжести Земли, вызывающего движения масс воды. Любопытна исторически обусловленная ошибка Стенона — принципиальное перенесение фактов и обстоятельств Тосканы на всю Землю.

Стенона иногда называют основателем геологии (Гумбольдт, А. Гарбо и др.), геотектоники (Белюсов, 1938), кристаллографии (Шафрановский, 1939) и указывают, что он — первый, у кого земная история встречается до потопа. С этими выводами нельзя согласиться, что не умаляет значения его труда. Во-первых, мы видим тесную связь ряда идей Стенона с мыслями его предшественников и современников. Во-вторых, выводы Стенона о причинах образования гор, землетрясений, признание всемирного потопа не уводили его очень далеко от взглядов эпохи. Характерно, что так называемый «Закон Стенона» о постоянстве граничных углов кристаллов высказан им вскользь. Он сам не осознал его значения и не придал ему всеобщности. Стенон может считаться лишь выразителем *идеи* закона.

Наибольший интерес представляет методологическая сторона его работы. Особенно подчеркнем положения о слоеобразовании, впервые сформулированные в виде законов. Можно признать, что Стенону принадлежат *зародыши* стратиграфического, тектонического и кристаллографического методов.

Ошибочно считалось, что геологические идеи Стенона были забыты и его книга в XIX в. вновь открыта Гумбольдтом и Э. д. Бомоном [191]. Его работа произвела большое впечатление, ее английский перевод вышел в 1671 г., 2-е латинское издание — в 1679 г. Ряд идей Стенона как бы опережали время; но до середины XVIII в. мы их находим у А. Моро, Ж. Бюффона и др. Со Стеноном был знаком Лейбниц, который на него ссылался, принимая ряд его идей [243]. В 90-х годах де Люк называет Стенона первым истинным геологом. То, что на него обычно нет ссылок, не доказательство, что он был забыт; когда речь идет об идеях, общих взглядах, нередко не упоминают о предшественниках, если не полемизируют с ними. Вообще, и во всяком случае до XIX в., следует требовать доказательств, что исследователь не был знаком с важнейшими

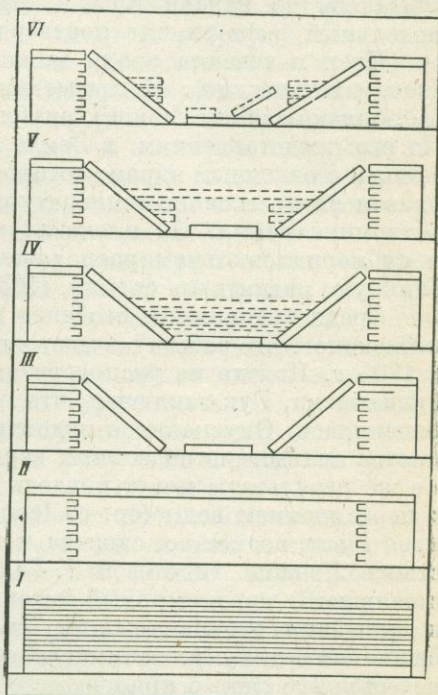


Рис. 2. Тектоническое развитие Тосканы, по Н. Стенону (1669). I—VI — этапы развития

трудами предшественников и современников, а не наоборот. Можно думать, что в ряде случаев Стенон четко и научно выразил представления, уже «витающие в воздухе» и не явившиеся эпохальным *открытием* в последующие десятилетия.

В 1684 г. М. Листер предложил гипотезу, по которой деятельность вулканов вызывалась воспламенением серного колчедана. Такие высказывания существовали давно. Но в 1700 г. ее подтвердил на «модели» вулкана из серы, железных опилок и смолы Н. Лемери. После этого горение пирита и битумов считалось до начала XIX в. основной причиной вулканизма. Так первый модельный эксперимент подтвердил ошибку.

Идеи и течения эпохи можно разделить на «вулканические» и в общем «нептунистические». К представителям первых относится А. Кирхер (с ним был близко знаком Стенон), опубликовавший книгу «Подземный мир» (1664 г.). По его представлениям, в Земле находятся полости, заполненные огнем, связанным с огненным ядром, которое тем самым как бы активно. Кирхер впервые указал на повышение температуры в шахтах с глубиной, это зародыш учения о термике Земли. Он высказал мысль о закономерном — субэкваториальном и субмеридиональном расположении хребтов гор, предложил провести глобальную магнитную съемку (1637 г.) и т. п.

Среди вулканистов особенно прогрессивным был Гук — математик, физик, и физиолог. Его работа о землетрясениях издана в 1688 г., сводка всех его идей — в 1705 г. Исходя из распространения окаменелостей, явлений землетрясения, вулканизма, Гук заключил, что после «сотворения» поверхность Земли сильно изменялась. Опускания и поднятия происходят под действием землетрясений, иногда вследствие подземных взрывов на больших глубинах (ср. с Декартом). Те же результаты могут повлечь за собой перемещение центра тяжести Земли с переливанием воды (ср. с Леонардо да Винчи, Стеноном и др.). Последняя идея Гука, возможно, связана и с доложенной в 1694 г. в Королевском обществе в Лондоне гипотезой Э. Галлея (опубликована лишь в 1724 г.), предположившего, что всемирный потоп мог возникнуть от встречи Земли с кометой и смещения центра тяжести Земли (зародыш геокосмологии). Эти вопросы были близки Гуку, занимавшемуся также законом всемирного тяготения — известен его спор о приоритете с Ньютоном. Галлей имел и прямое отношение к геологии; ему принадлежит кроме сводки по геомагнетизму гипотеза о происхождении соли океана за счет приноса ее реками — идея определения «древности света» по количеству соли в океане; возраст его он считал около 10 тыс. лет.

С перемещением водных масс Гук связывал более теплый в прошлом климат Англии (по характеру ископаемых организмов). Это — зародыш палеогеографического и палеоэкологического методов. Гук указывал на огромную роль воды и ветра. Движения земной поверхности им объяснялись внутренними силами, которые и были первичной причиной образования рельефа (ср. с Моро). Гук предполагал большую длительность геологического времени [148]. Он, видимо, первым предложил альтернативную гипотезу происхождения лунных кратеров — вулканизм или падение метеоритов.

К взглядам Гука близки идеи зоолога Д. Рея (1693 г.). Он указал на большую роль текучих вод при формировании рельефа Земли. Но всемирный потоп не мог последовать от естественных причин. Землетрясения, по Рею, происходят от проникновения морской воды в полости Земли<sup>1</sup> и являются ведущими в пре-

<sup>1</sup> Ср. современные наблюдения о происхождении некоторых землетрясений от нарушения водного баланса в коре.

образовании ее рельефа. Ранее их энергия была больше. Однако в 1703 г. Рей отказался от этой идеи по актуалистическим соображениям (произошли сильные землетрясения).

К представителям непутизма и дилювианизма<sup>1</sup> относится ряд ученых. Некоторые из них предлагали геогенические «теории», достаточно фантастические, хотя в их работах содержатся и эмпирические описания геологических явлений и основанные на актуалистических предпосылках идеи. Укажем на труд Т. Бернета, вышедший в 1681 г. на латинском, в 1684 г. на английском и в 1698 г. на немецком языке, интересную и важную работу Д. Вудворда, изданную в 1695 г. на английском, а в 1704 г. на латинском языке и «теорию» В. Вистона, опубликованную в 1696 г. Первый и последний исходили из предпосылки естественного возникновения и последующего изменения Земли, хотя причины их видели в случайном вмешательстве факторов, лежащих, как правило, вне Земли, включая бога<sup>2</sup>. Моро, Бюффон и И. Леман впоследствии критиковали идеи этих авторов. Следовательно, их теории, в которых ясно видно влияние Декарта, были популярны и к середине XVIII в.

Вудворд считал окаменелости остатками организмов, рассеянных во время всемирного потопа, но *сходных с современными*. Потоп произошел вследствие того, что по велению бога вода вырвалась из *внутренности* Земли. Горные породы, частично *растворившиеся* в воде, затем осели из вод согласно удельному весу. Разные организмы при этом оказались в различных горизонтах. Горы и долины образовались обрушением первично горизонтальных пластов (ср. с Декартом, Стеноном и др.). Таким образом, Вудворд является непутистом-дилювианистом, хотя землетрясения он считал результатом действия подземного огня через пути, проложенные водой.

В работе Вудворда содержится ряд конкретных сведений: о геологической деятельности воды, о происхождении чернозема от накопления гниющих растений и животных. Кроме того, он высказал мысль, предвосхитившую мысли Линнея, Бюффона, Ламарка, Зюсса и Вернадского о биосфере. Поверхность земного шара, пишет он: «...большую часть составлена из вещества произрастительного и животного, находящегося в беспрестанном движении и переменах» (Цит. по [15, I, с. 228]). Вудворд среди окаменелостей различает наземные и морские организмы, а среди последних — прибрежных и глубоководных обитателей. Эти представления с конца XVII в. становятся распространенными (ср. с Линнеем). Вудворд ссылается на замерзшие трупы мамонтов в Сибири, считая их принесенными потопом (ср. с Палласом). Он организовал кафедру геологии и геологический музей в Кембридже.

Дилювианистом был И. Я. Шейхцер, издавший, в частности, в 1706—1713 гг. трехтомную «Естественную историю Швейцарии». Этот труд изобилует описаниями ископаемых организмов. В нем содержатся схематические геологические профили складчатых пластов, которые составлялись еще редко. Р. Гефели (1960) считает Шейхцера основоположником исследования снега и лавин. Шейхцер предложил также гипотезу, по которой движение ледников

<sup>1</sup> Дилювианизм — направление, признающее всемирный потоп определяющим геологическим событием.

<sup>2</sup> Любопытно, что Вистон, принятый в Кембриджский университет профессором математики по рекомендации Ньютона, был уволен за ересь. Бернет считал библейское предание о сотворении мира лишь символическим, что установлено по его переписке с Ньютоном. Таким образом, эти дилювианисты были не в ладах с библейей, а Ньютон, открывший капитальные законы природы, принимал сотворение мира богом. История науки сложнее, чем иногда кажется.

объясняется замерзанием воды в трещинах льда. Она существовала до первых десятилетий XIX в. Шейхцер так же, как в ту же эпоху А. Жюссье, указал на растительное происхождение каменного угля. В 1732 г. он опубликовал «Священную физику, или естественную библейскую историю». Земля по Шейхцеру, внутри твердая, с пустотами, в которые ушли воды после потопа, оставив на поверхности Земли горы.

В 1715—1716 гг. был написан известный труд де Мелле — «Теллиамед» (опубликован в 1748 г.). Де Мелле нептунист, но не дилювианист. Разумеется, кроме Гаука и Рея, взгляды дилювианистов оспаривались и другими, например Г. Валлиснери (1721 г.).

К числу нептунистов очень условно можно отнести Лейбница. Гипотезу образования Земли из звезды («солнца») он опубликовал в 1693 г. Его геологический труд — «Протогеа», написанный в 1691 г., увидел свет лишь в 1749 г.

Требования практики во Франции привели к попытке составить подобие геологической карты (Л. Кулон, 1644 г.). В 1664 г. такие карты рекомендовал М. Листер. Для обозначения разных пород он предложил применять краски [312]. Ему принадлежит, таким образом, идея создания геологических карт, хотя мысль о целесообразности нанесения на карты полезных ископаемых возникла еще в античное время. В 1657 г. вышла книга М. И. Эшотта под характерным названием «Геология Норвегии». В 1671 г. Ф. Рише произвел первые измерения силы земного тяготения — это был зародыш гравиметрии.

По вопросу о круговороте воды большинство ученых первой половины XVII в. (Декарт, Кеплер, Кирхер и др.) придерживались архаичных взглядов о питании подземных вод суши водами морей. В 1674 г. П. Перро предложил конденсационную теорию, причем впервые попытался составить баланс воды. Позднее исследования в этом направлении продолжил физик Э. Мариотт [209]. Но конденсационная теория утвердилась только после работ де Люка и Ламетри во второй половине XVIII в., а применительно к вулканизму гипотеза проникновения морских вод удержалась дольше.

Проблема денудации также была поставлена в это время. Некоторые даже преувеличивали ее роль. Так, Бернет считал, что выравнивание до уровня моря потребует лишь 10 тыс. лет. Другие, например Рей (вулканист), отрицали ее существенную роль. Л. Бурже в начале XVIII в. высказал идею о подводной «эрозии» дна моря, оказавшую большое влияние на науку, от Бюффона до Ляйеля включительно. Он писал о закономерностях в строении подводных хребтов, сходных с горами суши.

Потребность в стратифицировании привела с конца XVII в. к попыткам создания литологического общего или местного подразделения слоев по времени — «литологическому времени». В 1681 г. А. Ф. Марсильи все породы разделил на первичные (первозданные, «допотопные» породы, образовавшие «основу» поверхности Земли) и вторичные (осадочные, продукт разрушения первых). Вудворд (1795) различал антидилювиальные, дилювиальные и постдилювиальные отложения: Г. Милиус в 1709 г. разработал первую статиграфическую схему для цехштейна Саксонии, выделив 18 толщ, в том числе собственно цехштейн и медистые сланцы. И. Стрейчи в 1714—1725 гг. различал для Англии (снизу вверх): угленосные слои, красный мергель, желтую землю, лейас, мел. Все это — зародыши стратиграфии и соответствующего метода.

С начала XVIII в. заметную роль в науках о Земле стали играть шведы. Первое сообщение об изменении уровня Балтийского моря сделал (и начал ставить береговые марки) У. Хьярне. Он был дилювианист, но указывал, что изменения на Земле, в том числе и поднятие гор и опускания суши продолжаются

и сейчас. Хьярне оказал большое влияние на Э. Сведенборга. Основные работы последнего, в которых он касается геологии, опубликованы в 1719 и 1721 гг. [299]. Сведенборг, правильно объяснив ископаемые организмы, указал на их стратиграфическое значение. Он связывал с геологией химию, считая, что минеральные жилы образуются из растворов в трещинах, а почти все кристаллические породы от гранита до траппа — осадки, частично химические.

В 1721 г. Сведенборг объяснял понижение уровня моря увеличением скорости вращения Земли — оттоком вод к экватору. В 1731 г. марка для замера уровня воды была установлена шведской академией наук. В 30-х годах этим вопросом занимались К. Линней и К. Цельсий. Наблюдения последнего были опубликованы в 1743 г. Оба установили понижение уровня моря на 1,2—1,5 см/год, считая сушу неподвижной. Упомянем в этой связи об одной работе, о которой Ф. Адамс отзывался с иронией. В середине 30-х годов Колонна опубликовал мнение о том, что горы растут медленно, как деревья, под влиянием внутреннего тепла Земли, не быстрее чем на 100 шагов в 1000 лет (6—7 см/год). Обратим внимание на следующее. К 20—30-м годам относятся исследования Сведенборга, Цельсия и Линнея. Позднее Бюффон и Ломоносов указали на медленные движения земной коры. Идею Колонна на современный язык можно перевести так: «горы растут медленно под влиянием внутренней энергии Земли». Будь Колонна известнее в науке, его «гениальная интуиция» была бы замечена историками. Случайно ли, что именно в середине XVIII в. у Колонна, Цельсия, Линнея, Бюффона и Ломоносова трактуется вопрос о медленных движениях? Или здесь «дух эпохи», приложение актуализма, основанного на сделанных уже наблюдениях. Еще ранее (1668 г.) была высказана мысль о горизонтальном движении материков аббатом Пласе (Леммлейн и Личков, 1946).

В 1719 г. появилась статья ботаника Жюссье [275]. Он описал отпечатки растений в окрестностях Сен-Шомона. В ту эпоху подобные находки обнаруживались часто, как и отпечатки рыб, и вызывали большой интерес (Лейбниц, Вудворд Маральди в Италии и др.). Жюссье обратил внимание на то, что остатки сохранились так, как будто бы их осторожно укладывал человек (ср. с Ламарком, Гоффом, Кювье). Среди остатков он не нашел современных форм Франции, все формы были «индийскими». Не допуская изменения климата, он считал, что растения были принесены течением из Индии в ту эпоху, когда море покрывало всю Землю — следы больших наводнений были уже широко известны. Трактровка Жюссье — попытка палеогеографической реконструкции. При этом он униформист по отношению к климатическим условиям (ср. с Палласом):

Для палеогеографических идей того времени следует указать и другой источник, связанный с народным опытом. В 1692 г. через Сибирь в Китай проехал русский посол И. Идес. В описании путешествия он указал на находки трупов мамонтов от города Мангазеи и верховьев Лены до Ледовитого океана. «Русские старожилы» полагали, что это слоны. «До потопа, — говорят они, — страна была очень теплая и в ней было множество слонов, которые плыли по водам до истечения их и потом были погребены илом. Но когда, после этого великого переворота, климат сделался очень холодным, ил замерз, а вместе с ним и трупы слонов...» [7, с. 551].

К этой народной концепции, допускающей изменение климата, близко мнение Кювье, высказанное в 1812 г. Во всех случаях авторы шли актуалистическим путем, хотя и приходили к неверным выводам. Интересно, что мнение о более теплом климате в связи с обитанием «слонов» в Сибири было высказано со ссылкой на Бернета анонимом в Русском журнале «Примечания на ведомости» в 1730 г. В 1739 г. В. Н. Татищев, комментируя статью, также

не соглашается с катастрофическими причинами приноса остатков мамонта и высказывает предположение, что «слоны» того времени жили в Сибири и были приспособлены к суровому климату, однако он делает вывод и о более теплом по неизвестным причинам климате в прошлом. Мамонту в исторических реконструкциях принадлежит почетное место. Он привлекался даже для объяснения причин землетрясений. Н. Витсен в 1692 г. опубликовал сведения, полученные им в России, о том, что мамонт — «подземная крыса», и землетрясения объясняются ее движениями.

В России до Ломоносова не было вполне оригинальных работ по геологии. Но интересно, что уже в 1662 г. встречается указание на использование геоботанических признаков при поисках руд. С начала XVIII в. в русской литературе появляются сводки по вопросам геологии и географии с выводами авторов. Они, в общем, использовали передовую литературу того времени и характеризовали уровень науки. В конце XVII в. актуалистическое истолкование получили каменные орудия неолита. Видимо, только с 1690 г. некоторые ученые стали считать их орудиями. Русский автор — аноним [157, ч. 39] в статье о «Перунах, или громовых стрелах», пишет, что такие камни считались результатом удара молнии, и им приписывались особые свойства, например, они предохраняли от попадания молнии в дом (ср. с Плинием). Он считает, что это военное оружие наших предков. Доказательства — их форма и то, что они находятся в могилах воинов; он отсылает к 11 работам, преимущественно немецким; первая по времени (1690) — Э. Тенцеля. Интересна с точки зрения актуализма интерпретация каменных топоров как оружия, что лишь частично правильно. Это было отражением той эпохи, когда орудия труда не были столь «достойным» предметом науки, как оружие. В 1732 г. С. Г. Гмелин тем не менее еще считает каменные орудия минералами.

В статье о нефти указывается на связь нефти с солью. В ней приведены наблюдения русских авторов [213]. Отметим, что ряд простых, казалось бы, вопросов не получил к концу периода общепризнанного решения. Так, в статье «О янтаре» Г. В. Рихман [157, ч. 38—41] оспаривает мнение Овидия, Вергилия и Тацита о том, что янтарь — застывшая смола деревьев. Автор считает его «каменным маслом». Любопытно, что он мотивирует свое мнение с актуалистических позиций: в местностях, где находят янтарь, ныне растет мало смолистых деревьев.

Передовые идеи первой трети XVIII в. отражены в известной статье Рихмана — сводке знаний о переменах земной поверхности по литературным источникам, дополненным некоторыми его собственными соображениями. Упомяну, что Рихман считает обещающим метод восстановления прошлого путем изучения разрезов. Для эпохи характерна широкая актуалистическая экстраполяция единичных явлений.

## 11. Методологические идеи к середине XVIII века

К 40-м годам XVIII в. геология прошла важный путь эмбрионального развития. Помимо накопления фактов и возникновения еще бедной, но уже геологической литературы, был выдвинут ряд гипотез и идей, важных для дальнейшего прогресса. Более четкая постановка основных геологических проблем — расширение предмета геологии — была шагом на пути их решения. Еще существеннее зарождение некоторых геологических методов и отраслей геологии.

В трудах по истории геологии рассматриваемая эпоха выглядит иногда как совокупность более или менее верных и прогрессивных идей на фоне господ-

ствующих фантастических взглядов. Эти идеи, якобы, часто «забывались» и мало влияли на развитие науки. Однако, несомненно, что геология в XVI—XVII вв. не была столь случайно фрагментарной. Сейчас может казаться странным, почему, например, идеи Гука об органических остатках не вошли в науку как «Законы Гука»? Почему Гук не «опередил эпоху», установив известный в механике «закон Гука»? Почему ученые не начинали исследования со ссылок на аксиомы Стенона? Мы знаем закон Бойля — Мариотта, законы Ньютона, комету Галлея, законы Кеплера. И Кеплеру же (1619 г.) принадлежит мысль о том, что земной шар — живое существо, вулканы — его дыхательные органы (последнее писал в 1722 г. и Сведенборг), минеральные жилы — вытекающий гной и т. п. Кеплер был просто фантазером? Почему в геологии от этой эпохи сохранился лишь закон Стенона в кристаллографии — науке экспериментальной?

Подчеркнем специфику наук. В отличие от физики и химии, в геологии и палеобиологии процессы более полифакторны и историчны, предмет этих наук сложнее. Математики и физики той эпохи, сталкиваясь с геологией, высказывали гениальные догадки, «опережая эпоху», или их идеи были фантастичны. В геологии еще не было системы своих методов, а методы механики, физики и химии (тогда еще несовершенные) должны обогащать методическую базу геологии, но не могут ее заменять. Даже экспериментально подтвержденная мысль Галлея о происхождении солёности океана не исчерпывает проблемы. Вопросы о соотношении эндогенных и экзогенных факторов, о постоянстве солёности за последние 500 млн. лет, о механизме формирования залежей соли еще и сейчас являются дискуссионными. Это касается ряда проблем. Рассматриваемый период развития геологии мы называем эмбриональным, не отрицая для него унаследованности, закономерного развития и взаимосвязи взглядов, борьбы мнений и т. п., т. е. зародышевой системы науки.

К середине XVIII в. итоги развития геологии следующие:

1. Представление о непрерывных изменениях лика Земли стало достоянием науки. Возникло понятие о геологическом прошлом и о необратимости процесса развития (Декарт и др.).

2. В идее появились направления, которые связывали процесс изменений Земли преимущественно с внутренними или внешними факторами. Они затем получили названия вулканизма и нептунизма. Заметим, что вулканизм в ту эпоху в нашем понимании «экзогенный». Если вулканизм, не отвергавший роли воды, был более широким направлением, то нептунизм (не отвергавший роли вулканизма) — более признанным. Причины этого лежали не только в том, что нептунисты привлекали религиозные представления о потопах (дилювианизм), но также и в том, что обычно наблюдаемые процессы были связаны с работой воды и ветра, а вулканизм проявлялся как случайное местное катастрофическое явление. Четкая дифференциация гипотез для эпохи не характерна, она появляется позже, в более «зрелой» геологии. Поэтому концепции ученых этого времени обычно нельзя охарактеризовать одним термином, так как они «полиаспектны».

3. После долгой дискуссии победили правильные взгляды на окаменелости. Тем самым «антидилювианистами» была поставлена и частично решалась проблема захоронения органических остатков.

4. К концу XVII в. относится первый труд по динамической геологии — описание изменений современной земной поверхности С. Стевина. Появились первые региональные геологические работы.

5. Развитие геологии было связано со стихийным использованием актуализма, что в связи с публикацией статьи Жюссье получило в 1719 г. четкую формулировку у анонима: «В первые времена формирования Земли ничто еще не было охвачено установившимися и законченными формами..., могли происходить чрезвычайные и внезапные революции, которых мы сейчас не видим, ибо все пришло в почти устойчивое состояние. Но современное состояние тем не менее не таково, чтобы нынешние перемены, медленные и менее значительные, не могли дать нам возможности представить картину прошлых событий того же рода, но более значительных и протекающих быстрее» [275, с. 5]. Это обобщение отражает дух эпохи. В нем виден историзм во взглядах на Землю и один из важных аспектов принципа историзма — актуализм как начальная стадия исторического метода. В дальнейшем концепция развития Земли менялись; применение актуализма соответственно также приобретало специфику. Но такое понимание актуализма держалось до начала XIX в.

С 1538 (год поднятия горы Монте-Нуово при извержении Везувия) по 1737 г. произошел ряд крупных землетрясений и извержений вулканов, «актуалистически» повлиявших на ученых.

6. Решение проблем металлообразования и рудообразования прогрессировало мало; они решались более дедуктивно или на основании идей других отраслей науки. Наиболее прогрессивными в этой области были идеи Агриколы. Надо, впрочем, отметить, что «...Реслер в 1700 г. определенно признал в рудных жилах заполненные трещины» [291, с. 263], как ранее Декарт и др. Так же мало менялись идеи о недрах Земли.

7. Экспериментальное моделирование (вулканизма) впервые вошло в геологию.

8. Из специальных методов сложился условно «минералогический» метод — использование для обобщения изучения вещественного состава Земли. Минералогия включала элементы петрографии, литологии, кристаллографии, палеонтологии и технологии. Ясно наметился палеонтологический метод (Листер, Гук и др.). Появились высказывания (зародыши) о тектоническом (структурном), стратиграфическом, палеогеографическом (Стенон, Жюссье) методе.

Из рабочих методов укажем геомагнитный. В 1679 г. Телен предложил прибор для поиска высокомагнитных руд, применявшийся в Швеции. Была выдвинута идея метода геокартирования (картографирования). Рабочие методы в геологии не отличались разнообразием. Но экспериментальный и индуктивный методы, уже широко применявшиеся в физике и химии, несомненно, оказывали влияние на мышление исследователей, занимавшихся геологией. Капитальные открытия — гелиоцентрическая система, законы Ньютона и др. устанавливали строгую закономерность мира и представление о ней переносилось в геологию, где это не было еще столь очевидным.

9. В XVII в. возникает ряд «Теорий Земли», первых попыток широкой абстракции от наблюдений. Зародились учения о геомагнетизме, термическом состоянии Земли, кристаллография, учение о горных породах, рудных месторождениях, палеогеография, в конце периода — палеонтология, в эпоху Возрождения возникла «минералогия». Также появилась динамическая геология в виде некоторой собирательной науки — «общая геология», по И. В. Крютю [97].

10. Предмет геологии в XVI—XVII вв. имел некоторое развитие. К числу абсолютных изменений можно отнести Великие Географические Открытия, геогению, представление о возникновении Земли из расплава в результате охлаждения, оболочечном строении Земли; к числу относительных — крупные

области явлений. Например, геомагнетизм, относительные движения уровня моря и суши. Все это привлекало все большее научное внимание. Изменения предмета исследования связаны или с практическими потребностями и методом (геомагнетизм), или в существенной части с дедукцией (геогения и т. п.). Разумеется, любая дедукция (см. о Декарте) связана с наблюдением, а возникновение любого метода — с элементами дедукции. Речь идет об основном. Кроме того, мы условно опускаем идеи классической древности и рассматриваем сторону предмета в идее, не входя в обсуждение того, насколько первоначальные трактовки строго «научны» — в соответствии со взглядами на науку, как на процесс приближения к истине.

11. С XVI в. возникают научные общества (или академии) во Флоренции (1520 г.), Неаполе (1560 г.), Риме (1590 г.), Лондоне (1645 г.), Германии (1652 г.), Париже (1666 г.), Берлине (1700 г.), Санкт-Петербурге (1725 г.), Стокгольме (1739 г.), Копенгагене (1743 г.) и т. д. Эти общества становились центрами научной мысли, хотя иногда и осуждали прогрессивные идеи. С 1665 г. в Лондоне и Париже появляются первые научные журналы.

12. Ученых, занимавшихся лишь геологией, еще нет.

Разумеется, и жизнеспособные идеи не сразу становились общепризнанными. Представления об окаменелостях как «игре природы», идея о всемирном потопе, фантастические мысли о происхождении руд и т. п. продолжали существовать. Консерватизм, традиционность (инерция) в науке той эпохи обусловлены рядом причин. Было бы ошибочным считать единственной причиной влияние религии, которая (теология) относилась к числу наук. Заметим, что существование пережитков или псевдонаучных (или считающихся таковыми) воззрений закономерно и его можно проследить во всей истории геологии. В этом отношении геология находится в менее благоприятных условиях, чем физика и химия, особенно до середины XIX в. Характерно, что у одного и того же ученого иногда обнаруживаются и прогрессивные, и фантастические (в другой области) идеи. Они не всегда стоят в прямой связи с его общим мировоззрением.

Заметим, что к интеллектуальному миру прошлого нельзя подходить с современной меркой, униформистски. «Дух эпохи» зависит от состояния производительных сил и всех элементов надстройки.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГЕОЛОГИИ КАК ОТРАСЛИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

А. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ГИПОТЕЗЫ (1740—1780 гг.)

12. Геология 40-х годов XVIII века. Вулканизм Л. Моро

В первой половине XVIII в. феодализм по существу сошел со сцены, но экономическое развитие Европы шло различными темпами. За Италией и Англией в первый ряд выдвинулась Франция. Обособление геологии в отрасль естествознания произошло на базе начальной стадии формирования капитализма, на фоне культурного движения XVIII в., получившего название Просвещения, направленного против пережитков феодализма во всех областях. Но процесс индивидуализации геологии был связан и с внутренней логикой ее развития. Именно это определяет десятилетия, в течение которых геология возникла как наука, так как экономические отношения могли этот процесс вызвать на 30—40 лет раньше или позже.

Автор отказался от связывания границ периодов с отдельными исследователями. Однако иногда такая связь существует скрыто — личности выражают эпоху. Геология возникла именно в 40-х годах XVIII в. Ее формирование связано прежде всего с работами Л. Моро (1740, 1751 гг.) и Бюффона (1749 г.). Однако к 40-м годам относятся также работы Линнея (1741—1749 гг.), «Протогея» Лейбница (1740 г. — на лат. и 1749 г. — на нем. яз.), «Теллиамед» де Мелле (1749 г.), «Минералогия» В. Валлериуса (1747), глобально-геоморфологические работы М. Бюаша (1745 и др.), исследования по рудным жилам С. Циммермана (1746) и Опшеля (1749), «История Земли» Крюгера (1746), в которой он воскресил гипотезу Листера (1684) о вулканизме как горении, Е. Олафсона (1749) о строении Исландии; П. Форскела (1742) о биогенности коралловых рифов. В 40-х годах началось систематическое геокартирование. В 1726—1736 гг. Х. Пейк [312] в Англии составил и в 1743 г. опубликовал геологическую карту на площадь 80 км<sup>2</sup>. В 1746 г. И. С. Геттар издал геогностическую карту Франции, Англии и Германии, на которой были показаны три формации, а пятьюдесятью особыми знаками указаны — руды, уголь, минеральные источники и т. п. Об этой карте К. Циттель [330] пишет, что в части полезных ископаемых она может быть использована «и теперь». В 1751 г. Геттар опубликовал «минералогическую» карту Египта, Сирии и Палестины, а в 1756 г. — США. Геттара следует считать основоположником метода геологического картирования. Он вместе с химиком Лавуазье начал составлять минералогический атлас Франции, но эта работа осталась незавершенной. Геттар впервые (1770 г.) рассмотрел в целом проблему денудации, сравнил отдаленные геологические разрезы — Северной Америки и Швеции. Он касался минералогии, конкреций, фукоидов, ему принадлежит термин «студинг» (1757 г.) и т. д. Геттар считал ныне действующие и прошлые «причины» одинаковыми (униформизм).

Труд Моро является переходным между предыдущей и новой эпохой. По тому факту, что Моро придерживался библейского летосчисления и рассматривал бога не только как «первотолчок», но и как фактор, вмешивающийся на различных этапах в «творение мира», он принадлежит прошлому. Однако в идейном отношении его работа знаменует и новую эпоху, тем более что декларации о «божественном вмешательстве» могут быть и маскировкой.

Моро прежде всего критикует дилювианистов, отрицая роль всемирного потопа. В связи с трактовкой окаменелостей он излагает гипотезу происхождения гор и суши, горных пород и солености моря. Он считает необходимым идти от известного к неизвестному, от фактов. Для Моро законы природы неизблемы. «Можно утверждать, что при первом творении не все горы созданы сразу. Но если это можно сказать о части гор, то нет основания утверждать и об остальных. Если же мы установим, каким образом возникли одни горы, то наш вывод можно отнести и ко всем другим». Это находится в соответствии с правилом, установленным Ньютоном: «однородные действия природы вызываются одинаковыми причинами» [298, с. 290]. Данное методологическое положение Моро в 1834 г. подчеркнул К. Гофф. Моро пишет: «То, что природа действует всегда однообразно, ... есть неизблемый закон природы» [там же, с. 274]. И далее: «... Природные процессы были всегда такими же, как и сейчас... Если мы находим в горах окаменевшие морские раковины, то нельзя это объяснить иначе, как только тем, что они находились и ранее на том же месте, которое было дном моря...» [там же, с. 315]. Таким образом, аббат Моро — детерминист, а современность — эмпирическое обоснование его гипотезы.

Моро считал, что по сотворении мира поверхность Земли была каменистой равниной, покрытой пресной водой на 157 сажен. Тогда бог «зажег огонь» в недрах Земли и в результате вулканизма, возникающего при горении серы и смолы, и связанных с ним землетрясений, поднялись «первозданные» горы. Продукты извержений, частью перемытые, отлагались в море и образовали слоистые породы. Вулканизм порождал и «вторичные» горы, содержащие окаменелости, а также вызывал нарушения в породах. Таким образом, Моро, следуя А. Марсильи, на которого ссылается, делит породы на две возрастные группы.

Соленость моря, по Моро, возникает в результате выщелачивания вулканических продуктов. Горечь воды зависит от «земных смол», причем он ссылается на эксперименты Марсильи — растворение в воде продуктов перегонки угля. Моро пишет, что при извержении Везувия в 1737 г. якобы наблюдались «потоки серы и смолы от вершины до моря». Соляные залежи, обнажающиеся при землетрясениях и поднятиях сообщают морю собственно соленость.

Носителем тектонической энергии у Моро является огонь (расплав) внутри Земли — ее активное «огненное» ядро (рис. 3). Здесь Моро неясно сочетает идеи Декарта и Лейбница с подземным горением серы и смол. Деформация ядра вызывает поднятия и прогибы. Очевидно, Моро принадлежит идея об активном воздействии земных недр на кору Земли, как и о самой земной коре (после Декарта, ближе к современным представлениям).

Таким образом, Моро выразил доведенную до крайнего выражения идею плутонизма<sup>1</sup>. Вода у него — второстепенный распределитель и среда отложения вулканических продуктов. Даже форма гальки у Моро первична или происходит от раздавливания.

<sup>1</sup> Вулканизм связывал основные процессы на Земле с вулканами; плутонизм присоединял сюда активный расплав в недрах.

Мы видим у Моро высказывания о постоянстве земных процессов — униформизм. Вулканизм и землетрясения, положенные им в основу геологического процесса, в рамках библейского времени вели к катастрофизму; у Моро события катастрофичны. Действительно, катастрофизм ближе всего связан с вулканизмом.

Взгляды Моро связаны частично с идеями классической древности. Но не все аспекты его идей являются прогрессивными. Циттель считает, что Моро не был знаком с работами Гука и Страбона. Хотя «наблюдения» над потоками «серы и смолы» с вулканов явно курьезны, рассматривая методологическую сторону работы Моро, отдадим должное его эмпиризму и актуализму; «наблюдение» и «факт» — понятия относительные, связанные с эпохой. Работа Моро, несомненно, повлияла на науку. Аспекты вулканизма или плутонизма в разных формах можно проследить у Ломоносова, Палласа, Геттона, Буха, Гумбольдта.

Взгляды Моро, лишённые крайностей, мы встретим у Бюффона. Гофф и Берингер [243] считают, что Моро принадлежит приоритет в «теории поднятия» суши. В 1749 г. Ч. Джеренерелли издал труд в защиту идей Моро, особенно отстаивая непрерывность горообразования. На последнюю работу ссылался в 1830 г. Ляйель.

С именем Линнея в геологии связывают обычно лишь наблюдения над изменением уровня моря. Однако он заслуживает большего внимания. У А. Натхорста мы находим указания [300] на то, что у Линнея имеется 19 работ, затрагивающих геологию. Линней — точный наблюдатель и эмпирик, избегающий теоретических построений.

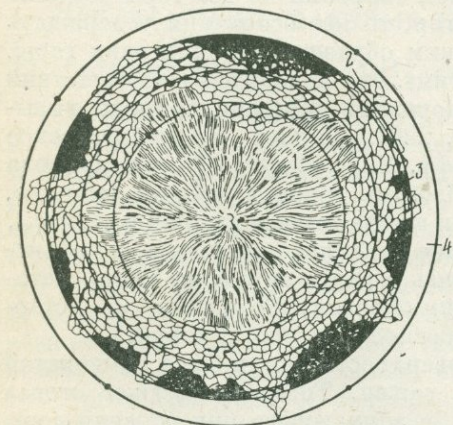


Рис. 3. Разрез Земли, по А. Моро (1740):

1 — огненно-жидкое активное ядро; 2 — подвизмающаяся и опускающаяся земная кора; оболочка; 3 — водная, 4 — воздушная

Он был полевым исследователем, хотя путешествовал лишь по Скандинавии, что сделало несколько ограниченными его выводы по геологии. Свой опыт он сформулировал в инструкции для путешественников-естествоиспытателей (*Insturctio peregrinatoris, Upsaliae, 1759. 15 c.*): «...Естествоиспытатель должен обращать внимание на все... но так, чтобы ничто не ушло от его острого взгляда и внимания. При описании предметов он обязан так подражать природе, чтобы тот, кто прочтет описание, мог их как бы увидеть» (с. 4). Инструкция универсальна и геологии в ней отведен лишь § 8 («Физика», подзаголовок «Земля») и § 9 («Литология»). В нем предлагается изучать «Обычные (простые) слои почвы: гумус, глину, песок, гравий, мел, а также их относительные количества и смеси. Что такое валуны? Они в разных местах обычно различны и дают немаловажные выводы о лежащем здесь горном основании. Главнейшие виды горных пород: песчаники, кремль, шифер, известняк, тальк, каменные стяжения, такие, как сталактиты, болотная руда и т. д. Окаменелости, как редкие, так и обычные. Руды разного вида... Детально исследуется литогенезия... Штуфы камней следует прилежно собирать и сохранять» [там же, с. 7].

Геолого-исторические взгляды Линнея основаны на актуализме — изучении им (научно впервые) древних береговых линий, морских террас,

береговых валов, явлений и форм абразии. Линней проследил, в частности, береговую линию с отметкой 761 м над уровнем моря. Лишь в 1890 г. его точные наблюдения были объяснены: речь шла о следах существования ледникового озера. Идею геоморфологического метода можно приписать Линнею. Он, как и Цельсий, установил медленное понижение уровня моря и пришел к следующей концепции: по «сотворении» мира суша образовала лишь несколько островов<sup>1</sup>. С тех пор уровень океана понижался, а суша росла. Образование земных слоев, по Линнею, происходило преимущественно в море; он указывает на четыре фазы поднятия суши [9, с. 159].

Линней, будучи верующим, критически относился к преданиям церкви. Он признавал библейский потоп, но для эпохи, когда суша еще только начала подниматься из океана. По его мнению, геологического значения потоп не имел, о чем свидетельствуют факты. Линней считал невозможным перенос ископаемых раковин водами потопа за тысячи миль. Он предполагал, что животные жили на месте захоронения. Любопытно высказывание Линнея в 1743 г. в докладе об увеличении площади суши: «Может ли быть, чтобы творец мира при творении населил тварями всю землю, чтобы вскоре их утопить...» [300, с. 4]. Среди его записей имеется следующая: «Литогенезия также должна быть благодарной Линнею. Он был первым и значительнейшим, кто установил убыль воды и рост континента... Он охотно считал бы Землю более древней (1—Б. В.), как это утверждают китайцы, если бы это позволяло священное писание».

Он указал что, изучая «strata montium» (горные слои), он никогда не утверждал, что «по следам бесконечности он пришел к «первичным слоям — они не обнаруживаются» (там же, с. 5). Линней непунист, но не дилuviанист, и верен наблюдениям, когда пишет: «Кто это все (речь о его наблюдениях. — Б. В.) приписывает кратковременному потоку, тот истинно чужд естествознанию и слеп» [там же, с. 26—27]. Актуализм Линнея и его эмпирическое обобщение об убывании воды на Земле — одно из первых в геологии — были географически ограничены, вулканизму в нем нет места.

Б. Котта указывает, что в работе «Приращение обитаемой Земли» (Лейден, 1744) Линней рассматривал земную кору в основном как продукт органической жизни: известняки — животной, глины, песчанистые и сланцевые слои — растительной; его концепция содержала некоторые элементы понятия о биосфере. Он также пытался объяснить постепенное преобразование возникших пород.

Взгляды Линнея были иногда достаточно примитивны. Он, например, думал, что кристаллические породы (гранит) произошли при окаменении глин, содержащих песок и кварц, при участии железа. Линней вслед за Сведенборгом пласты траппа (базальта) с 1741 г. считал осадочными и писал, что он «...показал, что кристаллы возникают из солей и твердые камни происходят из мягких» [9, с. 159]. Эти уже не новые положения легли в основу «химического непунизма» Вернера. Взгляды Линнея, им авторизованные, были изложены Т. Бергманом в его трактате (1766), в котором проводилась идея об отложении почти всех пород из вод первобытного океана.

Уже в первом издании своей знаменитой «Системы природы» (1735) Линней применил к неживой природе деление на классы, отряды, роды и виды, выделив классы камней, минералов и фоссиллий. Впоследствии он развивал эту классификацию, но не внес в нее ничего принципиально нового, в ней Линней для

<sup>1</sup> В 1747 г. один ученый был проклят церковью за мысль о том, что Швеция состояла ранее из нескольких островов.

живой и мертвой природы пытается применить единые принципы. Гагат, угли, асфальт и нефть отнесены им к отряду «битумов» класса минералов, а к гумусам, происходящим из органических остатков, причислены собственно гумус (почвы) и торф.

Несомненен вклад Линнея в палеонтологию. Он описал ряд видов трилобитов. Лишь редкие окаменелости, например эхиносфериты, он считал минералами. Классифицируя ископаемые остатки по характеру fossilization, Линней разделил их на четыре группы: 1) фоссилы — почти неизменные (ныне субфоссильные, частью и другие остатки); 2) выполненные осадками (полые); 3) отпечатки; 4) полные окаменелости (замещенные — кремнезольная древесина и т. п.). Янтарь он считал окаменелой смолой. Линней вначале полагал, что ископаемые остатки относятся к видам, ныне живущим в глубинах моря. Позднее он пришел к убеждению, что во всяком случае в Европе таких организмов нет. Линней употреблял термины «littoralia» и «pelagici» по отношению к ископаемым и живущим моллюскам, указав, что эти названия двух групп животных общеприняты. Первое применялось в современном смысле, хотя, вероятно, и с включением бентоса.

Бюффон был противником Линнея, но мы находим у них общие мысли, например, о первобытном, медленно убывающем океане. По существу Линней униформист и, как Лейбниц и Бюффон, утверждал, что «природа не делает скачков» (1751 г.). Бюффон был необъективен к Линнею; русский переводчик замечил в примечании, что Бюффон, ссылаясь на труды Линнея, «все толкует на опако». Классификация минералов Бюффона также имеет общие черты с классификацией Линнея, хотя Бюффон вначале вообще отвергал классификации.

Линней, несомненно, влиял на науку XVIII в. — Бюффона, Бергмана, Вернера, Ламарка и др. Эмпирик Линней не дал в геологии законченной теории. Это, вероятно, создало впечатление, что он прошел незамеченным в геологии [300 и др.]. Надо полагать, что кроме химического непутизма его индуктивный «описательный» метод и актуализм, а также классификации, не прошли бесследно и для геологии.

В 1748 г. в Амстердаме на французском языке вышел «Теллиамед» — труд де Мелле, носящий печать эпохи, в которую он был создан (1715 г.), но имевший известное значение и в середине XVIII в. Де Мелле, исходя из сходства слоистых пород с морскими осадками, исследует последние, а также дно моря и течения. В частности, он рассмотрел захоронение организмов в слоях и считал, что все горные породы — это затвердевшие морские осадки. В более молодых породах больше окаменелостей: жизнь, возникшая в океане, развивалась постепенно — от растений к морским и далее к наземным животным. Часть организмов уже вымерла. Земля вначале была покрыта водой, которая постепенно убывала — потопа не было. Долины и горы возникали вследствие работы морских течений и стока вод отступающего моря (ср. с Бюффоном и др.).

Вулканизм, по де Мелле, вызван горением нефти, жира и угля, образованными при разложении организмов. Де Мелле был хорошим наблюдателем, но его идеи о прошлом и будущем часто фантастичны. Земля приближается, по де Мелле, к Солнцу, поэтому ее водная оболочка испаряется. Вулканы обратят в конце концов Землю в раскаленное тело, которое начнет новый цикл развития. В этой части работы содержатся курьезы о водяных хвостатых людях и т. п. Де Мелле не зря завещал опубликовать труд после смерти; он враждебен религии.

У Бюффона и др. мы увидим ряд идей, близких к идеям де Мелле. Любопытно, что он, как позже и Бюффон, полагал, что человек сушу впервые

освоил на севере. К. Гуммель [282] считал де Мелле основоположником актуализма. Де Мелле пользовался актуализмом, как и все, но нет оснований его выделять.

Лейбниц умер в 1716 г., его работа «Протогея» вышла на латинском языке в 1740 г., а на немецком языке в 1749, 1768 и 1949 гг. Земля, по Лейбницу<sup>1</sup>, возникла из расплава, так как «по естественному закону твердое возникает из жидкого» (ср. со Стено и др.). На поверхности еще жидкой Земли выделялись пятна шлака, как на Солнце. Земная шлакообразная и стеклообразная кора образовала гигантские пузыри (под выпуклостями — пещеры). Давление и взрывы паров в этих полостях породили трещины в коре и проникновение воды к раскаленным недрам Земли — вулканизм. Обрушение пустот обусловило выход воды на поверхность — всемирный потоп, который Лейбниц признает, как и догматы церкви. Но обрушения и наводнения были неоднократны, они и вызвали изменения планеты. Лейбниц отрицает роль движения земной коры, считая, что окаменелости на горах — это отложения потопа. Он устанавливает первоначально горизонтальное положение слоев, высказывается о парагенезисе минералов и т. п. Он отвергал алхимию и всякого рода легковерие: «Авторитету Плиния противопоставляю я тщательные наблюдения Стено» [243, с. 28].

Основное значение труда Лейбница — методологическое. Он строит историю объектов из их свойств, сравнивая естественный процесс образования с родственным искусственным: «природа действует в большом в некоторой степени так же, как искусство (техника. — *Б. В.*) в малом» [313, с. 245]. Этот метод аналогии (спонтанное моделирование) Лейбниц применяет чаще к процессам, а не к их продуктам.

Р. Штикер, преувеличивая, считает Лейбница основателем «научной геологии», ставя его в один ряд с Р. Гуком и Д. Реем. Берингер думает, что космогония Лейбница «почти предвосхищает» идеи Э. Канта и П. Лалласа, а также контракционную теорию. Его взгляды были передовыми для начала XVIII в. и уже не выделялись в 1740 г., хотя надо сказать, что в представлении о в некоторой мере эндогенном вулканизме, как и в признании вторичности нарушений пластов, Лейбниц стоял выше Бюффона (1749 г.). Пример Лейбница показывает, как трудно, особенно для той эпохи, характеризовать естествоиспытателя одним определением. Лейбниц — и дилuviанист, и «механический» непунист, и плутонист. Его «Протогея» была заслонена идеями Бюффона, Лалласа и др., но влияние на науку той эпохи она оказала.

### 13. «История и теория Земли» Ж. Бюффона. Базальты и идеи непунизма в 70-х годах XVIII века

Более богатую картину геологических процессов нарисовал в 1749 г. Бюффон. Он отверг представление о всемирном потопе, но в отличие от Мора придал решающую, хотя не единственную роль океану и воде вообще, и второстепенную, случайную — вулканизму и землетрясениям. Его часто называют непунистом, излагая неполно и неверно его идеи.

Коснемся общетеоретических и методологических взглядов Бюффона. Первый том своей «Естественной истории» он посвятил «Истории (описанию. — *Б. В.*) и теории Земли», так как «всеобщее описание Земли должно предшествовать частному описанию ее произведений», в геологических явлениях

<sup>1</sup> Идеи Лейбница цит. по [242, 243, 313, 330].

«показывается вся природа; она суть главные ее деяния, кои влияние имеют во все прочия» [15, 1, с. 73]. Мировоззрение Бюффона формировалось под влиянием в первую очередь Декарта и Лейбница и в нем сосуществовали метафизика и диалектика, ведущий в его идеях материализм с элементами идеализма. Бюффон деист, он признавал «первотолчок», сотворение мира, который затем развивался без вмешательства бога. Природа, по Бюффону, — «система законов», мир — объективная реальность; «...Наши понятия, таким образом, вместо того, чтобы быть причинами вещей, суть токмо следствия...» [15, III, с. 67]. Во Вселенной для Бюффона все закономерно, подвержено непрерывным изменениям и связано постепенными переходами. Складки и другие нарушения пород он относит к «случайным» явлениям, но «случайность сия должна иметь свой закон» [15, 1, с. 243].

Элементы идеализма Бюффона связаны с пониманием жизни. Организмы для него состоят из «первоначальных и нетленных частиц», которые принципиально иное, чем исходные элементы мертвой природы. Живое вещество способно питаться и «уподоблять себе мертвое» под влиянием присущей ему особой силы. Таким образом, Бюффон — виталист и воскрешает идею панспермии<sup>1</sup>. Он первый, исходя из идеи вечности живого вещества, поставил вопрос о его количестве на Земле и считал его примерно постоянным, при способности к безграничному размножению при наличии условий. Эти взгляды впоследствии развивал В. И. Вернадский, указавший на Бюффона как предшественника. Для Бюффона животные не вполне механизмы, у них лишь низшие формы психики; между ними и человеком, обладающим «душой», непроходимая грань. И. И. Каннаев [80] указывает, что к концу жизни Бюффон стал считать и душу материальной.

Наиболее важны для геологии были методологические взгляды Бюффона. Он в значительной степени (не безусловно) детерминист (Райков, 1958) и искал причинность явлений. Он пишет о существовании неровностей поверхности Земли, которые делают ее для нас привлекательной: «...Независимо от нужды нравственной (цели. — *Б. В.*), которая в любомудрии изредка только должна быть доказательством, есть в том нужда (причина. — *Б. В.*) естественная...» [15, I, с. 292].

Основным в науке Бюффон считал метод сравнения: «...мы не иначе как через сравнение получить можем понятие; чему нет совсем никакого сравнения, то... непостижимо для нас; один пример бога привести мы здесь можем, он поелику ни с чем сравним быть не может, потому и непостижим...» [15, IV, с. 5]. Сравнительный метод Бюффон понимал глубоко, как анализ «взаимных отношений» вещей и их сходства и различия. Идею актуализма он высказывает неоднократно. Он пишет, что поверхность Земли «несколько времени была дном морским, где все то же делалось, что и ныне делается в море... слои происходили мало-помалу, а не вдруг от какой-нибудь великой перемены» [15, I, с. 85] и прямо указывает на необходимость «...заключать из настоящего о прошедшем» [там же, с. 101].

Но пользоваться актуализмом как простым сравнением можно лишь исключив в прошлом Земли какие-либо действия, неизвестные в современности. Действительно, у Бюффона мы видим в 1749 г. отрицание всеобщих катастроф, мысль о постепенном и длительном действии ряда факторов: «Не должны мы принимать в уважение причин, коих действие весьма редко, сильно и нечаянно, оне не принадлежат к обыкновенному течению природы; но действия ежедневно

<sup>1</sup> Существование особых мировых «семян жизни», отличных от мертвой природы.

случающиеся, движения, кои беспрерывно возобновляются... суть причины и основания, на которые мы внимание обращать должны» [15, I, с. 101].

Геогения Бюффона связана с представлением о первоначально расплавленной Земле; Земля образовалась вследствие косога удара кометы в Солнце и отрыва от него  $1/650$  массы, образовавшей планеты (ср. с гипотезой Джинса). Земля постепенно остыла, покрылась водой и атмосферой. Движения воды и течения стали изменять поверхность Земли, образовав еще на дне моря в основном горный рельеф (идея Л. Бурже). Море затем схлынуло в пустоты, оставив материки и горы, изменявшиеся под влиянием разных сил.

Труд Бюффона разделен на собственно «теорию» и «доказательство». Геогения как гипотеза помещена среди «доказательств». Бюффон указывает, что его гипотеза лишь не противоречит его теории. В последней рассматриваются изменения Земли под действием внешних (морских, речных и подземных вод, их механического и химического действия, дождя и ветра) и внутренних сил. На первое место среди внешних сил он ставил деятельность моря, затем вод суши, на третье — ветра. Его представления об их работе соизмеримы со знаниями начала XIX в. Главным отличием является огромная роль, отводимая Бюффоном приливам, отливам и морским течениям, связанным с вращением Земли и в основном сформировавшим ее рельеф еще на дне моря, когда оно покрывало почти всю Землю. Речная эрозия лишь продолжила их действие. Эта идея идет от Бурже и сохраняется еще у Ляйеля. Все внешние факторы действуют «малопомалу», являясь вместе с тем наиболее значимыми в развитии Земли. Бюффон допускал, что вначале интенсивность действия сил, изменяющих Землю, была больше (такая идея существует и сейчас) или еще не окаменевшие породы были податливей.

Труд Бюффона — свод современных ему знаний о геологических процессах, естественно, не исчерпывающий, но объединенный его идеями. Отметим его мнение, совпадающее с мыслями Линнея, о происхождении гранита как механического осадка, сцементированного впоследствии при участии воды. Эта идея была оставлена им в 1778 г.; ее сохранившийся аспект мы видим теперь лишь в представлении об аркозах. Трудно перечислить все мысли, собранные или предложенные Бюффоном. Он полагал, что соленость моря частично первична (идея уже существовала), а частично зависит от приноса солей реками — как думает Галлей. Бюффон указывает, упоминая Вудворда, на большую роль организмов в формировании многих пластов и биогенное происхождение чернозема. Интересно его мнение о большой роли пыли в образовании отложений и механизме ее осаждения. По Бюффону, мелкие осаждающиеся частицы — «ни что иное суть, как остатки пыли, перенесенной по воздуху, каковую ветры беспрестанно с поверхности Земли поднимают и которая падает, втянув в себя влагу из воздуха». [15, I, с. 221]. Здесь и в ряде других случаев он «опережал» эпоху; мысль о роли воды в осаждении пыли развивалась, например, И. Вальтером в 1898 и 1935 гг. [33].

Непрерывное действие сил, изменяющих Землю, связано у Бюффона с неизменностью порядка природы. Остывнув, Земля существует в примерно одинаковых условиях: «Я рассматриваю Землю в состоянии, почти сходном с тем, в каком мы ее ныне видим» [15, I, с. 220]. Это «не догматический» униформизм. Бюффон в 1749 г. не высказывается конкретно о возрасте Земли, но явно не придерживается библии: «...недостаток исторических памятников лишает нас познания событий; недостает нам опытности и времени; не можно думать, чтоб недостаточно того времени для природы, которого мы не имеем...» [15, II, с. 250].

Рассматривая внутренние факторы изменения Земли, Бюффон несколько противоречив. Вулканизм он связывает с самовозгоранием серы, угля и т. п. Вулканизм и землетрясения у него — явления эпизодические, не ведущий фактор: «Сильное землетрясение к произведению гор хотя и достаточно, но не в состоянии сделать перемены в остальной части земного шара» [там же, с. 164]. Он замечает, что «некоторые физики», в частности Д. Рей (Моро Бюффон не упоминает), считают землетрясения и вулканизм универсальной причиной изменений Земли. Однако Бюффон указывает, что вулканические горы не сложены, как другие, горизонтальными слоями. Неизвестно образование от землетрясений крупных гор, а возникновение Анд или Кордильер путем землетрясений было бы для Земли всеобщей катастрофой, предполагать которую у него нет оснований. Бюффон в 1749 г. признает наклоны слоев первичным обложением неровностей. Это противоречит его мысли о возможной роли землетрясений в образовании гор.

Но Бюффон оценивает роль «подземных огней» и иначе. Говоря о «великих оседаниях», например о «провале Атлантиды», Бюффон пишет, что хотя они «...произошли от случайных и побочных причин, однако они первое занимают место между главными событиями истории о Земле и к перемене шара земного немало способствовали. Они произошли по большей части от подземного огня... ибо ничто не может сравниться с силой горящих в недрах земных заключенных веществ». [15, I, с. 111]. Бюффон ссылается здесь на Агриколу и Рея. В другом месте он отводит «огню» также первую роль: «...огонь, воздух и вода производят беспрестанные изменения, кои со временем весьма увеличиваются...» [15, II, с. 248]. Касаясь опускания Атлантиды, Бюффон пишет: «перемена сия могла вдруг последовать... может и то статься, что сия перемена не вдруг, но через немалое время последовала...» [15, I, с. 99]; Бюффон допускает и постепенное оседание.

Землетрясения он делит на вулканические и не имеющие видимой связи с вулканизмом. Причина последних — постепенное распространение «подземного пожара». Эти взгляды, как и ряд других, не новы. Бюффон не непунист в узком смысле слова, но у него в 1749 г. экзогенные факторы являются ведущими. Базальт для него — вулканическая порода, но гранит — продукт механического осаднения и цементации обломков от разрушения первичной коры остывшей Земли. Непунизм Бюффона следует назвать *механическим*.

Противоречия в вопросе о внутренних факторах и отсутствие у Бюффона ясного представления об их взаимодействии с внешними связаны с уровнем естествознания и, по мнению Палласа, ограничены географически. Однако прогрессивность книги Бюффона была замечена церковью и осуждена Сорбонной; в 1751 г. он был вынужден «отречься» от своих взглядов на развитие Земли.

В 1750 г. «Теория Земли» была переведена на немецкий, в 1765 г., без «Доказательств»<sup>1</sup> — на русский, в 1785 г. — на английский языки. В России она полностью издана в 1790—1827 г., с позднейшими (1778 г.) дополнениями Бюффона. В 1757 г. в русской литературе труд Бюффона был оценен высоко. В предисловии к немецкому изданию (1750) А. Галлер писал, что взгляды Бюффона, хотя и талантливы, но «нуждаются в защите». В частности, он, возражая Бюффону, берет под защиту систематику Линнея. Он считает, что Бюффон «всегда идет дальше», чем требуют его «знания, опыт и благоразумие».

<sup>1</sup> Без гипотезы о естественном происхождении Солнечной системы, которая вызвала нападки на Бюффона.

Галлер призывает читать труд, который «обещает меньше, чем дает», с «фило-софской внимательностью».

Подчеркнем, что Бюффон позднее ссылается на работы французских авторов, с 1752 г. считавших базальты Франции лавами. Н. Демаре в 1765 г. на основании наблюдений над столбчатой отдельностью сделал доклад в Парижской Академии о глубинном генезисе базальта [264]. Эту работу иногда противопоставляют учению Вернера, хотя в это время знаменитый «базальтовый спор» только начинался. В 1751 г. Геттар описал 16 ископаемых базальтовых вулканов Оверни, считая базальт глубинной породой. В 1770 г. он пришел к выводу, что столбчатый базальт, который в 1765 г. описал Демаре, имеет водное происхождение. Циттель [330] находит это странным. Но в 1766 г. Т. Бергман, шведский химик и минералог, «первичные» (по И. Леману) породы отнес к химическим кристаллическим осадкам (считая вторичные, «флетцевые», породы «механическими»), предложив тем самым идею непутизма (химического) как теорию осадкообразования. Таким образом, Геттар принял эту идею, которую разделил в 1788 г. также Ф. де Сент-Фон. Бюффон предполагал, что столбчатая отдельность базальтов связана с быстрой кристаллизацией лавы, изливавшейся в море. Любопытно, что эту ошибочную мысль повторил Вальтер (1886).

Базальты и потухшие базальтовые вулканы в это время изучали также И. Монт во Франции, который в 1760 г. сделал доклад в Парижской Академии о столбчатой отдельности базальта, как результате кристаллизации из расплава [277], И. Странж в Англии, В. Гамильтон и Р. Расп в Германии и др. Бергман (1777) отождествил базальт и трапп, рассматривая их как осадки, выпавшие из вод; эта его идея некоторыми авторами принимается, но другие иногда считают базальт вулканическим, а трапп — осадочным. В последнем случае мотивом служил, видимо, характер залегания.

#### 14. Стратиграфические и минералогические работы середины XVIII века. Геология в России

Д. Ардуино (1760) для верхней Италии предложил следующую стратиграфическую схему: а) первичные слои (без окаменелостей); б) вторичные — морские отложения с окаменелостями; в) третичные — мергели, глины и т. п. с обильными окаменелостями; г) отложения равнин (т. е. четвертичные. — *Б. В.*); е) вулканические породы, подразделяющиеся по возрасту на группы, соответствующие а, б, в. Одновременно он указал на вулканическое происхождение базальта. Ардуино первый дал общее грубое расчленение, почти соответствующее современному делению на группы. Влияние его на геологию, как считают, было значительным.

В истории геологии оставил след И. Г. Леман [107, 292]. Он — умеренный дилuviанист, полагал, что важнейшие изменения Земли связаны с потопом, но и далее она изменялась под влиянием дождей, потоков, осушений и вулканизма. Он развивает, по его словам, идеи М. Бертрана, опубликованные им незадолго перед тем в Берне. Любопытно, что Леман не упоминает Бюффона, с которым у него немало общего, но полемизирует с Бернетом, Вудвордом, Вистоном и Моро, ссылается на Лейбница, Ньютона, а также классиков: Овидия, Ювеналия, Эмпедокла и др. Леман дает три возрастные группы гор, различающиеся и рудной минерализацией. В его работах — зародыш представления о рудных поясах.

Стратиграфическая схема предложена им в 1762 г. [107]. Он выделяет породы: а) первобытные, без окаменелостей, с нарушенными слоями, часто

с рудными жилами; б) флетцевые (пластовые), в том числе: 1) древние слои — мертвый лежень, голубые сланцы, угли и т. п.; 2) молодые слои — красный лежень, голубую глину, медистые сланцы, цехштейн и т. п. Эта схема, уточненная и развитая для Тюрингии У. Фюкселем в 1762 и 1778 гг., легла в основу универсальной схемы А. Вернера. Фюксель ввел термины «слой», «толща» (situs) и «горная серия». Отдельные серии он характеризовал определенными окаменелостями. Справедливо считают, что Фюкселю принадлежит установление общих принципов построения стратиграфической шкалы. Перечисленные работы, разумеется, не единственные по стратиграфии. Стратифицирование стало необходимым и всегда приводилось в крупных работах. Например, Бергман в 1769 г. придерживался в общем схемы Лемана. Для Англии схему девяти последовательных формаций в 1760 г. предложил Д. Мичел и т. д.

Существенный прогресс был достигнут в области минералогии. В 1758 г. А. Кронштедт в работе, переведенной в 1760 г. на немецкий и в 1770 г. на английский языки, видимо, впервые четко отделил минералы от смешанных пород (базальта, гранита и др.). Тем самым было положено начало разделению «минералогии» на минералогия и петрографию и разграничению двух соответствующих методов. Кроме того, Кронштедт основал метод «паяльной трубки». Она применялась еще в XVII в., но лишь он показал все ее возможности [56]. Ломоносову и Леману [107] принадлежат высказывания о «совместном нахождении минералов» — парагенезисе. Бергман ввел в минералогия, хотя еще в примитивной форме, химический анализ.

В конце 70-х годов вышло первое издание «Кристаллографии» Роме де Лиль. Но для ее возникновения, связанного также и с именем Р. Гаюи, важнее расширенное ее издание (1783). В нем Роме де Лиль сформулировал закон постоянства гранных углов, ряд других основных положений кристаллографии и описал свыше 500 кристаллических форм. Говоря о возникновении кристаллографии, он указал на успехи физической химии и «литологии» (Палласа, де Борна и др.).

Кристаллография возникла в связи с развитием учения о растворах. В свою очередь, она способствовала разработке химического непутизма. Роме де Лиль писал: «Не являются ли эти первозданные горы, в которых... Бюффон видел только вздувшиеся массы расплавленных веществ<sup>1</sup>... ничем иным как громадным скоплением различного рода кристаллов? Не возникли ли эти кристаллы в жидкости, относительно которой нет никаких доказательств, что она обязана своим происхождением огню?» [191; дополнения, с. 94].

*Кристаллографический метод* в первое время, как мы видим, способствовал развитию ошибочной (в целом) концепции химического непутизма. Очевидно, здесь сыграла роль трудность получения кристаллических веществ из расплава<sup>2</sup>. Заметим, что Роме де Лиль альтернативно допускал обе возможности, а кристаллография шла индуктивным путем. Она была одной из первых наук, имеющих прямое отношение к наукам геологического цикла, в которой была доказана *математическая закономерность* неорганической природы, на что указал сам Роме де Лиль.

О ряде минералогических представлений середины XVIII в. можно судить по труду Валлериуса 1747 г. [16]. К минералам он относил органические ока-

<sup>1</sup> Речь идет о работе Бюффона 1778 г.

<sup>2</sup> Гранит смогли расплавить лишь в 30-х годах XX в. При кристаллизации из расплава гранитоподобное вещество в присутствии воды и при высоком давлении смогли получить лишь сто лет спустя.

менелости, различая виды окаменения (ср. с Липнеем). В классификации им указываются «образные» (имеющие форму) камни естественные и «искусством деланные» — топоры, кувшины и т. п. К области минералогии относятся кирпичи, стекло, даже сталь, медь и т. п. Это интересно как зародыш технической петрографии, обособившейся много позже.

В России к середине XVIII в. появилась геологическая литература. Укажем на В. Н. Татищева, затем на И. И. Лепехина и других участников академических экспедиций. Многочисленные описания ими современных геологических явлений сопровождаются иногда теоретическими соображениями. Так, И. И. Георги (1775) выдвинул идею о происхождении оз. Байкал вследствие «ужасного... землетрясения». Высказывания русских ученых той эпохи обычно примыкали к идеям Ломоносова. Татищев впервые в дельте Волги описал «бугры», впоследствии «бэровские». Немало геологических наблюдений приведено у С. П. Крашенинникова в «Описании Земли Камчатки» (1786) и у других авторов [213 и др.]. В 1755 г. произошло лиссабонское землетрясение, породившее огромную литературу. Это событие было основанием для развития соответствующих аспектов различных гипотез. Его влияние можно найти в работах Бюффона, Ломоносова, Палласа и др.

Основоположником геологии в России является Ломоносов. До него преимущественно лишь накапливался национальный фонд наблюдений. Значение их, благодаря уникальности территории России, было существенным и для мировой науки. Ломоносов первый в России выступил с обобщениями. Он воспринял почти все прогрессивные идеи геологии и внес в ряде случаев новые идеи или точки зрения. О Ломоносове как геологе написано много (Д. И. Гордеев, Н. И. Николаев и др.). Это позволяет отослать читателя к литературе. Необходимо лишь указать, что иногда оценки его идей субъективны. Ломоносова считают основателем геологии, геоморфологии, тектоники, геохимии, геофизики, учения о полезных ископаемых, актуализма [113]. Считали, что он первый указал на изменения поверхности Земли, первый начал измерять углы кристаллов и т. п. Если так, то Ломоносов в этих работах почти в отрыве от мировой науки, «интуитивно» приходил к новым открытиям. Это неправильная абсолютизация роли личности в истории науки.

Прав А. П. Павлов, который писал: «Многие из идей, высказанных Ломоносовым, высказывались и его современниками и даже раньше его, особенно со времени Стенона...» [147, с. 22]. Сказанное, разумеется, никак не умаляет гениальности Ломоносова и его значения в науке.

Вопросов геологии Ломоносов [113] касался преимущественно в двух работах (1757, 1763). Он — вулканист, ведущую роль у него играют внутренние силы. Вулканизм — результат горения серы, также угля, смол и т. п. Большую роль вместе с внутренними играют и внешние силы, непрерывно преобразующие поверхность Земли. Горы, по Ломоносову, возникают путем обрушения или быстрыми движениями (от землетрясений), или «нечувствительным и долговременным земной поверхности понижением и повышением» [113, с. 48]. Ломоносову принадлежит приоритет в *идее* о медленных движениях земной коры, которую он выразил вполне четко, как всеобщую, в отличие от альтернативных или менее определенных высказываний Бюффона и др. Павлов [145] справедливо считает, что Ломоносов объединяет область остаточного жара Земли с горением серы и смол. Землетрясения у него связаны с вулканизмом; а образование долин — в большинстве случаев с землетрясениями и с горообразованием. Это один из аспектов будущей гипотезы катастрофизма, которая генетически связана с вулканизмом (Паллас).

Всемирный потоп не может быть причиной окаменелостей на вершинах гор. Ломоносов приводит те же доводы, что Линней и др. Движения уровня моря он объясняет колебаниями высоты суши. Ломоносов пытался показать, как глубоко скрыты силы, являющиеся причиной движения земной поверхности — внутренний «пожар». Н. С. Шатский пишет: «Основываясь на данных механики и геометрии, Ломоносов определяет толщину земной коры от 30 до 70 км. Совершенно неясны те методы, которыми он получил эти цифры, поражает, однако, что толщина земной коры, указанная Ломоносовым, ... того же порядка, что и величина, определяемая современными геофизиками...» [222, т. IV, с. 13]. Рассуждения Ломоносова ясны, в них нет «данных механики и геометрии». В основе его цифр [143, с. 60—63] лежит качественное представление о своде, благодаря которому передается дрожание — землетрясение. Ломоносов пишет, что его рассуждение о глубине действующей причины землетрясений служит «к примерному показанию, а не к точному определению» (до появления железобетона сводов, столь относительно тонких, не могло быть). Цифровые характеристики могли возникнуть у Ломоносова от интуитивного представления о Земле как целом. Тогда это типичная интуиция, и речь идет о некоторой аналогии с земной корой. Понятие о ней уже существовало.

У Ломоносова мы встречаем первые мысли о термометаморфизме. Он внес вклад в минералогию и кристаллографию и был сторонником органического происхождения янтаря, угля и нефти. Все его идеи связаны с актуализмом. Ломоносов отверг некоторые распространенные предрассудки эпохи, например, представления о том, что северные земли менее богаты минералами, чем южные. По вопросу о полезных ископаемых у Ломоносова много передовых мыслей. В частности, ему принадлежит мысль об отложении (секреции) руд из растворов, образующихся при выщелачивании пород водой; он выделил четыре типа рудных месторождений. Рудные жилы он рассматривал как выполнения трещин и считал их разновозрастными, а их состав зависящим от глубины образования месторождения [180]. Он высказывался о совместном нахождении минералов и отметил проседания над зонами выветривания рудных месторождений («шляпы»).

Влияние на геологическое мировоззрение Ломоносова оказали, видимо, больше всего Декарт, Лейбниц, меньше — Бюффон. Труды Ломоносова богаты идеями. Пожалуй, самой важной является идея о связи в развитии Земли внешних и внутренних факторов; последние проявляются двояко — катастрофически и постепенно. Ломоносов ясно выразил идею геологического времени. Он пишет о сотнях тысяч лет предполагаемых изменений эклиптики, с чем могут быть связаны изменения климата. Для него геологическое время несоизмеримо с библейским.

Обсуждался вопрос о причинах отсутствия ссылок на Ломоносова и как бы слабого резонанса на его взгляды. «Слово о рождении металлов...» было издано в 1757 г. на русском, латинском, а в 1761 г. на немецком языках. Во Франции, Германии и Англии были напечатаны рефераты на нее. Работа «О слоях земных» (1763) была менее известной. Причина, очевидно, заключалась в том, что Ломоносов намного опередил эпоху и, кроме того, мешали национальные предрассудки — замалчивались русские работы. Можно высказать и еще соображение: работы Ломоносова были слишком общего, даже конспективного характера, а на идеи ссылались реже.

Большое значение [41] имели работы Палласа. Он был вдумчивым полевым исследователем, эмпириком, работавшим в области биологии, геологии и т. п.

Его имя широко известно, его ценили Бюффон, Кювье, Ляйель, Дарвин и др. Идеи Палласа в области геологии изложены в его речи на собрании Российской Академии Наук [303]. Она издана в Петербурге на французском и немецком языках (1777, 1778) и переиздана в Париже (1779, 1782). Паллас развивал некоторые идеи Моро, Бюффона, Ломоносова и других ученых.

Интересны прежде всего методологические замечания Палласа и некоторые его эмпирические обобщения. Он указывает, что существующие гипотезы содержат много ценного, но построены обычно на основе частных географически ограниченных наблюдений: итальянцы ищут причины в подземном огне, К. Делиус по наблюдениям в Карпатах решил, что ядро Земли известняковое и т. д. Ограниченность он находит у Вудворда и Бюффона, который судит о горах «по-видимому» по горам Франции, со слоями примерно горизонтальными или по «горам огнедышащим». Паллас указывает, что Россия по территории и ее разнообразию представляет огромные возможности, им использованные.

Паллас убедился, что тирольские, сибирские, кавказские и прочие горы состоят существенно из гранита и менее из базальта. Вероятно, гранит — это главная составная часть земных недр; он, по-видимому, первоначально был расплавлен. По наблюдениям, пишет Паллас, все граниты древнее, чем следы жизни, и должны были образоваться вследствие общего переплавления (ультраметаморфизма, — *Б. В.*), уничтожившего следы организмов (ср. граниты, как «былые биосферы» у Вернадского). Паллас здесь ссылается на представления о циклах природы в индусских и египетских учениях. Он критикует Бюффона, считавшего, что гранит — механический осадок. Гранит, наоборот, выветриваясь, дает песок и щебень. Паллас отвергает мнение о происхождении гор вследствие обрушения коры, окружавшей «дикий жар» внутри Земли (это в адрес последователей Декарта). Паллас не соглашается и с Л. Бурже о планетарных закономерностях размещения горных цепей. Но он пишет о взаимосвязях систем гор, в частности в Азии, о их частом соединении в средних точках — «седловинных поверхностях». Он указывает на Тибет, где следует искать родину человека. Идея эта высказана и Бюффоном в 1778 г. и воскресла в XIX и XX в. [198], получая различные обоснования (конвергенция идей).

Паллас устанавливает стратиграфию: гранит, затем сланцы (роговики, глинистые сланцы) и др. В сланцах никогда не встречались следы окаменелостей, что также доказывает их большую древность. Он указывает на «...признаки, что многие эти породы испытали действие сильного огня, содержат мощные жилы, трещины, гнезда богатых руд... постепенный переход от гранита. Все это доказывает большую их древность и действия, каких при возникновении более молодых пород не было». [303, с. 38]. Это — высказывание о регионально-контактном метаморфизме. Паллас связывает рассматриваемые «действия» с вулканизмом при поднятии. Выше гранитов и сланцев, продолжает он, еще круто лежит вторичная формация — известняки (карбонатные породы) и далее третичная формация — песчаники и мергелистые слои. Они говорят о прошлом яснее, чем первичная формация. «Нашему наблюдающему столетию досталось точнее исследовать и объяснить этот архив природы», но и «ряд будущих столетий его не исчерпает.» [303, с. 40].

Только горизонтальные слои известняков, полных окаменелостями, покрыты третичными слоями, — пишет Паллас. Слои же известняков у гор стоят круто, а затем, быстро выходясь, от Урала идут до Балтики. Везде — в слоях или рельефе — следы моря. В частности, следы бывшего моря — озера, шхеры Балтийского и Белого морей. Отложения эти по характеру фауны — глубоководные, и могли образоваться только в течение очень многих столетий.

Это Паллас особенно относит к глине, лежащей под известняками, мощность которой еще не исследовалась. Глина, по-видимому, непосредственно связана с частью полосы сланцев. Сланцы продолжают на равнину, переходя в неизменные глины, лежащие полого. В этих высказываниях — зародыш представлений о фациях, что уже в то время было не ново. В глинах, пишет Паллас, много колчедана, растительных остатков, есть горючие сланцы, что объясняет происхождение вулканов, особенно на морском дне (заметим, что сейчас доказано широкое распространение вулканизма на дне океанов). Стратиграфия Палласа, несмотря на малую дробность, совершеннее, чем ранее существовавшие схемы, в которых граниты объединялись со сланцами, тем более, что Паллас указал на их метаморфическое происхождение. Но сланцы относили к «первоначальной коре охлаждения Земли» еще и до конца XIX в.

Гранитные горы не покрывались сплошь морем, как думал Бюффон, пишет Паллас, а всегда были сушей. Остается, продолжает он, найти причину поднятия гор и опускания уровня океана. Причины он видит в общем действии вулканов и одного или ряда мощных наводнений — «излияний» Мирового океана. Нужно, по его мнению, «взять вместе различные новые гипотезы, вместо того, чтобы связывать себя одной».

Рассматривая третичные слои, содержащие много флоры и мало морской фауны, Паллас пишет, что катастрофическое наводнение после долгих сомнений<sup>1</sup> стало для него очевидным, после того, как он увидел обилие экзотических костей в наносах Сибири (на р. Вилюй был найден носорог с кожей). Только стремительное наводнение могло принести эти трупы, прежде чем они разложились.

Гипотеза — эмпирическое обобщение — Палласа сводится к следующему: сланцы — осадки, возникшие из продуктов разрушения гранита и измененные вулканическими извержениями. Они частично синхронны глинам и пескам равнины, подстилающим известняк. Благодаря вулканизму возникли новые острова и, вероятно, поднялись все европейские известняковые альпы — бывшие коралловые острова и раковинные банки. Дно моря повышалось от накопления осадков, как это происходит и ныне. Снос с разрушающихся гор, намыв приливами также дают приращение равнин.

Постепенное сокращение площади моря, а также и вероятное общее уменьшение воды на Земле — эти причины даже за миллионы лет не могли бы морские осадки превратить в сушу, далекую от моря. «Надо поэтому допустить, что после того как значительные участки у подножия древних гор были населены организмами, возникли мощные землетрясения, вследствие гигантских вулканических извержений в глубинах моря. Они вызвали огромные наводнения... их уровень достиг довольно высоких гор, а суша одновременно увеличилась за счет отложения осадков.» [303, с. 57]. Может быть, тогда внутри Земли «открылись бездны», как иногда считают, поглотившие часть океана. Однако невероятно допущение, что даже высокие горы были покрыты водой. Паллас думал, что вода стояла лишь немного выше сотни футов (около 30 м) над уровнем моря, перекрывая известняковые холмы. Другие горы подняты силой подземных извержений. Он считал, что геологическую работу производили также приливы и наводнения. Он ссылается на современные явления, указывая, что уровень воды во время лунных приливов благодаря сжатию в узких проливах повышается в 2—3 раза. Паллас упоминает и о приливах моря при

<sup>1</sup> Впервые существовавшая идея о катастрофах в истории Земли реально возникла у него при наблюдениях на Урале в 1769 г.

землетрясениях в Перу и на Камчатке (цунами — спонтанная модель Палласа). Он согласен с А. Жюссье [275], что остатки южных растений, встречающиеся в европейских сланцах, принесены из Индийского океана. На то же направление переноса указывают остатки южных животных в северных странах. Если в Индийском океане, пишет Паллас, найдутся следы огромных извержений, а следы наводнений совпадут с направлением из южного океана, то это подтверждает его гипотезу. Но широко известны, продолжает он, вулканы на островах от Африки до Японии.

Море после наводнения стекло к полюсу и ушло в расселины, оставив долины, озера и бухты. Паллас считает, что Персидский залив, Охотское, Красное, Средиземное, Черное и другие моря не могли возникнуть от западного течения океанической воды, связанного с вращением Земли (как у Бюффона). Наоборот, вероятнее всего от катастрофического течения образовались острые южные окончания Азии и более пологие склоны восточнее Анд. Здесь, по Палласу, вероятно естественное объяснение потопа, предание о котором сохранилось. Паллас пишет, что для обоснования гипотезы он не касается «отдельных вулканов на небольших глубинах, как и работы горных потоков и малых землетрясений, действий растений и животных... это уже подробно разобрано в различных трудах». В заключение он указывает на опасность, угрожающую обитателям равнин — они могут погибнуть от таких катастроф в дальнейшем. Текст ясно говорит о том, что приписывать Палласу представление о «всемирных катастрофах», уничтожавших все живое, — ошибка. Паллас смело надстроил эмпирическое обобщение натурфилософской вершины, проиллюстрировав положение Ф. Энгельса о натурфилософии как о широком обобщении недостаточного числа мало изученных фактов.

Ряд точных геологических наблюдений содержится и в описании сибирского путешествия Палласа. Байкал, по его впечатлению, занимает огромную «трещину» в земной коре, а горы имеют сбросовый (разломный) тип. Хотя о разломах в литературе упоминается еще со времен Декарта, представление о них у Палласа ближе к современному.

Паллас прежде всего вулканист и катастрофист, хотя его концепция разносторонняя. Он эмпирик и пользовался актуализмом в различных аспектах. Представляя геологическое время огромным, он не высказывался конкретнее; для его гипотезы спекуляции о времени не нужны. Ему принадлежит мысль о региональном метаморфизме. Им сформулирована идея вулканического поднятия гор, близкая к теории поднятия начала XIX в.

Паллас высказывал эволюционные идеи в области биологии. «Природа не делает скачков», — это он писал (1766), вероятно, под влиянием Лейбница, Линнея или Бюффона. С 70-х годов Паллас отошел от эволюционных воззрений. Против трансмутации видов он выдвинул ряд возражений. Б. Е. Райков считает, что поворот Палласа «к метафизическому идеализму» (?) произошел в «середине 70-х гг. по невыясненным причинам» [171, с. 104]. Здесь же он это объясняет: «хотя мощные умы, подобные Палласу, и приходили к идее эволюции и даже отчетливо ее формулировали, но в иных случаях не могли устоять под напором сомнений, для преодоления которых наука того времени не давала достаточно материала» [там же, с. 105]. Добавим, что сомнения рождались под напором фактов. Их давление, тем более для эмпирика, каким был Паллас, — наиболее вероятная причина изменения взглядов. Это хорошо иллюстрируется тем, что в 90-х годах в Крыму, описывая у Судака мощную свиту пластов, стоящих почти «на головах» без нарушения параллельности, Паллас счел «невозможным объяснить» их положение и образование ими поднятия.

А. В. Хабаков [213] полагает, что тем самым Паллас отказался от своей гипотезы. Из текста лишь следует, что он не может объяснить данный случай. Это, возможно, и связано с сомнением в универсальности гипотезы, но еще не отказ от сути катастрофизма. Паллас лишь последовательный эмпирик и еще более сближается во взглядах с Кювье.

Райков указывает на «сугубую осторожность» Палласа и «противоборство реакционной обстановки». Но его речь в 1777 г. никак на это не указывает. Вряд ли это существенно. Многие факты заставляют думать, что в деятельности Палласа, как и ряда ученых того времени, был примат фактов, а не «мировоззрения». Факты дополнялись, различно интерпретировались, что и изменяло взгляды.

Ясна также причина изменения взглядов Палласа на происхождение гранитов. В 1881 г. в издававшемся им журнале в примечании к письму одного ученого он писал: «Я не хотел бы быть вынужденным решить, произошла ли кристаллизация гранита в холодном или горячем, кашеобразном или жидком хаосе; соли часто кристаллизуются отлично и в густом иле и кристаллы их сами создают себе место»<sup>1</sup>. Это сомнение (альтернатива) вызвано влиянием идей «химического нештунизма» Линнея — Бергмана. В эту эпоху такая «смена вех» наблюдается у ряда ученых (де Сент-Фон, Геттар и др.) по отношению к базальту, хотя идея кристаллизации остается, по принципу соответствия, как эмпирическое обобщение, у нештунистов и у плутонистов. Идеи Палласа мало и односторонне освещены в литературе. А они играли большую роль, найдя отклик, например, у Холла, друга Геттона. Кювье 5 января 1813 г. в речи, посвященной Палласу, сказал, что он заложил основания новейшей геологии. Какие были у Кювье мотивы, увидим ниже. Влияние Палласа, вероятно, оказал и на Бюффона, в частности в вопросе о генезисе гранита. Следы идей Палласа видны у многих исследователей, вплоть до Де ла Беша (1832 г., [239]).

## 15. Необратимое развитие Земли у Ж. Бюффона. Н. Демаре

Еще с середины века Бюффон пытался экспериментально доказать возможность образования горных пород из расплава. Он хочет теперь (1774, 1775 гг.) опытами с охлаждением железных шаров установить время, требовавшееся для охлаждения Земли и планет по этапам: 1) до затвердевания; 2) до температуры, при которой возможно «прикасание» (жизнь возникает); 3) до современной земной температуры; 4) до 1/25 доли современной температуры (жизнь должна исчезнуть). Он находит, что «железная» Земля охладилась бы до современной температуры за 100 696 лет, а с поправками на состав и получение тепла от Солнца — за 74 832 года.

Жизнь вечна и ее «семена» прорастают на Земле при определенной температуре. Поэтому она появляется и исчезает на планетах<sup>2</sup> последовательно, в зависимости от их размера. На Земле жизнь возникла 38 949 лет назад и исчезнет через 93 291 год. Эти исследования Бюффон четко разделил на экспериментальную часть и гипотезу об охлаждении Земли и планет. В сравнительном анализе Земли и планет можно видеть идею направления, которое С. Менье

<sup>1</sup> Слова пророческие: до XX в. шла дискуссия о температурах и степени участия воды в кристаллизации гранитов! См. В. А. Обручев. Зап. Росс. Минерал. о-ва, сер. 2, ч. 52, 1924, с. 222.

<sup>2</sup> Мысль об обитаемости планет была высказана Д. Бруно в 1584 г. и затем Ш. Л. Монтескье. Трудно выяснить все исторические связи.

в 1867 г. [125] и Б. Котта в 1874 г. назвали «сравнительной геологией». Бюффон считал все планеты однотипными с Землей, но находящимися на разных этапах развития. Близкая, хотя недостаточно обоснованная точка зрения существует и сейчас.

В 1778 г. были опубликованы известные «Эпохи Природы» — гипотеза Бюффона о развитии Земли. Он и здесь пользуется актуализмом, указывая: «Речь идет о проникновении во тьму веков, установлении посредством изучения современных явлений существования явлений, ныне погребенных...» [252, I, с. 5]. Для этого есть три «мощных средства»: 1) факты, которые могут подвести нас к происхождению планеты (форма Земли, ее внутренняя теплота, «стекловатость» материи Земли и возможность ее переплавления в стекло; раковины в горах); 2) памятники (органические остатки) в пластах (скелеты «слонов» в Сибири и т. п.); 3) исторические свидетельства.

Бюффон в развитии Земли выделяет семь эпох:

I. Земля вследствие вращения приняла форму.

II. Материя Земли через 25 тыс. лет застыла в виде глубинных кристаллических пород (главная — гранит) внутри и стекловатых масс на поверхности Земли. При остывании возникли полости (рис. 4). Летучие вещества образуют воздушную оболочку.

III. Через 30—35 тыс. лет сконденсировавшаяся вода покрыла всю Землю, за исключением высоких гор. В условиях повышенной температуры Земли впервые появились морские и сухопутные (на горах) организмы. Они отличались от современных (Бюффон ссылается на современные растения и рыб, живущих в источниках с  $t = +50-60^{\circ}\text{C}$ ) и жили 10—20 тыс. лет, затем вымерли вследствие изменения условий существования и сменились другими. Образование воды и заселение Земли организмами шло с полюсов, охладившихся ранее (ср. с де Мелле). Вода затем стала постепенно проникать в подземные полости или в провалы от их обрушения через разломы, а море — отступать (см. рис. 4, с). Круговорот воды, течения и ветры вызвали эрозию первичных гор и новое осадкообразование. Растительность дала начало углям. Возникла основная масса солей, обломочных, органогенно-обломочных и органогенных пород. Одновременно из недр Земли за счет внутреннего жара возгонялись некоторые минералы.

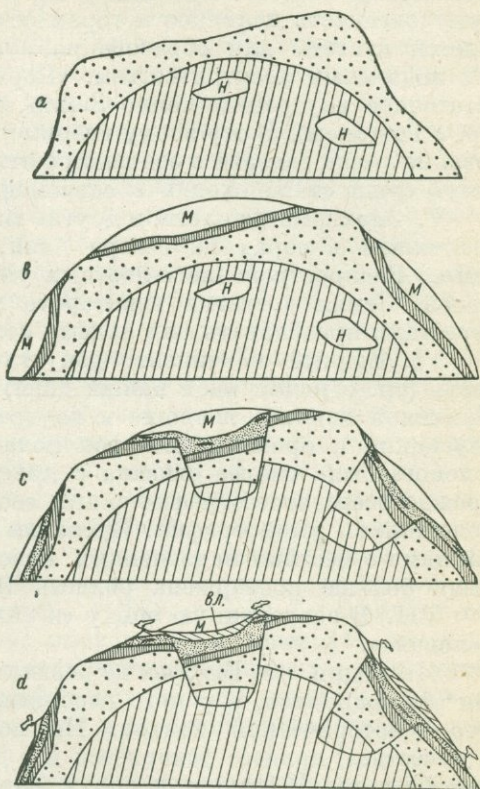


Рис. 4. Строение и развитие Земли, по Ж. Бюффону (1749—1778):

a — II подпериод, затверждение Земли с образованием полостей (H); жирные точки — шлаковая кора; b — III подпериод, возникновение океанов (M), вертикальная штриховка — первые осадочные породы; c — III подпериод, дальнейшая стадия развития; d — IV подпериод, возникновение вулканизма с образованием осадков, содержащих вулканогенные породы (vl).

IV. Накопившиеся горючие осадки вызвали вулканизм, для которого необходимо сочетание огня, воздуха и воды. Действующие вулканы расположены на островах и по берегам морей; потухшие — внутри континентов. Это объясняется тем, что вулканы разновозрастны и связаны с отступанием моря. Приуроченность вулканов к горам объясняется тем, что в горах лучше сохраняются пустоты для образования вулканических очагов. Вулканизм связан и с подземным электричеством. «Первичным веществом» его Бюффон считает остаточное внутреннее тепло Земли, которое непрерывно невидимо вытекает (ср. с Геттоном). В эту эпоху впервые появились вулканогенные породы. Образование долин связано в основном с оттоком морских вод. В конце эпохи поверхность суши стала сходна с современной.

V. Эпоха, когда слоны и другие южные животные жили на севере, — жизнь, возникшая в горах на севере Азии, мигрировала на север, охладившийся ранее. Распространение животных указывает на связь Европы с Америкой и Азией. Земля достигла некоторого равновесия, так как силы разрушения перестали преобладать над силами созидания. Появляется человек.

VI. Единый континент, допустивший миграцию жизни, разделился на части (ср. с рядом идей наших дней) и постепенно принял современный вид. Причиной явились внешние и внутренние процессы, т. е. промывы, намывы, опускания и провалы. Бюффон полагает, что Америка к моменту миграции «слонов» была скорее связана с Азией, чем с Европой. Обосновывает он это прежде всего зоогеографическими ображениями. Бюффон считается основоположником зоогеографии. Предания о всемирном потоце он считает воспоминаниями о местных наводнениях. Революциям (т. е. значительным изменениям) была больше подвержена область Индийского океана.

VII. В современную эпоху «к силам природы присоединилось могущество человека».

Мы видим, что Бюффон не развил намечавшуюся у него идею униформизма. Он эволюционист, и у него необратимое развитие происходит скачкообразно. Это — исторический подход. На известных этапах «количество переходит в качество», процесс ускоряется и в действие вступают новые, ранее неизвестные факторы. В четвертую эпоху, например, ведущим фактором является закономерно возникающий вулканизм. Но вулканизм, в его понимании экзогенный, ослабевает со временем, — эта идея удержалась в геологии до нашего времени.

Бюффон считал, что идеи его «Теории Земли» меняются к 1778 г. лишь в части признания гранита «первозданным». Но Бюффон не прав. Если в 1749 г. его, хотя и условно, можно было считать нептунистом, то в 1778 г. он, хотя и не вполне последовательный, уже плутонист, без крайностей этого течения. В «Добавлениях к доказательству теории Земли» Бюффон, следуя Ломоносову и Палласу, указывает на вторичность наклонов слоев вследствие землетрясений, обрушений и «других случайных причин» [15, I]. «Эпохи природы» — сочинение более зрелое и более богатое идеями. Но мнение Бюффона может свидетельствовать, во-первых, о том, что в общем развитие его взглядов (это действительно так) не нарушало основ его мировоззрения. Во-вторых, следует думать, что оно — ответ на критику Палласа, с работой которого Бюффон несомненно был уже знаком, хотя ссылок на нее нет.

В 1785—1788 гг. Бюффон опубликовал пятитомную «Историю минералов». Он первый пытался дать их генетическую классификацию (в современном понимании — и пород) на основании «происхождения и родства» [253]. Им выделены «порядки», «классы», «подразделения», «виды» и «разновидности» минера-

лов. Он связывает шесть выделенных им «порядков» со своими эпохами природы. Любопытно, что седьмой порядок отсутствует — не пришло еще время... Идея Бюффона была прогрессивна. Железистые кварциты, месторождения мусковита и флогопита, угля — пример возрастных связей, доказанных сейчас для минерало- и порообразования. Чисто генетическая классификация по ряду трудностей не привилась и до сих пор. Тем не менее историко-философское значение опыта Бюффона несомненно. Он первый попытался принцип развития ввести и в область минерало- и порообразования.

Бюффон оказал большое влияние на геологию. Витализм, униформизм, нешунизм, плутонизм, катастрофизм и эволюционизм — все эти течения, развивавшиеся позже, мы находим в разной форме и степени, а иногда в зародыше в учении Бюффона. Им высказано также или чаще поддержано немало и частных идей. У него можно найти мысли о биостратиграфии, о приспособлении организмов к среде и их вымирании, о красном цвете горных пород вследствие присутствия в них железа и т. д. Вероятно, Бюффон первый после Лейбница указал и применил аспект будущего в актуализме. Он смело использовал в геологии эксперимент и моделирование, пытался установить «абсолютное» геологическое летоисчисление. Актуализм Бюффона в «Эпохах природы» содержит уже элементы сравнительно-исторического метода. Но это уже было «духом эпохи».

Выше упоминался Демаре. Ему принадлежит высказывание, содержащее намек на ценность сравнительно-исторического метода. В докладе (1775 г., опубликован в 1779 г.) он писал: «Результаты позднейших процессов более просты и менее модифицированы теми изменениями, которым повсеместно подвергаются первичные формы. Нам легче различить действующие агенты в тех случаях, когда их следы выражены более определенно... «первичное состояние является стандартом для сравнений...» [278, с. 17]. За стандарт он принимал современные лавы. Приведенное высказывание через 113 лет развернуто Вальтером [33], который ввел представление о первичных и вторичных свойствах породы, но Демаре все же униформист, о вулканизме он пишет: «...в извержениях вулканов природа действует в далекой древности так же, как и недавно» [278, с. 17].

Работы Бюффона в истории геологии оцениваются недостаточно. Некоторая противоречивость в его мировоззрении, содержащем разнообразные элементы, резко разошедшиеся в дальнейшем, никак не является эклектикой, хотя многие из его идей существовали в разных формах и ранее. Для него характерна разносторонность мысли, вырывавшейся из пут метафизики на простор цельного восприятия мира в многообразии его связей. Бюффон оказал влияние на большинство крупнейших естествоиспытателей: Блюменбаха, Ламарка, Ляйеля, Кювье, Гумбольдта, Л. Буха и др. И. И. Канаев [80] считает учение Бюффона о живой природе прежде всего эволюционным. То же следует сказать и о его геологических взглядах.

Разумеется, идеи Бюффона не были общепризнанными. В 1778 и 1779 гг., например, издал свои «письма» И. де Люк. Его весьма фантастичные тектонические идеи сводились к «теории обрушения» в многоэтажные пустоты. Он старался согласовать свои взгляды с библией<sup>1</sup>. Заметим, что наряду с отрицанием существенной роли эрозии и т. п. де Люк описывал потухшие вулканы, считая базальт лавой. Он на основании полевых наблюдений утверждал, что со времени последнего потопа прошло лишь несколько тысяч лет. Хронометрическими

<sup>1</sup> В середине XVIII в. в Англии основалась школа «библейских» геологов, рассматривавшая геологические проблемы с точки зрения библии [296]. Религия сдавала позиции не сразу.

явлениями он считал слои пород и деятельность рек. Де Люк высказал идею об золотом происхождении лёсса (Тутковский, 1909). Происхождение пород первичной формации он считал неясным, но чуждым современным силам.

## 16. Возникновение направлений геологии и развитие ее методологии к 80-м годам XVIII века

К концу подпериода уже достаточно конкретно поставлены важные для геологии проблемы и сделаны попытки их решения; были намечены генетические и историческая задачи. Как бы итоговыми работами можно считать работы Палласа и Бюффона 70-х годов. После Декарта и Ньютона в геологии активизировалась (Лейбниц, Бюффон и др.) мысль о возникновении Земли из раскаленной массы. Наметилась идея о роли ее остаточного тепла, Бюффон связал с ним эволюцию Земли.

В 1755 г. И. Кант опубликовал «Всеобщую естественную теорию Земли и неба». Однако тираж этой работы вследствие банкротства издателя не поступил в продажу и почти весь погиб. До начала 90-х годов, когда работа была издана вновь, она практически была неизвестна и не оказала влияния на геологию середины века, характеризуя лишь «дух эпохи». По Канту, сотворенная, вначале неподвижная и холодная материя из мельчайших разнообразных элементов в силу заложенных в нее творцом свойств, сразу же стала образовывать сгущения — зародыши космических тел. Действующими силами были притяжение и отталкивание. Гипотеза Канта учитывала законы Кеплера и Ньютона, наследуя и некоторые идеи Декарта (мельчайшие движущиеся элементы, отталкивание и т. п.). Кант первый указал на влияние морских приливов на вращение Земли. Он писал об огромной длительности истории Земли. В 1796 г. астроном и математик Лаплас, исходя из тех же астрономических предпосылок, предложил концепцию, получившую название гипотезы Канта — Лапласа. Он рассматривал образование лишь солнечной системы, принимая горячую первичную материю как постулат — это его «граничное условие», как у Геттона, в чем сказался дух эпохи. Лаплас иллюстрировал свою теорию изысканным моделированием — вращением капли оливкового масла в смеси спирта и воды равного удельного веса. Гипотеза Канта — Лапласа пользовалась признанием до начала XX в.

Земля в глобальном масштабе изучалась и в других направлениях. В 1737 г. М. Бюаш составил и в 1745 г. опубликовал карту горных цепей земного шара, охватывающую и дно морей (статья опубликована позже [249]). В работе главенствует идея единства структуры континентов и дна океана, ранее высказанная также Бурже и положенная в основу гипотезы происхождения гор Бюффона, окончательно оставленная лишь в XIX в. Позже Бюаш [250] указал на параллельность рек разных континентов. Идеи о глобальных закономерностях с тех пор существовали в геологии и в новых формах ожидают сейчас (линеаменты, рифты, общие морфометрические закономерности и т. п.).

В области генезиса горных пород были выдвинуты идеи ведущего вулканогенного (Моро), биогенного (Линней) или хемогенного (Линней, Бергман) фактора. Граниты считались кластогенными (Линней, Бюффон), затем эта идея сменилась мыслью о их происхождении из расплава (Паллас, Бюффон). Возникновение базальта становится с 60-х годов предметом дискуссии. Были высказаны мысли о метаморфизме (Ломоносов, Паллас).

Вулканизм и нептунизм наметились как направления, признающие ведущую роль в геологических процессах внутренних или внешних сил.

Генотипом непутизма считается учение Вернера — химический непутизм. Оно, с одной стороны, преемственно от непутизма XVII—XVIII в. (первой половины), а с другой — имеет генетическую связь с зародившимся в Швеции *химическим* непутизмом, возникшим под непосредственным влиянием химии и кристаллографии.

К началу рассматриваемого подпериода относится появление двух полярных концепций — Моро и Линнея, еще связанных библейским летосчислением, но уже отвергавших всемирный потоп в качестве решающего геологического фактора. Затем появляются гипотезы, почти свободные от влияния религии, более универсальные и постулирующие идею геологического времени (Кант, Ломоносов, Паллас, Бюффон). К ним нельзя безоговорочно применять принятые исторические обозначения идейного содержания (вулканизм, непутизм, катастрофизм); они многосторонни. Поляризация наступает позже, в конце XVIII — начале XIX веков, когда появляются «классические» непутизм и вулканизм.

В возникавших представлениях о прошлом подчеркнем высказывания в направлении униформизма (Моро, Бюффон, Демаре и др.), катастрофизма (аспекты у Моро, Ломоносова, идея у Палласа), необратимого развития (Линней, Бюффон). Существуют высказывания об эволюции организмов (например, К. Вольф, 1759; Бюффон). Для Палласа история Земли — в основном результат катастроф, действия сил, неизвестных количественно в современности, хотя эти события не одноактны и не всеобщы. Некоторые аспекты катастрофизма имеются и у Бюффона, хотя развитие у него обуславливается *постепенной* убылью тепловой энергии Земли. У Бюффона ярко выражена *направленность* развития Земли. У Палласа развитие случайно — *циклично*, хотя при этом естественно, что повторяющиеся вулканические пароксизмы необратимо меняют структуру земной коры. Подчеркнем, что катастрофы Палласа *познаваемы*, в общем, актуалистическим путем.

Идея вулканического поднятия гор принадлежит Моро, а гипотеза — Палласу. Последний указывает на соответствующие «существующие мнения». Живет еще «теория обрушения» в сочетании с поднятиями (Ломоносов, Бюффон, де Люк и др.). Прогресс в объяснении нарушений пород был незначительным. С середины 50-х годов началось систематическое изучение ископаемых вулканов, зарождается *вулканология*.

Среди факторов рельефообразования были рассмотрены морские течения, и эта гипотеза заняла ведущее место, хотя идея о речной эрозии продолжала существовать. Уделялось внимание эоловым процессам и их роли. В 1760 г. Г. Грюнер [261] в работе о ледниках Швейцарии указал на их скольжение по ложу. В 70-х годах Г. Бессон и А. Бордые сочли причиной их движения течение льда (Гефели, 1960). В 1777 г. Бессон для конечной морены предложил название «тагётте». У Г. Соссюра это уже «могаине», что с 30-х годов распространилось на все виды морены.

Ведущим методом при интерпретации следов прошлого и установления генезиса геологических образований был актуализм. Он приобрел ясное методологическое значение. У Бюффона можно проследить две категории современных явлений, служащих для раскрытия прошлого. Это процессы и остаточные явления — следы прошлых изменений (ископаемая фауна, породы и т. п.). Между ними в сущности нет принципиальной разницы, так как современные процессы охватывают и остаточные явления. Методическое использование тех и других взаимосвязано, хотя и различно.

Зачатки сравнительно-исторического метода можно указать у Бюффона, как и эксперимента и моделирования в геологии. В рассматриваемую эпоху

начал эксперименты в области петрографии Д. Холл. Бюффона автор считает выразившим идею, а Холла — основоположником геологического эксперимента. Среди рабочих и специальных методов геологии решающее значение имело возникновение и развитие геологического картирования и стратиграфического метода. Прогресс последнего характеризуется появлением ряда стратиграфических названий, дошедших до конца XIX в. или существующих и сейчас. Леман [292] ввел в литературу из практики горного дела термины «каменноугольная формация», «красный (мертвый) лежень», цехштейн. Ардуино (1760) указал на третичные породы, отделив от них современные. В том же году Д. Мичелом упоминаются лейас, портланд и гольт. У Фюкселя встречаем «раковинный известняк», а позже у Вернера — «пестрый» и «квадерный» песчаники.

«Минералогический» метод делится на собственно минералогический, петрографический и кристаллографический методы. У Палласа встречается ясная мысль о биостратонимическом методе как аспекте палеонтологического метода, который уже существует. Появляется идея геоморфологического метода (Линней, затем Бюффон и Ломоносов). Пока почти не развивается зародившийся еще ранее (Стенон и др.) структурный метод, хотя его элементы видны у вулканистов: Ломоносова, Палласа. Возник, но еще слабо намечен палеогеографический метод (Бюффон). Гравиметрия зародилась в 1770—1780 гг. [124].

Прогресс наблюдается в изучении рудообразования. В 1746 г. С. Циммерман указал на превращение в жилах вещества, аналогичного вмещающим породам, солевыми растворами в руду. Это — идея латераль-секреционного рудогенеза. В 1749 г. Оппель повторяет идею о заполнении рудой трещин, образовавшихся при движении земной коры или ее усыхании. Прогрессивны были идеи Ломоносова. В 1770 г. К. Делиус [291] изложил представление о рудообразующих растворах, насыщенных  $\text{CO}_2$  и другими активными веществами<sup>1</sup>. Бюффон [253] считал, что руды металлов могут расти. Этот «архаичный» взгляд, впрочем, не столь наивен, ибо понятие роста можно применить и к современным представлениям, например, о пневматогенном образовании руд, натечным их формам и т. п.

Леман в 1753 г. воскресил идею «золотого дерева»: пары и газы из недр земли поднимаются по тончайшим трещинам, «соответствующим сосудистой системе дерева» (спонтанное моделирование). Он излагает также возникшую ранее теорию «матриц», якобы, находящихся во вмещающих породах и заполняющихся парами, которые отлагают руды. Существуют еще «теории», основанные на идеях Аристотеля; о них иронически упоминает Ломоносов — на «задворках науки», как обычно бывает, сохраняются и отживающие взгляды.

В 1778—1806 гг. ценные описания жил опубликовал Ж. Шарпантье [236, 261]. Рудообразование он связывал с «каким-то» изменением первоначальных пород, существовавших на месте залежей. Основа этой идеи лежит в наблюдениях за контактным метаморфизмом (термина еще нет), рудными брекчиями, метасоматозом (пример — окремнение дерева) и переходами в боковые породы. Агенты рудообразования, по его мнению, — растворы или пары, проникающие в породы по мельчайшим трещинам снизу. Он диаметрально расходился во взглядах с Вернером.

В 1778 г. де Люк употребил термин «геология» примерно в современном смысле. Ее развитие, как и ранее, связано с актуализмом — прогресс слабее

<sup>1</sup> Зародыш представления (ср. со Стено) о гидротермах и гидротермальном метаморфизме.

в областях, в которых современные явления дают меньше возможностей для представления о прошлом. Структура геологии усложнялась, обогащалась ее методологическая база, что изменяло и предмет науки.

## Б. НЕПТУНИЗМ И ПЛУТОНИЗМ (1780—1810 гг.)

### 17. Химический нептунизм А. Вернера

К 1780 г. идея химического осаждения «первичных» пород из жидкости первобытного океана (Бергман) уже имела сторонников. Развернутую гипотезу нептунизма разработал Вернер. Его учение, почти господствовавшее даже в первые десятилетия XIX в., оценивается по-разному. Иногда его называют «реакционным». Возникает вопрос, каким образом в прогрессивное «героическое время геологии» (конец XVIII — начало XIX вв.) господствовало реакционное учение? Указывают также, что Вернер поднял геологию до настоящей науки. Горняк и минералог, мало путешествовавший, Вернер был внимательным наблюдателем, блестящим классификатором и преподавателем. Его учениками были крупнейшие геологи — Гумбольдт, Бух, Ф. Шлотгейм, К. Ф. Нуманн и многие другие. Он мало писал [235] (преимущественно мелкие работы), но его идеи популяризировали его ученики. После него остался большой архив. Любопытно, что Вернер, о котором писали, что он стремился примирить геологию с религией, не был диллювианистом и очень редко посещал церковь, ссылаясь на плохое здоровье. С догматами церкви в его учении мало общего.

Приняв идею о хемогенном происхождении древних пород и отсутствии в современности соответствующих факторов породобразования, Вернер использовал актуализм в ограниченной форме, но соответствующие формулировки у него совершенно ясны. Он изучал современные соотношения пород, ввел в свою теорию ряд наблюдающихся сейчас процессов, наряду с некоторыми положениями, принятыми в науке той эпохи. Его полевые исследования в основном происходили в Саксонии; он работал больше с образцами. Гофф писал о нем: «Чувство превосходства сделало его столь смелым, что он вообразил, что сделанные им в Рудных горах наблюдения открыли ему всеобщие формы всех геогностических отношений». Но Гофф говорит и о вулканистах: «Их гипотезы настолько опережали опытные положения естествознания, что... нептунисты, несмотря на ограниченность их точки зрения, частью боролись лучшим оружием, привлекая наблюдения, поставленные продуманно, но не всегда на должном месте. Они обходились менее расточительно с естественными силами. Поэтому победа склонилась вначале на сторону нептунистов...» [144, № 8, с. 72].

Уже в первой работе Вернера (1774) предлагались новые методы описания минералов. Во Фрейберге, где он преподавал с 1775 г., он впервые ввел практические занятия по курсу минералогии и по тому времени четко разделял минералогия от науки о породах — геогнозии. Последнее деление он изложил в докладе в 1780 г. [261]. Термин «геогнозия», принадлежащий Фюкселю, широко применялся Вернером. Геогнозия — эмпирическая часть геологии, не допускающая спекуляций, наука о породах и полезных ископаемых, их происхождении и соотношениях в масштабе Земли. Вернер, тем не менее, сам выдвинул достаточно фантастическую гипотезу возникновения Земли. Как и ряд других ученых, декларировавших эмпиризм, он не был последовательным. Вернер считал, что Земля вначале составляла «...жидкую круглую массу» [178, с. 55] и в ее постепенном развитии основную роль сыграла вода — процессы

экзогенные, в особенности химические. Вулканизм («экзогенный» — горение угля и др.) имел второстепенное значение.

Вернер привел и признаки для определения «сухого» или водного происхождения пород и минералов. Первичная жидкость стояла выше всех гор, ее состав отличался от состава современной океанической воды и из нее последовательно выпадали осадки первичных (химические), вторичных (химические и механические) и флечовых (полумеханические, но и базальт) пород. К намывным породам он относил лишь «механические» молодые породы. В особую группу выделялись им вулканические образования.

Вернер в 1781 г. ввел термин «формація», развивая учение Фюкселя [143, с. 5—35]. Изучение архива Вернера показало, что вопреки существовавшему на его счет мнению, он большое значение придавал окаменелостям. В 1790 г. он сформулировал по современной терминологии «биостратиграфический принцип», рассматривая окаменелости с биостратономической и палеогеографической сторон и связывая происхождение и изменение организмов с историей Земли.

По аналогии с лабораторным процессом кристаллизации, он допускал облекание осадками неровностей даже при значительных углах наклона; иногда отложение сопровождалось соскальзыванием осадков (напомним, что подводные оползни сейчас хорошо изучены также в разрезах). Долины, по Вернеру, — результат работы морских течений. Большие натяжки связаны у него с вулканическими породами, которые якобы появились не в самом начале истории Земли, а также в вопросе о том, куда ушла вода первичного океана. Последнее принималось «де факто».

В числе наибольших заслуг Вернера — четкая систематика минералов и пород. Он различал (что не было новым) простые и сложные породы, а среди составляющих их минералов существенные и примеси (акцессорные). Вернер ввел описание пород по текстуре, положению, отдельности, возрасту и т. п. Существовавшие в горном деле понятия «простираие» и «падение» он стал применять в петрографии (литологии); ввел понятие о согласном, несогласном и трансгрессивном залеганиях. С той же точностью Вернер систематизировал рудные жилы и их соотношения, хотя предложил неверную концепцию заполнения трещин сверху из раствора или взвеси (все жилы считал «нептуническими дайками»). Гуммель [282] называет Вернера «Линнеем геологии».

Учение Вернера — это развитие некоторых идей Бюффона и идеи Линнея — Бергмана о хемогенном происхождении пород. Вернер детерминист. Как и у Бюффона, развитие Земли у Вернера необратимо. Подчеркнем, что идеи Вернера связаны с успехами химии и кристаллографии. Влияние кристаллографии можно иллюстрировать любопытным примером. Нептунист Ж. О. Ламетри считал небольшие гребни и холмы на поверхности Земли кристаллами. Эту точку зрения упоминает Г. Б. Соссюр в 90-х годах XVIII в.

Как можно заключить, идеи Вернера гораздо сложнее и научнее, чем они освещались ранее. Заметим, что идея о сложном составе вод первичного «океана» сейчас почти общепризнана (Н. М. Страхов, В. Руби и др.).

## 18. Нептунизм Ж. Ламарка

Ламарк — ученик Бюффона и продолжатель нептунического аспекта его идей. Во многом родственно и их мировоззрение. Материализм у Ламарка более последователен, чем у Бюффона. Он прямо высказал идею абиогенеза — возникновения жизни из неживого. Как и Бюффон, Ламарк признавал единст-

венно ценными результаты опыта и наблюдений — без сравнения и фактов познания нет вообще. И для Ламарка «...в вопросах, касающихся природы, ничто так не способствует заблуждению, как выводы общего характера, почти всегда получаемые из отдельных наблюдений» [102, с. 479]; «...знание, не являющееся реальным продуктом наблюдения или выводов, сделанных из наблюдений, ... поистине иллюзорно...» [163, с. 36]. Но И. И. Пузанов верно замечает: «Ламарк только на словах был позитивистом... никто так, как Ламарк, не злоупотреблял гипотезами, которые поражали своей гениальностью столь же часто, сколь часто удивляли беспочвенностью и наивностью» [там же, с. 182].

Вероятно, не только неясность формы в его произведениях, как это думают, отражалась на популярности идей Ламарка, но и оставление им иногда твердой почвы фактов, когда эта почва стала требованием эпохи, которой поэтому больше отвечали идеи Кювье. О. Конт поместил имя Ламарка в «Календаре позитивиста». Но «позитивизм» Ламарка был более декларативным, да и эти элементы позитивизма у Ламарка развились под влиянием Бюффона, как и ряд его взглядов, например, определение живого организма, мысль об экваториальных поднятиях вследствие вращения Земли и т. п. Он более выраженный нептунист, чем Бюффон в 1749 г., и его геологическая работа именно поэтому им названа «Гидрогеологией» (1802). Сведения ниже заимствованы из нее.

Для Ламарка, как и Бюффона, «Все изменяется, все стареет, все гибнет или разрушается» [102, с. 825]. Так же, как Бюффон, Ламарк высказывается против всемирных катастроф и спрашивает в 1802 г.: «каким образом могли сохраниться при предполагаемой всемирной катастрофе бесчисленные хрупкие раковины, разрушающиеся при малейшем толчке...»<sup>1</sup> [102, с. 817].

Ламарк отвергает всемирный потоп. По его мнению, изменения Земли под влиянием воды, ветра (кроме вулканических воздействий) происходят постепенно. То, что это трудно заметить, Ламарк блестяще иллюстрирует: «Если длительность жизни человека — секунда, то человек не в состоянии непосредственно заметить ход часовых стрелок». В отношении геологического времени Ламарк высказывается смелее, чем Бюффон, не будучи связан «экспериментом». Он пишет: «О, сколь велика древность земного шара и как мелки идеи тех, кто приписывает ей всего шесть с небольшим тысяч лет... насколько еще возрастет древность земного шара в глазах каждого, кто составит себе правильное представление о происхождении живых существ... и о причинах развития и постепенного усовершенствования организации этих тел...» [102, с. 824—825]<sup>2</sup>.

Ламарк подчеркивал эрозионную работу рек и значение организмов для восстановления прошлого Земли. Любопытна (но не нова) мысль о том, что почти все выходящие на поверхность породы Земли, включая гранит, — существенно органогенные. Даже образование многих возвышенностей, эрозионное расчленение которых образует горы, Ламарк считал возможным результатом деятельности организмов.

Оценка геологических взглядов Ламарка различна. Иногда ему приписываются идеи, которые он лишь развивал или поддерживал. С другой стороны, считают, что он совсем не признавал вертикальных движений земной коры, проявляющихся в дислокациях. Последнее не верно. Он, как и Бюффон в

<sup>1</sup> Почти буквально то же писал Гофф в 1801 г. [144, № 8, с. 71]. Вероятно, этот довод против катастрофизма был обычен. О том же пишет и Кювье (1812), но делает вывод о различии условий в «спокойные» и «бурные» эпохи

<sup>2</sup> В 1801 г. Гофф высказал почти ту же мысль о древности Земли. У Ламарка новое — учет времени для эволюции организмов.

1749 г., считал вулканизм частной, случайной причиной движений и дислокаций. Ламарк, вероятно, уже не первый ясно указал на то, что вершинные поверхности гор — остатки равнин (понятие о пенеплене).

Ошибочно мнение, что идеи Ламарка остались неизвестными даже геологам. По признанию Ляйеля, на его идеи натолкнул его Ламарк. «Гидрогеология» Ламарка в 1805 г. была издана на немецком языке с сочувственными комментариями И. Вреде. На геологию, несомненно, известное влияние оказали общие идеи Ламарка — его идеи о времени, униформизм по отношению к геологическим явлениям, эмпиризм, эволюционные идеи. Конкретные же взгляды Ламарка не были новы.

Нептунизм был властителем дум до 20-х годов. К этому направлению относились де Люк, Ламетри, в начале своей деятельности Бух, Гофф, Гумбольдт, Добюиссон де Вуазен и многие другие.

## 19. Нептунизм в России

Нептунизм в России освещен в работе В. В. Тихомирова [200]. После Ломоносова и Палласа существенных геологических теоретических трудов в России не появилось. Наряду с пережитками дилuviанизма имелись представители более прогрессивных взглядов. Среди них назовем Н. А. Двигубского и А. Севастьянова.

Двигубский — креационист: он пишет о сотворении мира. Но, по его мнению, с тех пор произошли «великие перевороты» (1806). Следы их — в слоях Земли, причем «напрасно доискиваются первобытной Земли» [200, с. 76]. Земля имеет тяжелое магнитное ядро. Вначале она была расплавленной, затем ее всю покрывали воды океана. Слои горных пород постепенно горизонтально осели из воды, затем сместились. Остатки животных меняются от слоя к слою. «Очень вероятно, что все вещества в течение времени переменились, получили новые свойства и потеряли прежние; иные разрушались и сделались неузнаваемыми от действия на них разных сил; может быть многие и не существовали при первом образовании тел, но постепенно происходили от других» (там же).

Можно уловить влияние Соссюра в его рекомендации наблюдать за скоплением раковин и т. п. Двигубский ссылается на Вистона, Бернета, Лейбница, Геттона и Ламетри, замечая, что их идеи удовлетворительно не объясняют происхождения гор; ближе к истине мнение Бюффона о роли морских течений. Вулканизм по Двигубскому — горение колчеданов под влиянием воды с участием «электрической материи». Влияние Ломоносова и Бюффона на Двигубского несомненно. Говоря о достижениях науки, Двигубский упоминает Ломоносова, Палласа, Крашенинникова и многих других русских авторов, а также Ньютона, Линнея, Бергмана, Бертрана, де Люка, Гумбольдта и др. Двигубский не оригинален, он — представитель наметившегося «среднего течения» в геологии и его взгляды в их рациональных аспектах связаны с идеей развития, несмотря на «библейское время». Такие течения иногда называют эклектическими, но это также и примитивное проявление *естественного отбора* в науке или даже маскировки прогрессивных идей.

Севастьянов, ученик Вернера, опубликовал его теорию [178], но в заключение привел «Примечания и остроумные мнения Эбеля, Гумбольдта, Буха, Стеффенса, Брейслака и др.», расходящиеся с учением Вернера. Методы геогнозии и геологии, по Севастьянову, сводятся к последовательному использованию: 1) опытных положений; 2) ученых положений (данных других наук);

3) выводов и следствий<sup>1</sup> из первых двух положений. «Гипотезы надлежит совершенно исключать... Если же геогносту покажутся некоторые из иных достойными внимания и имоверными, то он обязан приводить их особенно и не скрывать того, что оне суть одне только гипотезы» [178, с. 9]. На Земле происходят все время изменения. Задача науки — рассмотреть соответствующие силы — воду и огонь. «Геогноста в заблуждение приводят: А. Ложные понятия, прежде в уме впечатленные. Б. Пристрастие созидать системы. С. Пристрастие делать умоположения или гипотезы. Д. Авторское ослепление» [там же, с. 20].

Севастьянов излагает краткую историю геогнозии. Он указывает, что мысль об уменьшении на земном шаре воды высказал «Маллет» (де Мелле), к нему «примкнули» (? — *Б. В.*) Цельсий и Линней. Он упоминает Вергилия, Плиния, Страбона, Агриколу, Вистона, Бернета, Рейха, Лейбница и др. Бюффон числится лишь в списке литературы, наряду с работами на широкие геологические темы 1794—1807 г. Отто, Ламетри, Андре и Вильсона. Все эти работы, очевидно, не считались достаточно «геогностичными», т. е. содержали много гипотез.

Основные проблемы геологии рассматриваются Севастьяновым следующим образом. Вулканизм, действующий лишь регионально, — горение в основном каменного угля. «Совершенный» вулкан возникает, если есть: 1) самовоспламеняющееся горючее; 2) долговременное горение; 3) пространство и очаг; 4) крыша из твердых масс; 5) удобные к расплавлению каменные породы; 6) вода (любая). Метеориты, вероятно, продукты извержений лунных вулканов (ср. с Гуком и [112]), Севастьянов в истории Земли допускает изменение наклона ее оси вращения к эклиптике. Вода Мирового океана вначале стояла спокойной (для кристаллического осаждения нужен покой!). Затем она сошла. Куда? «Вода могла еще, хотя нам неизвестным, но многообразным образом уменьшиться... Мы можем даже себе представить, что она, посредством разложения, перенесена на другие небесные тела» [178, с. 161]. Большие неровности на Земле произошли от течений первобытного океана, меньшие — от медленных и быстрых современных действий.

Современность, как видим, всегда была ключом к прошлому, но когда современных фактов не хватало, возникали, как дедукция или отдаленная индукция, более быстрые действия, необычайные катастрофы и т. п. Обе упомянутые работы свидетельствуют, что в начале XIX в. нептунизм господствовал отнюдь не во всех его «классических» аспектах. Шире всего были распространены литогенетические представления, уживавшиеся с иными, чем у Вернера, трактовками других проблем. Нептунизм не сковывал прогресса науки так, как это иногда считают. В работе Севастьянова ясно видны эмпиризм, «позитивизм» и влияние Бюффона.

## 20. Вулканизм и плутонизм. Д. Геттон (Хаттон)

Идея генетической концепции вулканизма, особенно в части литогенеза, принадлежит Моро. В конце XVIII в. вопрос о происхождении базальта стал «пробным камнем». Многие и в период господства нептунизма считали его глубокой породой, хотя иногда и отличали от осадочного «траппа»: форма залегания

<sup>1</sup> Т. е. обобщений. Обобщение может быть эмпирическим, формально основанным непосредственно на фактах, подлежащих обобщению, и диалектическим, учитывающим возникновение и развитие явлений. Севастьянов имеет в виду, очевидно, «эмпирические обобщения».

оказывалась решающей. В XVII — начале XVIII веков иногда даже путали базальты и колонии кораллов (!).

Спор о происхождении базальта в 1788—1789 гг. в печати происходил между Вернером и И. Фойгтом. Бух в 1799 г. пришел к выводу о его вулканическом происхождении и в 1802 г. это опубликовал. К нему присоединялось все больше ученых — Т. Макензи, Г. Эгер, И. Блюменбах, К. Гофф и др.

Вулканизм, точнее, плутонизм, как его тогда назвал нештунист Р. Кёрван, — концепция, которую связывают с именем Геттона. Последний четко выразил также *идеи* цикличности геологических процессов и униформизма. Их связь с его основной гипотезой придала этим идеям новое звучание. Но идеи Геттона уже «впитали в воздух». Идея цикличности встречается в литературе рассматриваемого времени; в Тюрингии, например, ее высказал вулканист И. Фойгт в 1785 г. В Англии Д. Нидхем в середине XVIII в. писал о вертикальных движениях земной коры, играющих важнейшую роль в истории Земли.

Геттон в докладе 1785 г., изданном в 1788 г.<sup>1</sup>, а также позднее, в 1795 г., развил намеки Декарта и Лейбница и идею Моро о роли внутреннего тепла Земли в гипотезу плутонизма. Как и у Моро, его система в *аспекте развития* была униформистской. Геттон полагал, что «происходящие в природе процессы всегда были и остаются равномерными и устойчивыми». Он представляет Землю возникшей из расплава, тождество геологических сил относит (как и Бюффон в 1749 г.) ко времени установления состояния, близкого к современному<sup>2</sup>. Геогению он не рассматривает; в современной Земле «...мы не находим никаких признаков начала и никаких перспектив конца» [278, с. 19]. Этим он ставил *граничные условия* для развития своей теории. Его принцип сохранения геологических процессов [97] — это аспект униформизма. Геттон считал, что описывать геологический процесс, не наблюдаемый непосредственно, можно лишь исследуя, «осуществляются ли в настоящее время такие процессы, которые, исходя из природы твердых тел, представляются необходимыми для их образования» [278, с. 17].

Таким образом, основываясь на *униформизме и актуализме*, Геттон отвергал катастрофизм. Собственная его теория — представление о *циклическом развитии* Земли под влиянием *внутреннего остаточного тепла* сводится к следующему: суша непрерывно денудирована, а продукты разрушения сносятся в море. Осадки, погружаясь в зону высоких температур и давления внутри Земли, цементируются и перекристаллизовываются, образуя горные породы. Погружаться могут и участки неразрушенной суши. Затем, расширяясь под воздействием внутреннего огня, образовавшиеся породы поднимаются и вновь образуют континенты. Такие циклы повторяются многократно. Представление о «геострофических циклах» возникло у Геттона при изучении им углового несогласия между кристаллическими сланцами и девонским песчаником. Такие

<sup>1</sup> В 1780—1789 гг. некоторые сходные идеи были опубликованы в Англии Д. Х. Томлином. Установлено, что он не предшественник Геттона, а заимствовал его мысли из его докладов.

<sup>2</sup> Геттон писал, однако, что «...в природе мы не находим никакого недостатка в отношении времени и *никаких ограничений относительно сил*» [278, с. 20] (Курсив мой. — Б. В.). Он допускал частные катастрофы того же характера и порядка сил, как современные, и указывал на чередование эпох покоя с относительно бурными периодами. Очевидно, и поднятия земной коры могли происходить, по Геттону, относительно быстро, чему не противоречили наблюдения над современностью. Г. Хойкас приводит слова Геттона: «...мы не должны приписывать природе только те средства, которые кажутся нам приемлемыми с нашей узкой точки зрения» [278, с. 41]. Последовательный «униформный» циклизм — *разновидность* униформизма.

несогласия, несомненно, наблюдались неоднократно, их сходно интерпретировал Стенон. Геттон, вероятно, был знаком с его работой. На эту мысль наводит, в частности, упоминание о «свойствах твердых тел». Поэтому анализ углового несогласия сам по себе вряд ли является основой идеей Геттона<sup>1</sup>. Ее следует искать в истории науки. Еще у Моро, Лейбница, Ломоносова, Бюффона, Палласа и др. мы видим зародыши идей Геттона. Но любопытно, что угловое несогласие является затем одним из актуалистических обоснований циклизма как у Кювье, так и у де Бомона и позже — у Штилле. Оно особо рассматривается Ляйелем как противоречащее униформизму; угловое несогласие лежит в основе циклов Штилле и, наконец, до сих пор механизм его образования трактуется не вполне однозначно.

Геттон указал на различия структур глубинных и излившихся пород: первые, как правило, плотны и кристалличны, вторые часто пузыристы и шлакоподобны. Интересна идея Геттона о тепловом расширении Земли. Ограничением его служат вулканы, как предохранительные клапаны. Геттон сравнивает Землю с целесообразно устроенной машиной, предназначенной для человека (телеология). Напомним, что к 1769—1783 гг. относится — тоже в Шотландии — конструирование усовершенствованных моделей паровых машин Д. Уаттом. Здесь, очевидно, имеет место спонтанное моделирование. Внутриземной расплав, по Геттону, дает начало рудным и другим жилам в трещинах земной коры (ср. с Декартом).

У Геттона вертикальные движения земной коры являются ведущими, с ними он связывал дислокации пород. Вслед за высказываниями Ломоносова и Палласа, Геттон предложил идею регионального метаморфизма. Он внес в связи с этим капитальное изменение в существовавшие стратиграфические представления. Геттон доказал при этом, что гранитные жилы секут кристаллические сланцы и, следовательно, гранит не «первозданный». Ему принадлежит приоритет в признании большой роли давления при геологических процессах.

Крайность плутонизма Геттона, помимо преувеличения роли тепла в цементации осадков, отразилась также во взглядах на образование, например, кремня, агата и окремнелой древесины — путем оплавления. Он указывал на роль организмов в образовании известняков, но роль жизни в истории Земли он все же недооценивал.

Идеи Геттона были в существенных аспектах противоположны учению Вернера: цикличность и необратимое развитие; роль тепла или воды в метаморфизме пород; магматическое или хемогенное происхождение гранита, базальта и ряда других пород. У Геттона мы встречаем широкие идеи, касающиеся важнейших проблем геологии; Вернер — эмпирик и в области общих идей часто сторонник существовавших, притом не передовых взглядов.

Геттон писал недостаточно популярно<sup>2</sup> и наука обязана Плейферу, пропагандировавшему и дополнившему взгляды Геттона. Приведем цитату из «Иллюстрации теории Геттона» Плейфера (1802), касающуюся экзогенных сил. Она интересна мыслью о роли интегрирования малых действий. Разрушительные силы, действия которых «...сами по себе незначительны; но устремляясь совокупно в течение неопределенного великого времени... они содействуют неизмеримыми... Силы, стремящиеся к сохранению и к перемене вида земной поверхности, никогда не приходят в равновесие... Все, что могут обнять наши

<sup>1</sup> И. Рот [307], ссылаясь на Д. Плейфера, пишет, что «Теория о граните» возникла у Геттона дедуктивно.

<sup>2</sup> Том III его труда опубликован лишь во второй половине XIX в.

наблюдения, составляет ничтожное количество в сравнении с целым, состоящим из поминутного превращения великого ряда, который окончится не прежде, как за пределами существования мира. Время интегрирует сию бесконечно малую величину» [61, с. 207]. Тогда же Плейфер одновременно с Бухом вновь обратил внимание на медленное поднятие Скандинавии.

Трудный язык Геттона, возможно, был одной из причин медленности проникновения его идей в науку. Впрочем, мнение, что в Германии в начале XIX в. ученым не были известны вследствие континентальной блокады даже имена Геттона и Плейфера (Вернадский, 1946), ошибочно. Немецкий перевод «Теории Земли» Геттона был напечатан в 1792 г., и Гофф, о котором Хойкас также пишет, что он с работой Геттона не был знаком, ссылается на Геттона, Плейфера, Холла и других английских авторов. К сожалению, ошибки и предвзятые мнения в истории геологии встречаются не столь редко.

Крайности в приложении идеи плутонизма к геологическим явлениям наблюдаются не только у Геттона. В 1797 г. С. Брейслак считал, что существуют изверженные известняки. Сейчас известны, как редкость, кальцитолиты магматогенного происхождения: здесь мы опять встречаем проявление принципа соответствия. Брейслак привлек эндогенный фактор и к образованию доломитов: глубинные струи  $\text{CO}_2$  и обменная реакция с известняками. Экстремизм в развитии идей приволил и к курьезам. С. Витте [261] египетские пирамиды считал эрупциями базальта<sup>1</sup>. Но аналогичные курьезы существуют и сейчас.

## 21. Ж. Сулави, Э. Вреде и др. Некоторые методологические работы

В рассматриваемый подпериод число работ по геологии выросло. В 1780—1784 гг. вышла семитомная «Естественная история Южной Франции» аббата Сулави. Он изучал базальты, считая их лавами, и, вслед за Ардуино, конкретнее пытался показать последовательность вулканических извержений; предложил стратиграфическую схему, указав на изменение комплексов ископаемых организмов от слоя к слою. По растительным остаткам Сулави установил более теплый в прошлом климат Франции и высказал мысль об эволюции организмов. Он считал, что долины — чисто эрозионные образования. Несмотря на декларируемую приверженность к догматам церкви, работа Сулави, проникнутая актуализмом, весьма прогрессивна, хотя мало учитывается в истории геологии.

Продолжает постепенно формироваться представление о фации. В 1789 г. А. Лавуазье вновь четко указал на разницу между береговыми осадками и отложениями открытого моря; Геттон заметил, как ранее Стенон и Паллас, изменение характера слоев по горизонтали. Мы уже видели, что различия в фауне в связи со средой обитания были известны давно.

В 1800 г. И. Иордан, по мнению Котта, впервые указал на Швецию как родину эрратических валунов. Циттель писал, что это предположение существовало уже в XVIII в. На перенос валунов льдом указал Геттон. В 1810 г. к нему присоединился Бух, а позднее ряд других ученых. В 1802 г. вышла под малоговорящим названием интересная работа Э. Вреде. Он считал, что любое «геологическое мнение» должно рассматриваться с позиции, с которой легче «...найти его совпадение с современными естественными явлениями или

<sup>1</sup> Ясно, что этот автор не видал ни пирамид, ни их детальных описаний. Возможно, что это первоапрельская шутка или мистификация (такие факты в истории науки есть). Это не отвергает закономерности — появления «суперэкстремальных» (до абсурда) идей.

открыть его противоречия со всеобщими законами опыта» [329, с. 5]. Говоря об эрозийном происхождении долин, он писал, что к этому выводу он пришел после «...сравнения с тем, что может произойти в современности, путем действия наличных сил» [329, с. 234]. Он упоминал о «вечностях лет» их работы. Валуны гранита в Северной Германии и других местах Вреде считал глыбами, оторванными глетчерами от скал и перенесенными затем на льдинах, отламывавшихся от краев ледников. Вреде рисует палеогеографию этого периода: 1) высокие горы являлись островами; 2) климат холодный вследствие иного наклона эклиптики. Долины неглубокие, «намывной земли» еще было мало. При похолодании образовывалось много снега и льда, весенние разливы были более мощными. «Мамонты и другие звери, как и думает И. Блюменбах», жили на месте нахождения их остатков. Вреде принадлежит идея «снежного»<sup>1</sup> (ледникового) периода, максимум которого был 36 282 года назад. Возможно, это первая попытка точного астрономического расчета в палеогеографии. Вреде четко сформулировал гипотезу, известную под названием «теории ледникового дрефта» и приписываемую обычно Ляйелю, хотя до него ее поддержали в Германии Фойгт (начало XIX в.), Ф. Грюйтуйзен (1809), И. Гёте, а в России — А. И. Арсеньев (1929). Гофф (1830) считает эту теорию общеизвестной.

Вреде писал, что «формирование Земли к нашему времени не прекратилось, но незаметно продолжается» [329, с. 237]. Он подчеркнул, что утверждение о гранитном ядре Земли спорно, так как никто не знает условий кристаллизации гранита.

В это же время возникает учение о метеоритах. После работы Э. Хладни (1794) стал утверждаться взгляд на них как на тела внеземного происхождения. В 1803 г. В. Ольберс предложил гипотезу об астероидах как обломках планеты, некогда существовавшей между Марсом и Юпитером. Тогда метеориты — мелкие астероиды. Эта гипотеза, существующая и сейчас, имеет методологическое значение. Применение изучения метеоритов для наведения на состав земных оболочек можно назвать «метеоритным» методом геологии. В том же году во Франции выпал большой метеоритный дождь, и Французская Академия Наук официально признала космическое происхождение метеоритов. В 1807 г. А. Стойкович (Харьков) опубликовал книгу о метеоритах, основывающуюся уже на новых взглядах.

Кроме Ломоносова, Канта, Палласа, Бюффона, Геттона, Ламарка, Плейфера, Вреде и Гоффа, идея геологического времени (как и эрозийного происхождения долин) встречается у ряда ученых. К 1787 г. относится одно из первых определений абсолютного возраста по скорости осадкообразования. И. Рекуперо неудачно выбрал слои пепла и лавы для вычисления возраста Этны. Он определил тем самым и *минимальный* возраст Земли, равный 14 000 лет. Гофф в 1822 г. писал о ряде исследователей, определявших возраст по мощности осадков, в частности о Г. Стаунтоне, исследовавшем возраст дельты Нила, и о большой условности таких подсчетов.

В 1795 г. в «Путешествии по Альпам» Соссюра как приложение появилась первая большая методическая работа в геологии (ранее в общих инструкциях есть у Вудворда и Линнея) — «Наставление путешествующему геологу». Соссюр посвятил себя изучению Западных Альп; в частности, исследовал ледники, считая их движением результатом скольжения по ложу. Соссюр был в общем непунистом, но теория его интересовала мало. Он эмпирик, факты

<sup>1</sup> В XX в. Вальтер указал, что ледниковые эпохи в целом правильнее называть «снежными» [33].

заставляли его не раз менять взгляды на генезис нарушений пластов, скоплений щебня в горах, образования долин и т. п. [330]. На Соссюра, кроме Вернера и Бюффона, несомненно, оказал влияние Паллас; он сравнивает строение Альп со строением Урала. Соссюр был в известной мере катастрофистом, во всяком случае, в вопросе о происхождении грубокластических пород. Несмотря на многолетние, достаточно точные наблюдения, Соссюр не сделал нового вклада в изучение морен и стратиграфию. Только в конце жизни он отказался от представления о первичности наклона пластов вследствие наблюдений над постоянством их мощности, и дислокации стал считать вторичными, результатом смещения осадка еще в пластичном состоянии. Однако поднятие гор под влиянием подземного «огня» он отвергал, так как не видел следов воздействия огня (ср. с Палласом) в породах Альп. Впрочем, Ф. Даннеман [56] думает, что Соссюр, как и Паллас, считал нарушения пород результатом поднятий. Теоретическую слабость Соссюра Циттель характеризует его же словами: «в Альпах он не обнаружил ничего постоянного, а только многообразие» [330].

Соссюр был неутомимым геологом-полевиком. Составляя план маршрута, он описывал его непосредственно в пути, а по возвращении в лагерь, не позднее чем через 24 часа, писал подробный отчет — правила современной полевой работы. Интересно его «Наставление...», характеризующее индуктивное и актуалистическое направление науки конца XVIII в. В нем, разумеется, встречаются курьезные рекомендации, вроде совета наблюдать «возможно ли, чтобы комета, ударившаяся об Солнце, отделила от него Землю и прочие планеты» (§ 2305, п. 4. Речь идет о гипотезе Бюффона). Но это — единичные факты. «Наставление...» (перевод см. [178]) свидетельствует о том, что к XIX в. геология была уже целостной системой идей и методов.

Д. Холл начал экспериментировать с 90-х годов XVIII в. Он убежден в действительности геологического эксперимента и писал: «Достигнув успеха в малом масштабе и на небольшом числе образцов, мы были вправе распространить нашу теорию и на процессы, которые по масштабам или огнеупорности участвующих минералов, не могут быть предметом эксперимента» [278, с. 49]. Геттон, наоборот, считал, что «процессы в природе совершались в столь грандиозных масштабах по сравнению с нашими экспериментами, что вряд ли на основании их можно делать выводы о «природных явлениях» [там же]. Хойкас указывает, что взгляд Холла на роль эксперимента, свидетельствующий о его униформизме (в области пороодообразования. — Б. В.), сопровождался некоторым разногласием с Геттоном по вопросу о прошлых геологических силах. Холл был, по существу, катастрофистом: он признавал, ссылаясь на идеи Палласа и Соссюра, возможность быстрого поднятия суши после покоя.

Разногласия не помешали именно Холлу экспериментально показать, что породы могут возникнуть путем, указанным Геттоном. Проблема экспериментального доказательства плутонического происхождения гранита, базальта и других пород возникла в связи с тем, что расплав охлаждался слишком быстро и создалось убеждение, что вулканические породы обязательно стекловаты. Этого мнения придерживались непутисты. Опыты по получению изверженных пород из расплавов проводились Доломье (1783), Соссюром (1787), Ф. де Сент-Фоном (1787) и др. Д. Холл, наблюдая за кристаллизацией бутылочного стекла (спонтанное моделирование), увидел, что в зависимости от режима охлаждения получается стекловатая или кристаллическая структура. Лишь 27 января 1798 г., охлаждая расплавы, он получил ожидаемый результат — базальт с естественной структурой. В 1801 г. Холл экспериментально подтвердил мнение Геттона о роли давления в геологических процессах, получив

нагреванием известняка под давлением мрамор. Такой «пъезохимический эксперимент», примененный им к образованию песчаника из песка, известняка из раковин и угля из органических остатков, Холл считал полностью воспроизводящим природные условия. Результаты опытов были опубликованы в 1805 г. Они показали, что «теория» Геттона совмещается с законами химии. Эксперименты рисуют возможное, хотя и не единственное (возможность конвергенции), течение событий.

Холл с 1798 г., вероятно, первым пробовал моделировать дислокации слюев путем бокового сжатия пластов ткани и глины. Его следует считать основоположником экспериментальной геологии — термин Добре (1879). Опыты Холла по получению изверженных горных пород были повторены вскоре Уаттом (сыном Д. Уатта — механика), Ф. Беллевио и др. Они проводились также Соссюром (1787 г.), Г. Доломье (1783 г.), де Сент-Фоном (1787 г.) и др.

Наибольшее значение для развития геологии в конце XVIII — начале XIX в., несомненно, имели стратиграфический и биостратиграфический методы. Первый развивался по пути, намеченному Фюкселем и Вернером. Важнее был биостратиграфический метод. Хотя он возник постепенно, юридический приоритет следует разделить между В. Смитом (стратиграфия — его термин) и Ж. Кювье с А. Броньяром. Представления Смита о соответствии между органическими остатками и пластами горных пород<sup>1</sup> родились в процессе инженерной работы; однако они отвечали более важным потребностям геологии. Первая работа Смита [261] появилась в 1790 г. и не была замечена. Но с 1799 г. его рукописная «Шкала осадочных образований Англии» уже широко использовалась. Его карты и биостратиграфические таблицы (1794, 1813—1815, особенно 1816—1819 гг.) произвели переворот в картировании. Теоретическую базу под биостратиграфический метод подвели палеонтологи, считавшие виды постоянными: Кювье и Броньяр разработали метод на третичных разрезах Парижского бассейна (1807 г.) Возникло понятие о руководящей фауне, связанное вскоре с идеей о геологических катастрофах.

## 22. Геология ко времени возникновения научных гипотез о развитии Земли

К 80-м годам XVIII в. геология уже стала самостоятельной наукой. Но к периоду ее возникновения следует отнести и почти всю «героическую эпоху», эпоху Вернера и Геттона, до 10-х годов. Рассматриваемый период характеризуется развитием и борьбой учений о внешних и внутренних процессах в жизни Земли, о ведущей роли тех или других. В 1740—1770 гг. учения и гипотезы, как правило, были более разносторонними и потенциально содержали разные возможности развития. С 80-х годов нештунизм и плутонизм — противоположные, но дополняющие друг друга концепции — приобретают более четкую и научную форму. Плутонизм — учение более глубокое, чем вулканизм, в прямом и переносном смысле. Характерно, что важный фактор — биогенный — недооценивался больше плутонизмом.

Идеи о характере развития Земли в рассматриваемый период не играли ведущей роли. И если в идеях и высказываниях катастрофизм, униформизм и эволюционизм существуют, то развитие науки шло под знаком борьбы нештунизма и плутонизма, а не катастрофизма и униформизма. Размежевание

<sup>1</sup> М. Гунтау [268, № 51] называет обобщение Смита «биостратиграфическим законом», Котта — «хронологическим законом распределения ископаемых организмов». Биостратиграфия — иное понятие. Здесь — «геобиохронологический закон».

последних — переход познания Земли на высшую ступень — уже, тем не менее, намечалось, ибо развитие науки эволюционно. Из исследователей одни — катастрофисты, например Паллас, Соссюр, Холл, другие — униформисты, например Фойгт, Ламарк, Демаре, Гёте, Геттон и частью Плейфер. Гипотезы о развитии Земли еще четко не выкристаллизовались или носили слишком дедуктивный характер, как, например, у Бюффона. Надо сказать, что униформизм рассматриваемой эпохи (кроме Геттона), строго говоря, является лишь иной формулировкой актуалистического метода (у Геттара, Демаре и др.). Стихийный историзм геологии, сказывавшийся давно в осознании окаменелостей как следов прошлой жизни, уже в начале XIX в. обусловил влияние геологии на другие науки; считают, что эволюционное языкознание возникло под влиянием идей о сущности ископаемых остатков в геологии [211].

Не раз указывали, что историческая наука проходит три стадии развития: исследования статики, динамики и эволюции объекта. Представление о динамике процессов — ведущее в рассматриваемый нами период. В последующем основной идеей становится развитие Земли. Вследствие многосторонности и сложности этого объекта, эти стадии частью последовательно-параллельны и сопровождаются переходными этапами.

В начале (Кант) и конце (Лаплас) периода были предложены гипотезы эволюционного развития Солнечной системы.

Из частных идей отметим гипотезы о снежном (ледниковом) периоде и ледниковом дреifte (Вреде и др.), движении ледников, генезисе валунов и т. п. Появились гипотезы о происхождении минеральных жил путем заполнения трещин снизу (Ломоносов, Шарпантье и др.), сверху (Вернер) или замещением брекчии и боковых пород (Циммерман, 1749; Герхард, 1781; Лазиус, 1789; Требра, 1785; Делиус, Шарпантье и др.). В 1806 г. Гейм приложил последнюю идею к превращению известняка в доломит парами и газами, поступающими из земных недр, в 1822 г. сходно высказался Бух<sup>1</sup>. В учении о рудных жилах сыграли роль работы Ломоносова, Шарпантье, Вернера, Геттона и др. К началу XIX в. в идее были исчерпаны все пути возможного возникновения руд: одновременное образование с вмещающими породами («контгенерационная теория»); латераль-секреционная гипотеза; заполнение трещин сверху и снизу. В последующем эти идеи лишь разрабатывались.

Идея парагенезиса минералов была выражена В. М. Севергиным (1798). Возникла метеоритика (Хладни, Ольберс) и зародыш соответствующего метода. Почти окончательно размежевались минералогия и учение о горных породах; в последнем уже применялся эксперимент.

Почти все ведущие направления геологии, хотя бы в зародыше или идеях, мы встречаем к концу периода. Проблема геологического времени была поставлена и решалась конкретно, но в значительной мере дедуктивно, хотя моделирование, астрономические расчеты, представление о длительности биологической эволюции, скорость осадконакопления уже привлекались для ее решения. Отдельные упоминания о библейском летосчислении к началу XIX в. в геологии уже являлись пережитками.

В области методологии была заложена прочная база. Актуализм применялся широко в том же плане, как и ранее, причем разнообразно. Даже в основе гипотезы катастроф Палласа лежит актуализм. Эта гипотеза — родоначальница «теории катастроф» Кювье — отразилась и в концепции Геттона.

<sup>1</sup> Эти идеи прогрессивны; в них — зародыш некоторых аспектов учения о метаморфизме и петрогенетических гипотез.

Тесно связана с актуализмом идея униформизма. Сравнительно-исторический метод лишь зарождается (Ломоносов, Паллас, Бюффон, Геттон, Демаре и др.).

Возник экспериментальный метод и моделирование. Наметились две линии: безоговорочное признание (Холл) и отрицание его существенной значимости для геологии (Геттон). Важнейшим в развитии специальных методов геологии был прогресс стратиграфического метода и возникновение биостратиграфического.

В первом методическом руководстве (Соссюр) содержится, в частности, указание на возникновение еще геофизического метода — гравиметрического<sup>1</sup>. Идея этого метода, очевидно, принадлежит Н. Мескеляйну и Геттону. В 1774 г. в Шотландии они определили плотность Земли (4,71) на основании отклонения маятника от вертикали близ горы с подсчитанной массой. Этот опыт был произведен на основе наблюдения, сделанного еще в 1750 г. Буге об отклонении отвеса у горы Чимборасо на 7—8" от вертикали.

Надо упомянуть о существенном аспекте мировоззрения ряда естествоиспытателей этой эпохи. Эмпиризм, возникший, естественно, ранее в области экспериментальных наук, повлек за собой недоверие к дедукции, некоторую абсолютизацию опыта. «Метод эмпирических обобщений» встречается еще у Ньютона. Его мы обнаруживаем у Линнея, Бюффона, Палласа. Как известно, этот метод, как ведущий, характерен для позитивизма. Выше приводились методологические высказывания Вернера, Ламарка и особенно Геттона. Они, естественно, наложили известную печать и на их концепции. Однако стихийные аспекты такого условного «позитивизма» естествоиспытателей не были в эту эпоху последовательными. Все они прибегали к гипотезам, иногда смелым. Более осторожны позднее были Кювье, Гофф и Ляйель.

Мы видим, что любые концепции и философские склонности, как правило, не мешали ученым стоять на эмпирических позициях. Далеко не все исследователи ортодоксально придерживались какого-либо учения. Не все придавали решающее значение исследованию наиболее «общих причин». Эмпиризм и актуализм играли основную роль, и если иногда наблюдения делались или толковались с предвзятых позиций, то это неизбежная дань борьбе мнений и логике развития науки. Наука двигалась вперед накоплением фактов; обычно временно господствует гипотеза не более верная, а объясняющая наибольшее количество известных фактов [321].

Автор старался показать коллективность научного процесса. Но надо считаться и с ролью личности: блестящая фантазия, энциклопедичность и философский подход Бюффона; интуиция и энциклопедизм Ломоносова; эмпиризм, умение классифицировать и преподавательский талант Вернера; эмпиризм, вкус к полевой работе и нелюбовь к теории Соссюра; эмпиризм, соединенный с научным воображением Палласа; скромность, наблюдательность, эмпиризм и философский склад ума Геттона; эмпиризм, точность мышления, талант систематика и самолюбие Линнея; декларативный позитивизм при склонности к обобщениям, интуиция Ламарка — эти и другие особенности ученых накладывали печать на их теории и влияли на науку. В. Оствальд разделил ученых на «классиков» и «романтиков» — два крайних типа. Преобладание абстрактного или образного мышления накладывает печать на творческую личность. Сейчас обнаружено, что это связано с функциональной асимметрией мозга [58]. Бюффон и Ламарк — наиболее характерные представители романтиков. Вернер и Кювье — классиков.

<sup>1</sup> Термин «гравиметрия» появился в Англии в 1797 г. вначале в смысле «измерения удельного веса тел».

С конца XVIII в. все больше геологов становятся профессионалами. В XIX в. горные учебные заведения были основаны в Англии, Германии, Франции, России и др. Есть основания отнести начало самостоятельного существования геологии к 1740—1810 г. Не случайно авторы, связывающие ее возникновение с одной-двумя личностями, находят их, как правило, в это время, называя Бюффона, Ломоносова, Палласа, Вернера, Геттона и Плейфера или Ламарка. Исключением являются Стенон, Кювье и Ляйель, но последних иногда считают основоположниками «новой геологии».

Заметим также, что в ряде случаев освещение фактов истории геологии, как и общая характеристика рассматриваемого периода, мало обоснованы; например, в 1938 г. В. В. Белоусов назвал Геттона основателем геологии, а Стенона — геотектоники, Бюффону приписал веру в «божественные акты творения» и катастрофизм. Иногда односторонне освещены работы Ломоносова, Палласа, Бюффона, Геттона, Ламарка и других ученых. Важнейшая причина лежит, вероятно, в выборочном изучении явлений эпохи.

Предмет геологии за 1780—1810 гг. изменился: большее внимание стали привлекать генетическая проблема (экзогенные и эндогенные силы) и биостратиграфия и наметился интерес к гравиметрии.

## ГЛАВА ПЯТАЯ

### СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ

#### А. НАУЧНЫЙ КАТАСТРОФИЗМ (1810—1830 гг.)

#### 23. «Теория катастроф» и актуализм Ж. Кювье

Кювье в 1812 г. предложил «теорию катастроф», основанную на изучении биостратиграфии, нарушений пластов и несогласий. О катастрофизме Кювье в нашей литературе с 1940 г. обычно упоминалось как о реакционном учении [51, 200, 202 и др.].

Увлекавшийся в молодости Бюффеном, но не проникшийся его идеями о постепенности переходов в природе, Кювье нашел опору представлению о постоянстве видов в глубоком знании строения организмов и наблюдениях над распределением остатков позвоночных в Парижском бассейне. Эта идея, а также изучение Парижского бассейна и влияние работы Палласа привели Кювье к гипотезе о катастрофах на Земле, вызывавших гибель организмов и заселение соответствующей области новыми видами, мигрирующими из районов, не захваченных катастрофой. Сочинение Кювье было «Вступлением» к его палеонтологическому труду (1812), а позднее расширенное, оно издавалось отдельно под новым названием также в переводах, в том числе на немецкий (1822), чешский и русский (1840, [99]) языки.

Катастрофизм до Кювье часто был представлен фантастическими идеями о катастрофах, вызванных неизвестными сейчас силами (Декарт, Вудворд, де Люк и др.). Исключением была гипотеза Палласа. Укажем на два аспекта раннего катастрофизма: 1) непознаваемость геологического прошлого; 2) наука иногда сдавала позиции теологии. Естественно, что часть ученых отвергала такой катастрофизм, основываясь на идеях единства и постоянства законов природы. Катастрофизм до Кювье не мог превратиться в научную концепцию.

Гипотеза Кювье — эмпирическое обобщение, равноценное факту, рассматривать причины и детали которого, за отсутствием наблюдений, он отказывался. Не находя остатков человека в слоях, предшествующих современному, Кювье спрашивал: «Где же тогда был человеческий род?» И отвечал: «Изучение ископаемых не говорит нам об этом, а к другим источникам нам не следует прибегать...» [99, с. 283]. Следовательно, Кювье различает области науки и религии; не по его вине его взгляды использовались последней. В этом высказывании заметен его «позитивизм», более последовательный, чем у Бюффона и Ламарка.

Труд Кювье напоминает «Историю и теорию Земли» Бюффона. Кювье приводит основные положения, а затем «доказательства». Его основные выводы следующие:

1. В каждом пласте (континентальном) встречаются специфические виды сухопутных позвоночных.

2. Пласты отлагались спокойно и, как правило, горизонтально. На это указывает и сохранность органических остатков.

3. Слои дислоцированы, более древние больше. В разрезе имеются нарушения и несогласия. «Разрывы, поднятия, опрокидывания... не оставляют сомнения в том, что только внезапные и бурные причины могли привести их в то состояние, в котором мы их видим теперь; даже сила движения, которую испытала масса вод, засвидетельствована грудями осколков и окатанных валунов, которые переслаиваются... с твердыми слоями» [99, с. 83].

4. Среди современных процессов и сил нет таких, которые объясняли бы «перевороты» в прошлом, связанные с поднятиями, вулканизмом огромных масштабов и, главным образом, потопами и осушениями. Нельзя объяснить «перевороты» космическими влияниями; последние действуют медленно.

Кювье считает, что «перевороты» (революции) были многочисленны также и до появления жизни. Следы последнего «переворота» он видит в экзотических валунах, происхождение которых связывает с вулканизмом или переносом гигантскими потоками. В 1813 г. он подчеркнул, что находка Палласом замерзшего трупа носорога — последний удар по теории Бюффона о постепенном охлаждении полярных стран. «Вместе с де Люком и Доломье я считаю..., что поверхность нашего земного шара стала жертвой великого и внезапного переворота, давность которого не может быть значительно больше, чем пять, шесть тысяч лет» [99, с. 243].

Перечисляя ряд формаций от «наносов» до «первозданных» сланцев с гнейсами и гранитов, Кювье заключает, что историческая последовательность получена геологией лишь тогда, когда она «предпочла положительные богатства, приобретаемые наблюдением, фантастическим системам и противоречивым догадкам...» (там же, с. 252).

Доказательства внезапности революций Кювье видит, в частности, в находке на севере замерзших трупов млекопитающих. Но он признавал и постепенность некоторых «переворотов», состоявших, например, из ряда наступаний и отступаний моря. Он допускал также эволюционные изменения животных под влиянием человека и среди *морских организмов* под действием изменений среды (там же, с. 80—81). Поэтому последние менее пригодны для суждения о переворотах, чем животные суши. Эти взгляды сходны с идеями Ламарка. Напомним, что в 20-х годах Вальтер [33] подчеркнул *медленность эволюции* морской фауны и флоры и резкие смены ее на суше, где условия менялись быстрее.

Значительную часть работы, проникнутой актуализмом, Кювье посвящает доказательству постоянства видов, а также скорости современных геологических процессов, которую считает изменчивой; «...наносы растут очень быстро, они должны были увеличиваться еще быстрее, когда горы доставляли больше материала рекам и, тем не менее, размеры их еще довольно ограничены» [99, с. 158]. Он писал, что «...настоящее состояние вещей не имеет большой давности» [там же, с. 171] и считает молодым и человека (нет ископаемых скелетов); он допускает, что люди могли жить до «переворота» на отдельных участках и вновь заселить Землю.

У Кювье все построено на изучении и сопоставлении современных явлений. Он (с 1825 г.) высоко оценивает труд Гоффа [144, № 8]. Кювье принимает, как возможные, современные ему гипотезы о происхождении Земли. Это касается и гипотезы Лапласа; в ее пользу говорят «недавние опыты» Митчерлиха, который путем плавки «...составил... много видов минералов, входящих в состав первичных гор» [99, с. 85]. Как позже Гофф и Ляйель, Кювье считает

сомнительным постепенное поднятие Швеции; «...почему, — пишет он, — ...не довели до общего сведения постоянных и точных наблюдений, которые могли бы подтвердить столь давнее предположение...» [там же, с. 95]. Кювье прямо не указывает на геологическое время, но из указания на многочисленность переворотов, между которыми проходили медленные процессы, подобные современным, ссылки на Лапласа и т. п., ясно, что для него существует *геологическое*, а не библейское время.

Прогрессивна верная мысль Кювье, что «перевороты» не могут быть объяснены вулканизмом. Последний, во-первых, локален; во-вторых, хотя и образует горы, но «... Вулканы не поднимают и не опрокидывают слои... и если какие-то силы из глубин способствовали в некоторых случаях и содействовали поднятию гор, то это были не те вулканические агенты, которые существуют в наши дни» [там же, с. 97]. Здесь его идеи расходились с гипотезой Палласа; они заимствованы у Гоффа. Кювье убежден, что «Ход природы изменился и ни одной из действующих сил, которыми она пользуется, не было достаточно, чтобы произвести ее прежнюю работу» [там же, с. 89]. Он не знает причин и хода переворотов, но они-то «... и составляют теперь... важнейшую геологическую задачу, которую решить, или... хорошо определить и очертить следует; ибо для того, чтобы разрешить ее вполне, надлежало бы открыть причину этих важных событий — предприятие, сопряженное совершенно с другими, еще гораздо большими, затруднениями» [там же, с. 178]. Но читателю ясно, что причины эти — иная мощность и другие комбинации *естественных* факторов, известных и ныне. Кювье призывает к дальнейшему изучению *фактов*, ставя более отдаленной целью выяснение причин «переворотов». Причина успеха Кювье лежит в его *эмпирическом обобщении*, в котором он соединил известные *факты* и сделал из него *методические* выводы; он отозвался на ряд запросов эпохи. Катастрофизм не был новостью; но у Кювье он стал научным; именно индуктивный метод, обоснование представления о неравномерности развития, актуализм, биостратиграфия, ряд рациональных аспектов идей Кювье обусловили его влияние на науку. Использование «Теории катастроф» теологией — побочное явление, хотя идеи о постоянстве видов логически приводят к креационизму, но это касается и Ляйеля.

Кювье указывает, что неудачи прежних авторов геологических систем объясняются тем, что они обычно были односторонни «... обращая внимание только на некоторые более других поражавшие их трудности... Долгое время интересовались очень мало тем, чтобы установить последовательность слоев... и связь этих слоев с теми животными и растениями, остатки коих в них заключены» [там же, с. 104]. Причину Кювье видит в том, что все были или кабинетными естествоиспытателями, или же «минералогами, не изучавшими... бесчисленные разновидности животных... первые строили только системы; вторые дали превосходные наблюдения; они поистине положили основания этой науке, но они не могли завершить здание». Кювье указывает, что многие ученые исследовали окаменелости как таковые и «... почти никогда не пытались искать общих законов залегания или связи ископаемых с пластами» [там же, с. 107]. Эти мысли Кювье безусловно плодотворны и соответствовали направлению палеонтологии, которое было названо в 1936 г. Вальтером «геобиологией», в частности ее отрасли — биостратономии.

То, что современниками труд Кювье был воспринят именно как методологический подход к геологической истории, видно из рецензии на ее немецкий перевод. Аноним, одновременно с трудом Кювье, рассматривает работы Гоффа (1822), а также Линка и Крюгера о прошлом Земли. Рецензент особо выделяет

две первые работы, считая, что они больше *материал для постройки* истории мира, чем попытка ее восстановить. При этом «Гофф больше касается исторических свидетельств, а Кювье — естественных наблюдений» [Hermes, 1823, с. 89]. Любопытны некоторые критические замечания. Рецензент указывает, что в обнаружении замерзших зверей «... нельзя видеть строго доказательства того, что похолодание внезапно» [там же, с. 127]. Линк думает, что эти звери жили в холодном климате. Рецензент спрашивает: «море, трансгрессирующее, по Кювье, на сушу, единственный ли это океан или внутренние морские бассейны?». В этом он находит слабое место «Теории Кювье». В частности, факты, известные в Европе, не свидетельствуют об океанической трансгрессии в «последнюю революцию»; здесь существовали внутренние бассейны. Наконец, причины разноса валунов могут быть многообразны и местны. На севере, в частности, — разнос айсбергами.

Основные черты концепции Кювье следующие. Наряду со спокойными эпохами в истории Земли, в которые действуют силы, наблюдаемые ныне и проявляющиеся аналогично (униформизм!), были периоды краткого внезапного действия мощных сил, *естественных*, но неизвестных в *тех же комбинациях и проявлениях* в современности. Они вызывают дислокации, несогласия и уничтожают жизнь на суше в больших регионах. Жизнь возобновляется затем за счет миграции новых видов из «азилей» (убежищ). Причины и ход катастроф еще непознаваемы, но в принципе это возможно.

Всемирных катастроф, повторных актов творения у Кювье нет. Он точный наблюдатель, эмпирик и «позитивист». Энгельс писал о «теории Кювье»: «На место одного акта божественного творения она ставила целый ряд повторных актов творения и делала из чуда существенный рычаг природы»<sup>1</sup>. Эти слова не могут относиться к Кювье<sup>2</sup>, а только к *биологическому аспекту* взглядов некоторых его последователей — де Бомона, Агассиса, Орбиньи и др.; в этих случаях «чудо» относится лишь к организмам. Еще Энгельгардт (1893) указал, что «ошибки Кювье не были вредными». А. А. Борисяк (Цит. по [99]) считает, что книга Кювье открывает нам подлинные истоки палеонтологии и исторической геологии, а ошибочная теория — результат современного ему состояния науки; в целом учение Кювье прогрессивно и не задержало ее развития. Сходную оценку давали Н. З. Милькович (1929), А. П. Павлов, М. Гунтау и др. М. Бюлов [255], справедливо считая, что идеи Кювье даже не ушли полностью из геологии, ошибается, указывая, что он ограничивался библейским летоисчислением.

Исторически самое существенное то, что работа Кювье в основных идеях совпадает [41] с гипотезой Палласа: 1) идея о *частных* катастрофах, уничтожающих жизнь на больших территориях; 2) мысль об убежищах, где переживает часть организмов; 3) спокойные периоды между катастрофами; 4) актуализм среди мотивировок, для которых Кювье также использовал трупы, сохранившиеся в Сибири; 5) медленные современные действия, которые не могут объяснить все геологические процессы; 6) причины «переворотов» — поднятия, «перемещения ложа морей» (у Кювье это основное), вулканизм огромных масштабов; 7) отсутствие конкретных высказываний о времени (оно не библейское); 8) одинаковая стратиграфия.

В чем же разница в идеях двух катастрофистов? Основное в том, что Кювье был более последовательным эмпириком и его труд — настоящее «эмпирическое

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1953, с. 9.

<sup>2</sup> В указателе литературы у Энгельса труда Кювье нет.

обобщение». Он, в частности, отверг современные формы вулканизма как причину горообразования. Он считал, что наука не может пока *конкретно* осветить причины катастроф — он отбросил натурфилософскую *конкретизацию* гипотезы Палласа, ввел свои палеонтологические доказательства. Но, как мы видели, и Паллас отходил от поисков конкретных универсальных причин. В области палеонтологии он также поддерживал идею о постоянстве видов. Вероятно, это дух эпохи.

Единственная ссылка на работу Палласа (1777) имеется у Кювье только в 1812 г. и лишь по поводу стратиграфии. В последующем ссылок нет вообще. Критикуя ряд предшественников, Кювье о Палласе полностью умалчивает. В 1913 г. в речи памяти Палласа Кювье сказал, что Паллас — основатель «новой геологии». Здесь мы сталкиваемся с проявлением «принципа соответствия» и характерными деталями взаимоотношений ученых. Аналогичное автор [144, вып. 9] установил в отношениях Ляйеля и Гоффа. На идеи ссылаются реже; отсутствие ссылок не свидетельствует о незнакомстве ученого с соответствующим трудом.

Циттель в 1899 г. писал, что Кювье был недостаточно знаком с современной ему геологией, иначе не предложил бы своей теории. С первым, возможно, частью следует согласиться — истоки его идей 30—35-летней давности. Но в целом вывод явно неверен; в этом случае невозможно объяснить успех и длительное развитие идей Кювье.

Кювье «идеалист» и «метафизик» не больше, чем Бюффон, Ламарк, Ляйель, Паллас и др. Он, очевидно, деист, а над всем остальным в его идеях довлеет мировоззрение естествоиспытателя, желающего быть эмпириком, но допускающего гипотезы, что вызывает некоторую кажущуюся непоследовательность. Наблюдения убеждают Кювье в постоянстве видов позвоночных. В менее знакомой ему области беспозвоночных он по существу согласен с Ламарком. Он допускает и постепенные перевороты. Главная его задача — приковать к ним внимание. Одним из доводов за якобы «антиисторичность» катастрофизма служит образная фраза Кювье, что катастрофой «нить, связывающая процессы, оказывается порванной»; но его так формально не понимали и его последователи.

#### 24. Отражение катастрофизма в науке. Другие течения в 1810—1830 годах

Катастрофизм некоторое время в науке был ведущим. Не следует думать — и это ясно из сути учения Кювье, — что он был для всех догмой. Катастрофизм стимулировал наблюдения и не препятствовал обобщениям и гипотезам. Дальнейшее развитие шло по следующим направлениям. Наиболее катастрофичной, внешне эмпирически более обоснованной, но скоро (в классической форме) сошедшей со сцены, была гипотеза «кратеров поднятия» Буха (1825, 1828), развивавшаяся далее Б. Штудером (1847), который объяснял складчатость соскальзыванием пород с поднятий. Ее основу разделял и Гумбольдт. Но у него (1828) важным аспектом было положение о вулканизме как реакции расплавленных недр Земли на ее кору. По Буху, причиной складок и горообразования являлось выпучивание участков земной коры под влиянием вулканизма. В центре поднятия — вулкана — образовывался провал, кратер. Грандиозные поднятия протекали катастрофически быстро, но катастрофы эти были не всеобщими. Бух пришел к своей гипотезе, изучая вулканы Канарских островов, его гипотеза противоречила гипотезе Кювье, отрицавшего роль вулканизма в горообразовании и складкообразовании. Идею Гумбольдта лучше называть

просто «теорией поднятия», хотя Бюлов [255] указывает, что Гумбольдт высоко ценил «теорию Буха», а Гофф их объединяет. Действительно, для Гумбольдта, как и для многих в ту эпоху, «вулканизм» — синоним «эндогенных сил».

Гумбольдт вновь точно сформулировал *одновозрастность* некоторых вулканогенных и осадочных пород, установив две параллельные генетические серии. Эта идея, основанная на наблюдениях, была теперь подхвачена Бухом, Гаусманном, Ал. Броньяром, Боннаром, де Бомоном и др. [304], но она же подрывала представление о всеобщих вулканических катастрофах.

Учение о постоянстве видов привело де Бомона, Агассиса, Орбиньи и других ученых к идее о всеобщих катастрофах, гибели и новом возникновении жизни. Однако *геологические* всеобщие катастрофы у них не были чудом. Де Бомон в 1828 и 1830 гг., приняв идеи

Буха и Гумбольдта о поднятии с выбросом расплавленных масс, предложил гипотезу контракции: на Земле, охлаждавшейся из расплава, образовалась твердая кора. При дальнейшем охлаждении между корой и еще расплавленным ядром при его сжатии возникала пустота (ср. с «теорией обрушения» и с Декартом), кора ломалась и обрушивалась. В результате возникали опускания и поднятия, выжималось подкоровое вещество и т. п. Это и являлось катастрофой (рис. 5), горообразованием. Наличие атмосферы и гидросферы, приходивших в движение, превращало местное обрушение во всеобщую катастрофу [265, I].

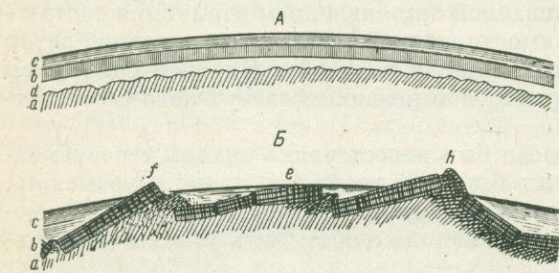


Рис. 5. Катастрофа при контракции Земли, по Э. де Бомону (265, I):

Участок коры: А — перед горообразованием, Б — после горообразования; а — раскаленное ядро; б — охлаждающаяся кора; с — океан; d — полость под корой; e — мелкое море и равнина; f — горы из пород коры; h — горы из пород коры и выдавленных пород земного ядра

Гипотезу контракции приняли Агассис, Орбиньи и др. в первоначальном виде она просуществовала недолго, претерпев развитие в направлении эволюционизма у Берцелиуса, предположившего сморщивание земной коры при охлаждении, и у Дана (первые сообщения — 1846—1849 гг.). По Дана, вертикальное сжатие Земли трансформировалось в горизонтальные движения коры, вызывавшие складчатость и выжимание расплава. Подробнее Дана развил гипотезу в 70-х годах вместе с учением о геосинклиналях.

Бух и Гумбольдт были внимательными исследователями современных явлений. Тем не менее увлечение идеями, основанной на частных наблюдениях (гипотеза «кратеров поднятия»), вело к неоправданной дедукции, ибо были известны и факты, ей противоречившие (см. Кювье). Поэтому, вероятно, некоторые геологи принимали эту гипотезу как гипотезу *поднятия* «вулканическими» силами без специфики «кратеров поднятия». Это видно по работе Гоффа (1834). Гофф указал на Моро, который первый предложил гипотезу поднятия, развивавшуюся в дальнейшем Л. Бухом и Гумбольдтом и принятую Ляйелем, не упомянувшим предшественников [144, № 9]. К ним относятся также Ломоносов и особенно Паллас.

Наряду с этими катастрофическими направлениями, из которых одно можно назвать *плутоническим* (Гумбольдт) и принципиально отличавшимся от униформизма, а второе *вулканическим*, не имевшим в объяснении тектонического процесса *качественных* различий с униформизмом, катастрофические идеи существовали у нешпунистов, упоминавших о всемирных потопах. Но это были уже эпитоны.

Катастрофистами 1810—1830 гг. были в разной мере В. Букланд, Р. Мурчисон и многие другие. Некоторые из них — Конибир, де ла Беш и др. — считали, что действующие геологические силы уменьшаются со временем. В России катастрофистами были Э. И. Эйхвальд, И. И. Эйхфельд, Г. Абих, С. С. Кусторга и др. [200, II].

Параллельно с катастрофизмом продолжал развиваться по следам Демаре, Геттона, Плейфера и Ламарка униформизм. Хойкас [278] указывает на униформизм П. Скропа (1825 и след.), который признает «полное единообразие и даже тождественность» важнейших явлений, связанных с вулканизмом. В этом он следует Демаре. Скроп, разумеется, допускает бурные кризисы, сопровождающиеся «внезапным поднятием континентальных масс». Он рассматривает силы, действующие лишь сейчас, но считает возможными их комбинации, могущие «выходить за рамки обычного течения событий». Поэтому Скроп не «строгий униформист». Скропа, как и Гоффа, Хойкас относит к «актуалистам», в отличие от собственно «униформистов». Близким к Скропу был Прево (1825, 1828), пытавшийся полемизировать с Кювье и считавший, что различие между прошлыми и современными причинами лишь количественное — по энергии и результатам.

Прево французы иногда считают основоположником униформизма, предвосхитившим Ляйеля [265, I; 295]. К униформистам Хойкас относит Флеминга, который в 1822 г. одновременно с Гоффом писал: «надо ограничить воображение и исследовать современные причины изменений в мире животных, чтобы понять перемены, имевшие место в прошлом или предугадать возможные последующие» [278, с. 26].

Катастрофистом был палеоботаник Ад. Броньяр. Ему принадлежат интересные идеи в области истории флоры. Он полагал, что трудность ее изучения от «...несовершенного состояния ископаемых образцов и недостаточного сведения о многих прозябающих ныне растениях» [12, с. 308]. Броньяр делит исследование ископаемой флоры на две части: ботаническую и *геологическую*, во второй части он выделяет стратиграфические и палеогеографические проблемы. Последние решаются им актуалистически. Представить поверхность Земли в карбоне можно лишь «...сравнением флоры каменноугольной области с растениями различных частей настоящей поверхности земного шара» [12, с. 344]. Броньяр применял актуализм довольно разносторонне. Он считал, что каменные угли, как правило, автохтонны, на что указывают положение и сохранность остатков; это почти общепризнанно. Он сравнивал фауну карбона и современную по классам, указывая процентные содержания разных групп в обеих флорах. Этот метод, использовавшийся Ляйелем и применявшийся до сих пор, привел его к правильному выводу, что «В отношении к числительному содержанию пород различных классов мы не найдем ни одной современной флоры совершенно сходной с древней» [12, с. 345]. Однако, учитывая важнейшие факторы, влияющие на преобладание папоротниковых и плауновых, — температуру и влажность, при равномерности температуры моря, — он считает, что флора карбона произрастала на небольших архипелагах; это подтверждается и географическим распределением угольных «котловин».

Ссылаясь на опыты Соссюра, показавшие, что увеличенное содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе ускоряет рост растений, Броньяр предполагал ее больший процент в атмосфере карбона. В этом он видит причину, почему в более жарком климате не было полного окисления растительных остатков, а происходила углефикация. Он делает и дальнейший вывод: связывание углекислоты растениями подготовило условия для появления земноводных и затем млекопитающих животных. Эти эволюционные выводы *катастрофиста* Броньяра напрашиваются на сравнение их с антиэволюционными выводами *униформиста* Ляйеля.

Постепенное охлаждение Земли Броньяр считает подтвержденным эмпирически. Палеоботанические доказательства он находит в современности. Броньяр делит историю флоры на пять периодов: 1) от появления следов растений до конца каменноугольной формации; 2) от пестрого песчаника; 3) от раковинного известняка до мела; 4) после мела; 5) современный. Трудно не видеть в труде Броньяра мысли о развитии и геобиологический и палеогеографический методы в достаточно ясной форме. На тех же позициях Ад. Броньяр остается и в 1832 г.

Характерен для средней линии развития геологии учебник Добюиссон де Вуазена (1815, [61]). Он оказал влияние на русскую геологическую мысль, хотя, видимо, не все его прогрессивные взгляды были поняты современниками, Д. И. Соколовым в частности. Добюиссон отрицательно высказывается о философах, которые строят гипотезы о происхождении Земли. Он эмпирик; идеи Бэкона и Ньютона повлияли на геологию, по его мнению, слишком поздно. Природа для него — непреложность законов. Он высоко оценивает Бюффона, указывая на его правильный *методологический* подход к явлениям. «Положительные сведения должны быть основанием всякого предприятия», истинная наука состоит в точном наблюдении явлений, в сближении их между собой «... для узнания взаимных отношений и в постижении законов, которым они подвержены», — говорит Добюиссон [61, с. 6]. Подчеркивая роль наблюдения, он вспоминает также Геттона, опыты Холла, Смита, в Италии — Брейслака, Брокки, Фортиса, Спалланцани и др. Он ссылается на Лондонское геологическое общество, объединяющее естествоиспытателей, изгоняющих дедукцию из своих исследований (на это указал позже Ляйель). Добюиссон отказывается от всего «... что несет на себе печать чистой гипотезы» [там же, с. 309].

Добюиссон — актуалист. Он подчеркивает важность систематического описания современного лика Земли и указывает на шведа Тиласа, который первый приступил к такой работе, на его труд 1750 г. Он ссылается на описания Лемана, физическую географию Бергмана, Палласа, Геттара, Монне, Жаксаля, Фожаса, Демаре, Соссюра, де Люка, Палассу, в частности, указал для Пиренеев направление пластов, параллельное хребту.

Добюиссон — ученик Вернера и в общем его последователь. О Вернере, как он говорит, положительно отзывается Кювье (Вернер тоже эмпирик). Но Добюиссон не догматик; он «не держится ни одной системы», и если иногда следует одной, то лишь «для удобства», и принятие системы Геттона в его книге изменило бы лишь несколько параграфов, а «наблюдаемые явления и геологические следствия из них останутся точно те же» [там же, с. 16]. Добюиссон высоко оценивает Кювье. Эта оценка относится прежде всего к *методологической* стороне, к изучению ископаемых организмов и исследованию вторичных пластов (формаций).

Экзогенным процессам Добюиссон придает огромное значение. Долины рек — чисто эрозионные; вода имеет также и химическое действие. Внутренние силы — вулканы и землетрясения. Последние он делит на: 1) связанные

с вулканами и 2) глубокие, которые распространяются быстро на тысячи миль (ср. с Декартом и др.). Причины их еще не ясны, но в общем это огонь, теплород. Однако, что и где горит, — сказать он не решился. Углерод или сера не могут гореть — вулканы встречаются и в гранитах. Уголь при горении в пластах вообще не может дать такого эффекта и т. п. Исходя из географии вулканов, он склоняется к мнению об участии воды в процессах вулканизма. Но детали ему неясны. Добюиссон скорее нептунист, однако базальт он относит к глубинным породам. Он убедился в этом еще в 1804 г. при маршрутах с Бухом в Оверни, но опубликовал свое мнение лишь в 1819 г. после смерти Вернера из уважения к учителю. Движения земной коры Добюиссон сводит к местным причинам. Противоположную точку зрения проводили пока, говорил он, лишь Моро и Геттон. По вопросу о поднятии Скандинавии он приводит оба мнения.

Добюиссон пишет о *постепенном* появлении органических существ, формы которых постепенно же *усложнялись*. «Человек... не существовал еще во время образования оных: он составляет последнее, самое изящное произведение творческой силы» [161, с. 319] (заявление, формально допускающее креационизм. — Б. В.). Он сравнивает «ход природы» с движением качающегося маятника, точка опоры которого передвигается с места на место. Это образ (возможно заимствованный) поступательно-циклического развития. Добюиссон в общем скорее эволюционист. «Время... беспредельно для природы: оно также неопределенно для нея, как пространство...» [там же, с. 208]. О катастрофах он замечает мельком: «Было действие сильное и почти внезапное между спокойным образованием пород» [там же, с. 318].

Труд Добюиссона не эклектичен. Его взгляды лишь отражают дух эпохи: актуализм, скептическое отношение к гипотезам. Им хорошо вскрыта роль Кювье в истории науки и правильно схвачены прогрессивные элементы современных ему течений. Умеренность его катастрофизма связана и с тем, что он склоняется к нептунизму.

Упомянем об И. И. Эйхфельде. Эйхфельд нептунист, он катастрофист в вопросе образования долин; долины образованы великими реками древних времен или течениями древнего моря, частично еще на дне, частью при «последнем отливе с суши» (1827). Здесь влияние Бюффона очевидно.

Соколов в 20-х годах был нептунистом, писал, что действия природы — дифференциалы «великих перемен»; время их интегрирует (1825). Он почти [200] буквально цитирует Плейфера. Однако в то же время Соколов принимал библейское летосчисление (наверное, для цензуры). Эволюция его взглядов (см. ниже) характеризует проникновение в Россию новых течений.

## 25. Актуализм как научный метод. К. Гофф

Гипотеза Кювье методически поставила проблему прошлого. Она была толчком для того, чтобы ряд естествоиспытателей стал усиленнее ей заниматься. В связи с работой Кювье была объявлена конкурсная тема в Геттингенском научном обществе (1818), гласившая: «Основательное и глубокое исследование об изменениях земной поверхности, известных в истории, и применение, которое могут иметь сведения о них при изучении революций на Земле, лежащих вне пределов истории» (Цит. по [144, № 8, с. 73]). Инициатором темы — научной проверки стихийно существовавшего актуализма — был И. Блюменбах, палеонтолог и плутонист. Премию получил Гофф за I том своего труда (1822—1841).

Гофф — вначале вернерианец, затем плутонист; в 1834 г. он принимает гипотезу Ляйеля — униформизм. Вулканизм, по его мнению, победил после того, как вулканические явления, особенно вследствие работ Буха и Гумбольдта, «... стали приписываться не только частным вулканическим извержениям, а считаться следствием широко распространенных процессов, протекающих в недрах Земли... Вулканисты... пытались обосновать свои взгляды большей частью глубоким внутренним химизмом Земли... и сделались плутонистами» (Цит. по [144, вып. 8, с. 72]), объяснив вулканические явления их связью с глубиной, высокой температурой недр, развитием газов и их способностью растворяться в расплавах.

С 1807 г. Гофф собирал сведения об известных в истории геологических явлениях, которые и легли в основу его труда. Мы лишь коснемся интересной работы Гоффа, рекомендуя работы автора [144, вып. 8, 9 и др.]. Тома I и II работы Гоффа посвящены изменению границ моря и суши, а также вулканизму. Гофф писал, что конкурс показал, что его работа «... может быть, соответствует назревшей потребности». Во введении он излагал методические соображения: он намерен исключить взгляды и гипотезы, не имеющие исторических доказательств. «Если же исследования связать с историческими свидетельствами — потому что здесь это явление, на котором покоится дальнейшее заключение, как на эксперименте в химии и физике, — тогда можно не ошибаясь найти границу, от которой допустимо идти дальше, основание, на котором геологическая система может быть построена с большей надежностью, чем до сих пор» (Цит. по [144, вып. 8, с. 77]).

Разумеется, Гофф не упускает и наблюдений без исторических сопоставлений. Однако изучение прошлого таким путем сложно и имеет ограничения, вытекающие из сущности явлений и состояния науки «...при существующих знаниях о естественных силах, трудно объяснить с их помощью все или хотя бы большую часть геологических явлений. Дальше известной точки мы сейчас не достигаем этой цели, но находим границу, за которой почти не имеют применения известные физические законы и факты и где прибегают лишь к помощи предположений и шатких гипотез... Отыскать эту, еще неизвестную границу... разумная цель для стремлений геологов. Было бы ...полезно искать эту границу между историческими фактами и физическими предположениями, и, начиная с нее, исследовать последние. Это ясно частью из природы вещей, а частью основано на соображении: как в сущности мало можно совершить в геологии существующими обычными методами» (там же).

Обе цитаты ясно указывают на методологическое значение изучения современных явлений, заменяющего *эксперимент* в геологии. Но Гофф указывает и на него: «Все геологи охотно ищут эксперимент, который позволил бы это обосновать прочнее, и жадно исследуют вновь обнаруживаемые естественные действия, коль скоро они показывают лишь нечто подобное тому, что могло или должно было объяснить образование наблюдающихся форм... так получают средство, чтобы подтвердить или отбросить смелые предположения; приобретают масштаб для суждения о величине действующих сил... и возможность, хотя бы примерной оценки последствий» (там же, с. 78).

Гофф довольно исчерпывающе для эпохи охарактеризовал актуализм, его возможности и вероятные ограничения. Вопрос был поставлен им и шире — вообще об индуктивном методе и максимальном использовании в геологии опытных наук, особенно химии: «Химия есть пробный камень для всех геологических гипотез и теорий» (там же, с. 79). Гофф придерживался мнения Бюффона об ограниченной роли частных катастроф, считая долины чисто эрозионными.

Он писал, о «вечности» геологического времени и говорил, что «...малые действия, распространенные на большие отрезки времени объясняют многое в истории Земли» (там же, с. 81).

Гофф в 1822 г. сомневался в поднятии Скандинавии до надежных доказательств и согласился условно с Бухом в 1824 г., поставив вопрос, не есть ли медленные движения «...особый вид вулканического процесса» (там же, с. 84). Вулканизм и землетрясения Гофф считает наиболее существенными для доисторического развития Земли. Касаясь причин вулканизма, Гофф присоединяется к мнению Гумбольдта и Буха, что «вулканизм — это неравномерное проявление внутренней химической деятельности Земли», и указывает на то, что может быть время, когда вулканический процесс или «...силы в Земле, его вызывающие, были много сильнее, шире и действовали более взаимосвязанно, чем в историческое время; и что они неожиданно или постепенно уменьшились без того, однако, чтобы быть исчерпанными до конца» [там же, с. 88]. Эта идея, существующая с Декарта, сейчас почти общепризнана (В. Е. Хаин и др.).

В решении Геттингенского общества по конкурсу работа Гоффа была оценена высоко. Отмечено, что он правильно понял цель конкурса. «Задача автором разрешена столь совершенно, как этого можно было лишь желать» (*Göttingische gelehrten Anzeiger...*, 1824, № 190—191, с. 1893). На труд Гоффа был ряд благожелательных рецензий, отмечавших его методологическое значение. Немецкие ученые (Вальтер, Андре и др.) противопоставляют Гоффа Ляйелю, считая первого основателем современной геологии или указывая даже, что система Ляйеля была регрессом. Это частью дань национализму, а отчасти обуславливается теоретической нечеткостью — смешением метода (актуализма) с гипотезой (униформизмом). С другой стороны Берингер и Циттель, оставляя в стороне методологическую сущность работы Гоффа, считают, что он «...до известной степени сам был еще катастрофистом» [242, с. 40]. Действительно, формальное *допущение* в прошлом более мощных, но тех же сил — частный аспект катастрофизма (Кювье).

Хотя актуализм в геологии существовал давно, но его научное и методологическое осознание есть основания связать с Гоффом. Он возвел актуализм в ранг метода, аналогичного эксперименту. Ошибочно полагают, что работа Гоффа прошла почти бесследно; она была широко известна. На нее ссылаются Кювье, Науманн, Соколов [186], Ляйель и многие другие. О. Райх (1905) указывает на Ф. Шлотгейма, Линденау и других ученых, на которых она оказала влияние. Активно отозвался на работу Гоффа Гёте. Циттель считает, что для идей Ляйеля в Германии почва была подготовлена Гоффом. Но следует подчеркнуть, что труд Гоффа не был завершен до выхода «Принципов...» Ляйеля; актуализм не был открытием; идеи геологического времени, суммирования мелких изменений уже были достоянием науки. Фигура Ляйеля, дополнившего метод *системой*, заслонила Гоффа.

## 26. Выводы

Рассмотренный подпериод обладает характерными чертами. Развитие геологии идет под знаком эмпиризма. Ведущими идеями *постепенно* становятся представления о характере *развития* Земли, тем самым *относительно* несколько изменяется предмет геологии. При этом возникает эмпирическое учение о катастрофах, которое дает теоретическую основу конкретным тектоническим гипотезам, «плутоническим» (де Бомон, Гумбольдт) и «вулканической» (Бух). Их расцвет падает на конец подпериода и позднее. Эти гипотезы противопоставились

униформизму, принимавшему Землю раз навсегда ставшей — твердой. Катастрофизм также сочетается и с нептунизмом. Униформизм продолжает развиваться — его аспект присутствует и в учении о катастрофах. Начало рассматриваемого периода можно сравнить с началом предыдущего (1740—1780 гг.). Первая половина является предварительным развитием концепций, а вторая — их четким и полным выражением. В обоих случаях несколько опережает развитие вулканизма (Моро, Ломоносов, Паллас, частью Бюффон) и соответственно катастрофизма (Кювье, Бух, Гумбольдт, де Бомон).

С начала XIX в. быстро развиваются биостратиграфия и геокартирование. Начинает выкристаллизовываться представление о фации, зародившееся в XVIII в. Хельдер [277] указывает, что это понятие ясно видно у Шлотгейма в 1813 г. Н. Б. Вассоевич пишет: «В 1821 г. Ал. Броньяр уже впервые отдавал себе отчет в изменчивости отложений одной и той же формации. Он писал, что «Породы совершенно различного характера могут образоваться в одно и то же время, почти в один и тот же момент и не только в различных частях Земли, но даже в одном и том же месте» [110, с. 15].

В России несколько дольше, чем на западе, был еще распространен нептунизм. Но проникали и новые веяния, в частности, взгляды Геттона и Плейфера [200, II], как и катастрофизм.

## Б. НАУЧНЫЙ УНИФОРМИЗМ (1830—1850 гг.)

### 27. Гипотеза униформизма Ч. Ляйеля. К. Прево

Нередко Ляйеля считают основателем современной геологии, связывая ее с его униформизмом. Ляйелю посвящено много работ [144, вып. 9; 169, 222, II и др.], к которым мы и отсылаем читателя.

Рассмотрим связи и место униформизма Ляйеля в современной ему геологии. А. И. Равикович [169] указывает, что последовательный униформизм основывается на трех принципах: 1) однообразии (точнее, *единообразии*. — Б. В.) геологических сил; 2) непрерывности геологического процесса (но относительно! — Б. В.); 3) роли геологического времени — суммирования мелких измерений. Она пишет, что эти принципы высказаны и развиты Геттоном и Ламарком. Мы видели, что основы униформизма уже неоднократно высказывались и иллюстрировались, но идея униформизма на основе *всех* этих принципов была развита Геттоном, хотя он в этом отношении и не догматик. Актуализм тоже стал важнейшей основой геологии по меньшей мере с начала XVIII в. К 30-м годам XIX в. исследование современных явлений и геологических разрезов продвинулось далеко, сильно усовершенствовалась геологическая методика. Это создало почву для научного униформизма, явившегося антитезой и *дополнением* к катастрофизму Кювье. Обе концепции необходимо поэтому рассматривать не только в противоположности, но и в единстве.

Ляйель формулирует гипотезу, указывая на «сходство или тождество древней и настоящей системы земных изменений» (1830, ср. с Геттоном — это граничные условия); причины геологических процессов в течение всей истории Земли «единообразны», всеобщих катастроф не происходило. Преобразование лика Земли совершалось путем суммирования мелких и более быстрых и крупных, но *локальных* изменений вследствие землетрясений и вулканизма. Ляйель писал: «Через повторение неопределенного числа таких местных революций (поднятие шести горных пиков при вулканических извержениях в Мексике. — Б. В.) и через посредство медленных движений... может окончательно про-

изойти общая перемена климата» [117, I, с. 128]. В этой цитате о «медленных движениях» еще ничего не сказано даже во втором издании (1832) его труда, что указывает на существенное значение упоминания системы земных изменений, а не просто *изменений*.

Униформизм Ляйеля не был столь примитивным, как иногда считают. Он принимал, что только общая энергия геологических процессов в целом примерно постоянна. «Тождество» у Ляйеля это, несомненно, лишь одинаковая *размерность* действующих сил, допускающая их полную *сравнимость*. Ляйель признавал силы, которые могут быть вполне познаны на основе современности. Он отрицал постепенное охлаждение Земли, считая ее в целом твердой, а магму<sup>1</sup> «очаговой», отрицал общее направленное изменение климата Земли. Он вообще не рассматривал геогению и отвергал эволюцию организмов, признавая лишь их ненаправленные изменения в пределах функционально-постоянного биоценоза. «С самой ранней эпохи, — пишет Ляйель, — в которой ... существовали животные и растения, происходило непрерывное изменение в положении суши и моря, сопровождавшееся сильными колебаниями климата» [117, I, с. 167]. Каким же образом эти колебания делаются познаваемыми? «Сильное влияние на успехи геологии оказало предположение, что будто бы между причинами, произведшими первобытные перевороты на земном шаре и причинами, действующими сейчас, *существует слабая аналогия* по роду и еще более слабая по степени. Раньше геологи... были ... весьма мало знакомы с современными изменениями» [там же]. Последнее, как мы видели, неверно, на что указал еще в 1878 г. Сент-Клер Девиль. В этом отношении Ляйель переоценивал свой труд. Он для ряда объектов не отрицал значительного непрерывного и даже прерывистого изменения, которое может быть понято по аналогии; он писал, что изменения в формах Земли и постепенные изменения, которые испытывают растения, являются не более удивительными и необъяснимыми, чем те, которые наблюдал бы объехавший Землю от полюса до полюса. Изменения во времени у него тождественны изменениям в пространстве. Это отразилось в его прогрессивной тогда концепции об «одновременности», а также и в современности образования осадочных, плутонических, вулканических и метаморфических пород. Эти процессы шли для него с равной интенсивностью во все эпохи.

Затруднением для Ляйеля был вопрос о появлении человека. В письме к Уэвеллу (1837) Ляйель писал, что появление человека рассматривалось им как новая причина, «отличающаяся и по роду и энергии от любой ранее действовавшей», как «неопровержимое возражение против любого, кто выступил бы с защитой абсолютного единообразия» [278, с. 44]. Однако в тексте своей работы Ляйель считает человека незначительным фактором, делая оговорку о возможном изменении в дальнейшем.

Ляйель сразу (1830) предвидел, что его основная идея может быть формально использована, поэтому заранее не соглашался с теми, кто придерживается «философских бредней некоторых египетских и греческих сект, которые полагали, что все изменения в нравственном и вещественном мире повторялись через большие промежутки и следовали друг за другом в первобытной связи по месту и времени»; геолог «...признает неосновательность этих мнений, но не впадает в противоположную крайность, не отрицая, что порядок в природе был однообразен в том смысле, в каком мы считаем его однообразным теперь...» [117, I, с. 170].

<sup>1</sup> Само слово «магма» впервые (?) встречается у Ж. Дюроше в 1845 г. Он пишет о «La magma granitique» как о знакомой читателю (Цит. по [175]).

Как же представлял себе историю Земли Ляйель? Предоставим ему слово. Говоря о климатических циклах, Ляйель указал, что: «Тогда могли бы возвратиться и те роды животных, памятники которых уцелели... Птеродактиль снова стал бы носиться в воздухе...» [там же, с. 127]. Заключительные слова «Основ» гласят: «Расположение морей, материков и островов, равно как и климаты, изменялись; подобным же образом изменялись и виды животного и растительного царств; но все эти преобразования совершались по типам, аналогичным с типами существовавших растений и животных так, что повсюду указывает и совершенную гармонию плана и единство цели. Всякое предположение, что свидетельства начала или конца столь громадной системы лежат в пределах наших философских исследований или даже наших умозрений, не совместимо с истинным понятием об отношениях, существующих между конечными силами человека и свойствами бесконечного и вечного бога» [117, II, с. 546—547].

Существенно новое в монографии Ляйеля — полная познаваемость прошлого Земли на основе гипотезы униформизма, т. е. случайно-циклического развития, тождественного самому себе. При этом применяется актуализм как ведущий метод исследования. На такой основе Ляйель создал систему геологии, что, вероятно, в значительной мере предопределило успех его идей. Такому выводу не противоречит то, что труд Ляйеля не был столь оригинален, как иногда думают; на это, как и его большую, чем у Геттона, осторожность, указывают историки геологии [278, 290]. Заслуги Ляйеля велики, хотя он не основоположник актуализма, принципа суммирования и представления о геологическом времени. М. А. Энгельгардт полагает, что «он ввел математику в геологию» и открыл (!?) «ряд новых сил природы, каковы реки, ручьи, ключи, вулканы, морские течения и проч.» [229, с. 45]. Это явные преувеличения. Но любопытно, что книга Энгельгардта одна из немногих в XIX в., в которой понятие «униформизм» отграничивается от метода, применяемого Ляйелем. Успеху труда Ляйеля не помешали противоречия и слабые места его теории. Уязвимость связана с односторонностью его гипотезы, которая, как и катастрофизм, отражала лишь долю истины.

В связи с теоретическими взглядами Ляйель отвергал ряд идей, частью несомненно прогрессивных, уже существовавших. Он отрицал изменения в составе атмосферы (ср. с Ад. Броньяром), солености океана, соотношения площади суши и моря в истории Земли, эволюцию организмов, постепенное охлаждение Земли и расплав в ее недрах, следовательно, — контракционную гипотезу, идею о ледниковом периоде и т. д. Вулканизм для него — местное и случайное явление, связанное с химизмом земных недр (он ссылается на Деви). Вообще эндогенные процессы были слабой стороной его труда. Если Кювье объявил горообразование и складкообразование временно непознаваемыми, то Ляйель, по существу, обходил этот вопрос, ограничиваясь общими соображениями. Его геология — это в первую очередь экзодинамическая и стратиграфическая геология.

Подчеркиваем, что униформизм (тождество) нельзя отвергать вообще. Энгельс указал на его методическое значение, когда писал: «— Как и все метафизические категории, абстрактное тождество годится лишь для *домашнего* употребления, где мы имеем дело с небольшими масштабами или с короткими промежутками времени; границы, в рамках которых оно пригодно, различны почти для каждого случая и обуславливаются природой объекта;...»<sup>1</sup> Если учесть, что униформизм как геологическая доктрина даже не является абст-

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1953, с. 170.

практическим тождеством, то ясно, что в конкретных случаях он практически применим, если не забывать о сделанном при этом допущении. Другими словами, гипотеза униформизма — частный случай эволюции, как покой — движения.

Униформизм — общая формулировка граничных условий для действия закона или систем законов и широко применяется в науке как «эмпирическое обобщение» (напр., для физико-химических законов, механизма наследственности и т. д.). Таким образом, мы отвергаем униформизм лишь как общетеоретическую доктрину, а не как базу исследования частных процессов, не униформизм вообще, а «злоупотребление» им.

Надо указать на распространенное мнение: Ляйеля считают эволюционистом (Н. С. Шатский и др.). Это ошибка, хотя для нее были основания (см. раздел 34). Любопытно мнение некоторых современников Ляйеля о том, что его концепция возникла из «любви к третичной формации». Действительно, апробацию своих идей он находил прежде всего в относительно молодых отложениях (ср. с Гоффом).

Сказанное не означает, что Ляйель не имел и конкретных заслуг в геологии. Помимо теоретической области и разработки проблем экзодинамической, стратиграфической и региональной геологии, он сделал большой вклад в учение о метаморфизме; в дальнейшем им поставлен вопрос о древности человека. Он впервые четко (вполне новым это не было) подразделил породы на четыре группы и сформулировал основные идеи о глубинном петрогенезе. Они развивались до настоящего времени (принцип соответствия), по существу, всеми, кто стоял на позициях магматической гипотезы.

Во Франции идеи Ляйеля были поддержаны Прево, который в 1845 г. [304], в принципе, солидаризируется с Ляйелем, на него не ссылаясь. Униформизм Прево — вечное ненаправленное изменение с непрерывной миграцией и сменой организмов вслед за миграцией климатов и другими «случайными» преобразованиями; ведущий метод — актуализм. Он пишет: «изучение современных явлений и его применение для объяснения древних явлений неопровержимо доказали синхроничность действия двух основных причин — плутонической и неплутонической» [там же, с. 1064]. Он вводит понятия «отложение» и «формація». Формація — это породы, образовавшиеся независимо от возраста в одинаковых условиях (формація пирогенные, водные, морские, пресноводные и др.). Отложение — одновозрастные породы любого происхождения. Значение этих понятий для геолога он сравнивает с ролью широты и долготы для астронома. Отложения делят разрез, по его мнению, по горизонтали, различные формація — по вертикали.

Формація у Прево примерно соответствует обобщенному понятию «фація». Прево указывает, что такое деление введено еще Вернером (которого он высоко ценил), но благодаря его неплутонизму оба понятия у Вернера почти тождественны — возрастастые. Прево приходит к выводу, что важнейшим в исследовании является установление синхронизма «геологических причин» (и явлений), в котором отражены «непрерывность и одновременность». Прево, высказывавший аналогичные мысли и ранее (1825), — первый последовательный униформист на родине катастрофизма, развивший также учение о фациях.

## 28. Катастрофизм к середине XIX века. Орбиньи и его актуализм

Контракционная гипотеза де Бомона (1829) развиваясь, стала к середине века господствующей. Она, наследуя космогонию Декарта и идею Моро, была первой вполне научной гипотезой, указавшей на концентрическое строение

Земли. Сходство бросается в глаза — стоит сравнить рисунки 1 и 5. Эту гипотезу приняли, в частности, Агассис и Орбиньи. Агассис, будучи последователем Кювье, признавал, однако, изменение видов, отвергая лишь происхождение их от общих корней [277]. Гипотезу о ледниковом периоде с широким развитием материковых льдов Агассис выдвинул в 1840 и 1847 гг. Он принял наличие холодных периодов, в которые значительная часть Земли покрывалась льдами. Оледенение — всеобщая катастрофа, уничтожившая жизнь, творившуюся вновь с потеплением. Агассис полагал, что оледенение наступает до поднятий, а растекание льдов — после; для Европы центр — Альпы. В 1847 г. связь с Альпами он уже отрицает. Для обоснования гипотезы Агассис вновь использовал поражавших умы мамонтов Сибири.

Гипотеза Агассиса родилась в дискуссии с Шарпантье, который еще в 1834 г. в докладе, опубликованном в 1841 г., выдвинул идею, что оледенение произошло после поднятия Альп и представляло собой лишь несравненно большее распространение горных ледников. Шарпантье больше, чем Агассис, основывался на личных наблюдениях в Альпах, тогда как Агассис привлекал много литературных сведений. Отсюда и некоторая разница во взглядах, у Агассиса больше дедукции.

К катастрофистам продолжали принадлежать многие значительные ученые эпохи. Назовем Ф. Гофмана [276], А. Седжвика [1834] и др. (по России — см. [200]). Упомянем вновь Ад. Броньяра, который не изменил взглядов под влиянием униформизма. Он указывал: «История образования земной коры, как история народов, состоит из периодов спокойствия, которые были, вероятно, довольно продолжительны... из переворотов, во время которых действователи, изменяя поверхность, воздвигали горы, потопляли земли... осушали дно морское... осаждали на первобытные породы материалы новых пластов, которые, захватывая остатки животных, уничтоженных переворотами, сохранили эти драгоценные памятники...» [13, с. 191—192]. Перевороты Броньяр считает находящимися в ведении геолога, а спокойные периоды — зоолога или ботаника. Указывая на исчезновение флоры карбона, Броньяр спрашивает обязано это «...одному ли ужасному перевороту или медленному изменению физических условий...». «Этого, — отвечает он, — нельзя еще определить при настоящем состоянии наших познаний» [там же, с. 203]. Броньяр подчеркивает прогрессивность развития флоры и фауны.

Климатические различия Броньяр устанавливает и по отдельным видам, находя, что в Средней Европе в третичный период был более теплый климат. «В первые времена сотворения» земная поверхность имела везде одинаковую температуру (позднее установление климатических зон!). Статья Броньяра показывает, как катастрофизм мог совмещаться с актуализмом и представлениями о прогрессивном, частью даже медленном развитии.

Характерной фигурой является известный палеонтолог Орбиньи, крайний представитель катастрофизма и креационизма. Он писал: «Первое творение обнаруживается в силурийском ярусе. После его уничтожения какой-то геологической причиной, ...в девонском ярусе имело место второе творение; и двадцать семь раз отдельные акты творения последовательно заселяли всю Землю новыми растениями и животными, вслед за каждым геологическим переворотом... Таков факт, который мы лишь устанавливаем, не пытаясь проникнуть в сверхчеловеческую тайну, его окружающую» (Цит. по [55], с. 25). В сопоставлении с этой декларацией интересно привести некоторые его методологические высказывания. Орбиньи в 1849 г. писал: «Чтобы определить способ отложения ископаемых остатков... мы должны... сравнительно изучать содер-

жащие их слои для всех геологических эпох и пути захоронения современных органических остатков в морских и пресных водах. Длительное изучение доставляет нам факты для дискуссии; убеждение в том, что при формировании слоев и захоронении в них организмов действовали две серии взаимно исключаящих обстоятельств; одни пассивные, непрерывные, принадлежащие лишь современным причинам, другие неожиданные, случайные, чисто геологические, которые управляются революциями, дислокациями земной коры» [265, I, с. 71].

Это — формулировка униформизма для эпох между революциями и признание непознаваемости актуалистическим методом геологических революций. Последнее яснее в другом месте: «...каждый раз, когда система гор внезапно появлялась из-под уровня океана, существовавшая фауна уничтожалась в процессе движения, как на пунктах дислокаций, так и в местах, ими не затронутых. Новый период ее существования обнаруживается через значительное время покоя... Последовательное разделение фауны в каждой местности и геологическом этапе ни что иное, как видимое следствие поднятий и погружений..., которым должна была подвергаться ...консолидированная часть земной коры» [там же, с. 135].

За исключением указания на неизвестность процесса отмирания и возобновления жизни, а также быстрого течения горообразования, Орбиньи — актуалист по методу и униформист по отношению к спокойным этапам развития. Он писал: «...во все геологические эпохи условия, тождественные современным, влияли на формирование осадков, их распределение, как и распределение органических остатков...» [там же, с. 124].

Он считал, что в палеонтологии необходимо привлекать общую зоологию, чтобы путем изучения современности **выяснить**, как аналогичные процессы происходили прежде. Он подчеркивал **важность** биостратомической проблемы, для разрешения которой необходим актуализм: «При изучении условий существования надо больше сравнивать обстоятельства, при которых они были разрушены: наводнения для сухопутных организмов, штормы и землетрясения для водных. Способ, которым эти явления происходят ныне на континентах, берегах и в глубинах моря, должен бросать свет на прошедшие эпохи» [там же, с. 6]. Разрешение этой проблемы поможет пролить свет на ход катастроф.

То, что Орбиньи прекрасно понимал ценность актуализма, иллюстрируется и далее: «Счастливая мысль обратиться... к причинам, действующим сейчас, принадлежит полностью К. Прево... Развитием этой системы наука обязана также Ч. Ляйелю, поддержанному многочисленными исследователями...» [там же, с. 71]. Но, продолжает Орбиньи, необходимы очень продолжительные исследования на берегах «...всех морей для того, чтобы получить надежные данные. Такой возможности не было у каждого, и исследователи чаще всего удовлетворялись интерпретацией изучения лишь слоев на суше. Мы следуем противоположным путем. Свободные от предвзятости, мы хотим обобщить наблюдения, сделанные в течение нашего путешествия... в разных пунктах океана с единственной целью обнаружения современных фактов, могущих осветить без какой-либо гипотезы относительную ценность различных агентов, способствующих формированию осадочных слоев». Орбиньи формулирует и методическое положение: «Аналогичные обстоятельства в одинаковых условиях дают идентичные результаты» [там же].

Взгляды Орбиньи на два ряда причин мотивируются им так же, как Кювье, но формально. Логически завершив эту идею, Орбиньи считает различными видами даже две тождественные ископаемые формы, если их остатки «разделены катастрофой» [265]. Конечно, как у Ляйеля в области горообразования,

так и у Орбиньи в области вымирания пелагических организмов были явные натяжки. Необходимо отвергнуть два заблуждения относительно Орбиньи, Агассиса и некоторых других: 1) геологическая сторона катастроф не была в их представлениях сверхъестественной; взгляды Орбиньи можно охарактеризовать даже как представления об эволюционно-революционном развитии; 2) они не отвергали актуализм как важный метод, который прольет свет и на суть катастроф.

Орбиньи писал [265, II, с. 2] об «осцилляциях почвы» разных масштабов в отдельных пунктах суши и мелководья, которые обнаруживаются сейчас и существовали прежде. В примечании он указывал, что 16 мая 1849 г. в Сорбонне он прочел лекцию о новейших и древних осцилляциях. Упоминание даты говорит о том, что Орбиньи заботил приоритет — такие взгляды были еще не опубликованы. В качестве примера он привел наблюдения Буха и Ляйеля в Скандинавии. Орбиньи указывал, что изменения уровня поверхности являются результатом движений двух типов — медленных и быстрых. К первым он относит движения, для которых можно проследить в разрезе непрерывное перемещение прибрежной фации.

Любопытно высказывание Орбиньи об азое, который для Ляйеля вообще не существовал, противореча униформизму. В § 1667 он пишет: «В § 1662 мы оставили Землю консолидированную, подвергнушую последней складчатости в конце азоя. Сколько веков прошло с тех пор до того, как Земля стала населенной? Мы этого не знаем. Надо, однако, думать, что организмы не стали появляться немедленно; нужно было, чтобы...создались условия для восприятия жизни, ибо немые слои являются очень мощными. Необходимо было, чтобы континенты стабилизировались... и температура на Земле стала подходящей для появления жизни. Наконец творческая сила принимается за дело (у Бюффона — прорастают семена жизни. — *Б. В.*). Континенты покрываются растительностью, моря населяются животными. Сразу или постепенно были созданы все эти организмы? Покрыли ли они Землю или распространились в морях сразу или постепенно?... Для ансамбля природы необходимо, чтобы все организмы были созданы одновременно; они взаимосвязаны... Этот факт заставляет нас верить, что организмы созданы одновременно (ср. с Вернадским. — *Б. В.*); об этом же свидетельствует и разрез, так как одни и те же слои одновременно включают и животных всех классов и морские растения...» [265, II, с. 284]. Распространились организмы сразу, об этом также говорят факты.

Существовало ли для Орбиньи геологическое время? В просмотренных работах он нигде об этом не говорит. Однако можно утверждать, что речь идет о времени, не связанном с религиозной догмой, хотя, возможно, не столь «бесконечном», как у Геттона и других. Его параллель с «днями творения» [266] этому выводу не противоречит, хотя мы видим у него элементы религиозного мировоззрения или уступку ему.

## 29. Идейные течения в русской геологии (1830—1850 гг.)

Идеи Ляйеля проникают в Россию с 1840 г. [200]. До того времени большинство геологов находилось под влиянием катастрофизма. Однако русская геологическая мысль имела и своеобразные черты. Отсутствие в начале века крупных представителей теоретической геологии, влияние непутизма и несколько запоздалое проникновение плутонизма способствовали развитию менее крайних взглядов. Ультракатастрофисты, подобные С. С. Куторге, были редкостью; непредвзятость мнений и эмпиризм выступали яснее. Поучи-

тельна эволюция взглядов Соколова, которую в разной степени испытали некоторые другие русские (и не русские) ученые.

Соколов от взглядов, близких к непунизму, перешел к плутонизму, стал умеренным катастрофистом, а затем принял идеи Ляйеля. То, что актуализм был общепризнанным и потому незамечаемым методом, хорошо иллюстрируется его работами. Сам Соколов пишет в 1839 г., что использовал ряд зарубежных трудов, в первую очередь де ла Беша [239] и А. Бюра (1834). В предисловии Соколов указал, что он «...не облакал чужих мыслей в новую форму, чтобы выдать их за свою собственность<sup>1</sup>; впрочем не был и слепым подражателем...» [186, I, с. 6]. Безусловно новое в работе Соколова — обилие русских примеров при практической направленности. Последнее свойственно и де ла Бешу. Интересен вопрос, почему Соколов в 1839 г. не использовал работы Ляйеля? Незнание английского языка этого не объясняет, так как труд Ляйеля в 1833 г. был переведен на немецкий язык. Де ла Беш семь раз ссылается на «Основы геологии» Ляйеля, но лишь на фактический материал. Но об идеях Ляйеля говорилось в его реферате работы Б. Котта в «Горном журнале» (1837, кн. 1, ч. 1), у Гоффа (1834) и в других работах.

Прежде чем ответить на вопрос, упомянем о де ла Беше, стороннике де Бомона, умеренном катастрофисте и контракционисте. Актуализмом пронизана вся его работа; в этом он близок к Добюиссону [61]. Де ла Беш писал, что «...одновременно с поднятием гор условия существования организмов столь изменялись, что много видов некоторых зон полностью погибло, но зато возникли новые» (Цит. по [231, с. 39]).

В 1839 г. Соколов, возражая Вернеру и рассматривая образование гор и долин, говорил, что горы: «...были вырваны, ...некоторою силой из земной внутренности, и поднялись мгновенно до нынешней их высоты...». Этому представлению «... следуют ныне почти все геологи». Но действие атмосферы и воды изменяло вид гор. «Таким образом, — заключает Соколов, — нынешний вид гор и кражей приготовлялся мало-помалу» [186, I, с. 281—282]. Он, по де ла Бешу, различает «долины поднятия» среди дислоцированных пород и «долины обнажения» среди горизонтальных пород, чисто эрозионные. Но и в последнем случае «...самое русло реки... не имеет никакой связи с образованием ее... все чаще, кажется, образовались они от временных и необычайно сильных наводнений...» [186, I, с. 286]. Де ла Беш думал, что такие наводнения могут быть связаны с поднятиями (ср. с Палласом). Соколов, следуя ему, является здесь более катастрофистом, чем, например, Добюиссон. Катастрофы у Соколова не всеобщие, но все же «нынешние перемены», какими бы большими ни казались, «...не могут произвести существенного изменения в виде Земли», хотя они «... служат как бы ключом к открытию перемен незапамятных» [186, II, с. 61—62].

Укажем на некоторые методологические идеи, подхваченные Соколовым. В процессе накопления осадков «...те обстоятельства, под влиянием которых происходили эти осадки, подвергались изменениям»<sup>2</sup>. Это частью подтверждается «...вторичными движениями, которым подвергалась кора земная в продолжении каждого главного периода» [186, II, с. 90]. Причину горообразования Соколов видит в глубинах Земли, ссылаясь на де Бомона и дополняя его взгляды. Он контракционист и приводит — касаясь механизма вулканизма — соображения Ж. Фурне в связи с наблюдениями за остыванием расплавленного

<sup>1</sup> Намек на Гоффа (1834), упрекнувшего Ляйеля в том, что тот «рядится в чужие перья» [144, № 9].

<sup>2</sup> Ср.: «Процессы отложения, как и денудации, сами по себе изменяют условия отложения и денудации» [324, с. 989].

серебра в печи (спонтанное моделирование). При охлаждении образуются как бы вулканические конусы, выделяющие, иногда со взрывами, газы, еще жидкий металл и выбрасывающие металлические шарики. О развитии жизни Соколов определенно не высказывается, отмечая специфику окаменелостей для разных формаций и говоря об изменении организмов под влиянием условий (по Ламарку).

Вслед за Котта (1835) Соколов считал, что под влиянием вращения Земли, приливных сил и активности расплавленной массы Земли образовавшаяся на ней кора разламывалась на блоки. Они по-разному двигались относительно друг друга. Это, вероятно, первые высказывания о глыбовом строении земной коры и планетарно-космических факторах движения глыб. Неясно, с чьими исследованиями у Котта связано привлечение приливных сил как тектонического фактора.

Позднее Соколов принимает униформизм Ляйеля. Он пишет, что «значительные перемены в науке» произошли «лишь только первое издание мое вышло из печати» [187, I, с. 7]. Соколов ссылается на труд Ляйеля, им впервые прочитанный, но не на «Основы...», а на «Элементы геологии». Трудно объяснить, почему «Основы...» Ляйеля как будто бы ему незнакомы. Можно предположить следующее. Духом эпохи было отрицание всякой «философии». Поэтому, быть может, Соколов вначале без достаточного интереса отнесся к идеям Ляйеля. Вероятно, актуализм и ряд положений униформизма для него не были открытием. Сыграло, возможно, роль и то, что в литературе иногда цитировались сообщаемые Ляйелем факты, а не его идеи. Наконец, о Ляйеле сдержанно отзывался и Котта (выдержки в «Горном журнале»), в частности потому, что Ляйель отвергал эволюцию организмов.

Только прочитав «Элементы геологии», выделенные Ляйелем из «Основ» впервые в 6-м издании (1840), Соколов принял униформизм в конкретной форме системы геологии. Он построил свою книгу [187], как пишет сам, по образцу книги Ляйеля, но с более подробным разделом о горных породах и рудах. Соколов теперь говорит: «Некоторые геогности держатся того мнения, что целые системы пластов, образовались в короткое время, действием таких причин, которые в нынешней природе места не имеют... но мнение это основано на частных случаях и общим правилом считаться не может» [187, I, с. 172]. Эту оговорку он относит к формациям, где внизу лежат конгломераты, а вверх зерна осадка уменьшаются. В ней отразились как отсутствие «ортодоксального» понимания учения Ляйеля, так и примитивность понимания процесса осадкообразования.

У Соколова, как и у Ляйеля, сохраняется представление о полостях под землей, которые обуславливают оседания и обрушения коры. Он излагает теорию дрейфа, указывая на Робера (1840), наблюдавшего явления переноса льдинами камней в Швеции и России. Против этой гипотезы ранее [186] он приводил возражения.

Соколов был крупнейшей фигурой в русской геологии ([200] и др.). Необходимо отметить необъективность и антиисторичность некоторых авторов, например, Г. А. Смирнова и Е. А. Радкевич (реф. в [26, вып. 34]). Разумеется, работы Соколова — не просто компиляция. Он в разной мере отразил передовые идеи эпохи; его взгляды, в частности в области полезных ископаемых, были прогрессивны. То, что он их изменял, свидетельствует в его пользу. Смирнов (1953) называет его эволюционистом по отношению к неживой и живой природе. Но он лишь в 1842 г. стал не формальным униформистом. Для организмов же Соколов указывал на усложнение их со временем, также соглашаясь

с Котта и др. Подчеркнем, что, приняв униформизм для неорганической природы, Соколов не согласился с Ляйелем в части организмов: «...вымершие однажды, вновь не проявлялись» [187, II, с. 19]. Однако не следует переоценивать убеждения Соколова. Если в 1839 г. он писал, что «... в различные эпохи одни и те же вещества могли существовать только в известном виде, который назначался для них геологическими отношениями Земли» [186, II, с. 108—109]<sup>1</sup>, то в 1842 г. он легко отказался от историчности литогении, когда писал, что мнение «...будто древние породы ни мало не похожи на новые... опровергнуто» [187, II, с. 7]. Работы Соколова показывают, что актуализм может служить различным концепциям геологии. В зависимости от идей и количества (и качества) фактов выводы могут быть различны. Заметим, что господство классического униформизма было в России особенно коротким.

### 30. Катастрофизм, униформизм и актуализм

Катастрофизм и униформизм — две полярные концепции развития. Сосредоточивая внимание на разных его сторонах, они вместе имели большое методологическое значение. Если Кювье особо указывал на важные, пока не вполне объяснимые факты прошлого, то акцент у Ляйеля — на изучение настоящего как ключа к нему. С появлением этих гипотез проблема развития стала в геологии ведущей.

Каждая из гипотез имела корни в истории идей и эмпирической базе геологии. Обе гипотезы в классическом понимании потеряли значение, хотя от них осталось наследство в виде отдельных теорий, гипотез и методов; опровергнутых какой-либо из них или ими совместно. В истории науки поэтому важна задача вскрыть единство противоположностей катастрофизма и униформизма, ибо различие очевидно. Выше указывалось на их связь с прошлым науки, эмпирическую и актуалистическую основу и характерный для Кювье и Ляйеля «позитивизм». Напомним, что Кювье признавал эволюцию морской фауны; допускал и «медленное течение катастроф». Представления катастрофистов об истории Земли между катастрофами — униформизм.

Хойкас верно заметил, что в доводах Кювье против идей Ламарка имеются элементы униформизма — он основывается, в частности, на постоянстве видов за историческое время. Он возражал также против космогонических теорий, указывая на отсутствие аналогий с современной физикой. Хойкас считает даже, что Кювье больший униформист (?), чем Ламарк. Он ошибается, так как актуализм (метод) называет униформизмом. Ламарк униформист в геологии, именно здесь Кювье катастрофист. Но Кювье действительно пользовался актуализмом; Хойкас пишет: «...катастрофисты выдвигали свои теории, считая, что к ним их приводит наблюдение» [278, с. 36]. Но они не только считали, но действительно основывались на наблюдениях. Наконец, необходимо подчеркнуть, что катастрофы Кювье не сверхъестественны, а лишь «сверхсовременны». «Катастрофизм Кювье... не был целиком враждебен «современным причинам», темп может очень сильно меняться, но характер остается, в сущности, тем же самым» [там же, с. 37]. Лишь факты из области палеонтологии и структурный анализ заставляют Кювье отказаться от универсальности современных причин. О неправильном понимании идей Кювье писал еще в 1878 г. Сент-Клер Девиль, заметив, что катастрофы Кювье не определяет ни один из современных агентов, но лишь в «том виде и тех проявлениях», как сейчас. Геологическое время

<sup>1</sup> Эти идеи унаследованы от непутизма.

у катастрофистов, очевидно, лишь количественно могло несколько отличаться от времени униформистов.

Катастрофизм имел генетическую связь с вулканизмом, а униформизм — с непунилизмом. Ляйель в письме к Г. Мантеллю в марте 1827 г. писал: «Я давно уже держусь того же мнения, как и он (Ламарк. — *Б. В.*) насчет древности Земли... Я намерен писать о единстве прежних и нынешних сил» (Цит. по [229, с. 35]).

Влияние Ламарка на Ляйеля несомненно, в частности, и в вопросе о роли среды в изменении организмов. Признано преувеличенное значение, придававшееся Ляйелем деятельности моря. В первых изданиях его труда он полагал, что для образования речных долин достаточно эрозии водами отступающего моря и помощи землетрясений. Речная эрозия лишь дополнительно моделирует долины. Это отрицание значения речной эрозии у Ляйеля общее с катастрофизмом. Закономерно, что слабое место гипотезы Ляйеля — горообразование. В первом издании «Основ...» он отвергает медленное поднятие Скандинавии, так как там нет вулканизма и землетрясений. Гофф указывает (1834), что Ляйель сторонник теории вулканического поднятия гор, предложенной катастрофистами, и считает взгляды Ляйеля и его униформизм в этом отношении унаследованным от Моро.

В письме к В. Уэвеллу (1834) Ляйель признает законность мысли о катастрофах, обусловленных действием необычного сочетания сил, но считает, что наблюдаемые явления могут быть объяснены и без них. Частные катастрофы, которые вместе с медленными изменениями (ср. с Кювье!) определяют жизнь Земли в целом — уязвимое место униформизма Ляйеля. Он пишет: «...действия подземной силы, каковы поднятия горных цепей, происходили, скорее, от неоднократно повторяющихся умеренных судорожных движений, чем от немногих перемежающихся взрывов...» [117, I, с. 186]. «Время должно увеличивать... расстройство пластов пропорционально их древности» [там же]. Доказательство против однократности движений он видит, в частности, в разнонаправленности штрихов на зеркалах скольжения сбросов. Подчеркнем, однако, что известные уже в то время факты противоречили мысли о пропорциональности дислокаций и времени.

Не совсем вязались с униформизмом и длительные перерывы в осадкообразовании, которые все больше обнаруживались биостратиграфией. Ляйель пишет: «...теория о постоянном однообразии силы... допускает попеременное развитие и прекращение этих движений на неопределенные периоды времени и на ограниченных географически площадях» [117, I, с. 128]. Это место — в одном из ранних изданий, а в двенадцатом (1875) перед словом «неопределенные» вставлено «продолжительные».

Следует подчеркнуть, что «тождество сил», по Ляйелю, не противоречит частному необратимому развитию. У него лишь вся система не меняется качественно. Гибкость концепции о «тождестве системы» земных изменений — достоинство, но и внутреннее противоречие системы Ляйеля. Уэвелл в 1857 г. писал, что униформизм не исключает полностью катастроф: «...ибо в чем же заключается допустимый для них предел интенсивности?» [208, III, с. 543]; и почему за стандарт принята современная эпоха?

Соприкосновение с катастрофизмом наблюдается и в области жизни. Признание постоянства видов или случайных изменений, необъяснимой, направленной эволюции — общие черты обеих концепций, из которых катастрофизм, признававший безжизненное начало Земли и прогресс в строении организмов, правильнее трактовал факты.

Ляйель лишь в 1863 г. указал на древность человеческого рода и синхронность остатков ремесла с остатками вымерших млекопитающих. Только в 1866 г. в 10-м издании «Основ...» он принял теорию Дарвина, но так и не увидел в ней противоречия своей основной идее. Креационизм обычно связывают с катастрофизмом; однако «одно творение» Ляйеля, скорее, вяжется с библией, чем 27 «творений» Орбиньи. Ляйель, как Кювье и Орбиньи, не был последовательным материалистом для сферы жизни, но в области неорганической природы все они — эмпирики и стихийные материалисты.

Читая Ляйеля, можно убедиться в недостаточной историчности его построений. Объективно доказывают это редактор и переводчик II тома «Руководства к геологии» Ляйеля [118]. Они отказались от перевода глав, посвященных вулканизму, магматизму и докембрию, заменив их соответствующими главами 3-го издания «Курса геологии» Г. Креднера. Эти разделы в руководстве Ляйеля устарели, если даже в 30-х годах они стояли и в авангарде науки. Креднер указывает на первичную кору охлаждения Земли, на «поднятия более или менее медленные», «внезапные и вековые поднятия и опускания» и т. п., что уже частью соответствует эволюционизму.

Рассматривая униформизм и катастрофизм, Хойкас различает [278] четыре концепции развития Земли. Прошлые геологические силы отличаются от современных: 1) по роду и мощности (Кювье; отличие по роду у Кювье сомнительно. — *Б. В.*); 2) иногда по роду (укажем на Л. Кайё [257]); 3) лишь по энергии (Гук, Рей, Р. И. Бошкович, Скроп и Бух; добавим Гоффа и др.); 4) тождественны по роду и энергии (Моро, Геттон, Плейфер, Прево и Ляйель; о двух последних это не совсем верно. — *Б. В.*). Хойкас пишет, что в XIX—XX вв. в вопросе о роде сил все ученые, признавая постоянство физико-химических законов, как правило, униформисты. Но то же можно сказать и о ряде ученых XVII и XVIII в. Это ошибочное отождествление униформизма и детерминизма. Катастрофист У. Букленд в 1836 г. писал: «Как бы ни изменялись первичные атомы, они теперь, как и всегда, управляются законами столь же неизменными и единообразными как и те, которыми планеты удерживаются на своих орбитах» [278, с. 34]. Таким образом, понимать различие в родах сил следует как неизвестные сейчас комбинации и проявления тех же сил. Это верно, но в таком случае две первые концепции, упомянутые выше, сливаются с третьей. Неудивительно, что Хойкас приходит к выводу: «Не существует надежного и быстрого критерия для различия этого направления (униформизма. — *Б. В.*) от катастрофизма» [278, с. 16].

Соотношение между катастрофизмом и униформизмом, действительно, не столь просто, а различие не столь кардинально, как иногда полагают. Если вывод об отсутствии «надежного критерия» — крайность, связанная с нечеткостью формулировок самого Хойкаса, то ясно, что катастрофизм и униформизм взаимосвязанные и единые в своей противоположности концепции. Гексли не без оснований считал, что эволюционизм вырос из обеих течений. Утверждение, что катастрофизм неизбежно связан с введением чуда в историю Земли и является реакционным — плод недоразумения (использование научных идей реакционными или религиозными деятелями — другой вопрос). Павлов вообще не считал Кювье катастрофистом: «Когда теперь читаешь программу исследований, завещанных Кювье будущим исследователям, так и кажется, что эта программа написана для Ляйеля. Настолько точно и полно он ее выполнил» [145, с. 21]. Катастрофизм Кювье являлся более содержательной, богатой гипотезой, способной на многостороннее дальнейшее развитие; она больше отвечает принципу простоты, чему униформизм и эволюционизм. Это, вероятно,

и предопределило успех неокатастрофизма. Разумеется, мы принимаем обе гипотезы в форме «генотипов», в которых их сформулировали авторы. У последователей они могли принимать более примитивные или экстремальные формы.

Сложность проблемы развития отразилась в том, что многочисленные авторы касавшиеся ее, отступали от генотипов соответствующих гипотез — катастрофизма, униформизма и эволюционизма. Кроме того, развитие органических и геологических процессов некоторыми рассматривалось в свете разных концепций (см. о Ламарке). Поэтому трудно относить ученого безоговорочно к сторонникам одной из трех упомянутых концепций. Но здесь А. И. Равикович [169] указывает на следующее: из девяти возможных попарных (по отношению к геологии и биологии) комбинаций этих трех концепций «запрещенными» являются три — катастрофизм и униформизм в любом сочетании и эволюционизм в геологии с униформизмом в биологии, что понятно. Представители шести других комбинаций в истории геологии известны.

Выше говорилось об элементах «позитивизма» у ряда естествоиспытателей с середины XVIII в. В философии он окончательно выкристаллизовался в 30—40 годах XIX в. (О. Конт), увенчав, таким образом, идеи, возникшие в естествознании. Нетрудно понять, что с точки зрения позитивиста прошлое или непознаваемо или реконструируется на основе униформизма (граничных условий построения «эмпирических обобщений»).

В самом деле, крайний эмпиризм ведет к признанию единственно достоверным и ценным — опыта. Отсюда актуализм — как якобы единственно *решающая* методологическая основа. Исторические реконструкции требуют дедукции, гипотез, отказа в той или иной форме от голого эмпиризма. Альтернатива — «последовательный» униформизм, экстраполяция доступной непосредственному исследованию современности в прошлое. Таким образом, униформизм — характерный *исторический аспект позитивизма*. Объективный идеалист Гегель также считал, что в природе, в отличие от общества, наблюдается лишь «скучная история со всегда одним и тем же круговоротом». Униформизм как общая концепция не совместим с диалектическим материализмом. Ясно также, что униформизм — понятие, относящееся ко всем историческим наукам, в том числе и к *истории науки*. В последней он ярко выражен тривиальным образом: «детски-наивные воззрения древних...».

Актуализм применялся геологами всех школ; он — один из гносеологических аспектов историзма. До гипотезы Кювье средняя форма его применения укладывалась в формулировку, предложенную еще в 1819 г. Это можно иллюстрировать формулой:  $H \sim P$  (в частном случае  $H \equiv P$ ), где  $H$  — динамическая система современных, а  $P$  — прошлых геологических процессов. Даже у униформистов до Ляйеля, например у Геттона, наблюдался именно такой методологический подход к реконструкции прошлого. То же самое можно сказать о катастрофисте Палласе.

Кювье, Орбиньи и другие катастрофисты первой половины XIX в. метод актуализма используют иначе. Для них по времени наибольшая, а по структурной значимости, пожалуй, меньшая часть геологической истории тождественна современности. Другая — непознаваема актуалистическим путем:  $H \neq P$ . Наконец, Ляйель придает актуализму универсальное и формально-логическое завершение (см. рис. 11):  $H \equiv P$ .

Разумеется, математическая иллюстрация условна и не передает всех нюансов понимания терминов разными авторами. Это — формализация, примененная для выделения общего характера соотношения между актуализмом и геолого-историческими концепциями.

Как известно, метод и теория едины; только в случае униформизма они становятся вполне совпадающими. Это обстоятельство, вероятно, важнейшая причина того, что после Ляйеля униформизм и метод актуализма стали смешиваться; актуализм слили с «принципом униформизма». Термин «актуализм» при его появлении был в некоторой мере синонимом «униформизма», имея лишь некоторую методологическую направленность. Но, очевидно, Ляйель не может считаться основоположником актуализма. Парадоксально, но для последовательного униформиста метод актуализма практически не нужен, ибо изучение современных явлений само по себе — цель науки, а экстраполяция в прошлое не заставляет задумываться. П. Лейк остроумно заметил: «Главной опасностью униформистского подхода является то, что разум может оказаться закрытым для восприятия новых идей» [290, с. 436].

В момент возникновения униформизм и был принят как гипотеза, доктрина. Так его называют Уэвелл и Седжвик. Любопытно, что сам Гофф (1834) не понял различий между своими взглядами и взглядами Ляйеля. Ляйель в числе предшественников не упомянул Гоффа, ссылаясь только на факты, собранные последним.

### 31. Прогресс геологии за период 1810—1850 годов

Гипотезы катастрофизма и униформизма, плутонизм<sup>1</sup>, широкое применение актуализма — фон, на котором развивается «современная геология». В некоторых случаях прогресс стимулировался преимущественно одной из упомянутых концепций развития, в других — такая связь проблематична, а в третьих — ее приходится практически отрицать. Несомненно, что идейные течения отражались более всего на историко-генетической слагающей науки и меньше (и опосредованно) на изучении современности и прикладных отраслях.

В дополнение к сказанному рассмотрим некоторые факты истории геологии за период, преимущественно в области методологии. Крупный вклад был сделан катастрофистами. Биостратиграфический метод вначале развивался в связи с представлением о постоянстве видов вместе с катастрофизмом, находя в последнем опору. Вклад в стратиграфию сделали многие катастрофисты: Орбиньи, Букланд, Конибир, братья Броньяры, Бух и др. Успехи биостратиграфии характеризуются терминами, возникшими в эту эпоху. Многие из них сохранились до нас. Ниже приводится перечень терминов, возникших до 50-х годов включительно, по десятилетиям:

Годы	Термины
1812—1820	Вельд, олдред, киммеридж, пурбек, келловей, оксфорд.
1821—1830	Карбон, юра, «аллювий», кейпер, гольт, карадок, тремадок, лландейло, венлок, портланд.
1831—1840	Палеозой, кембрий, силур, девон, триас, лудлоу, неом, сеноман, турон, сенон, эоцен, миоцен, плиоцен.
1841—1850	Азой, пермь, эйфель, байос, бат, тоар, синемюр, апт, маастрихт, ипрский и рюпельский ярусы.
1851—1860	Палеоген, олигоцен, неоген, диас, карру, сантон, кампан, келловей, коньяк, валанжин, доггер, мальм, тирский, дордонский, астийский, бартонский, аквитанский, плезанский, плинсбахский, сахельский, фаменский и франский ярусы.

<sup>1</sup> Ряд исследователей разрабатывал далее идеи плутонизма. А. Буэ, следуя Геттону, ввел в петрогенезис понятие об абиссохимическом процессе (в условиях тепла, воды и газов земных недр).

К 1829—1831 гг. относятся универсальные биостратиграфические схемы Ал. Броньяра и Ж. Омалиуса д'Аллуа. В 1845 г. в Париже была издана первая геологическая карта мира (А. Буэ).

Огромны успехи палеонтологии — широко известны имена Блюменбаха, Орбиньи, Опшеля, Шлотгейма, Агассиса и др. Бух в 1834 г. напечатал работу по окремнению органических остатков. Букланду принадлежит первое сообщение о копролитах (1829), Филиппи в 1843 г. обнаружил остатки организмов в залежи каменной соли, что было важно для генетической гипотезы. В палеонтологии появился микроскопический рабочий метод исследования и в конце периода зародилась микропалеонтология. Основоположником ее можно считать К. Эренберга; в 1836 г. он обнаружил, что кизельгур состоит из кремневых скорлуп, а в 1841 г. установил, что и мел — органогенная порода. Микроорганизмами занимались также Орбиньи и Хауэр. В эту же эпоху возникла палеоботаника (Ад. Броньяр, К. Штернберг) и соответствующий метод. В 40-х годах Д. Байлери установил растительную структуру в антраците. Изучение закономерностей умирания и захоронения организмов путем исследования отмирания биоценоза морской отмели предпринял Е. Форбс (1840) — это идея биостратомического метода. Он же первый<sup>1</sup> опубликовал (1850) работу по распределению зон обитания морских организмов. Вальтер указывает, что впервые (?) морские организмы разделил на биомические группы И. Мюллер (1850), выделив, в частности, пелагические микроорганизмы.

Одновременно возникает учение о фациях и фациальный метод. Его основоположник А. Грессли термин «фация» употребил впервые (в современном смысле; ранее, в 1669 г. — Стено, в стратиграфическом смысле) в 1836 г. и развил учение о фациях в 1838 г. [110, 143]. Представление о фации формировалось постепенно, обогащая предмет, изучаемый геологией. Это не умаляет заслуг Грессли, который первый провел детальный фациальный анализ и построил палеогеографические карты. Понятие о фации возникло на основе актуализма в связи с идеей палеогеографии. Порода — современность — палеогеография — таков путь исследований Грессли. Фациальный метод возник вне связи с униформизмом, но последний создал ему почву для развития. Сам Грессли был полевым исследователем, занимавшимся и современными организмами моря. Шатский считает, что Грессли сделал большой вклад в задачи и методы «морской палеобиологии» (термин Грессли). Идеи Форбса и Мюллера — по существу это развитие учения о фациях в его актуалистическом и палеобиологическом аспектах. Отметим возникновение «ихнолитологии» (ихнология — следоведение) — в 1845 г. следам и копролитам в долине р. Коннектикут посвятил работу Э. Хичкок; возник и термин.

Тектонические гипотезы и структурный метод развивались больше в связи с катастрофизмом. Де Бомон в 1829 г. указал на угловое несогласие как критерий для определения возраста гор (дислокаций). Он — основоположник структурного метода. Тогда же им выдвинута, вслед за Бухом, гипотеза об одинаковой направленности разновозрастных горных цепей — он установил 12, затем 21 и даже более 30 таких систем. Затем он развил представление о Земле примерно как о правильном многограннике. Идея эта жива и сейчас [111 и др.]. Укажем на опубликованную в 1823 г., по мнению Котта впервые, гипотезу Мак-Куллоха о вулканическом поднятии больших территорий. Это результат наблюдавшегося в 1822—1823 гг. поднятия значительных участков при землетрясении

<sup>1</sup> Ранее опубликовано письмо Ф. Вольца (1831), где изложены план и идеи аналогичной работы, им не законченной.

в Чили, о чем позже (1824) сделал сообщение Гумбольдт. Гипотеза контракции так и не смогла до конца приспособиться к эволюционизму, от нее и ее «дочери» — теории геосинклиналей — пошло учение о циклах Штилле — характерном аспекте неокатастрофизма.

На протяжении XIX в. господствовала гипотеза Канта — Лапласа. И. В. Батюшкова [2] считает, что геология в XIX в. занималась изучением лишь земной коры. Такое мнение не совсем верно. Геология никогда не отказывалась от изучения Земли как целого. Гипотеза о расплаве в ее глубинах господствовала потому, что лучше всего объясняла наибольшее количество известных фактов. Она отвечала идеям катастрофистов и эволюционистов и стала отправным пунктом дальнейшего развития науки. Наряду с этой гипотезой — флюидизма, существовала гипотеза ригидизма — твердой Земли с отдельными очагами расплава; она наследована от Кирхера и Бюффона, ее с позиций униформизма принял Ляйбель. Идеи о развитии Земли таким образом влияли на представления о структуре земного шара. Упомянем еще идею М. Кеферштейна (30-е годы) о Земле как организме. Эта повторяющаяся мысль при всей фантастичности говорит о не оставляющем геологов представлении о Земле как закономерном единстве.

Вулканология, занявшая важное место в геотектонике, также возникла в эту эпоху, и прежде всего обязана работам Буха и Гумбольдта. Возникают классификации вулканических аппаратов. Бух [251] различал вулканы центральные и линейные. Ф. Странж в 1844 г. выделил кратеры взрыва, поднятия и т. д. Вулканизм (под влиянием катастрофизма) стал усиленнее изучаться.

Влияние катастрофизма и униформизма прослеживается в возникшей гляциологии. Гипотезы материкового оледенения принадлежали, как правило, катастрофистам или гляциологам — эмпирикам. Ледниковый (холодный) период считался Кювье одной из катастроф, а Вреде, выдвинувший эту идею, униформистом не был. Спор о происхождении эрратических глыб шел давно. Катастрофисты предполагали, что они транспортируются посредством вулканических извержений (Бух, 1815) или мощных водных или грязевых потоков при поднятиях (Делюк, 1820).

Униформисты привлекали разнос плавающими льдами. Это подтвердилось актуалистически (Севергин, 1815; Гофф, 1822; Виссман, 1840; Баер, 1841 и др.). Валуны изучались многими в России (Оливьери, 1831; Соболевский, 1839 и др.). Циттель указывал, что теорию ледникового дрейфа создали в 1840 г. Ляйбель вместе с Дарвином и Мурчисон (1842). Однако она широко распространялась после Вреде. Ее подкрепляли наблюдения за полярными ледниками и айсбергами Э. Перри, В. Скоресби и Д. Росса. Существовали, разумеется, и другие взгляды: образование валунов на месте (развалы); появление из глубин вследствие центробежной силы или из космоса. Перенос ледниками принимали Шарпантье, И. Форбс, И. Эсмарх, А. Бернгарди, Агассис и др.

Если многие считали, что ледники движутся вследствие скольжения по ложу или замерзания воды в трещинах ночью (Шарпантье, 1834; Агассис, 1840), то в 1840 г. Рандю в работе о ледниках Савойи воскресил идею об их пластичном течении. В 1843 г. Форбс это подтвердил. Общепринятой эта теория стала благодаря Тиндалю (1860). Постепенно развивалась идея о материковом оледенении. В. М. Севергин (1815) обнаружил следы оледенения Финляндии. С таянием льдов он связал перенос валунов в пределы европейской России. В 1821 г. И. Венец-Зиттен обратил внимание на древние морены в Альпах и огромное распространение ледников в прошлом. В 1829 г. он указал, что льдами была покрыта вся Северная Европа. В 1824 г. Эсмарх высказал мысль

о прошлом широком распространении ледников в Норвегии. Идея материкового оледенения принадлежит Бернгарди (Флинт, 1963), опубликовавшему свою работу в 1832 г. После Бернгарди были предложены упоминавшиеся гипотезы Шарпантье и Агассиса. Возник методически важный вопрос об одном виде конвергенции, обсуждавшийся в XX в. — о шрамах на валунах неледникового происхождения. А. Катулло указал в 10-х годах XIX в. на шрамы на глыбах при обвале горы Шплиц в 1786 г.

В петрографии возник метод протолок с микроскопическим исследованием фракций: первая работа — Л. Кордые в 1816 г., установившего, что базальт, обсидиан и т. п. — сложные породы. Котта [261] сомневается, однако, не было ли сделано последнее другим путем. Физик У. Николь (1828) изобрел «призму Николя», положившую в 50-х годах начало перевороту в петрографии.

Химик Деви, на основании опубликованной еще в 1808 г. работы о действии воды на щелочные металлы, высказал в 1829 г. гипотезу о вулканизме как результате действия воды на щелочные и щелочноземельные металлы в недрах Земли. Гипотеза эта была противопоставлена им «гипотезе горения». К ней, в частности, сочувственно отнеслись Гофф и Ляйель. Но еще ранее Гей-Люссак (1825) предложил альтернативные гипотезы о вулканизме: или химическое действие (по Деви), или проникновение воды по трещинам к раскаленным недрам с образованием пара; последнее было не ново.

Деви подвел экспериментальную базу под свою гипотезу, но в ее истоках лежало и общее развитие геологии. Еще Шмидер (1802), развивая существовавшую давно идею, предположил, что недра Земли состоят из металлов; их окисление является причиной эндогенных явлений. Все эти работы будили интерес к земным недрам, в которых приходилось искать причину тектонических процессов.

В 1814 г. Деви изложил идею о химизме процесса выветривания, целиком основанную на изучении современных явлений [277]. Большую роль сыграли работы Берцелиуса (1820—1840 гг.), считавшего минералогию «химией Земли». Таким образом, не случайно термин «геохимия» и ее идея зародились в подпериоде IV Б (Шенбейн, 1838).

Большим вкладом в геохимию был труд Бишофа [247], пронизанный актуализмом, и, как полагает Котта, положивший начало новой школе, противопоставляющей химизм водной среды распространенному мнению об универсальности вулканических и плутонических сил. Как всякий новатор, он иногда недостаточно считался с фактами и доводил свои взгляды до экстремизма, который усилили его последователи. Бишофа следует считать основоположником неонептунизма (термин И. Фукса), который развивался с середины XIX в. как реакция против крайностей плутонизма. Рождение геохимии логически связано прежде всего с нептунизмом. К неонептунизму относится также доклад (1846) в Берлинской Академии Наук Л. Фраполли, направленный против взглядов Гоффмана, Абиха и других вулканистов о вулканогенном происхождении гипса, доломита и каменной соли. Фраполли считает их образующимися из растворов. В дальнейшем победила осадочная теория, после длительных исследований месторождений Стассфурта.

Характерно неонептунизм проявился в проблеме происхождения гранитов. Вопрос о роли воды (вообще летучих) и температуры при кристаллизации гранита обсуждался до конца XIX в. [175]. К неонептунизму относится гидрохимическая гипотеза генезиса гранитов. В России для части гранитов ее принимали А. Л. Чекановский, И. Д. Черский, А. П. Карпинский и В. А. Обручев.

Здесь важно следующее: гранит — полигенная порода, ее образование многообразно связано с геологическими условиями земной коры. И вокруг гранитов — острая борьба мнений. История науки показывает, что противоречия в объекте изучения прямо отражаются в науке. Неонептунизм существовал с 40-х годов до конца XIX в.

А. Брейтгаупт с 1820 г. развивает учение об изоморфизме, а в 1849 г. публикует капитальную работу о парагенезисе (термин Э. Митчерлиха, 1819) минералов.

К области химизма Земли относится учение о метаморфизме, сложившееся в 30—40-х годах. Его основоположником обычно считают Ляйеля. В его системе это учение играло особую роль — требовалось объяснить образование метаморфических пород с позиций униформизма. Однако работы в этой области уже велись [307]. Термин предложил в 1822 г. Буэ, последователь Геттона. Фурне в 1837 г. опубликовал работу о метаморфизме за счет глубинного тепла Земли, в отличие от контактового, «омолодив» идею Геттона (от которой Ляйель по понятной причине отказался). К этой идее примыкают опыты Холла об отвердении слоев под влиянием нагревания снизу (1827).

Кейльгау в 1844 г. публикует работу о скандинавских гнейсах, лежащих под силуром. Он предположил их возникновение без воздействия очень высокой температуры из осадочных пород при еще неясном химическом процессе. В 40-х годах Шарп публикует работу о давлении как причине расщепления, т. е. о динамометаморфизме. Гайдингер в те же годы выделяет виды метаморфизма: аногенный, катогенный, эндогенный и гипогенный, а П. Вирле д'Ау высказывает мысль о том, что, вероятно, настоящие первобытные (первичные) породы на земной поверхности отсутствуют. Эта мысль возрождается в связи с абсолютной геохронологией в наше время.

Глубинным теплом Земли в эту эпоху занимается Бишоф. Он, по меньшей мере, дал идею геотермики.

Заметно распространяется геологический эксперимент. Бишоф в 1843 г. публикует результаты опытов по контракции (стяжению) расплавленных масс при застывании, в том числе горных пород. Позже результаты он использует в своих идеях о поднятии Альп, контракции поднятых масс и движении ледников (ср. с Агассисом). В области тектоники и рудообразования экспериментирует Добре. Гаусман в 1818 г. в Геттингене сделал доклад о возникновении минералов и пород в доменном процессе. Спонтанное моделирование прекрасно оправдывало себя в петрологии. Митчерлих еще в 20-х годах обнаружил в шлаках кристаллизацию ряда минералов, которые лабораторным путем не удавалось получить из расплава до конца XIX в.

Идеи о космических влияниях на земные процессы также существуют. Адемар в 40-х годах опубликовал труд «Революции моря», в котором речь идет о перемещениях океанической воды с юга на север под влиянием астрономических причин, и рассматриваются геологические следствия. Ф. Кле писал об изменении положения полюсов Земли, объясняя этим большие «потопы». Обе работы примыкают к неонептунизму.

Имеются успехи в изучении рудообразования, латераль-секреционная теория была разработана Бишофом [247]. Теория рудообразования за счет растворов, идущих снизу, разрабатывалась Бейстом. А. Бюра дал в 1845 г. развернутую генетическую классификацию рудных месторождений, разделив их на: 1) изверженные; 2) контактовые; 3) метаморфические, 4) имеющие слабую связь с изверженными породами (сейчас — «телетермальные»). В 40-х годах Добре и де Бомон указали на важное значение при рудооб-

разовании металлических эманаций. Последний развил также теорию рудных жил.

В 40-х годах в США и России возникает антиклинальная теория залегания нефти. В России ее развивал Абиx, который поддерживал и магматогенную гипотезу ее образования. Эта последняя приводила и к представлению о миграции нефти [144, вып. 8].

Большую роль играли дальние экспедиции. Только в России с 1803 по 1849 г. их было девятнадцать. Многие естествоиспытатели эпохи были путешественниками: Гумбольдт, Орбиньи и др. Путешествия в каждую эпоху играли новую роль. Строгое научное наблюдение — характерная черта времени. Орбиньи в 40-х годах сравнивает фауну Европы и Америки; Гумбольдт в 1823 г. обосновывает независимость образования минералов и горных пород от климатических зон — вопрос, оставшийся еще неясным в XVIII в., и что не абсолютно верно. Дарвин публикует геологические работы [222, III] относительно областей опусканий и поднятий в Тихом океане (1837); теорию рифообразования (1842), которую подтвердил наблюдениями Дана (1843); об исследованиях исландских вулканов (1844); об эрратических камнях в Америке и т. д. Гайдингер впервые описал (1843) полые камни (формы пустынного выветривания); однако изучение эоловых процессов отставало — в Европе они играли весьма малую роль. Широкое исследование современных явлений породило терминологию, частью не изменившуюся до сих пор (табл. 2).

Терминология экзогенных процессов

Т а б л и ц а 2

Термин	Понимание	Год	Автор
Денудация	Современное	1825	П. Скроп
»	»	1832	Ч. Ляйель
»	Ограничительное, эрозия + абразия	1841	Ч. Ляйель
Эрозия	= Денудация	1844	Б. Штудер
Абразия	«Абразивная сила» океана	1826	П. Скроп
		1886	Ф. Рихтгофен
Моласса	Современное, применительно к локальному проявлению	1825	Б. Штудер
Флиш	Современное	1827	Б. Штудер
Фация	»	1836	А. Грессли

Эмбриональным течением в рассматриваемое время является эволюционизм, преимущественно в палеонтологии, но и в геологии. Его идеи мы встречаем у Буха (палеонтология), у Котта, Блюменбаха и др., в России это (в палеонтологии) Я. Г. Зембницкий, П. Ф. Горяинов, П. Я. Щуровский, К. М. Бэр, К. Ф. Рулье, Э. И. Эйхвальд и др. Как и в любое время, существуют и фантастические взгляды [200, III].

Процесс дифференциации геологии на отрасли, который часто относят ко второй половине XIX в., уже ясно виден. Достаточно обособилась гидрогеология. В Германии появилась работа по «военной геогнозии» (Гроунер, 1826), зародилась геохимия и т. п. У историков науки имеется тенденция связывать возникновение отраслей науки с основополагающими работами ученых новейшего времени. Однако с методологической точки зрения постановка проблем, указание на новую отрасль и ее значение, характерные явления, некоторые методы и т. п. для формирования науки могут иметь решающее значение.

Важнейшим относительно изменением предмета геологии была постановка проблемы развития Земли.

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

### ЭВОЛЮЦИОНИЗМ

ПОДПЕРИОДЫ А (1850—1875 гг.) и Б (1875—1900 гг.)

#### 32. Эволюционизм и униформизм

Точность определений в науке необходима. К сожалению, разночтения касаются и таких основных понятий, как эволюция и эволюционизм. Учение Ляйеля иногда называют эволюционизмом, сопоставляя с теорией Дарвина. В философии под эволюцией обычно понимают чисто количественное постепенное развитие, без появления новых качеств. Дополняющим понятием является революция — скачок с появлением качественных изменений. Эволюционизм — количественное развитие, отрицание историзма. Тогда чисто формально униформизм и эволюционизм — синонимы. С другой стороны, эволюционная теория в биологии — теория о количественно-качественном необратимом непрерывном изменении, а В. И. Ленин термин «эволюция» применяет к процессу диалектического развития, неравномерного, со скачками и т. п. Поскольку однословного термина для диалектической эволюции нет, а иного исторического развития с марксистской точки зрения быть не может, такое понимание принято мной. Рассмотрим вопрос подробнее.

В геологическом историческом процессе без изменения качества вообще невозможно представить как угодно медленное и постепенное развитие для сколько-нибудь крупного объекта и отрезка времени. Но, по концепции Ляйеля, Земля в целом все же остается «тождественной себе самой». Ляйель не отрицал крупных качественных изменений и в животном мире, например быстрых вымираний больших групп организмов, но объяснял это не катастрофой. Для его концепции существует (Уэвелл, 1832) термин «униформизм» (униформитаризм) — «единообразие».

Под эволюционизмом в геологии, по мнению автора, следует понимать учение о постепенном, путем суммирования малых изменений, количественно-качественном направленном развитии без сколько-нибудь существенной роли резких преобразований. Каким бы незначительным ни казалось различие между униформизмом и эволюционизмом, оно принципиально. Такое понимание эволюционизма в общем было принято среди естествоиспытателей второй половины XIX в. Поэтому в этот термин следует вкладывать исторический смысл. Эволюционизм признавал развитие Земли из расплава, необратимое развитие жизни.

Гёте писал, что между двумя противоположными гипотезами лежит не истина, как часто думают, а проблема. На первый взгляд, эволюционизм наследует, по существу, больше от катастрофизма, чем от униформизма; однако он ближе к униформизму, и различия между ними иногда не видят до сих пор. Объясняется это прежде всего тем, что обе концепции имеют решающую

методологическую общность — абсолютную или относительную познаваемость прошлого при помощи актуализма и суммирование малых изменений с отрицанием всеобщих и вообще крупных катастроф. Если катастрофизм и униформизм в их развитых формах содержали скрытый креационизм, то в области неорганической природы униформизм логически вел в первую очередь к эволюционизму. Любопытный наблюдатель не мог не заметить необратимых преобразований земной коры. На них обращал внимание и Ляйель. Хотя Ляйель, признав учение Дарвина, не считал, что он изменил взгляды на геологическое развитие, по существу он отказался от униформизма вообще. Не удивительно, что Дарвин, приняв униформизм методологически, пришел к теории эволюции. В автобиографии он указывает, что ее исходными точками были книга Ляйеля и «ради развлечений» прочитанный труд Мальтуса.

Противоречия, заключающиеся в обычном понимании слова «эволюция», вероятно, и привели к представлениям о разных типах скачков, в том числе «медленных». Классическое (в философии) понимание эволюции этого не требует. Следовало бы говорить о медленных и быстрых революционных преобразованиях. Сказанное не означает, что униформизм просто перешел в эволюционизм. Последний развивался самостоятельно и его элементы издавна мы находим, как правило, у ученых, не являвшихся крайними катастрофистами или униформистами: Бюффона, Ломоносова, Ламарка, Котта и др.

Таким образом, униформизм признает не направленное случайно-циклическое развитие при сохранении системы в целом тождества самой себе, что не исключает частных качественных изменений внутри системы. Эволюционизм — направленное необратимое качественное развитие при ведущей роли медленных изменений. Дарвинизм в его классической форме подходит под определение эволюционизма, хотя необратимость наиболее строго была сформулирована лишь Д. Долло (закон Долло, 1893).

Для термина «эволюция» (в естествознании) автор принял трактовку В. И. Ленина. Тогда теория эволюции была бы вообще приложением законов диалектики к развитию материальных систем.

Обратим внимание на одно предубеждение. Почти общепринято, что катастрофизм и креационизм, как и эволюционизм и абиогенез, нераздельны. Это верно лишь относительно, как признание более тесной связи соответствующих концепций; эволюционист А. Уоллес в вопросе о человеке был креационистом.

### **33. Развитие эволюционизма. Катастрофизм, плутонизм и неопентунизм во второй половине XIX века**

Эволюционизм развивался постепенно, параллельно с другими концепциями развития. Основателем теории биологической эволюции является Дарвин, который начал с геологических работ [222, III; Бюлов, 1959]. Дарвин — тонкий наблюдатель, полностью использовавший методическую сущность учения Ляйеля. Он считал себя индуктивистом, но полагал, что ни в одном его труде не проявляется столь ясно дедуктивный метод, как в теории образования коралловых рифов, ибо она была построена им в Южной Америке, когда он еще не видел ни одного настоящего рифа. Но, замечает Дарвин, «... в течение двух предшествовавших лет я непрерывно наблюдал на берегах Южной Америки влияние повышения материка, связанное с денудацией и отложением... Это, конечно, заставляло меня много размышлять о последствиях понижения, и немного нужно было воображения, чтобы заменить непрерывное отложение осадков ростом кораллов» (Автобиография, 1957, с. 110). Слова Дарвина о во-

ображении хорошо характеризуют связь актуализма с современными явлениями вообще, а не только с теми, которые непосредственно сопоставимы с изучаемым.

Теория образования коралловых рифов, опубликованная в 1842 г., — эволюционистская теория. Она была общепризнанной до 1880 г., ее вытеснила (но не среди геологов) принципиально противоположная ей «теория поднятия» Д. Меррея (1880). Теория стала снова общепризнанной после 1904 г., когда были обнародованы результаты бурения на атолле Фунафути. Она была лишь уточнена в 1891 г. Вальтером, указавшим, что любое изменение расстояния между дном и поверхностью воды способствует росту рифа.

В 1858 г. в Линнеевском обществе в Лондоне состоялись известные доклады Дарвина и Уоллеса. Они подготовили почву (Соболь, 1940) для триумфа в 1859 г. «Происхождения видов». В геологии Дарвин не опубликовал широких обобщений. Он сам, очевидно, не сознавал вполне, в какой мере дарвинизм противоречит униформизму. И основное значение Дарвина в геологии связано с теорией эволюции, что повлияло на палеонтологию и на естествознание вообще. Униформизм быстро вошел в русло эволюционизма.

В числе своих предшественников Ч. Дарвин указывает Г. Спенсера, писавшего об эволюции в живой и неорганической природе [169]. Его взгляды повлияли на ряд ученых, в том числе, очевидно, и на Котта [92].

Котта в 1939 г. писал об униформизме Ляйеля: «Мы охотно соглашаемся, что естественные силы и законы были теми же, но их действия соответствуют, очевидно, современному состоянию, которое никак не может быть первоначальным, следовательно, оно не оставалось тождественным всегда, а все слагающие его объекты непрерывно изменялись» [258, с. 429]. Позднее, в рецензии на труд Бишофа, где употреблено [247, II] выражение «время творения», для эпохи в истории Земли — активного ее становления, Котта [259, с. 313] пишет: «Не является ли эта история одним непрерывным рядом развития?». Мысль о необратимой эволюции он развил в 1852 г. [91] и с этой точки зрения подходил к образованию гор. Их история познается, писал Котта, путем анализа связей между внутренним и наружным строением. Такое исследование он назвал «физиологическим подходом» к изучению неорганической природы. Это не случайно. Котта, философски мыслящий исследователь [320], был эволюционистом в области биологии. В 1848 г. в письме к Гумбольдту он писал о «длинном ряде развития органических форм и о логичности рассматривать обезьяну как предка человека». Эволюционизм в биологии не был новостью, как и соответствующие высказывания в геологии. Но, пожалуй, именно Котта в эпоху успехов униформизма принадлежит идея о геологическом процессе как эволюционно-необратимом. Она не получила у него более конкретного воплощения, о чем он в 1867 г. жалел, указав свой приоритет [260].

Укажем на учебник К. Ф. Наумана (1850 г.). Некоторые его формулировки уже отступают от «классического» униформизма. Геология, по Науману, имеет целью: 1) естественное описание Земли; 2) исследование ее развития. Происхождение и историю планеты изучает геогения. В другой отрасли — геогнозии — Науман выделяет геодинамику, наряду с геодезией и геофизикой. «Геология — наука о существе нашей планеты... с исключением существующей на ней органической жизни» [301, I, с. 1]. Науман указывает, что поскольку Земля «... прошла весьма различные состояния», то прежде всего нужно исследовать современное, «... лишь оно лежит в области нашего непосредственного восприятия...» и все, что мы можем заключить о прошлом планеты «будет выведено из точного изучения ее современности» (там же, с. 5).

Подчеркнем неповторяющуюся в истории геологии ограниченность представлений Наумана — отказ от рассмотрения жизни. Это, возможно, реакция против взглядов Ляйеля, который рассматривает Землю только с современной структурой жизни. Различные состояния у Наумана Земля проходит вне зависимости от развития организмов — это геологический эволюционизм. Но в классификации («синописе») горных пород Науман указывает, противореча себе, и на органогенные породы. Он пишет, что породы можно различать подобно видам организмов. Однако они не столь резко отличаются по точно определенным признакам. Науман вводит и другую биологическую терминологию — в оглавлении указывается гистология и морфология пород, объединяющихся в семейства и классы.

Котта безоговорочно принял дарвинизм. Он первый, во всяком случае в Германии, рассмотрел его связь с геологией. Основной идеей Котта является «постепенное развитие благодаря постоянному суммированию единичных действий — этот всеобщий закон природы...» [260, с. 6]. Котта пишет: «Теория Дарвина применима только к организмам, а не минералам. Однако она сама соответствует применению нашего закона развития к органической жизни. Всеобщий закон гласит: разнообразие есть следствие суммирования влияний, увеличиваясь с числом и вариацией последних; *всякое предыдущее обуславливает одновременно последующее*» [там же, с. 268]. В главе «О законе развития Земли» Котта формулирует закон: «Разнообразие форм явлений есть следствие единичных процессов» [там же, с. 192]. Этот закон, — говорит он, — логическая необходимость; гипотезой является лишь его приложение к истории Земли. Далее он пишет, что полное применение закона в деталях едва ли возможно, т. к. многое еще не вполне известно. Но в целом закон легко применить к развитию Земли. Котта указывает на Солнце, Землю и Луну как тела, находящиеся на разных ступенях развития, и предлагает выделить область изучения развития космических тел, назвав ее «сравнительной геологией». Этого термина нет в издании 1867 г. Приоритет принадлежит С. Менье [1876, 125]. В развитии Земли Котта выделил семь стадий (ср. с. Бюффоном): 1) гравитационные процессы; 2) излучение тепла; 3) химическое взаимодействие веществ; 4) возникновение воды и соответствующих процессов; 5) появление организмов; 6) возникновение льда, т. е. климатических зон<sup>1</sup>; 7) духовное развитие человека.

Подчеркнем энергетический принцип, преимущественно положенный Котта в основу периодизации. Он говорит также, что успехи науки заставляют рассматривать весь космос как закономерную сущность. Геология тесно связывается с астрономией, химией, биологией и социологией» [1878; 260, с. 9]. Котта объявляет себя последователем монизма<sup>2</sup> Геккеля.

Котта не только теоретик. Значимы его работы в области палеонтологии, вулканизма, тектоники, полезных ископаемых и т. п. Вагенбрет считает, что Котта отразил развитие от эпохи Вернера к геологии последней трети XIX в., а в эндогенной динамике — от нештунизма и вулканизма к идеям Зюсса. Он ставит Котта рядом с Ляйелем, Дарвином и Геккелем. Это преувеличение, но очень большое значение трудов Котта несомненно. Подчеркнем его идеи о связи с геологией многих наук и областей деятельности общества.

Выше упомянут крупнейший дарвинист Геккель. Он считал, что лишь геология даст окончательные доказательства учению о развитии и в 1860 г.

<sup>1</sup> О позднем их появлении см. также у Вальтера, Вернадского и др.

<sup>2</sup> Монизм — философское учение, принимающее за основу мира одно начало (материю или дух). Монизм Геккеля материалистический. В его мировоззрении есть элемент позитивизма — он указывал на непознаваемость первичной субстанции мира.

организовал лекции по геологии в связи с этой идеей, но не получил поддержки. Лишь в 1894 г. ему удалось организовать в Йене «кафедру Геккеля». Эта кафедра должна была, в частности, пропагандировать приложение учения о развитии во всех областях геологических знаний [33]. В идеях Геккеля и Вальтера ярко видна сопряженность биологического и геологического эволюционизма.

В англо-саксонских странах последователи Ляйеля также не оставались на его классических позициях. Д. Пэдж, например, пишет, что, признавая учение «... об однообразии проявления сил природы, мы должны, однако, помнить, что имеем дело с миром явлений, в котором ... есть и прогресс. Результаты физических изменений одной эпохи никогда не повторяются в последующей... Воздух, суша, вода, так как действия их постоянно одинаковы,... производят сходные результаты, но никогда не производят они результатов тождественных... Колеса вертятся всегда одинаково, но в то же время они движутся вперед...» [168, с. 31]. Здесь виден переход от униформизма к эволюционизму и от актуализма — тождества (униформистского метода) — к актуализму.

В 1869 г. Г. Гексли в обращении к Лондонскому геологическому обществу писал, что в первую половину XIX в. в геологии боролись три направления: катастрофизм, униформизм и эволюционизм. В письме к Дарвину в 1877 г. он объяснил свое понимание эволюционизма: «То, что я подразумеваю под эволюционизмом, есть последовательный и продуманный униформизм».

В России эволюционистские представления у биологов были нередки [129, 171]. Упомянем о К. Ф. Рулье, который, занимаясь геологией [128], широко пользовался актуализмом и был эволюционистом. Он ввел, во всяком случае в России, термин «сравнительно-исторический метод». Геология, пишет он, требует: «... как можно более древних памятников, преимущественно в их исторической последовательности, чтобы иметь возможность сравнить их с ныне существующими условиями ... здесь, как и везде, основанием служит метод сравнительно-исторический» [176, стлб. 354]. Для Рулье актуализм — сравнительный метод. Но он, видя недостаточность актуализма, пришел к сравнительно-историческому методу. У Рулье он еще близок к актуализму, еще примитивен. Но это уже шаг вперед. С. Р. Микулинский считает Рулье основоположником сравнительно-исторического метода. Метод этот не нов, его зародыши мы видим в XVIII в. Но Рулье предложил термин и, если не будет доказано его более раннее происхождение, приоритет в идее метода за Рулье. Впоследствии сравнительно-исторический метод глубоко развил В. О. Ковалевский (1875).

Характерно для эпохи появление в названиях научных направлений и методов прилагательного «сравнительный»: «сравнительная геология» [125], «сравнительная литология» [324], «сравнительное землеведение» (Риттер, 70-е годы; Пешель, 1879); ранее — «сравнительная анатомия» Кювье и позднее — тектоника (Штилле). В перечисленных случаях общенаучный сравнительный метод проявляется, как правило, в форме актуализма и сравнительно-исторического метода (ср. раздел 6). В конце XIX в. возникли эволюционная геоморфология (Черский, 1878; Дэвис, 1889; Анучин, 1895 и др.), литология (Вальтер и др.) и т. д.

Катастрофизм не исчез с появлением эволюционизма. Сила научной традиции (в ней отражена и роль крупных ученых) обусловила то, что катастрофизм дольше сохранялся во Франции. Считают, что окончательно он «исчез» в 70-х годах XIX в.; в 1874 г. умер де Бомон. Бюлов в 1959 г. справедливо писал [255], что идеи Кювье вообще никогда не покидали геологию, входя в ее основы. Несомненно все же, что влияние катастрофизма во второй половине XIX в. быстро уменьшалось, а формы его изменялись. Во-первых, катастрофизм

сказывался в признании резкой неравномерности геологического процесса, без крайностей Орбиньи и др. Сент-Клер Девиль в 1878 г. [278] писал, что не заслужен упрек Ляйеля геологами, что они не обращали внимания на современные явления для объяснения прошлых. Геологи всегда имели в виду (кроме геогении) силы, результаты действия которых были у них перед глазами. Но те же причины или их комбинации могли действовать ранее с большей интенсивностью. В этом Сент-Клер Девиль следует де Бомону и Прево. Он считает, что необходимо различать медленные и непрерывные и внезапные и бурно протекающие процессы (поднятия гор). Во-вторых, ведущая роль в геологическом процессе (катастрофах) чаще отводится воде, периодическим «потопам», это одно из направлений неонептунизма [306].

Упомянем книгу П. де Жуванселя [1866, фр. не ранее 1860], не носящую строго научного характера, но любопытную эклектико-философским направлением. Автор — гегельянец: «... видимый мир есть не более как осуществившаяся гипотеза мира идей» [там же, с. 16]. В его работе заметно влияние Бюффона, Ламарка, Кювье, Ляйеля, Котта и др. Ведущая идея — периодические, через 10,5 тыс. лет, «потопы» вследствие переливания воды из одного полушария в другое. Это происходит при изменении положения центра тяжести земного шара вследствие астрономических причин<sup>1</sup> — попеременного охлаждения и нагревания полюсов. Работа Жуванселя (и ряд подобных) заставляет думать, что для понимания «духа эпохи» надо интересоваться не только основополагающими трудами. Для этой цели полезно привлекать учебники, научно-популярную и компилятивную литературу.

Идеи катастрофизма продолжали жить в стратиграфии; дарвинизм лишь постепенно завоевывал эту область. На смену понятию «руководящего ископаемого» как единицы, существовавшей между двумя «творениями» (или миграциями), пришло понимание, сформулированное Вальтером (1897) — «остаток организма, широко распространенного географически в эпоху своего существования и относительно быстро затем вымершего». Но и представление о миграциях фауны развивалось. В 1868 г. М. Вагнер в дополнение к теории Дарвина предложил «миграционную теорию». Без миграции организмов, по мнению Вальтера, в истории жизни и в стратиграфии остается много загадок. В 1936 г. [33] он назвал миграцию «основным биомическим законом развития». Развивалось и учение о тектонических несогласиях, приведшее затем к «канону фаз» Штилле.

С точки зрения роли эндогенных или экзогенных процессов в рассматриваемую эпоху следует говорить о неонептунизме, возникшем еще в подпериоде IV Б. Процессы, связанные с водой и внешними силами (в т. ч. астрономическими), охотно привлекались для объяснения многих явлений. Этому не противоречит то, что в вопросе генезиса нефти, например, существовали гипотезы о ее эндогенном происхождении (Абих, 1863; Менделеев, 1876 и др.). Абих был вулканистом и в вопросе происхождения соли, горообразования и др., а Д. И. Менделеев — химик. В этом случае влиял прогресс в некоторых областях химии. Но развивались и органические теории (К. Энглер, Г. Гефер, Н. И. Андрусов и др.), расцвет которых падает уже на следующий период, с некоторым оживлением в начале XX в. «эндогенных» теорий.

Говоря о «неонептунизме», мы имеем в виду тенденцию внимания к водным и экзогенным процессам, известный резонанс на униформизм и эволюционизм.

<sup>1</sup> И астрономические причины и даже цифры, близкие к 10,5 тыс. лет, для последней катастрофы, связанной существенно с «потопом», фигурируют и ныне (Г. У. Линдберг и др.).

Она проявлялась по-разному: в державшейся идее о вулканизме как результате просачивания поверхностных вод, в недооценке активности земных недр, в борьбе мнений о генезисе гранита и доломита, в формировании гидротермальной теории рудообразования, получившей завершение уже в XX в., в разработке проблемы об астрономических экзогенных влияниях на вулканизм и др.

#### 34. Учение о фациях. Палеогеография

Эволюционизм — еще более благоприятная почва для развития учения о фациях, чем униформизм. Во второй половине XIX в. оно сформировалось в метод фациального анализа. Прежде всего остановимся на понятии «фация» Грессли. Шатский доказывает, что он вполне однозначно «... под фациями разумел совокупность определенных петрографических признаков, пласты определенных отложений...» [222, IV, с. 229]. Он подчеркивал также, что Грессли понятие «фации» связывал лишь с одновозрастными осадками. Вассоевич [110] считает, что формальное определение «фации» Грессли не соответствует его же собственному пониманию и это явилось причиной последующего дуализма (фация — признаки породы и фация — условия образования осадка). Но, может быть, он считал вопрос ясным? Думаю, что прав Вассоевич, и у Грессли фация, с одной стороны, сумма сигнализирующих о генезисе свойств породы, с другой — совокупность условий ее образования. Все дело в том, в каком аспекте и стадии исследования мы рассматриваем «фацию». К такому выводу приводит, в сущности, и текст работы Шатского. Он указывает, например, что Грессли, как позже и Вальтер, называл фации и по литологическому (коралловые, иловые и др.) и по географогенетическому признаку (литоральная, субпелагическая). Грессли в 1838 г. пишет «... я с изумлением находил в распределении... окаменелостей законы ассоциаций организмов, а в совокупности петрографических и... геогностических признаков — условия их обитания...» (Цит. по [222 IV, с. 229]). Формулируя некоторые законы, управляющие распределением фаций, Грессли указывает, что объяснение фактов переносится из области «... бесплодной минералогии в область геологии...» [там же, с. 230]. Шатский говорит, что «Основываясь на этом новом понятии (фации. — Б. В.), Грессли должен был ... отважиться также представить картографически моря прошлого с их береговыми линиями ...» [там же, с. 227].

Шатский подчеркивал, что Грессли исследует фации сравнительно. Но не ясно ли, что сравнение лишь свойств пород вряд ли имелось в виду. Фацио-мела в этом плане легко сравнить с фациями других известняков. Однако Л. Кайе, А. Д. Архангельский, Г. И. Бушинский и другие настойчиво выясняли генезис мела, разумеется, путем фациального анализа в понимании Вассоевича.

Даже простое установление «фациальных» признаков породы невозможно без исследования условий ее образования. Если разорвать эту связь, то «фациальный анализ» становится идентичным «литолого-палеонтологическому изучению» породы; но это не одно и то же. Грессли установил термин и понятие «фация», изучая первый объект фациального анализа, — породы, переходя затем от их признаков к условиям осадкообразования и к составлению палеогеографических карт. Определение было формально привязано к породе. Несомненно, однако, что и у Грессли фация — понятие генетическое и палеогеографическое. Понимание Грессли можно выразить следующим образом: фация — совокупность палеонтологических и литологических признаков породы, указывающих на условия и способ ее возникновения и изучаемых с целью реконструкции этих условий. Такое методологическое понимание фации фактически существовало в дальнейшем, существует и сейчас.

Фациальный метод стал наиболее универсальным методом палеогеографии. Его зародыши наблюдались еще у Стено, Бюффона, Линнея, Ломоносова, Ламарка и др.; работа Вреде [324] — яркое палеогеографическое описание. Однако возникла палеогеография как отрасль геологии во второй половине XIX в. К началу XX в. в ней сформировались все ее специальные методы: фациальный, палеоэкологический, палеоклиматический, палеонтологический, известны уже почти все основные типы палеогеографических карт [188].

Вслед за Грессли фации юры подробно изучали Оппель (1856—1858 гг.), в палеонтологическом аспекте в 1864 г. — В. Вааген. Фациальными исследованиями, в частности биономическими, занимался Ф. Вольц. С 70-х годов XIX в. в учении о фациях наблюдаются особенно большие успехи. Теоретический вклад в учение о фациях сделал Н. А. Головкинский (1869), рассмотревший фациальный аспект проблемы слоистости осадков и, в частности, случай разновозрастности одинаковых фаций при движениях земной коры. А. А. Иностранцев, исследуя смену фаций по вертикали, сформулировал следующее положение: «То, что мы видим вертикально напластованным, должно являться нам с тем же характером в горизонтальном направлении, и обратно» [76, с. 151]. Г. А. Траутшольд в своем учебнике 1877 г., не ссылаясь на Иностранцева, изложил буквально ту же мысль. А. Рюто (1883) высказал те же положения, что Головкинский и Иностранцев, приведя аналогичные схемы. Э. Ренеvier в 1884 г. предложил классификацию фаций и фациальных условий (условия среды, географические, петрогенетические, хорологические<sup>1</sup>, климатические, гипсометрические, батиметрические). Большую роль сыграла работа Э. Мойсисовича [297]. Он ввел понятия «среда», «провинция» и «место» (-фация) образования отложений. Классификация далее была построена на разновозрастности или разновозрастности одинаковых или разных фаций и принадлежности их к одной или разным провинциям: изомезичные и гетеромезичные фации — образовавшиеся в одной или разных средах; изотопичные и гетеротопичные — принадлежащие одной или разным провинциям, изопичные и гетеропичные — одинаковые фации разного и различные фации одного возраста. Значительное внимание уделил фациальному анализу Ковалевский. Существенную роль для учения о фациях сыграли работы Павлова (1888 и др.).

В конце века проблема фаций была рассмотрена Вальтером. Для него фациальный анализ — важнейшее орудие изучения литогенеза, а фация — «сумма первичных свойств породы» [324, с. 989]. Первичными свойствами, в отличие от вторичных, Вальтер называет свойства породы, свидетельствующие об условиях ее образования. Такое же взаимосвязанное двойное понимание видно во всех работах Вальтера, как и многих других ученых. Вальтер ввел уже не новые понятия о фациальных областях и о гомологичных и аналогичных фациях: в первом случае это разные фации одной фациальной области, во втором — одинаковые фации разных областей. Термины взяты им из биологии, где они применяются в том же плане к органам растений и животных. Понятие фации Вальтер считает возможным относить и к условиям денудации. Он формулирует закон<sup>2</sup>: «Первично только такие фации могут перекрывать друг друга, которые в современных условиях наблюдаются лежащими рядом» [324, с. 979]

<sup>1</sup> Хорология — учение о пространственном распределении организмов.

<sup>2</sup> «Закон Вальтера» широко вошел в литературу. Но его впервые сформулировал А. А. Иностранцев, а его предшественником был Н. А. Головкинский. Это — «Закон Иностранцева — Вальтера». Он не универсален (Ф. Кернер-Марилаун, 1934; М. М. Тетяев; Л. В. Пустовалов, В. И. Попов др.), отражая распространенный случай постепенной миграции фаций, и связан с эволюционизмом [410].

Классификации фаций к концу XIX в. разрабатывались в направлении как координации, так и субординации. Понятие о фациальных областях и зонах стало одним из важнейших в литологии. К началу XX в. глубокими исследованиями были охвачены уже все фациальные области. В плане литогенеза менее изучена была нивальная зона и лишь к концу века появились крупные работы по пустыням. Но о разрушительной деятельности ветра писал уже В. Г. Блейк (1855, США), как и ряд других ученых. В 1957 г. д'Ау указал на эоловое происхождение лёсса в Мексике. Но эта отрасль быстро развивается лишь с 70-х годов. Ф. Рихтгофен предложил (1877) эолово-пролювиальную теорию лёссовобразования, а Обручев — эоловую (1895). И. В. Мушкетов (1886) считал его полигенетичным — эоловым и водным. Это направление поддерживал Вальтер. Были сторонники аллювиальной гипотезы (Ляйель, 1834), в России — А. А. Штуkenберг и Г. А. Траутшольд. П. А. Тутковский (1899) предложил эолово-ледниковую гипотезу, поддержанную позже Вальтером. Она, как частный случай (принцип соответствия!), получила подтверждение, во всяком случае, при изучении Антарктиды. Вальтер первый дал глубокий анализ всей фациальной области пустыни, как бессточного региона и указал на большую роль соответствующих отложений в разрезах, в частности докембрийских. Его сводки появились в конце XIX в., а затем дополненные — в 1912 и 1924 гг. В исследовании пустынь в конце XIX в. сыграли большую роль также О. Фраас, Г. Швейнфурт, И. Рассел (США), А. Миддендорф, Н. А. Соколов, А. В. Каульбарс, Н. М. Пржевальский и др.

В близкой связи с понятием «фация» стоит термин «формация» [143]. В рассматриваемый период он находился в стадии «угнетения», его стратиграфический аспект был заменен терминами современной геохронологической шкалы и применялся редко, а фациальная сторона, выраженная ранее, например, в нептунизме, была поглощена учением о фациях. Упомянем, что термин «формация» употреблял Грессли, как в геохронологическом смысле, так и в фациальном — совокупности фаций. Примерно такое же понимание встречается в XIX в. у некоторых авторов.

### 35. И. Вальтер. Геобиология. Термин «актуализм»

Биологический эволюционизм вырос на геологической почве. Весь XIX в. геология и биология сильно влияли друг на друга. Идея эволюции нашла в биологии прочную основу, соответствующие понятия и термины развивались в биологии быстрее и иногда переносились в геологию. Биологический аспект геологии и указания на некоторые параллели существуют по меньшей мере с XVIII в. (Жюссье, Бюффон, Соссюр, Смит, Паллас и др.). Актуализм и дарвинизм явились стимулом для этого направления. Мы упоминали Котта и Геккеля. В России Головкинский [50], например, рассматривал по аналогии с биологическими соотношениями между геологическими науками. Минералогию, в частности, он сравнивал с гистологией — учением о тканях. В. В. Докучаев в 1887 г. и У. Дэвис в 1889 г. применяли к рельефу понятия «юность», «старость» и т. д. Зюсс [316] предложил понятие и термин «биосфера». В этой связи остановимся на одной из крупнейших фигур в геологии на рубеже XIX и XX в. — Вальтере, ученике Геккеля. Как пишет Вальтер, взгляды Геккеля определили основные направления его деятельности. Вальтер в 1894 г. стал первым профессором «кафедры Геккеля» в Йене. Он как бы подытожил (в областях, в которых он оставил след) развитие эволюционизма и своими идеями вошел в XX в., став «неокатастрофистом».

Научная биография Вальтера освещена автором [33]. Коснемся лишь некоторых аспектов его работы. Вальтер — последовательный материалист и дарвинист. Его исследования охватили преимущественно литологию, учение о фациях, современные геологические процессы, в частности пустынные, и палеогеографию. Большое внимание Вальтер уделил методологии, актуализму в особенности. Биолог по образованию, он рассматривал ряд геологических проблем с точки зрения эволюции. Его интерес к литологии и смежным проблемам понятен. Для осадочных пород легче найти сходство с организмами: рождение, развитие, старение и смерть породы в тесной связи ее жизни со средой. Естествен и интерес к актуализму. Биолог не может изучать филогению, т. е. развитие вида, без онтогении, исследования развития индивидуального, современного, организма. Он называл актуализм онтологическим методом. Онтология в философии — учение о сущности бытия, действительности. В биологии — учение об индивидуальном развитии организма.

Методы геологии рассматриваются прежде всего в его известной монографии [324]. Следуя Ляйбелю, Вальтер отделяет геологию от космогении, считая, что первая стала наукой лишь со времени, когда предметом ее исследования стала земная кора и начала развиваться прежде всего как наука описательная и «наблюдающая». Вальтер указывает, что геологические исследования имеют три направления: 1) геогнозию — описание пород по составу, положению и характеру фауны для ограниченной области; 2) стратиграфию — сравнительное исследование профилей, установление «нормального» разреза, что не может ограничиваться географически; 3) историческое объяснение явлений. Геология, как историческая наука, нуждается в двух первых стадиях.

1. Геогнозия использует физику, химию, минералогию, петрографию, зоологию, ботанику, палеонтологию и другие науки с их методами исследования и сведениями, нужными для сравнительного анализа.

2. Геология — систематизирующая наука. К стратиграфии здесь присоединяется тектоника.

3. Историческая геология нуждается в иных методах. Имеются четыре важнейших метода: а) астрофизический; б) тектонический; в) экспериментальный; г) актуализм.

Вальтер указывает на большое значение тектонического метода и неполноценность экспериментального (не учитывающего масштаб и длительность явлений). Трудность применения эксперимента лежит и в «часто незамечаемом, но необыкновенно важном моменте: органическом мире» [324, с. 539]. Более того, «представление геологических результатов в кратких химических или физических формулах стоит во внутреннем противоречии к законам, регулирующим геологические процессы современности, которые должны быть мерилем и для процессов прошлого» (там же, с. 540). Областью, в которой эксперимент применим больше, Вальтер считает тектонику. Но и здесь его главное значение лишь в иллюстрации, а в нерешенных проблемах надо «...доказать, что поставленный эксперимент объясняет процесс, а все другие возможности исключаются». Заметим, что оценка Вальтером слабых сторон эксперимента для той эпохи была правильной, но в нем отсутствовала перспектива, которая яснее сейчас.

На помощь приходит актуализм. Этот вид исследования геологического прошлого, продолжает Вальтер, «...мы хотим назвать онтологическим методом. Он состоит в том, что, исходя из явлений современности, мы пытаемся объяснить процессы прошлого. Из бытия объясняем будущее» [324, с. 45], однако «онтологический метод без учета тектоники и эксперимента может дать лишь несовершенные результаты» [там же, с. XIII].

Значение онтологического метода огромно. Однако, говорит Вальтер, знание современности, нельзя механически применять для объяснения прошлого «...следует помнить об историко-геологическом своеобразии любого времени и места, нужно пытаться установить коррелятивные его отношения к смежному во времени или пространстве отрезку» [там же, с. 362]. При этом условии Вальтер и называет актуализм «онтологическим методом». Так онтологический метод Вальтера принимал и характер сравнительно-исторического метода<sup>1</sup>. Это была реакция на формальное «униформистское» понимание актуализма, но повело в будущее и к недоразумениям.

Вальтер рассматривает проблему применимости актуализма и источники ошибок. Он указывает, что более глубокое исследование современных явлений усложняет применение актуализма, а их недостаточное знание ведет к ошибкам. Первая, случайная, ошибка покоится на неполноте знания современных явлений. Чтобы ее избежать следует для сопоставления выбирать только длительно существующие органические формы и породы, а не «руководящие» типы, для которых в современности нет аналогов. Вторая ошибка, лежащая «в природе вещей», — неполное сходство современности с прошлым. Следует допустить, — пишет Вальтер, — что во все геологические эпохи имелись биологические и физические явления, чуждые современности. Отклонений «...тем больше, чем глубже мы проникаем в прошлое. Их увеличение и многообразие приводит, наконец, к границе историко-геологического изучения (ср. с «граничными условиями» Геттона и Ляйеля. — *Б. В.*), где мы вступаем в чуждый мир ...и так всякий источник ошибок онтологического метода становится фундаментом для постановки новой проблемы... Только тем, что мы ясно установим, что какое-либо явление необъяснимо, уже дается возможность прогресса в исследовании. Проблема, лишь по-видимому решенная, покоится так же, как решенная в действительности» [там же, с. XXX].

У Вальтера наблюдаются некоторые противоречия в толковании актуализма; иногда он понимает его в плане простого сравнения, хотя, как правило, применяет разносторонне. Вальтера не раз «обвиняли» в униформизме или говорили о нем как об «актуалисте» (-униформисте). Это безусловно полемическая ошибка [33]. Вальтер указывал, что и денудация развивалась необратимо; понятие о неполноте летописи распространяется и на литологические свидетельства.

Не касаясь больше методологических взглядов Вальтера, упомянем о некоторых других затронутых им проблемах. Вальтер — основоположник палеобиологии и геологического аспекта биологии вообще<sup>2</sup>. Он неоднократно

<sup>1</sup> В том же смысле Вальтер применял «актуализм». Сравнительно-исторический метод в литологии у него — «методы сравнительной литологии». Терминологической четкости здесь нет.

<sup>2</sup> Термин Вальтера. Биология — «пространственные и причинные отношения между строением организмов и физико-климатическими условиями среды их обитания» (1895). Термин происходит от сочетания греческих слов: жизнь (биос), закон (номос) и местообитание (номос), т. е. биология — это «законы географического распределения жизни». Сейчас употребляется термин «экология» (от экос — дом, местообитание), принадлежащий Геккелю, который рекомендовал Вальтеру и термин «биология». Поэтому несомненно, что у Вальтера биология более узкое, чисто геологическое понятие. Теперь экология понимается глубже, чем в эпоху Вальтера. Термины, близкие «палеобиологии», — «палеобиология» и «палеоэкология». Рихтер (1928) указывает, что в палеобиологии начало сравнительному исследованию положил Вальтер, идеи которого развивал Э. Даке. Ясности в терминах иногда не было. М. С. Швецов считал, что методы экологии — это «наблюдения над особенностями сохранности и расположения захороненных в породе остатков животных и растений» (1948, с. 141), но это лишь одна из частных задач *биостратологии*.

занимался вопросами биостратомии, указывая на их важность. Термин принадлежит его ученику И. Вейгельту [326], а Вальтеру — термин «некропланктон» и новая трактовка термина «псевдопланктон» — все органические остатки, становящиеся планктонными вторично. Вальтер — один из важнейших основоположников современной литологии (седиментологии): им сформулированы основные положения сравнительно-литологического метода, разработана первая генетическая классификация пород (имеющая сейчас исторический интерес), рассмотрен ряд проблем литологии (образование латерита, медистых сланцев, соли, лёсса, слоистости и т. п.). В той же сводке [324, III] Вальтер предлагает, используя данные Жильберта и Рихтгофена, классификацию стадий литогенеза, различая: 1) выветривание; 2) абляцию; 3) транспорт; 4) корразию; 5) отложение; 6) диагенез; 7) метаморфизм. При этом «транспорт неразрывно связан с абляцией», которая распадается на дефляцию, эрозию, экзарацию и абразию. Корразия — истирание при любом виде транспорта [широкое понимание, как у Рассела (в 1889 г.), в отличие от современной трактовки]<sup>1</sup>. Таким образом стадии 1—4 суммарно — денудация. Вальтер занимался также оледенениями и явлениями, коррелятивно с ними связанными; был сторонником идеи о перемещении полюсов в истории Земли, подчеркивая, что оно устанавливается геологическими методами, вопреки возражениям физиков.

Работы Вальтера богаты идеями. Они частью были приняты наукой, частью разрабатывались далее, частью забывались или оказывались (очень редко) нежизнеспособными. Для иллюстрации вопроса о приоритете приведем несколько примеров. Вальтер (1886) выдвинул идею о береговых флексурах и разломах по краям континентов. Он (1914) указал на значительно большую, чем предполагали, роль тангенциальных движений и на то, что противоположности между тангенциальными и радиальными движениями нет; на частую приуроченность отрезков равнинных рек Германии к разрывам без смещения и зонам дробления (периклазам; об этом писал в конце 70-х годов и А. Добре). Он считал, что поднятия, вопреки распространённому мнению, вызывают «...не только увеличение в реках ила и механически транспортируемых обломков, но и увеличение вещества, переносимого реками в виде раствора» [1927; 33, с. 88]. Это положение подтверждено Н. М. Страховым (1962) экспериментально. Вальтером высказана идея о прямой корреляции денудации и отложения. На этом основан метод анализа движений земной коры А. Б. Ронова (1944). Наконец, Вальтер расширил понятие «климат»: «...сумма метеорологических и океанографических условий органических и неорганических процессов» [324, с. 977]. Он предложил создавать акротермические и бентотермические карты — карты распределения температур морской воды на поверхности и в придонном слое, и сделал такую попытку. Страхов [196] выделил климатические зоны, опоясывающие весь земной шар — сушу и океаны. Это является развитием идеи Вальтера. Отметим, что и океанографы установили сейчас, что зональность «водных масс» соответствует климатическим поясам (возникает обобщение в плане геонимии). Вальтер указал на сходство некоторых пустынных, «флювиоаридных» (термин Вальтера) отложений с гляциальными, что вело к палеогеографическим ошибкам и т. д.

Почти все работы Вальтера, затрагивающие палеонтологию, являются геобиологическими. Геобиология (термин Вальтера, 1936) изучает специфические

<sup>1</sup> Истирание песчинками, несомыми водой и льдом, сейчас вошло в понятие эрозии и экзарации. Это не случайно — воздушная транспортировка придает корразии особую роль. Естественный отбор содержания понятий характерен. Сейчас понятие «эрозия» все больше выделяется по тем же причинам из «денудации».

геологические процессы биосферы, это «геологическая» ветвь палеонтологии, в отличие от палеонтологии как исторической биологии. Термин рационален, это аналогия терминов «геохимия» и «геофизика». Вальтер перенес в область литологии (1895) понятие отбора (селекции), аналогичного биологическому. Поскольку биологический отбор может вызывать как прогресс, так и регресс, то в бионических отношениях современности целесообразное и несовершенное существуют рядом, говорит он. Его геобиологической работой, сохранившей большое методологическое значение, является «Общая палеонтология» (1919—1927).

Вальтер успешно вводил в геологию представления и терминологию биологии: корреляция, селективность, первичные и вторичные признаки породы, руководящие породы и явления и т. п. Ему же принадлежит ряд новых или модернизированных им по содержанию терминов, вошедших в науку: дефляция, экарация, диагенез (в смысле диагенез + эпигенез у советских литологов), сухая дельта и т. п. Им предложены и термины, не нашедшие или нашедшие ограниченное применение: литоза, эруптоза, ветрогранник, латеризация и др. Он предложил названия отраслей наук о прошлом образовывать с приставкой «палео» — сейчас для обратного случая применяют и «нео», например «неоэкология». Работы Вальтера сохраняют методологическую ценность и поныне.

После первых работ Вальтера в геологию, прежде всего в Германии и славянских странах, вошел термин «актуализм». Но появился он ранее, в Англии. В 60-х годах этот термин встречается в философской литературе в смысле методологического положения: «все существующее активно, не инертно и не мертво» [169]. В геологии «actual causes» — «современные причины» указывают Ляйель, Орбиньи и др. Термин «актуализм» употребил (независимо?) И. Рот в 1871 г. Он пишет: «Учение о том, что лишь ныне действующие силы (causes actuelles) применимы для объяснения геологических явлений, актуализм, неизбежно ведет его (Геттона. — *Б. В.*), как и его последователей, к метаморфизму» [307, с. 169]. Отметим здесь определение актуализма («...для объяснения...» — здесь нет точного следования Ляйелю), носящее некоторый методологический оттенок. Однако нет еще оснований говорить о том, что для Рота актуализм — метод. Такое понимание выкристаллизовывалось постепенно, с отрицанием униформизма как концепции развития. Последние десятилетия термин актуализм применяется и в англо-саксонских и романских странах, нередко еще как синоним «униформизма». В США указывают и на «метод униформизма».

Были попытки заменить термин «актуализм». С. И. Гоулд предложил «методологический униформизм» [270]. Но актуализм — удачный термин. Униформизм и актуализм имеют разные оттенки. Актуализм можно перевести как «современизм», а униформизм — «одноформность». В первом случае акцент на подход к историческому анализу; во втором — характер исторического процесса. Самое важное — понимать термин однозначно и правильно.

## 36. Тектоника. Внутреннее строение Земли.

### Теория геосинклиналей

Можно считать, что тектоника возникла в середине века, хотя она зародилась раньше, со времени Стенона. Термин «тектоника» (и геодинамика) предложен в 1850 г. Науманом [301]. С середины века появились понятия о тектонических движениях разных типов. Орбиньи в 1849 г. предложил термин «осцилляция» земной коры, но о «колебательных движениях» еще раньше писали в России А. Д. Озерский и др. [132], затем в 1856 г. Г. Е. Щуровский, в 1858 г. Н. Г. Меглицкий и А. И. Антипов, потом Н. А. Головкинский (1869).

Зюсс в 80-х годах указал на тангенциальные (горообразующие) и радиальные (колебательные) движения. В 1900 г. Э. Ог в общем повторил это деление, указав на геосинклинальные — орогенические движения и движения платформ — эпейрогенические. Это «дух эпохи». Но и в 1899 г. в 4-м издании «Курса геологии» А. А. Иностранцев писал: «В настоящее время ученые выделяют совершенно вековые или медленные колебания из разряда вулканических явлений» [1899, с. 207]. Так медленно иногда идеи завоевывают полное признание.

Почти весь XIX в. господствовала гипотеза об остаточном расплаве под корой в земных недрах и его сжатии от охлаждения. Существовали, однако, и иные гипотезы или уточнения упомянутой. Идея о металлическом ядре Земли утверждалась в начале XIX в. О таком ядре, радиусом 0,4—0,5 радиуса Земли (что равно 0,72—0,92 радиуса ядра по современным взглядам) писал, например, Ханстеен (Цит. по [144, вып. 8, с. 90]). Эта идея была воскрешена в гипотезе Добре (1866), у Менделеева (1876)<sup>1</sup>, хотя приоритет считается обычно за Э. Вихертом (1897). Разрабатывались гипотезы о газовом ядре Земли (Цепритц, 1882; Аррениус, 1900) под влиянием открытия в 1860 г. надкритического состояния газов. Существовали представления о полностью твердой Земле (ригидизм; Р. Бунзен, 1951; Ф. Мор, 1868; Ф. Бредихин, 1871; Д. Дарвин, 1879).

В конце века была выдвинута новая точка зрения. Морозов, находясь в заключении в Шлиссельбурге, на основе своих взглядов о сложном строении атома выдвинул идею о том, что глубины Земли состоят не из «элементов системы Менделеева», а из «элемента Z» — главной составной части атома, аналогичной современному атомному ядру, т. е. как бы из ядерной плазмы. Эта идея получила различное развитие уже в XX в. в гипотезах Лодочникова — Рамзея (1939—1948) и А. Ф. Капустинского (1956). Морозов подчеркнул также и особую роль H<sub>2</sub>, который должен быть широко распространен в космическом пространстве и играть роль в развитии Земли (публикация 1907 г.). С тех пор это лишь подтверждается. Укажем в этой связи работы Вернадского и недавнюю работу Ларина [104].

Представление о подкоровом расплаве объясняло много явлений и увязывалось с контракционной гипотезой и эволюционизмом.

Гипотеза поднятия в 70-х годах сошла со сцены. Контракционная гипотеза развивалась рядом ученых — де Бомоном, ее автором, считавшим (1829—1852), что Земля при охлаждении стремится превратиться в двадцатигранник, В. Грином, предложившим в 1875 г. гипотезу о Земле — тетраэдре; гипотеза Грина поддерживалась рядом ученых Франции и России (Мушкетов и др.). Вообще идеи о геометрических закономерностях в строении Земли живучи в геологии. А. Кирхер еще в 1665 г. указал на геометрические закономерности в расположении гор. С тех пор, как это подчеркнул Личков [111], они существовали у М. Бюаша [249, 250], Лемана [107], Гумбольдта, Тилло (1888), А. И. Воейкова (1892) и др., дожив до наших дней.

В России вклад в контракционную гипотезу внесли Карпинский, Павлов и др. Большое значение для ее развития имели работы Зюсса (1875—1909). На этой гипотезе основывался его первый теоретический труд [316]. В нем Зюсс выдвинул идею об оболочечном строении Земли. Он ссылается на учение о «слоистом» строении Солнца, поэтому и на Земле выделяет оболочки — ат-

<sup>1</sup> Менделеев сравнивал процесс в глубинах Земли с доменным, что сделал ранее (1839) Соколов, вероятно, не первый, а позднее В. Гольдшмидт (1922).

мосферу, гидросферу, литосферу и барисферу. Ему принадлежат термины «сиаль», «нифе» и «сима». Оболочки находятся в «многообразных связях» с соседними. Вследствие взаимодействия гидросферы и литосферы возникает новая, хотя и не сплошная оболочка слоистых пород, — верхний покров литосферы. Отношение литосферы к барисфере «нам неизвестно», граница здесь еще менее резка, чем в других случаях. Органическая жизнь, «кажущаяся чужеродной» Земле, как небесному телу, образованному из сфер, также ограничена «...определенной зоной на поверхности литосферы. Растения, получающие питание из земли ...и одновременно дышащие воздухом — хорошая иллюстрация положения жизни в регионе взаимодействия верхних сфер и литосферы; можно различать на поверхности твердого самостоятельную биосферу...» [316, с. 159]. Жизнь возникла на «увлажненной» поверхности Земли. Представление Зюсса о биосфере еще примитивно. Им брошена идея, но налицо уже сущность ее как «региона взаимодействий». В заключительном абзаце Зюсс пишет, что представление о процессе поверхностного охлаждения небесных тел можно сделать на основании наблюдения за солнечными пятнами (ср. с Декартом).

Попытки определить толщину земной коры — литосферы Зюсса — делались с середины XIX в. до начала XX в. путем термодинамических расчетов и прикидок (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Толщина коры по данным некоторых авторов

Исследователь	Толщина коры, миль (км)	Источник
Гумбольдт	(150)	
Котта	10 (14)	Котта (1852, [91])
Кармо	37 (52)	
Литтри	21 (30)	Науманн [301, II изд. 1858]
Декизе	16 (23)	
Науманн	14 (20)	
Куторга	50 * (53)	
Иностранцев	35 * (37)	Куторга (1858)
Кордье (1827)	12—15 (17—22)	Иностранцев (1885, [77])
Лукашевич	(33—106, среднее 68)	Батюшкова [2] Лукашевич (1908, [114])

П р и м е ч а н и е. Цифра со звездочкой — версты.

Лукашевич, основываясь на положениях гипотез изостазии, предложенных в США (Эри, 1855; Пратт, 1855—1861; Деттон, 1889, 1904), указал на различную толщину океанической и материковой земной коры. Средняя толщина первой 52 км.

Хотя не все перечисленные исследователи пользовались собственными расчетами, а эти последние разнообразны по детальности и исходным положениям, табл. 3 хорошо отражает существовавшие взгляды. Цифры (14—150, преимущественно 20—106 км) удовлетворительно совпадают с глубиной поверхности Мохоровичича (1910) по современным расчетам (примерно 7—60 км). Случайность ли это? Нельзя ли допустить, что при полифакторности процесса развития Земли в подходе разных авторов содержался некоторый рациональный аспект. Интересно, что принципиально иные исходные взгляды приводили и к другим цифрам. Ригидисты, В. Гопкинс в 1839 г. и В. Томсон в 1867 г.

считали, что земная кора должна быть не тоньше 1500 и 2000 км соответственно (или вся Земля — твердой).

Гипотезу поднятия разрабатывал после Буха Б. Штудер (1847). С середины XIX в. впервые стали изучаться небольшие интрузивные массивы [205], которым на поверхности Земли соответствовали купола. В 1877 г. Джилльберт ввел для них термин «лакколит»; гипотеза поднятия сохранилась здесь для ограниченной области явлений (принцип соответствия). Она сменилась теорией контракции; вследствие сжатия коры образовались горы. Но горы различались и по генезису: в 1851 г. Котта разделил их на вулканические горы — поднятия и складчатые — бокового сжатия. Деление это фрагментарно уже существовало. Складчатые горы нашли более детальное генетическое объяснение в учении о геосинклиналях. Первые высказывания в этом направлении, как считает Е. В. Милановский, принадлежат еще Бэббеджу (1834) и Гершелю (1836). Д. И. Гордеев указывает на де Бомона, у которого ребра «Земли — двадцатигранника» были более податливы и образовали складчатые системы. Идея о существовании геосинклиналей принадлежит Дж. Холлу (США, 1859), который соответствующие участки земной коры назвал «геосинклинальными опусканиями», а более полная разработка гипотезы и термин «геосинклиналь» — Дана (1873). История этой плодотворной теории освещена в работах А. А. Борисяка (1924), Е. В. Милановского (1929), В. Е. Хаина и Ю. М. Шейнманна (1960), Г. П. Хомизури (1972) и др. Этапы развития учения о геосинклиналях, как формы проявления контракции, связаны с Зюссом, а главным образом с Огом (1900). По американским концепциям, геосинклиналь — «краевое» образование, по Огу, она располагается между платформами. Поскольку платформа Ога может быть океанической, различие это не столь велико. Здесь отражен географический фактор — особенности регионов, изучавшихся учеными.

Термин «платформа» появился в 1897 г. во французском переводе «Лица Земли» Зюсса. Переводчик заменил им «Tafel» (плита) Зюсса. Геосинклиналь и платформа — сопряженные, полярные понятия. Вначале платформа рассматривалась в основном как пассивное жесткое сооружение. Лишь Карпинский в 80—90-х годах и Ог заложили основы учения о платформах: к XX в. закончился первый этап развития учения о геосинклиналях и платформах. Оно развито затем в значительной мере русскими и советскими учеными в XX в.

К 70-м годам относится возникновение учения о приливах в твердом теле Земли (В. Томсон, Д. Дарвин). Астрономические влияния на тектонику Земли давно рассматривались геологией. С ними связывались вулканизм и землетрясения, разломы, горообразование [111] и т. п. В рассматриваемую эпоху это направление получило новые актуалистические предпосылки. Обзор состояния вопроса о перемещении полюсов сделал Н. Траутшольд (1896). В конце XIX в. — указывает он — были доказаны небольшие колебания оси вращения Земли по отношению к Солнцу. Это дает основания допускать и в прошлом (несмотря на то что астрономы, например Леверрье, доказывают постоянство параметров вращения Земли) ее значительные перемещения относительно современных полюсов<sup>1</sup>. Об этом говорят и новейшие (конца XIX в. — Б. В.) находки ископаемой флоры в полярных странах (Натхорст, Шенк и др.). Существуют и возражения. Указывают, например, что в Петербурге в теплицах растут

<sup>1</sup> Высказывания о перемещении полюсов (или общем скольжении земной коры по подкоровой массе) в литературе имеются с 1876 г. А. Вегенер [19] дает на них 19 ссылок, их не исчерпывая; в том числе девять ссылок до 1900 г. Скольжение коры по «ядру» предположил Шредер (1856).

пальмы. Следовательно, света достаточно и дело лишь в количестве тепла. Траутшольд с этим не согласен, указывая, что речь идет о более высоких широтах. Он считает, что изменение соотношения и распределения моря и суши, совместно с миграцией оси вращения Земли, определяют планетарные смещения климатических зон и изменения флоры<sup>1</sup>. Траутшольд говорил также об обнаружении следов ледников еще Агассисом и др. в Бразилии, на Золотом берегу в Африке (многие находки ископаемых морен были после развенчаны Вальтером, Зандбергом и др. — *Б. В.*). Траутшольд пишет, что бесспорно следующее: 1) наличие в мелу тропической флоры за Полярным кругом; 2) отсутствие осадков морского мела в Сибири и северной Европе (это не совсем верно, их лишь мало. — *Б. В.*); 3) возвращение холодных периодов в послетретичное время; 4) современные незначительные колебания земной оси.

Траутшольд заключает, что все перечисленные явления стоят в ближайшей связи с изменениями климата на нашей планете и указывают на непостоянство ее оси вращения. Это мнение разделял ряд геологов. Изменения происходят не катастрофически, а медленно и прослеживаются в геологическом разрезе. Подчеркнем, что здесь чисто геологическими методами давно было указано явление, которое отвергалось физиками и, по существу, сейчас почти общепризнано.

### 37. «Абсолютная геохронология»

Попытки установления «абсолютного» возраста относятся еще к XVII—XVIII вв. (Галлей, Бюффон), в том числе и по скорости денудации и осадкообразования (Бернет, 1684; Фюксель, 1762 и др.). К середине XIX в. были уже сравнительно хорошо изучены количественные характеристики некоторых геологических процессов. Эволюционизм явился базой для определения времени по их результатам; равномерность, в среднем, скорости процесса — является предпосылкой решения задачи. Поэтому к началу XX в. известен ряд таких попыток. Их обзор был сделан Н. И. Андрусовым [1]. Он указал на неполноту его сведений, однако они дают ясную картину.

Общий возраст Земли определялся по охлаждению массы материи в разных вариантах исходных стадий и величин. Большинство физиков считало его в пределах 16—160 млн. лет. Лишь Рудзский указывал 31—972 млн. лет (с кембрия) и Перри допускал его в пределах  $3 \cdot 10^9$ — $4 \cdot 10^{10}$  лет. Возраст океана считался по накоплению соли (при разных допущениях) от 96 до 258 млн. лет; только Акройд увеличивал его до  $8 \cdot 10^9$  лет. Для физиков характерно большое занижение или завышение возраста.

Геологи по времени образования осадочной серии указывали для всего разреза 17—2340 млн. лет, причем отдельными авторами допускались большие колебания (17—1527; 73—680; 1260—2340 и т. п.), что понятно. Но цифры геологов лежали ближе к истине, а для длительности ледникового периода (Пенк, несколько сот тысяч лет) цифры были реальны.

Таким образом, «геологические» методы давали в общем большие значения возраста, чем «физические», и более близкие к истинным. Недостатком явля-

<sup>1</sup> Меррей считал (1895), что в палеозое на Земле существовала равномерная температура. Лишь с раннего мезозоя началось охлаждение Земли с полюсов (ср. с Бюффоном и др.) Охлажденная и тем самым обогащенная кислородом вода у полюсов опускается вниз, «облегчая» расцвет жизни в более низких широтах. Последнее положение выдвинул затем и Вальтер (1936). На появление климатических зон с юры указал в конце XIX в. Неймайр, но эти идеи существовали и ранее. Вальтер в 1924 г. считал, что климатические зоны появились с выходом жизни на сушу — в девоне — карбоне (ср. также с Вернадским).

лось отсутствие коллективных усилий в этом направлении, отсюда субъективность расчетов и широкий диапазон значений возраста. Недостаточны еще были и сведения об интервалах скоростей современных процессов и мощностях осадочных серий. Андрусов писал: «Вычисление геологического времени встречается пока с такими трудностями, что придавать особо значения тем числам, которые они дают, нельзя» [1, стб. 394].

Андрусов упоминает и о первых цифрах, полученных радиоактивными методами к 1912 г., и его выводы относятся и к ним. Он был тогда в общем прав. Но подчеркнем, что геологи шли по правильному пути и находились лишь в его начале. Очень любопытны с этой точки зрения соотношения длительности палеозоя, мезозоя и кайнозоя, которые вычислялись Дана, Уильямсом<sup>1</sup> (1893) и Уолькоттом. Соответствующие пропорции 12 : 3 : 1; 15 : 3 : 1; 12 : 5 : 2 (~6 : 2,5 : 1). Если взять длительность этих эр по советской шкале (1964, см. раздел 49), то отношение будет 5 : 2,6 : 1, что близко к цифрам Уолькотта, тем более что ранее часть рифейских отложений иногда относили к кембрию. Недооценка Андрусовым радиогеохронологии разделялась тогда рядом геологов.

Таким образом, в самом начале XX в. порядок величин геологического возраста, определенного «геологическими» методами, у многих авторов совпадал с современной геохронологической шкалой. Чисто «физические» методы давали менее близкие к истине и столь же разбросанные результаты, неизбежно очень субъективные при оценке ряда исходных величин. Цифры, довольно близкие к современным, были получены для четвертичного времени. Все это характеризует возможности «собственных» методов геологии ([35]; Зотов, [161]), что с прогрессом атомной физики стало забываться. Все упомянутые методы геохронологии основаны на актуализме, а некоторые ошибки происходили от недостаточно глубокого применения сравнительно-исторического метода или от неполноты знания современных явлений.

### 38. Некоторые итоги

Развитие сравнительно-исторического метода<sup>2</sup> — логическое следствие эволюционизма. Естественно, приобретало все более выраженный методологический характер и использование актуализма, но слияние теории и метода в униформизме чувствуется в геологии до настоящего времени. Даже у Вальтера есть неясности в этом отношении. Уже в конце века появляются противоречивые высказывания. Так, Циттель, не употреблявший термина «актуализм», ясно видит несостоятельность униформизма, который «...не знает ни начала, ни конца нашей планеты и столь же резко, как и теория катастроф, исключает возможность прогрессивной эволюции». Однако он констатирует, что «Положения Ляйеля являются незыблемой основой современной геологии. Благодаря учению Ляйеля динамическая геология приобрела совершенно иное значение...» [330, с. 297]. Здесь, во-первых, униформизм смешивается с эволюционизмом, ибо в 1899 г. говорить о господстве униформизма уже нельзя. Во-вторых, остается непонятным, как неверная концепция является «незыблемой основой геологии».

<sup>1</sup> Уильямс предложил единицу времени — «геохрон», равную длительности эоцена; ему принадлежит термин «геохронология». В 1867 г., следуя идее Ламарка об учете времени на эволюцию организмов, сделал попытку определить в «абсолютных» цифрах «биологическое» время и Ляйель. Он принял за единицу плейстоцен, равный 1 млн. лет. По его подсчету с начала кембрия прошло 240 млн. лет. Были и еще такие попытки.

<sup>2</sup> Понятие «принцип историзма» принадлежит К. Марксу и Ф. Энгельсу.

В том же году А. Зупан, географ, обращает внимание на некоторые стороны взглядов Гоффа и Ляйеля, отклоняющиеся от формального униформизма. Оба они считают, что геологические изменения совершаются «...постепенно...и при помощи тех же сил, которые действуют еще и теперь, хотя интенсивность проявления этих сил в прежние эпохи, быть может, и была больше» (1915, с. 2; нем. 1899). Заметим, что это касается Гоффа, а не Ляйеля. Зупан пытается «реабилитировать» униформизм, сохранив актуализм, как его методологический аспект.

Большой прогресс наблюдается в *геологическом эксперименте и моделировании*, хотя обычно они четко не различаются. Их история освещена в работах Ф. Циркеля (1885), П. Н. Чирвинского [220], Л. Делоне [291], Ф. Ю. Левинсон-Лёссинга (1923, [106]), Т. Л. Никольской [205], И. В. Лучицкого и др. [116] и т. д. Экспериментальные исследования в XIX в., особенно во второй его половине, были многочисленны. Их направления охарактеризованы в 1878 г. Добре. Это эксперимент в области рудообразования, метаморфизма, вулканизма, механического разрушения горных пород, тектоники и, наконец, термодинамики механических процессов в горных породах. Больше всего развивались тесно связанные с практикой работы минералого-петрографического направления, в которых достигалась наибольшая степень достоверности результатов и возможность их распространения на природные явления. Эксперименты в области тектоники после работ Холла (складки) в общем возобновились лишь с 70-х годов XIX в. Фавром, Добре, Шардтом, Каделлом, Виллисом (1893, русск. 1934), Рейером в 1892—1894 гг. и др. Рейер в 1888 г. впервые ([4], 1962) указал на особо важное тектоническое значение гравитационного фактора Делоне, подводя итог геологическому эксперименту к началу XX в., делает попытку его классифицировать. Он выделяет:

I Экспериментирование предвидением и проверкой на других (еще неизученных) природных объектах. Пример — прогноз строения речной долины между двумя изученными<sup>1</sup>.

## II. Собственно эксперимент.

1. Эксперимент включает синтез минералов и горных пород, который в нем преобладает. Делоне подчеркивает значение в XIX в. французской школы (Бертье, Эбельман, Дюроше, Добре, Сент-Клер Девиль, Фуке, Мишель-Леви, Муассон и др.). Он выдвигает следующие условия для возможности считать минералы созданными синтетически: тождественные состав, кристаллическую форму и оптические свойства; условия получения, отвечающие его месторождению и соответствующей минеральной ассоциации. Наблюдение должно предварять эксперимент.

2. Воспроизведение механических явлений, в том числе два классических опыта Добре: по имитации трубок взрыва и системы трещин (в стеклянной пластинке и призме из воска).

3. Опыты с образованием водных отложений (Добре, Фейол). Делоне дает следующую оценку эксперименту: «...собственно экспериментирование...не играло и не может играть в геологии другой роли, кроме ограниченной, особенно в сравнении с местом, которое занимает эксперимент в физике и химии» [291, с. 27]. Это мнение в общем характерно для геологии XIX в., кроме минералогии и петрографии, где успехи эксперимента не могли оспариваться.

---

<sup>1</sup> Полифакторность геологических процессов нарушает однозначность выводов. Например, долины могут быть очень индивидуальными [32].

Одним из важнейших методов, совершившим переворот в петрографии, было изучение *прозрачных шлифов*. В конце предыдущего периода метод был применен для осадочных пород, но быстро революционизировал учение о магматических и метаморфических образованиях. Статьи Г. К. Сорби<sup>1</sup> были опубликованы в 1858 и 1859 гг. Вскоре Котта подчеркнул роль этого метода в разных областях, вплоть до палеонтологии. Вместе с *химическим анализом* полиминеральных пород, введение которого в геологию Котта связывает с Бунзеном (впервые для пород Исландии), а также со *спектральным анализом* (Бунзен и Кирхгоф, 1860), оптические методы быстро приобрели огромное значение. Их широкое внедрение Левинсон-Лессинг относит к 70-м годам. Первая крупная сводка по микроскопической петрографии появилась в 1877 г. (Розенбуш). Теодолитный метод изучения шлифов был предложен в 1893 г. Е. С. Федоровым. На базе микроскопического изучения были разработаны новые классификации магматических пород: Розенбушем в 80-х годах и Левинсон-Лессингом в 1898 г. Последняя классификация оказала глубокое принципиальное влияние на все последующие работы. В XX в. петрография превратилась уже в теоретическую и генетическую науку — *петрологию*, хотя последний термин был предложен еще в 1841 г. Пинкертоном.

В связи с возникновением в рассматриваемый период геоморфологии, палеогеографии и литологии развиваются соответствующие специальные методы. Появляются *палеоэкологический* (Ковалевский, Карпинский, Долло, Вальтер, Андрусов) и *палеобиономический* (Геккель, Вальтер) методы. Если говорить о широком палеобиологическом методе в геологическом аспекте, то основоположником его является Вальтер [55]. *Биостратиграфический метод* совершенствуется на основе дарвинизма и учения о фациях (Ковалевский, Геккель, Долло, Неймайр, Карпинский, Павлов, Вальтер и др.). Одновременно развивается стратиграфический метод применительно к докембрию (Логан, Канада; Дана и Ван-Хайз, США). *Тектонический метод* находит в теории геосинклиналей почву для широкого приложения и развития.

Во вторую половину века постепенно формируется ряд геофизических методов, в форме, близкой к современной. Это *гравиметрический метод*, уже используя который в 1855 г. Эри и Пратт предложили свои гипотезы изостазии. «Теория изостазии», названная так в 1889 г. Деттоном, в некоторых ее аспектах не потеряла значения до сих пор. Деттон пытался на ее основе объяснить тектонические движения. Люстих (1957) доказал, что такое объяснение не состоятельно, во всяком случае как единственное. Но точка зрения Деттона в некоторых аспектах сохранилась, например, в объяснении поднятия Скандинавии после таивания ледников.

Дальнейшее развитие гравиметрии, возникшей в 70-х годах в связи с работами Д. Дарвина и др., уже в начале XX в. привело к появлению *гравиметрического метода разведки* и его применению для изучения деталей строения земной коры (солянокупольные области и т. п.). В 1873 г. (И. Б. Листинг) было предложено важное для теории фигуры Земли понятие «геоид».

*Сейсмологию*, вероятно, можно считать возникшей со второй половины XIX в.; в 1848 г. Р. Маллет теорию упругости приложил к распространению сейсмических волн. В 1873 г. была предложена существующая и сейчас 10-балльная шкала землетрясений (Росси); тогда же были четко выделены три их типа — абальные, вулканические и тектонические. Не удивительно, что крупные успехи эта отрасль имела в Италии и Японии.

<sup>1</sup> Также основоположника современной палеотермо- и барометрии, сыгравшей в ту эпоху роль в решении проблемы генезиса плутонических пород.

В 1870 г. А. П. Орлов, в 1895 г. Э. Ребер-Пашвиц и в начале XX в. Б. Б. Голицын изобрели сейсмографы. Если прибор первого из них не был построен, то конструкции Голицына — с преобразованием колебаний почвы в электрический ток — в принципе сохранились и сейчас. Сейсмография и *сейсмический метод* быстро нашли применение для изучения глубин Земли. Термин «сейсмология» принадлежит З. Гюнтеру (1884). В 1879 г. изобретены магнитометр и магнитный инклинометр, ознаменовавшие новый этап развития *магнитометрии*. К подпериоду ВБ относится оформление как особой отрасли *геофизики* (Медунин, 1967); этот термин появился в 50-х годах в Германии. База для ее быстрого развития в XX в. была подготовлена.

Большие успехи были сделаны в учении о *метаморфизме*. Его история с Геттона до 1870 г. изложена в работе И. Рота [307]. Он упоминает, в частности, фамилии Вирле (1844), Бубе (1844), Дюроше (1846), Добре (1860, 1867), Ляйеля, Буэ, Делессе (1857), Науманна, Штура (1854), Пихлера (1859), Бишофа, Сорби (1856), Дарвина и др. Он указывает на Геттона, а не на Ляйеля, как основоположника; только у четырех ученых метаморфизм логически вытекал, как думает Рот, из их теорий: у Геттона (телеология, цикличность), Ляйеля (актуализм — униформизм), Дарвина (из пробелов в ранней палеонтологической летописи)<sup>1</sup> и И. Н. Фукса (гипотеза аморфизма — все кристаллическое происходит из первично-аморфного). Остальные шли чисто эмпирическим путем.

Рот указывает, что слово «metamorfosirt» и «metamorfose» (применительно к «превращению иловатого мергеля в кремень») впервые употребил Карози в 1783 г., на что сослался Геттон. Общая теория метаморфизма была предложена лишь в 1904 г. Ван-Хайзом и независимо от него — И. Д. Лукашевичем (1909).

Учение о землетрясениях к XX в. приняло в целом современную форму. Была окончательно признана полифакторность этого явления. Концепция о тектонических землетрясениях, как преобладающем типе, уже возникла, в чем большую роль сыграли русские ученые — Абих, Лагорио, Мушкетов, Вебер, Чернышев и др. (Петрушевский, 1957).

*Геохимия*, как считают, возникла лишь в начале XX в. (1908 г. — дата публикации известной работы Ф. Кларка). Затем она развивалась в значительной мере русскими учеными — Вернадским, Самойловым, Ферсманом, Виноградовым и др., имея глубокие корни в XIX в. в работах Берцелиуса, Бишофа и др., а также в прогрессе учений о метаморфизме и магме, начиная с Дюроше (50-е годы) и Р. В. Бунзена, выдвинувшего в 1861 г. идею о магме как силикатном растворе. Учение о магме к 1900 г. достигло больших успехов трудами многих ученых, в том числе А. Г. Лагорио, И. А. Морозевича и Ф. Ю. Левинсон-Лессинга. Отметим, что истоки физической химии, очевидно, лежат в области петрографии [175].

К геохимии примыкает учение о полезных ископаемых. Здесь большую роль сыграли работы Котта, указавшего на полифакторность рудообразующего процесса (идеи Ломоносова). В конце века господствовала латераль-секреционная теория (Бишоф и Зандбергер, 1882), связывавшая рудообразование в значительной мере с экзогенными факторами. В 90-х годах после Ф. П. Пошени (1893) наблюдается возврат к гидротермальной теории, разрабатывавшейся еще в середине века во Франции де Бомоном и Добре и в России

<sup>1</sup> В 1892 г. И. Бержерон вновь пытался объяснить метаморфизмом отсутствие предков кембрийской фауны.

## Некоторые геологические термины второй половины XIX в.

Термин	Год	Автор	Примечание
Эрозия	1865	Пейдус	Широкое понимание (денудация) Порода, образованная путем выветривания (широкое понимание)
Элювий	1872	Траутшольд	
Абразия	1873	Дэвидсон	Современное понимание. Общепризнано после Рихтгофена
Биосфера	1875	Зюсс	Идея Понимание, близкое к современному
Гидросфера	1875	»	
Эрозия	1877	Джилльберт	Современное понимание То же
Коллювий	1882	Хильгард	
Онкоид	1885	Вальтер	»
Дрейкантер	1886	Миквиц	»
Делювий	1889	Павлов	»
Диагенез	1888	Гюмбель	Все изменения осадка, включая метаморфизм
Корразия	1889	Рассел	Широкое понимание (все агенты), 1889 г. или ранее
Бентос	1890	Геккель	Диагенез + эпигенез Ранее К. Линней — литогенезия, литология
Дефляция	1891	Вальтер	
Диагенез	1894	»	Диагенез + эпигенез Ранее К. Линней — литогенезия, литология
Литогенезис, литогения	1894	»	
Биономия	1894	»	Бентос, становящийся планктоном
Экзарация	1894	»	
Нектон	1890	Геккель	Все организмы и их остатки, планктонные вторично
Меропланктон	1890	»	
Псевдопланктон	До 1895	Шютт	Бентос, становящийся планктоном Все организмы и их остатки, планктонные вторично
Псевдопланктон	1897	Вальтер	
Ископаемые фациальные	1897	»	Химическое действие воды
Термины, связанные с фациями	1879	Мойсисович	
Экология	1894	Вальтер и др.	Химическое действие воды
Коррозия	1869	Геккель	
	1899	Солисбери	

## Область эндогенных процессов

Геосинклинальное опускание	1859	Холл	-Геосинклинали
Геосинклиналь, геантиклиналь	1873	Дана	
Литосфера, барисфера	1875	Зюсс	
Лакколит	1877	Джилльберт	
Геократические и гидрократические движения	1899	Павлов	
Бисмалит	1898	Илдингс	
Орто- и парапороды	1899	Розенбуш	

Л. А. Соколовским и др. Ведущая роль магматических растворов в рудообразовании была окончательно установлена уже в начале XX в., хотя иногда существенная роль компонентов боковых пород не отвергается и сейчас.

Огромны были успехи палеонтологии. Они позволили Энгельсу в 1874 г. писать со ссылкой на Геккеля: «По отношению ко всей истории развития организмов надо принять закон ускорения пропорционально квадрату расстояния во времени от исходного пункта».<sup>1</sup> Этот тезис, очевидно, приложим к любому сложному объекту, состоящему из взаимосвязанных, но самостоятельно развивающихся элементов, — обществу, технике, науке и т. п.

Еще со второй четверти XIX в. наблюдается усиленный интерес к динамической геологии. О. Торелль (1875) и П. А. Кропоткин (из-за преследования его как революционера опубликовал труд лишь в 1876 г.) создали учение о материковом оледенении. О прогрессе учения об эоловых процессах уже говорилось. Здесь следует упомянуть и о работах Павлова. *Четвертичная геология* также возникла в подпериоде VB. Если первая половина века дала много терминов, касающихся стратиграфии, то во вторую, преимущественно с 70-х годов, их немало появилось в области экзогенных явлений (табл. 4).

Изучению современных явлений способствовало освоение колоний и морские экспедиции, имевшие обычно комплексные задачи. Большую роль сыграла экспедиция на судне «Челленджер» (1872—1874), экспедиции США (1872, 1882), норвежская (1876), работы Андрусова на «Черноморце» в Черном море (1896) и др.

Если первые геологические службы возникли в Бельгии (1810), Англии (1835) и Канаде (1842), то во многих развитых государствах Европы и в США они были образованы в 1849—1888 гг. В России в 1882 г. — Геолком (предыстория ее в России — с 1584 г.). С 1880 по 1900 г. в ряде стран Европы были организованы постоянные сейсмические комиссии и комитеты, а в 1903 г. — Международная сейсмическая ассоциация в Страсбурге. Международный характер геологии нашел формальное выражение: с 1878 г. собираются сессии Международного геологического конгресса. Седьмая сессия (1897 г.) состоялась в Петербурге. В 1882 г. был организован I Международный полярный год.

К началу XX в. в геологии сформировались или ясно намечались все крупные ее отрасли, направления и проблемы, за исключением связанных с субатомными формами движения материи, для чего уже появились предпосылки. В 1896 г. А. Беккерель обнаружил радиоактивное излучение урановой руды, а М. Кюри и П. Кюри в 1898 г. открыли радий и полоний. Для нас важно, что сложное строение атома не явилось неожиданностью. Различные «наводящие» явления и теоретические соображения ранее экспериментального подтверждения приводили к этому выводу (например, Бертелло, 1880; Морозов 1907, рукопись 1880 гг.).

На 70-е годы (условно 1875 г.) падает граница подпериодов. Появление или становление многих терминов, понятий, идей, гипотез, отраслей и т. п. падает на 70—80-е годы и вообще на подпериод VB. Эта перестройка структуры геологии хорошо видна выше; геология становится вполне современной. Предмет ее также обогащается.

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы, М., Госполитиздат, 1953, с. 247.

## ГЛАВА СЕДЬМАЯ

### НЕОКАТАСТРОФИЗМ. НОВЫЕ ТЕЧЕНИЯ В ГЕОЛОГИИ

#### ПОДПЕРИОДЫ А (1900—1925 гг.) и Б (1925—1950 гг.)

На рубеже XIX и XX в. классическая теория контракции, классический эволюционизм, господствовавшие представления о земных недрах вступают в противоречие с множющимися научными фактами. Быстрый прогресс естествознания ставил перед геологией новые проблемы. Если геология XIX в. рассмотрена нами фрагментарно, то теперь мы ограничимся лишь некоторыми идеями и областями, обосновывающими периодизацию и общие выводы, отсылая за подробными сведениями к литературе [2, 14, 51, 55, 144, 167, 175, 197, 206, 236 и др.]. Поскольку седьмой период в ряде отношений непрерывно наследует первую половину века, некоторые проблемы в этой главе для простоты освещаются до современности. Шестой период хорошо делится на два подпериода с границей в 1925 г.; они порознь здесь не рассматриваются.

#### 39. Неокатастрофизм. Неоуниформизм

Неокатастрофизмом Шатский в 1936 г. [222, IV, с. 198] назвал все течения, в которых видны «катастрофические начала» по де Бомону. В 1937 г. он дает более полную формулировку: неокатастрофизм — течение, которые признает «...чередование в истории земной коры длительных сравнительно спокойных периодов и крайне коротких эпох катастроф» [222, II с. 538]. В качестве примеров Шатский приводит «теорию циклов» Штилле, гипотезу Джоли и идеи о «критических периодах» в развитии жизни. Он пишет: «теория Штилле, по существу, возврат к идеям катастрофистов. Уже одно это делает признание ее совершенно невозможным» [там же]. Обращает на себя внимание, во-первых, неопределенность понятия «крайне короткие эпохи» и, во-вторых, последнее утверждение. Развитие науки — непрерывный, но не полный, «возврат» к старым идеям. Поэтому «одно это» никак не может служить основанием не рассматривать вопрос по существу.

Шатский прав в том, что с конца XIX в. начался процесс «отрицания отрицания» катастрофизма, критики и отклонения классического эволюционизма. Неравномерности развития, «катастрофическому» ходу геологических процессов стало придаваться существенное или важное значение в истории Земли. Иногда считают, что такое ускорение планетарно; обычно в этом случае имеются в виду геобиологические процессы. Формы и проявления неокатастрофизма, как ранее и катастрофизма, многообразны. На одном полюсе стоят гипотезы, фантастичность и дедуктивность которых роднят их с катастрофизмом некоторых последователей Кювье, на другом — концепции, в которых отражается диалектическое понимание развития.

Прежде всего напомним, что эволюционизм и униформизм нередко считались тождественными понятиями (см. раздел 32). Шатский, например, противопоставляя неокатастрофизму эволюционизм, имел в виду Ляйеля, понимая его по-своему. В конце XIX в. уже наблюдается тенденция к ревизии «суммирования малых действий». В 1895 г. Неймайр писал: «Характер извержений и состав вулканических продуктов дают ключ к пониманию происхождения пород, образовавшихся в ранние периоды истории Земли, благодаря аналогичным процессам, хотя и при условиях существенно отличающихся от тех, которые наблюдаются теперь» [135, I, с. 5]. Он указывает, однако, что: «...однообразие, допускаемое Ляйелем во всех периодах, приводит тоже к ложному представлению» [там же, с. 31]. Это, разумеется, еще не неокатастрофизм, но его предпосылки. Те же мысли были высказаны Вальтером. Он указывает (1900, рус. 1911), что история Земли знала значительно более быстрое, чем современное, течение событий, в частности в развитии жизни и литогенезиса в пустыне. Он писал также, что для процесса эрозии важен паводок, а не работа реки при среднем расходе воды. Наконец, он указал (1908, рус. 1910—1911) на явление анастроф. *Анастрофа* — быстрая гибель или расцвет фауны, вообще убыстренный ход геологических процессов. К этой идее он пришел от истории организмов, но распространил ее вообще на биосферу.

Как и катастрофизм, неокатастрофизм находил эмпирическую опору прежде всего в палеонтологии, изучении угловых несогласий и дислокаций пород. Мысль о «критических периодах», по существу, не покидала геологию [255]. Ее лишь не подчеркивали в конце XIX в. Затем она связывалась со взглядами Штилле [314, 315], с космическими излучениями, земными радиоактивными процессами, изменениями геомагнитной оси или другими явлениями.

Сторонники биологического катастрофизма указывали преемственность своих идей от Кювье. Например, Д. Н. Соболев [183, 184], говоря, что учение Кювье — антитеза эволюции у Ламарка, пытается дать синтез обоих учений. Он указывает, ссылаясь на Павлова, на усиление вулканизма в процессе диастрофизма и изменение поэтому состава атмосферы. Еще Ж. Дюма и Г. Буссенго в первой половине XIX в., пишет Соболев, считали живое вещество придатком атмосферы — важнейшего рычага влияния тектоники на жизнь: «Болезненное обострение энергии земного дыхания в диастрофические эпохи вызывает перебои в пульсе жизни» [184, с. 582]. Новый аспект возможного влияния диастрофизма на жизнь через атмосферу указали Ф. М. Дысса и др. [66]. Усиление вулканизма, по их мнению, вызывает увеличение содержания излучающих веществ в атмосфере и верхних слоях литосферы, что влияет на организмы.

Анастрофы связывают с диастрофизмом большинство исследователей. Однако иногда примитивно понимаемая в духе Орбиньи, якобы, непосредственная связь между этими группами процессов вызывала критику, вплоть до отрицания самой идеи.

Гипотезы такого рода критиковали, например, Вальтер, Давиташвили и др. Вместе с тем, возражая Вальтеру, который указывает, что для геологических явлений следует искать не монодинамические, а полидинамические причины, Давиташвили пишет: «...ясно ..., что простое принятие не одной, а сразу нескольких подобных «монодинамических» теорий дало бы лишь смесь несогласованных и подчас даже исключаящих друг друга положений и несколько не приблизило бы нас к построению приемлемой теории вымирания» [55, с. 47]. Но у Вальтера (1919) речь идет не о «смеси», а о диалектическом взаимодействии причин. Горобразование может вызвать многообразные

изменения географических условий, «цепную реакцию» в биосфере. Изменение различных факторов будет по-разному влиять на те или иные группы организмов, а иногда и противоположно. Ослабление или вымирание какой-либо группы организмов вызовет изменения в биоценозах, новую цепную реакцию.

Таким образом, процесс преобразования и вымирания фауны под влиянием диастрофизма становится сложным, противоречивым и длительным. Это и есть точка зрения Дарвина — причиной вымирания является изменение условий жизни и конкуренция с появляющимися видами<sup>1</sup>. Эти факторы лишь концентрированное действуют в эпохи диастрофизма, влияние которых растягивается во времени.

Мысль о распространении последствий от поднятий была высказана еще Орбиньи. Он пишет: «...если даже области поднятия не очень обширны, часто имеют место нарушения по соседству... Следовательно, каждая дислокация земной коры могла бы иметь широкое влияние. Если для современности мы наблюдаем только ее эффект, то, по крайней мере, имеем свидетельства, что каждая революция, поднимающая систему гор, должна производить генеральную перестройку для осадков и содержащихся в них животных, а также для консолидированных ранее пластов земной коры» [265, I, с. 129]. Эти слова — мост к современным представлениям о «критических периодах». Е. А. Иванова [75] подчеркивает, что крупные региональные эндогенные процессы могли иметь планетарные последствия для жизни.

Шиндевольф [310] отвергает роль орогенеза в эволюции жизни, указывая, в частности, на несоответствие в ходе этих двух процессов. Он считает, что эволюция организмов зависит от внутренних факторов, свойственных самому живому веществу<sup>2</sup>, а также от космической радиации. Позднее Шиндевольф, полемизируя со считающим его главным представителем «неокатастрофизма» Д. Л. Степановым [192], обосновывает свои взгляды графиками и ссылками на ряд исследователей, в том числе советских [66, 75, 93 и др.]. Он находит прежде всего три крупных границы в развитии жизни: Pz — C; P—T; K—Tr. Рассматривая ряд гипотез о причинах, он отвергает их, указывая одновременно, что они должны быть едиными и планетарными. Он склоняется к мнению о роли изменения, вследствие каких-то причин, космического излучения, подчеркивая, что «...вопрос о причине не зависит от идеи неокатастрофизма», которая «...простое выражение лежащих перед нами фактов, а не мировоззрение или особая гипотеза геологической философии»<sup>3</sup> [311, с. 443]. Он добавляет, что его неокатастрофизм не имеет общего с «катастрофизмом Кювье» — сейчас все стоит на точке зрения «теории развития». В 1963 г. В. В. Миссаржевский и А. Ю. Розанов о границе протерозой — кембрий высказали ту же мысль, что и Шиндевольф. Этот рубеж они считают началом кембрия. Причины «переворота», добавим, безусловно не «современны», но вряд ли можно их расшифровать без актуализма.

---

<sup>1</sup> Вспомним о мамонтах, игравших такую роль в геологии. Мумификация мамонтов специфически региональна; она прямо не увязывается с современной теорией — истребления человеком; не есть ли это следствие достаточно общей и, видимо, геологически сравнительно быстро действовавшей причины?

<sup>2</sup> Эта телеологическая идея (финализм, цефализация) существует с XIX в. (Дана и др.). Нельзя отрицать вообще существование внутренних факторов и каких-то общих тенденций развития, но разумеется, телеологию следует отвергнуть.

<sup>3</sup> Шиндевольф ошибочно думает, что Шатский назвал «неокатастрофизмом» чисто «геологические» теории. Это ошибка Степанова [192]. Сам Шиндевольф рассматривает лишь «биологический» неокатастрофизм. Для него это эмпирическое обобщение.

Неокатастрофизм — в широком понимании — в палеобиологии сейчас распространен. Конкретные гипотезы различны. Среди экстремальных представителей, кроме Шиндевольфа, укажем Б. Л. Личкова [111 и др.] с его «волнами жизни», связанными с диастрофизмом через атмосферу и климат — ксерофитные периоды. Личков продолжает идеи Соболева, указывая на связь волн жизни с геологическими циклами, равняющимися примерно 0,5 «космического года». Он прямо говорит о Кювье, который, по его мнению, первый установил существование этих волн.

Степанов указывает на представителей неокатастрофизма в биологии: русских — А. Н. Криштофовича, А. Д. Миклухо-Маклая, Б. Л. Личкова, зарубежных — Д. Г. Симпсона, Н. Д. Ньюэла, А. Г. Мюллера, Д. Т. Грегори, М. В. Лаубенфельса. Он отвергает неокатастрофизм как учение об «универсальных причинах», возрождающих идею «...о великих переворотах на поверхности земного шара, неоднократно уничтожавших его органический мир...» [192, с. 11]. Но идеи Кювье не содержали «универсальности»; кроме того, отождествлять неокатастрофизм с катастрофизмом и с «общетеоретических» позиций его отвергать, неверно. Сам Степанов пишет: «...нельзя отрицать эволюционного значения крупных изменений физико-геологических условий... несомненно, что подобные переломные моменты в истории Земли сопровождалась усилением борьбы за существование и ускорением темпов естественного отбора» [там же, с. 15]. Оказывается, Степанов возражает лишь против роли космического излучения и аспекта смены вымирания сопряженным расцветом новых элементов, против «теории экологического вакуума», а также утверждает, что «переломные моменты» не были столь резкими. Где же граница между неокатастрофизмом и «эволюционизмом?».

Шатский не случайно соединил вопрос о «критических периодах» со взглядами Штилле. Для биосферы нельзя разрывать органические и неорганические явления. Но тогда, как и у Кювье, неизбежна связь-обоих видов неокатастрофизма.

«Катастрофы» в истории Земли привлекались в некоторых гипотезах и в конце XIX в. Такие взгляды для XX в. характерны. Явление миграции земной оси послужило основой для «пендуляционной теории» П. Рейбиша — Г. Зимрота (1907). Они допускали и резкие изменения положения оси вращения в геологической истории, что вызывало деформацию геоида с вытекающими результатами. Гипотезу Зимрота решительно отвергает И. Д. Лукашевич [114, III]; ее напоминает современное представление о быстром изменении знака магнитных полюсов, что может вести за собой серьезные последствия для части органического мира. Такие явления указывают и для четвертичного периода. Напомним, что Б. Брюнн и П. Давид, взяв идею у археологов, еще в 1901 г. исследовали остаточный магнетизм естественно обожженных глин, а в 1903 г. — лав, предложив *палеомагнитный метод*.

В 1911 г. Шухерт выдвинул идею замены биогеохронологии измерением геологического времени по угловым несогласиям, которым он придавал достаточно общее значение; Штилле впоследствии развил эти также не новые идеи. Сторонники «геотектонической» хронологии существовали и позже; к их числу относились С. Н. Бубнов, В. И. Попов (одновременно, по его собственному мнению, «антинеокатастрофист») и др.

Заломон обратил внимание на то, что образование ряда современных ландшафтов необъяснимо силами, действующими ныне. Это относится, в частности, к постледниковым ландшафтам Германии. Такие ландшафты Заломон назвал «мертвыми» («ископаемыми»). Факторы, их образующие (эрозия, экзарация

и т. п.), количественно выходят за современные масштабы. Такие большие силовые напряжения Заломон (1918) назвал «геологическими пароксизмами» и полагал, что можно воскресить, хотя и умеренно «теорию катаклизмов» Орбиньи в виде «теории пароксизмов». Вальтер поддержал идеи Заломона и, напоминая об анастрофах, писал в 1920 г., что во время последних катастрофоподобно уничтожается старое, одновременно возникает новое и подготавливается длительный будущий ряд развития. Это формулировка развития со скачками, — неокатастрофизм по отношению к эволюционизму. Те же взгляды выразил К. Андре: «Природа работает как при разрушении, так и созидании геологических образований большей частью не так, как при росте дерева... она долго покоится и затем концентрирует усилия в относительно короткий отрезок времени. Это она делает не только в малом, но и в большом» [237, с. 10].

В. Зейдлиц в 1920 г. ясно сформулировал представление о большой и закономерной роли катастрофических событий в земной истории. Он подчеркивал, что его взгляды не имеют общего с «катастрофизмом». Зейдлиц в это время возглавлял «кафедру Геккеля» в Йене, как когда-то Вальтер; эволюционизм эволюционировал к неокатастрофизму. Вальтер (1924) развил мысль о том, что постепенно эволюционный путь развития стал наиболее свойствен жизни в море, а на суше изменения происходили быстрее, в соответствии с такой же эволюцией условий. Он же поддержал миграционную теорию Вагнера. Обе идеи высказаны еще Кювье, а первая из них и Бронном.

Идея о связи речных долин с разломами в земной коре, слабо державшаяся во второй половине XIX в. (Добре и др.), была воскрешена Вальтером (1914), а сейчас она общепризнана. Хотя современная трактовка, на первый взгляд, не имеет общего с катастрофизмом, однако это возврат к одному из его аспектов в «ослабленной» форме, в отступление от чисто эрозионной «эволюционистской» гипотезы.

Генотипом неокатастрофизма для Шатского была работа Штилле. Свои представления об эволюционно-революционном развитии земной коры Штилле изложил в докладе на XI сессии МГК (1910), подробнее — в 1913 [314]. Надо подчеркнуть, что они были лишь завершением одного из аспектов теории геосинклиналей, сохранившей свои катастрофистские корни [там же, с. 13, 24 и др.]. У Штилле ступенчатый график преобразования структуры коры по де Бомону (см. рис. 6) как бы заменяется плавной кривой с максимумами.

Канон тектонических фаз [315] действительно имеет преемственность от идей де Бомона. Фазы Штилле делятся 250—300 тыс. лет, т. е. здесь речь не о «катастрофичности», а о неравномерности развития. Эта цифра не принципиальна. Ее увеличение, скажем, в пять и более раз, не меняет выводов. Вследствие медленности, всесветность фаз, естественно, иного характера, чем у де Бомона. Ее можно рассматривать как отражение горообразования на земную среду (Орбиньи). Шатский, критикуя Штилле, совершенно отделяет складкообразование от горообразования, почти не касаясь последнего.

Для нас несущественно, насколько правы в деталях оба ученых. Крайности «канона Штилле» отвергнуты; однако принципиальная сторона вопроса — иное. Шатский в 1937 г. полностью отрицал наличие в истории Земли эпох относительного покоя и ускорения<sup>1</sup>. Он пишет: «В истории земной коры нет

<sup>1</sup> Иногда позиция Шатского неясна. Он в 1951 г. писал: «...качественные изменения структуры... вызываются всем предшествующим складкообразованием... а не какими-то гипотетическими особыми «тектоническими актами» или моментами какой-то особенно интенсивной катастрофической активности... во всех этих случаях, больших и малых, скачко-

чередования орогенических и эпейрогенических периодов» (222, II, с. 549). Эти его взгляды не случайны. Другим их планом является признание исключительной и ведущей роли наследования тектонических форм. Шатский указывал, что признаки поворота от катастрофизма к эволюционизму уже имеются. Прогноз не оправдался. Позднее сам Шатский (1951) отнес к неокатастрофистам Белоусова, Страхова и Хаина, указав на якобы «эклектичность» взглядов последнего. Периодичность тектонической истории и сейчас широко признается.

«Дух эпохи» в XX в. мы найдем во взглядах Борисяка (1924), Тетяева, Усова, Шухерта и других, обнаружим в ряде тектонических гипотез — «пульсационных», «радиоактивных», «геотуморов» (Хаармана), «астенолитной» (Виллисов) и т. п. Неокатастрофизм мы встречаем в некоторых идеях «космогеологов» (Личков, Тамразян и др.). Кстати, космического аспекта не было у Кювье. Концепцией, связанной с штиллеанством, была гипотеза о циклах литогенеза Пустовалова, отвергнутая в крайней форме, но имеющая безусловное право на существование в рациональных аспектах. Не случайно и появление в 1937 г. пульсационной теории образования гидротермальных руд С. С. Смирнова на смену эволюционистским теориям — Линдгрена, Эммонса и др.

Биолог Г. У. Линдберг в 1955 г. [109], основываясь на распространении пресноводных рыб в речных системах, выдвинул гипотезу о кратковременных четвертичных больших трансгрессиях и регрессиях. Не входя в обсуждение ее сути, укажу, что она неокатастрофична. Любопытно, что посылкой и у Линдберга было распределение органических форм — в данном случае по горизонтали. Позже он прямо указывает на катастрофизм, характерный для истории Земли. Близки к его взглядам идеи Н. Ньюэлла (1956).

Известному литологу Кайе принадлежит работа, также перекликающаяся с идеями Кювье. Кайе признает, что «изучение прошлого Земли логично начинать с современных явлений». Однако он, «не задаваясь целью проделать брешь в теории современных причин, которая не предмет дискуссий», заключает, что «многим древним причинам нет эквивалента среди современных» [257, с. 8]. Кайе иллюстрирует это на примере месторождений фосфоритов и оолитовых руд железа в мелу Франции. Он пишет, что в современных морях не наблюдается формирования таких месторождений. Они несут следы относительно быстрых и резких изменений условий среды, указывающих на «нарушение равновесия» в море (течения, подводная эрозия, перемык и т. п.). К числу фактов, чуждых современности, относятся и хемогенное осадкообразование в открытом море, подводная цементация осадков и явления молекулярной концентрации (кремни, известковые стяжения, доломитизация), а также некоторые явления конседиментационной складчатости.

Подобно Кювье, Кайе оставляет открытым вопрос о причинах, считая эти явления характерными лишь для «древних» морей. Он пишет: «причины, играющие основную роль в формировании осадков прошлого, совсем не принимают участия в образовании осадков современных. Несущественно, сможем ли мы выяснить причины этого различия или допустим его непознаваемость» [257, с. 73]. Причины рассмотренных Кайе явлений лежат, видимо, в колебательных движениях относительно большого размаха и скорости. Естественно, что

---

образные изменения наступают быстро (! — Б. В.) в результате длительных предшествующих движений, а не особого повышения тектонической активности или орогенических фаз в смысле Г. Штилле» [222, II, с. 111]. Но как при абсолютной постепенности складкообразования «быстро» наступает изменение складчатой структуры? Не сводилась ли дискуссия в существенной мере к терминологической нечеткости?

в современности, представляющей геологический момент, мы не можем уловить результаты таких движений. Хемогенное осадкообразование в открытом море известно, впрочем, и сейчас на Багамской банке в Тихом океане. Кроме того, актугеология моря еще недостаточно изучена.

Важно, что сам Л. Кайе не отрицает научного значения актуализма. Это было подчеркнуто и в рецензии на работу Кайе Пассендорфера (1951), который предполагает, что Зондский архипелаг может быть современным примером образования осадков, сходных с теми, на которые указывает Кайе, хотя здесь наблюдается, вероятно, более поздний этап развития геосинклинали. Во всяком случае, пишет Пассендорфер, разница между современными и древними осадками не подрывает «принципа Ляйеля», если мы будем рассматривать и определять несколько шире соответствие прошлых и современных осадков (т. е. применять *метод* актуализма).

Ледниковый период считался катастрофистами XIX в. последней из катастроф. И. Г. Пидопличко, разрабатывающий (1946, 1956) с конца 30-х годов гипотезу о полигенетичном, но не гляциальном, возникновении большинства валунсодержащих отложений — некоторый возврат к «теории дрифта», — называет гипотезу о материковом оледенении катастрофистской, а полигляциализм в любом варианте — разновидностью катастрофизма. Он приводит примеры, в том числе явно фантастических взглядов, высказанных с начала XX в.; к неокатастрофистам он относит и Павлова (что действительно так). Идеи Пидопличко, разумеется, крайность и имеют много слабых мест. Но валунсодержащие слои действительно полигенетичны, а учение об оледенении содержит элементы неокатастрофизма.

Характерен пересмотр катастрофизма в истории науки, его «реабилитация». Скажем, что огульного отрицания катастрофизма Кювье в ряде работ первой половины века нет. А теперь Личков утверждает: «...мысли Кювье являлись первым зачатком эволюционной теории. Современники Кювье ... их не заметили, ... Орбиньи их не понял, не заметил их и Ч. Дарвин» [111, с. 90]. Прогрессионизм Кювье, как антитеза к антиэволюционизму Ляйеля, сейчас подчеркивается многими. Что касается «эволюционной теории», то Личков употребляет этот термин здесь по В. И. Ленину в смысле диалектического развития, хотя, строго говоря, к Кювье это представление не применимо. Личков напоминает, что еще в 1915 г. Ш. Депере «показал», что у Кювье не было мысли о последовательных актах творения — иллюстрация того, как при полемике забывают внимательно читать подлинник оспариваемого труда.

Концепциями, полярными неокатастрофизму, являются «чистый» эволюционизм и неоуниформизм (приставка «нео» часто не употребляется). Эволюционистом в тектонике считал себя, например, В. И. Попов (1938). Между крайними взглядами имеется гамма переходов; среднее «русло» — эволюционный (по В. И. Ленину) путь развития — очевидно, тот предел, к которому стремится относительная истина. Мы имеем в виду принципиальную сторону вопроса; отдельные гипотезы могут оказаться на каком-то историческом этапе наиболее «правильными», относясь к флангам научного фронта.

Не останавливаясь подробно на неоуниформизме, укажем на ряд идей Вернадского и Берга (1948) также считавшего, что характер и роль живого вещества неизменны с архея. Ряд ученых (Страхов, Пустовалов и др.) «обвинялся» в униформизме на основании признания ими тождественности условий на некоторых этапах земной истории или широкого пользования актуализмом путем «простого» сравнения. Так, А. В. Казаков считал, что геологический возраст месторождений фосфоритов не имеет к ним прямого генетического отношения. Он сторонник

их хомогенного образования и взгляды представителей биогенных теорий считает родственными неокатастрофизму. Заметим, что в его работе имеются некоторые противоречия (критика биогенных теорий и утверждение, что фосфаты образуются при «непосредственном влиянии биологических факторов» и т. п.). Казаков, кроме того, не рассматривал «континентальные и промежуточные типы концентраций фосфора» «как имеющие совершенно подчиненное значение и менее изученные» [79, с. 10]. Его работа несколько односторонняя теоретически и ведет, действительно, к униформизму.

А. Ф. Добрянский (1948), следуя Вернадскому, предполагает постоянство массы живого вещества и геологического режима в истории Земли. Этим тезисом он обосновывает свои взгляды, склоняясь к сапропелевой теории образования нефти с участием глин в качестве катализаторов. Заметим, что если не принимать эту гипотезу как универсальную, то упомянутый тезис не требуется. Следовательно, у Добрянского она принимает униформистский характер.

В ряде случаев отнесение к униформистам было явно необоснованным: признание сходности или практической тождественности отдельных явлений или этапов еще не униформизм (см. с. 106). Такие упреки были брошены Вальтеру Э. Кайзером и др. [33]. Элементы неуниформизма имеют место также у ряда авторов, смешивавших актуализм с униформизмом; отвергая актуализм как метод, они, не будучи в состоянии отказаться в исследовании от привлечения современных явлений, приходили незаметно к принципу — униформизму. Так, Заломон неоднократно указывал на неприменимость «принципа актуализма» даже к четвертичному периоду (1918, 1924 и др.); с другой стороны (1926), писал, что каждая порода «может возникать на любом отрезке истории Земли» и различия в разновозрастных породах — случайные различия. Этому исследователю апологета «теории пароксизмов» считали униформистом Андре, Кайзер и др.

Борьба против «неокатастрофизма», «неуниформизма», «плоского» эволюционизма и между сторонниками разных концепций часто принимала формально-догматическую форму. Это ряд выступлений на литологической дискуссии в СССР в 1951 г., статьи М. И. Варенцова (1939), А. Д. Ершова (1939) и др. Последние обрушиваются на «неокатастрофизм» и одновременно на эволюционизм Шатского, рассматривая отдельные его высказывания; Шатский не был ортодоксальным «ляйелистом». Идеиные разногласия проявлялись иногда замаскированно — в ходе дискуссий об актуализме. Хойкас употребил термин «неохаттонизм» (неогеттонизм) по отношению к некоторым современным униформистам — циклистам. На неуниформизм в XX в. указывают Тихомиров и Хаин [202], считая, что он особенно характерен для Англии и США. Нет ли здесь отражения судеб этих стран в сравнении с континентальной Европой?

Спор между неокатастрофизмом и «чистым» эволюционизмом сводится к борьбе между представлениями о непрерывно-прерывистом, скачкообразном и о постепенном необратимом развитии. В науке обычно отпадают крайние взгляды и вырабатывается более или менее единая позиция. Это не исключает появления новых существенно дедуктивных построений, более близких к идеям Кювье и Ляйеля. Но некоторые из них имеют известную опору в фактах. Укажем на статью М. Г. Валяшко [17] о постоянстве солености океана с кембрия (взгляды Вернадского).

Итак, неокатастрофизм (в нашем понимании) — характерное идейное течение XX в., окрашивающее многие концепции. Его нельзя вместе с тем отождествлять с катастрофизмом.

Но противоречит ли вообще диалектическому материализму представление о катастрофе, т. е. быстро протекающем по естественным законам качественном преобразовании (любого масштаба) материальной системы, обусловленном предыдущим развитием? Разумеется, нет. Среди звезд нам известны катастрофы — это, например, вспышки «новых» и «сверхновых». Сущность их как внезапного превращения вещества вслед за Гоффом (1835), трактовалась также Морозовым (1918), отвергавшим катастрофы в жизни Земли. Такая катастрофа является для звезды «всеобщей».

Отвергая крайности и ненаучные аспекты неокатастрофизма, подлежащие критике с конкретных позиций, мы обязаны признать, что неокатастрофизм в целом, как на прежнем уровне развития науки некоторые аспекты катастрофизма, отражает важную сторону эволюции.

#### 40. Монодинамизм и полидинамизм. Неонептунизм и неоплутонизм

Полифакторность геологических явлений известна давно. Но это знание, очевидно, не всегда было действенным даже в XX в., что, видимо, и побудило Вальтера, рассматривавшего геодинамику, т. е. причинные связи геологических явлений, в 1919 г. отвергнуть «монодинамическую» точку зрения; в истории Земли надо «... вместо монодинамической схемы рассматривать многообразие полидинамной игры естественных сил» (Цит. по [33, с. 40]). Вообще вряд ли верно искать одну причину сложного явления. Вальтер вопрос о полидинамике связывает с неравномерностью процесса развития и в 1924 г. пишет, что за эпохами стабильности следуют периоды быстрого изменения состояния; геолого-историческое исследование должно ставить целью различать эти хронологические фазы и при этом искать не единственную монодинамическую причину, а богатую переменную игру современности раскладывать на причинные элементы, чтобы и в прошлом узнавать полидинамические связи.

Как проблема монодинамизма и полидинамизма отразилась в истории геологии? Борьба метафизики с диалектикой проявлялась, в частности, в форме борьбы этих двух форм отражения явлений в сознании. Переход от нептунизма и плутонизма к гипотезам, основанным на взаимодействии эндогенного и экзогенного факторов, от катастрофизма и униформизма — к диалектической эволюции — таков путь на уровне общих идей. Но то же самое наблюдается и в частных гипотезах и отраслях геологии, что вскрывается при изучении ее истории и отражено больше в наше время: геологические теории чаще всего стремятся к полидинамичности. Здесь имеются в виду достаточно «широкие» процессы или явления<sup>1</sup>.

Приведем несколько примеров. Нефть издавна считалась минеральным образованием. Де Мелле, Генкель, Ломоносов указали на ее растительное происхождение, а А. Л. Ловецкий (1830) писал о возникновении ее путем «брожения» растительных остатков. «Дистилляционная» гипотеза Ломоносова была воскрешена Абихом (1863); затем в XIX — начале XX в. возникли гипотезы о ее происхождении из остатков животных (Энглер, Гефер, Андрусов), наземных (Крэг) или морских (Калицкий), растений, гипотеза растительно-животного генезиса (Потонье, 1905; Михайловский, 1906; Губкин). В 1876 г. появилась гипотеза Менделеева о глубинном химическом происхождении нефти. В XX в.

<sup>1</sup> При возможности классифицировать лёсс, складки и т. п. генетически по тончайшим признакам мы приходим к монодинамизму по отношению к каждой рубрике, которой должно быть дано и отдельное название. Таким образом, сделанный вывод относителен к известной детальности изучения явлений.

возникают идеи о ее вулканогенности (США, Кост, 1905 и др.). В 1950—1960 гг. «эндогенные» гипотезы активизировались вновь. Они приобрели новую форму: указывают на «ювенильные» углеводороды магмы и т. п. Для доказательства привлекают полевые исследования, например, выделение углеводородов в интрузиях Хибин (И. Ф. Линда и др.). Виноградов [170], впрочем, считает их экзогенными. Современные сторонники эндогенных и экзогенных теорий не отрицают существования «другой» нефти, но считают, что она играет совершенно второстепенную роль. Можно утверждать, что сейчас органическое происхождение нефти в биосфере доказано. Однако это вопрос, касающийся больше практики, чем теории. Теория образования углеводородов в Земле, видимо, полидинамична. И историческая роль эндогенных компонентов не может, вероятно, сбрасываться со счета, в частности в проблеме происхождения жизни [104; 121]. В сторону полидинамичности развивалась и теория образования нефтяных залежей — антиклинальные, рукавообразные, экранированные, зональные и др.

Так же эволюционировала теория происхождения гранитов [175], гетерогенность которых сейчас доказана. «Принцип гетерогенности» в петрологии одним из первых сформулировал Левинсон-Лессинг (1934). Развитие от монодинамической (аллювиальной, золотой) теории к полидинамичности шло и в проблеме лёссовобразования, где существует свыше 20 генетических гипотез (Кригер, 1965), появляются новые гипотезы и омолаживаются старые. Вагенбрет [322] указал на «стремление» к полидинамичности в развитии тектонических гипотез (см. рис. 7). Примером полидинамического развития является и «тектоника плит». Можно указать ряд проблем: образование складок, руд, залежей соли и соли океана, песка пустынь, слоистости, валунсодержащих отложений, происхождение эрратических камней, причины оледенений, вымирание организмов, землетрясения, тектонические движения, формирование залежей фосфатов и т. п. Во всех соответствующих гипотезах наблюдается смена монодинамической точки зрения полидинамической. Это один из законов — тенденций в развитии геологии, который может служить для прогнозов: полидинамическая гипотеза часто жизнеспособнее и она вероятнее будет лежать в основе теории.

С вопросом о полидинамизме связано и проявление «нептунистических» и «плутонистических» концепций в геологии. Идеи о ведущей роли экзодинамики и эндодинамики в истории Земли стали с середины XIX в. второстепенными, касаясь частных вопросов. Вслед за плутонизмом мы встретились с неопептунизмом. Эти же два направления можно проследить и в XX в., однако «ведущим», дающим окраску геологии первой половины XX в., мы можем назвать «неоплутонизм»<sup>1</sup>.

Во-первых, интерес к тектонике, следовательно, эндогенному фактору, как определяющему геологический процесс, несомненно, в XX в. возрос. Это мы видим и в многообразных тектонических гипотезах, основанных, как правило, на активности подкорковых масс; в усиленном изучении недр Земли, связанном с прогрессом геофизики и геохимии; в исследовании субатомных земных процессов; изучении тектоники океанического дна; учении о формациях, глубинных разломах и т. п. Удельный вес работ этих направлений возрос в сравнении с 1850—1900 гг. Попов [155], например, подчеркивает унаследованность своих взглядов от плутонистов — Буха, противопоставляя (неосновательно) плутонизм контракционизму, в котором магме отводится пассивная роль.

<sup>1</sup> Термин применялся. Используется мной в историко-научном смысле.

Во-вторых, в XX в. оживают «плутонические» генетические гипотезы. О глубинном происхождении нефти, газа и соли упоминалось; появились гипотезы о гидротермальном процессе образования считавшихся ранее осадочными руд меди, полиметаллов и т. п. К гипотезе о механически-вулканогенном происхождении альпийских клипшен, предложенной в 1844 г. Э. Бейрихом, в принципе вернулись А. Матейка и Л. Зеленка (1932) и т. д. Гипотеза о перемещении материков, в идее возникшая еще в XIX в.<sup>1</sup>, предложенная Вегенером (1912), оживает с середины века, находя опору также и в представлении об активных движениях магмы. Как приходится думать, роль в XX в. неоплутонизма не случайно, а по исторической традиции, совпадает с неокатастрофизмом.

Чтобы не повторяться, подчеркнем, что и в XX в. имеются гипотезы, выходящие за рамки науки, экстремальное выражение каких-либо идей. Это, например, взгляды Н. Л. Кудрявцевой на соляные купола как эрупции, и Н. А. Шевякова на эндогенное происхождение угля [232] и т. п. На фантастические гипотезы о магматических движениях указывает Попов (1966). Такого рода идеи, видимо, неизбежны.

#### 41. Актуализм в начале XX века. Проблема характера современной эпохи

После работ Вальтера понятие о методе актуализма все больше проникало в геологию, что характерно для России. Мы приведем лишь слова К. И. Богдановича: «метод познания явлений прошлого по геологическим явлениям настоящего (активным) называется актуализмом, или онтологическим методом». В примечании Богданович говорит: «актуализм обуздывает фантазию и ставит все выводы на строго научную почву... Наиболее существенным дополнением актуализма является путь опыта, создавшего целый отдел экспериментальной геологии» (1903, с. 28; ср. с Вальтером).

Некоторые различали униформизм и актуализм (метод) в подтексте. Делоне писал: «Геология всегда боролась против преувеличенного актуализма, но и сама использует актуализм, который привел ее путем сравнения к существенным открытиям. И мы не должны удивляться старым ошибкам, которые нам кажутся чудовищными, поскольку мы сами их совершаем...» [291, с. 36]. «Преувеличенный» («крайний», «экстремальный») актуализм здесь — униформизм.

Позднее актуализму, понимаемому в основном как униформизм, или, в лучшем случае, метод «приравнивания» (униформистский метод), за рубежом иногда противопоставляли (К. Берингер, К. Бейрлен и др.) «циклизм», «мобилизм» или вообще, достаточно неопределенно, «историзм», якобы, исключаяющий (?) современность как источник познания прошлого. Нетрудно видеть, что и теория циклов, и признание неповторимости исторических явлений, мобилизм никак не могут противопоставляться методу актуализма. В таких высказываниях видна методологическая слабость геологии. Актуализм в том определении, какое дано автором, применим при разработке любой гипотезы и является одним из методологических аспектов принципа историзма. Мало того, нельзя представить гипотезу, разработанную без всякого участия актуализма.

---

<sup>1</sup> Мысли о перемещении материков неоднократно высказывались ранее. В России — Е. В. Быхановым (1877).

Однако признание наличия циклов в истории Земли ставит при использовании актуализмом проблему: к какой части цикла<sup>1</sup> относится современная эпоха. У Декарта и его последователей современная эпоха — время относительного покоя, что, в методологическом плане хорошо выразил аноним в 1719 г. Эта идея существовала долго (ранее иногда современность уподоблялась «седьмому дню творения», отдыху), существует и сейчас [216], причем конкретизировалась в представлении об ослаблении эндогенных процессов. Но есть и иная точка зрения преимущественно в части тектонических движений [136]. Катастрофизм дополнил мысль о замирании геологического процесса идеей цикличности — эпохи замирания повторяются. Для униформизма современность — случайное сочетание условий, эквивалентное любому историческому отрезку; вопрос о специфике современности был снят. Эволюционизм по-новому возвратился к исходному пункту. Современность приобрела качество неповторимости, идея о затухании геологического процесса часто сохранялась. Наконец, для неокатастрофизма с «теорией циклов» неповторимость стала относительной; известный эквивалент современности можно искать в пределах цикла.

В обоих последних случаях для использования актуализма важно отдать отчет в специфике нашей эпохи. Оговоримся: под современной геологической эпохой нельзя понимать геологический момент, историческое время. Но общепринятого понимания нет. Иногда под геологической современностью понимают четвертичное время, реже последледниковое, во многих случаях начиная с неогена (ср. с «неотектоникой» Обручева) или плиоцена. Более широкие точки зрения для геологических явлений, видимо, рациональнее, хотя возникает трудность, связанная с проблематичностью генезиса и хода ряда процессов «современности», например, оледенения.

Как же ставилась эта проблема в нашу эпоху? Штилле (1957) считает современную эпоху относительно анорогенной, спокойной, после орогенного третичного периода. Так же думают, например, Заломон, характеризующий ее как «эпигонскую», Даке, Берингер и др.

Представитель противоположной точки зрения Личков ссылается на Вернадского, указывавшего на то, что мы живем в «замирающем ледниковом периоде». Анализируя «орогенные» и «геосинклинальные» фазы земной истории, из которых первым соответствуют, по Личкову, преимущественно тангенциальные, а вторым радиальные движения, сопровождающиеся образованием гор, аллювиальных равнин и распространением оледенений, Личков считает, что первые фазы, т. е. складкообразования, были длительными, а вторые — кратковременными. Пример — четвертичный период («геосинклинальный» — 0,7—1,0 млн. лет) и промежутки между поднятиями гор («орогенные» фазы) — десятки миллионов лет. Современность — часть диастрофы (анастрофы), сопровождающейся эпирогенезом (сводовыми поднятиями). Эту идею Личков развивал с 1930 г. [111].

В задачу автора не входит критика концепции Личкова. Ее слабым местом, в частности, является полное разделение тангенциальных и радиальных движений

<sup>1</sup> Вопрос о характере цикличности также служит предметом дискуссий. У Геттона цикличность замкнутая, униформистская. В этом же, по мнению автора, не объективно обвиняли Штилле, Пустовалова и др. На цикличность как развитие по спирали указал Головкинский [50]. Автор согласен с Л. Н. Ботвинкиной (1962), что следует, вслед за Ю. А. Жемчужниковым, различать понятие ритмичности и цикличности. Ритмичность — повторяемость. Цикл — понятие более сложное — обозначает этап развития и состоит из ряда элементов, идущих друг за другом в закономерной последовательности; такие этапы повторяются, смежные циклы сходны между собой, но не тождественны.

и в связи с этим также неудачность терминов (орогения не ведет к изменению орографии). Для нас важен его взгляд на современность как на разгар горообразования. Здесь любопытно, что литогенез считается им процессом быстрым, в отличие от складкообразования (орогенеза). Он также неокатастрофист, но идеи его и Штилле частью противоположны. У последнего складкообразование и горообразование синхронны, у Личкова они определяют характер разных эпох. Заметим, что эта проблема сложна и связана со многими другими — причинами и процессом складкообразования, радиальными и тангенциальными движениями и др.

Одной из точек зрения является крайнее понимание специфичности современности, отрицающее возможность использования ее явлений для наведения на прошлое. Строго говоря, последовательных сторонников этой идеи не было (она бессмысленна) и сходные формулировки использовались лишь в пылу полемики. Еще на один аспект специфики современности указывали в XX в. Фишер, Вернадский, Ферсман и др. Антропогенные процессы по масштабам стали одного порядка с другими экзогенными факторами. Бюлов считает, что наша «орогенная и посторогенная» эпоха специфична «... обостренными климатическими и сезонными контрастами, оживлением процессов экзодинамики вследствие увеличения энергии рельефа, ускорением видообразования...» [254, с. 183]. Кроме того, современность «анактуалистична» благодаря революционному превращению геологического климата (в понимании Вальтера) антропогенными процессами. Однако Бюлов приходит к выводу, что для исторического исследования нет другого способа, кроме актуалистического. Необходимо лишь знать границы и условия его применимости. Аналогичные взгляды о современности высказал В. Ионг [284]. Деятельность общества, несомненно, накладывает резкий отпечаток на современность и является решающей для будущего. Но с точки зрения историко-геологической это пока нетрудно учитывать.

Сопряженным аспектом рассматриваемой проблемы является использование прошлого для более глубокой оценки современности. На возможность и необходимость такого подхода не раз указывалось (Штилле, 1957, [172] и др.); это применение сравнительно-исторического метода для исследования современного разреза мира, а тем самым и прогноза будущего.

В заключение укажем, что в первой половине XX в. возникли новые направления исследования или отрасли наук о Земле, основанные преимущественно на актуализме. Это радиоэкология, палеопсихология (Рихтер, 1927, 1928; Берингер, 1953), палеотермия, палеомагнетизм, биостратомия ([326], Рихтер, 1929; синоним тафономия — Ефремов, 1940; и др.). Понимание значения актуализма привело Рихтера (1928) к попытке выделения актуогеологии и актуопалеонтологии, т. е. учения о геологических и палеонтологических процессах *in statu nascendi*. Термины эти привились. Актуогеологией фактически стала геология моря, хотя ее задачи географически уже.

Исследователи, работавшие в областях, теснее связанных с актуализмом, ясно понимали его значение; обычно они не принимали участия в дискуссиях. Вейгельт — ученик Вальтера — пишет, что «...кроме Вальтера и Абеля никто не вел в достаточной мере работы по геологии современности» [326, с. 1], хотя, говорит он, для успеха работы необходимо затрачивать большую долю труда на изучение современности, а его результаты привязывать лишь к достаточно исследованным и ясным геологическим фактам. Своими работами в области биостратомии Вейгельт преследует прежде всего методологические цели.

Рихтер (1928) указывал, что этология (-экология)<sup>1</sup> тропических берегов и внутренних бассейнов обещает разъяснить многие палеонтологические загадки; этим он подчеркивал роль для геологии географического фактора. Все это хорошо иллюстрируется палеогеографическими работами Вальтера, особенно его классическим анализом палеогеографии Золенгофена (1904).

Итоги развития палеоклиматологии подвел Шварцбах (1950). Он пишет «...физические законы, которые определяют климат, ...не изменились в сравнении с прошлым ...знание этих законов помогает нам реконструировать и понять климат прошлого» (рус. 1955, с. 17). Любопытен его график числа гипотез, предложенных с 1770 г. и касающихся генезиса ледникового периода. Он хорошо обосновывает выделение границ в истории проблемы, в частности 1900 г. Такого рода статистика, дополненная анализом значения гипотез, может служить простейшим наукометрическим методом в истории науки.

Актуализм в XX в., какие бы возражения он ни вызывал, не потерял значения. Но можно ли говорить о старом его понимании?

## 42. В. И. Вернадский

Проблему мировоззрения в связи с методологическими идеями для XX в. целесообразно рассмотреть в связи с Вернадским. О нем написано много, но меньше всего и тенденциозно касались его мировоззрения. В 20—30-х годах его взгляды резко критиковались; писали о неовитализме, мистике, идеализме и метафизике Вернадского, о его «эклектическом скептицизме» (Деборин, 1932, 1933). В этих работах рассматривалась трактовка Вернадским взаимоотношения науки, философии и религии. В нашей и зарубежной [278, 285] литературе указывалось на униформизм Вернадского. В последнее время Вернадского считают, наоборот, «стихийным материалистом — диалектиком», объявляя упомянутые высказывания «приклеиванием ярлыков» [11]. «Разночтение» трудов Вернадского отражает не только сложность и противоречивость его взглядов, но и различный подход к ним. Анализ мировоззрения в творчестве Вернадского — особая задача. Здесь же следует выделить лишь некоторые проблемы, которые интересны для иллюстрации положений, освещавшихся выше.

*Актуализм и униформизм.* Хотя сам термин «актуализм» Вернадский употреблял лишь обращаясь к истории науки, он прекрасно понимал его ценность и широко им пользовался. В 1942 г. Вернадский подчеркнул актуалистичность нашего мышления вообще, говоря, что «Из пределов ее (биосферы) человек редко выходит в своей жизни; он может понимать явления, происходящие за ее пределами, только опираясь на те знания, которые он получает в биосфере» [21, V, с. 93]. Для Вернадского характерен диалектический подход к современным явлениям, восприятие их в сложнейших взаимосвязях, даже между областями, разнородность которых он подчеркивал («косная» природа и живое вещество). Накопление правильно сделанных наблюдений, которые должны лежать в основе эмпирических обобщений, Вернадский считал исключительно важным.

Но именно в понимании роли эмпирических обобщений — слабое место в методологии Вернадского. У него эксперимент и изучение современности приводят к «эмпирическим обобщениям», которые лежат в основе миропонимания. Факты как отправная точка исследования действительно лежат в основе науки, но методологическое использование Вернадским эмпирических обобщений ведет к их абсолютизации [226]. Крупное обобщение уже содержит элементы

<sup>1</sup> Этология сейчас — отрасль, изучающая поведение животных.

дедукции и обычно является гипотезой, прежде чем «дозреть» до теории. Поэтому ошибочно положение Вернадского (1926) о том, что «Эмпирическое обобщение, раз оно точно выведено из фактов, не требует проверки» [21, V, с. 22]. Понятие точности здесь относительно, и мы видим, что ряд эмпирических обобщений Вернадского сразу оказывался несостоятельным. Особенно подчеркнем, что эмпирическое обобщение в области историко-генетической — уже по сути обычно гипотеза, содержащая элементы трактовки, недоучтенной конвергенции и т. п.

В 1931 г. в работе о происхождении жизни в связи с условным отказом от принципа Рэди Вернадский [21, V, с. 252—266] говорил о возможности изменения эмпирических обобщений в связи с новыми научными фактами<sup>1</sup>. Но в целом его взгляды сохранились. В 1944 г. он писал: «Стоя на эмпирической почве я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные и научные эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие гипотезы [22, с. 324]. В ряде высказываний Вернадский отождествляет «эмпирические обобщения» с сущностью процесса познания, их абсолютизируя, как, якобы, наиболее достоверный конечный результат исследования, служащий для дальнейших обобщений.

Если униформизм — частный случай эволюции, то и «эмпирическое обобщение», как и рабочая гипотеза, относительно и представляет собой лишь одну из ступеней процесса познания. Его значение различно в разных областях явлений. Но «эмпирическое обобщение» не может быть единственным или даже ведущим методом познания в целом.

Абсолютизация метода «эмпирических обобщений» приводила Вернадского к субъективным построениям. Если даже допустить, что отсутствие следов начала жизни в геологическом разрезе — эмпирический факт (хотя таких «следов» и ожидать нельзя), то другой аспект этого «эмпирического обобщения» у Вернадского — безначальность жизни — не более чем гипотеза, менее обоснованная, чем абиогенез. Несмотря на это, Вернадский (1931) считает, что абиогенез не имеет даже права называться научной гипотезой. Недавно (60-е годы) «эмпирическим обобщением», противоположным идее Вернадского о безначальности жизни, явилась идея о принципиальной возможности построить «искусственный живой организм», способный к размножению, эмоциям и сознанию человека во всех их «тончайших» проявлениях. Несогласие с этим объявлялось витализмом. Следует напомнить, что витализм и механицизм — две крайности недиалектического мышления. Характерный для позитивизма преувеличенный «эмпиризм» — основная причина ряда противоречий в глубоких и интересных обобщениях Вернадского. Как ученый-творец, он не мог отказаться от гипотез, но за пределами «эмпирических обобщений» у него не оказалось выдержанной последовательной линии, которой в данном случае должен был бы быть диалектический материализм.

В прямой связи с «методом эмпирических обобщений» стоит и униформизм Вернадского. Постоянство условий, процессов, даже в известных пределах

---

<sup>1</sup> Это не помешало ему позже (1937) к эмпирическим обобщениям отнести «принцип Рэди», «изменение геохимических процессов человеческим сознанием» и т. п., в противовес «теоретическим и гипотетическим представлениям» — теории относительности, учению о квантах, разным проявлениям причинности в разрезах мира и т. д. Здесь ясно методологическое понимание им (в теории) «эмпирического обобщения» и отношение к теоретическому мышлению и проблеме причинности.

действующих масс необходимо для господства «эмпирического обобщения», как основы познания. Это для Вернадского «граничные условия», на что он сам указывает. Униформизм Вернадского (как и Ляйеля!) не примитивен, но это униформизм. Отсылая к работе автора [36], приведем лишь две цитаты, касающиеся «косного», по Вернадскому, вещества.

Положение о неизменности состава литосферы, атмосферы и гидросферы, физико-химических процессов, идущих в них и обуславливающих их сил, повторяется Вернадским не раз. В 1925 г. он пишет: «Одни и те же тела образовывались в кембрийское время ... и в настоящее время. Нет ни одного минерала, который был бы приноровлен к определенному геологическому времени» [21, IV, с. 359].

Это потому, что с доальгонгского времени состав и строение земных оболочек, а также характер сил, влияющих на химические процессы, «был и качественно и количественно схож с тем, какой сейчас наблюдается» [там же]. Даже количественные отношения между продуктами химических реакций, «по-видимому, оставались те же» [там же, с. 360]. Иное было лишь в «догеологические стадии». Вернадский считает это эмпирическим обобщением. Но факты говорят о наличии в истории Земли эпох минералогенеза (фосфаты — нижний кембрий и т. д.). Если физико-химические условия, необходимые для генезиса минерала, неизменны, то меняющиеся геологические условия влияют на парагенезис и образование руд и пород (сидериты, угли, мел, органогенные известняки, рапакиви, чарнокиты и др.).

Циклы минералообразования Вернадского — циклы поверхностные и в основном не связаны с Землей как органическим целым. Вернадский пишет: «Геохимические циклы химических элементов есть, таким образом, явления поверхностные. Внутренность планеты для них как будто не существует» [21, V, с. 92]. Именно поэтому он не касается представлений о геологическом строении земных глубин, как Ферсман и Гольдшмидт (в других случаях он это делает, предлагая схему строения Земли). Здесь же он пытается твердо стоять на позиции отказа от гипотез и экстраполяций, хотя неизменность геохимических циклов и отрыв тонкой поверхностной пленки Земли от ее жизни в целом — гипотеза.

В частности, этот невыдержанный эмпиризм роднит Вернадского с рядом ученых конца XVIII — начала XIX в.

*Эволюционизм и неокатастрофизм Вернадского.* У Вернадского можно найти и немало положений, которые частично находятся в противоречии с униформизмом. В 1925 г. в истории минералов, он, например, говорит, что «химический состав земной коры не есть что-нибудь неподвижное, но, наоборот, непрерывно меняющееся в течение геологического времени» [21, IV, с. 347]. Вернадский добавляет, однако, что законы такого изменения нам неизвестны и что «мы можем только утверждать, что химический состав земной коры не случаен и не обусловлен геологическими (! — Б. В.) причинами» [там же, с. 349], т. е. зависит от внутренних свойств самих атомов — у Вернадского здесь над геологией довлеет химия, в которой нет эволюции. В 1934 г. он писал о том, что геохимический «круговой процесс не является вполне обратимым» [21, I, с. 40]. Но здесь речь идет о чисто количественной стороне явлений.

Основываясь на эмпирическом обобщении о том, что в природе дисимметрия — характерное свойство живого, Вернадский допускает (1931) гипотезу Пиккеринга (1910) об отрыве Луны от Земли в области Тихого океана, поскольку объясняет этим внезапное возникновение жизни и биосферы в соответст-

с принципом Кюри<sup>1</sup>. Он считает вообще абиогенез, если он и существовал «взрывным процессом». При абиогенезе жизнь должна возникнуть полифилетически (ср. с. Орбиньи). Первым биоценозом мог быть комплекс одноклеточных организмов, которые заселили Землю, вероятно, в течение очень короткого времени — ссылка на современную быстроту размножения. Тем самым Вернадский отдает дань неокатастрофизму.

Проблема, при рассмотрении которой яснее раскрываются воззрения Вернадского в интересующем нас плане, — это значение и развитие биосферы. Биосфера характеризуется, по Вернадскому, прежде всего ассимиляцией космических излучений. Они преобразуются в виды энергии, способной производить работу в земной среде. «Благодаря этому история биосферы резко отлична от истории других частей планеты...» [20; 21, V, с. 11]. Вещество биосферы — проявление космического механизма. И само это вещество частью космическое — космическая пыль и метеориты. Глубинное вещество едва ли проникает в биосферу «в сколько-нибудь значительных количествах в короткие промежутки времени» [там же]. Все эти замечания, если их не абсолютизировать, не вызывают сомнений.

Изучая закономерности, связанные с биосферой, Вернадский пытается стоять лишь на эмпирической почве и отказывается от «предвзятых идей»: сложившегося представления о геологических явлениях «как о совокупности проявления мелких причин, клубка случайностей»; идеи о начале жизни на Земле; отражения в геологических явлениях догеологических стадий развития Земли. Для этих идей Вернадский не видит оснований в опыте и наблюдении.

Но утверждать [20], что в геологии господствует ложное представление об истории Земли как совокупности случайностей, можно лишь не понимая диалектического единства случайности и необходимости. Скептическое отношение к диалектической причинности, необходимым аспектом которой является случайность, Вернадский высказывал неоднократно. Он сам подходил к Земле лишь с физико-химических и биохимических позиций, беря биосферу с обобщенной, чисто химической, аисторической стороны, что противоречило взглядам многих современных Вернадскому ученых. На начало и развитие жизни указывают факты, во всяком случае, более убедительные, чем наведение на обратное. Третье положение — об отсутствии следов «дожизненной» стадии — имеет некоторые основания, но лишь с точки зрения Вернадского о почти исключительной роли биосферы в строении верхней части земной коры.

Эти положения Вернадский дополняет следующими: живое вещество развивается наследственно и условия развития непрерывно близки к современным; постоянны средний состав земной коры, живого вещества и основные процессы связи последнего со средой; количество биомассы постоянно.

Итак, живое вещество, действуя постоянными массой и химизмом, определяет всю лишь количественно выражающуюся (до появления человека) историю биосферы, которая живет по законам, больше связанным с космосом, чем с внутренними геосферами. Индивидуальное выражение живого вещества — видовой состав — не имеет существенного значения в истории биосферы (литосферы).

<sup>1</sup> Принцип Кюри: тело, образующееся в среде, сохраняет только те элементы собственной симметрии, которые совпадают с наложенными на него элементами симметрии среды. Совокупность исчезнувших элементов симметрии — явление, имеющее большое значение, он назвал диссимметрией. Принцип Кюри имеет глубокий смысл, вскрывая связь среды и объекта. Можно толковать его широко; он иногда недостаточно оценивается. Так, в космических полетах главная опасность для астронавтов ожидалась от метеоритов, наименьшая — от отсутствия земной гравитации. Оказалось наоборот. Заметим также, что уже выяснен ряд путей искусственного получения диссимметричных органических соединений.

Вернадский не считает также, что денудация и ряд других процессов до появления организмов суши протекали своеобразно, что было уже признано (Павлов, Вальтер, Кайзер и др.).

Вернадский не отрицал, разумеется, эволюцию конкретного мира организмов. Противоречивое единство организма и среды для него ясно [21, IV, с. 93; и др.]. Но это стоит в противоречии с его же утверждением, что живое и косное вещество биосферы «разделены непроходимой пропастью». «Никогда не возникает никаких сомнений в принадлежности этих двух разных типов вещества биосферы к разным, необъединяемым категориям явлений» [21, I, с. 21]. Он говорит о необратимости жизненного цикла [там же, с. 215], но лишь в связи с рассуждением о кислороде в атмосфере как явлении, зависящем от связывания углерода в виде карбонатов и каоустобиолитов. Эволюцию видов Вернадский считает чисто внешним изменением форм жизни, не отражавшимся на постоянстве и неизменности геологических — в данном случае геохимических — процессов [21, V, с. 24]. С биохимической точки зрения «явления устойчивости видов заслуживают более серьезного внимания биолога, чем это сейчас имеет место» [21, V, с. 241]<sup>1</sup>. Вернадский далее рассматривает биогенную миграцию элементов, связанную: 1) с массой живого вещества; 2) с интенсивностью обмена веществ организма; 3) с техникой жизни. Последнюю форму Вернадский находит у роющих и строящих животных, но ее «исключительное развитие» наблюдается у человека и обуславливается «работой мысли, сознания организма»<sup>2</sup>. Вернадский устанавливает два биогеохимических принципа: 1) биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимальному проявлению; 2) эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере должна идти в направлении увеличения биогенной миграции атомов в биосфере [21, V, с. 244 и 247].

Эти в основе, несомненно, верные положения<sup>3</sup> требуют детального исследования. Но невольно возникает вопрос: могло ли увеличение биохимической миграции не сопровождаться появлением новых качеств? Вернадский сам же пишет об известном факте — появлении в верхах докембрия известняков. Он с сомнением относится к возможному объяснению этого явления растворением известковых скелетов при их захоронении в докембрии. Допущение наличия атмосферы, богатой  $\text{CO}_2$ , подрывало бы его тезис о постоянстве условий минералогенеза; он оставляет вопрос открытым.

Вернадский фактически не отказывался от гипотез совсем, но противопоставлял им «эмпирические обобщения». Коснемся его взглядов на возникновение жизни. Вначале он был близок к витализму. Его «витализм» — логическое завершение униформизма и метода «эмпирических обобщений». В современности нет абиогенеза, следовательно, и не было. Укажу на безупречное применение актуализма Ивановым [74]. Он, основываясь на современной структуре жизни (гетеротрофные микроорганизмы), доказывает невозможность многократности абиогенеза. Это более глубокое обобщение, чем «принцип Рэди»: «Все живое только из живого».

Хорошо прослеживается связь идей Вернадского с предшествующей наукой. Рэди, Бюффон, Паллас, Геттон, Орбиньи, Аррениус и ряд других ученых оживают в его трудах. Его мысли связаны и с современной ему наукой. Укажем на Вальтера (анастрофы, биохимическая наследственность) [33], Самойлова (1929) и др. Вернадский был одним из эрудированнейших ученых века. Его

<sup>1</sup> См. работы Самойлова (1929), Вальтера (1923, 1929) и др.

<sup>2</sup> Здесь без основания объединяются социальные и биологические факты.

<sup>3</sup> «Закон возрастания сложности». См., например, [92 и др.].

мозг перерабатывал огромное количество накопленной информации; но его мировоззрение несомненно влияло на многие его взгляды и оценку им идей других ученых.

Есть основания провести параллель между Ляйелем и Вернадским. Оба они: 1) считали, что область, изучаемая геологией, по существу, лишь земная кора; 2) декларативно отказывались от гипотез и стояли на позиции «эмпирических обобщений»; 3) рассматривали Землю нераздельно с биосферой, считая ее действие в принципе неизменным; эволюция видов ими признавалась, но в ней они не видели противоречия своим взглядам; 4) выделяли из комплекса жизни человека, Ляйель потенциально, а Вернадский придавал ему огромное геохимическое значение; 5) признавали «однородность системы настоящих и прошлых изменений Земли» в пределах геологического времени; 6) оба считаются часто основоположниками соответственно геологии и геохимии. Их последователи развили ростки эволюции, заложенные в их концепциях; 7) оба не были на практике ортодоксальны к собственным тезисам.

Интересно указать и на различия между ними. У Ляйеля господствует все же неорганическая природа. В учении Вернадского — часто примат организма, хотя в обезличенной, химически постоянной форме, также довольно искусственно «примиренной» с дарвиновским эволюционизмом. Разумеется, мы не забываем различия научных эпох. Этот фактор мы как бы «снимаем», сравнивая «скелеты» их идей.

Быть может, не случайно униформизм наблюдается в обоих случаях на этапах, подготовляющих быстрое развитие науки в современной структуре (геологии и геохимии) и идей эволюции.

Все сказанное ничуть не умаляет Вернадского как ученого. Ненаучно мнение, что «эмпирик» и «униформист» — нечто оскорбительное; не более чем «шатен» или «брюнет». Униформизм — концепция и способ мышления, вполне допустимый при *некоторых условиях*. Например, сделавшее такие успехи современное учение о наследственности — эмпирическое обобщение, связанное с униформизмом. Экстраполируя его вглубь времен, мы вынуждены или ссылаться на внутренние свойства атомов (как Вернадский) или, для докембрия например, отказываться от этого учения как универсального, привлекая и другие факторы развития и связи со средой. Но биология прогрессирует, используя это учение.

Быть может, именно вследствие спорности и противоречивости эволюционных построений идеи Вернадского и в этой части весьма интересны, ибо заставляют размышлять. Вернадский положил начало исследованию новых проблем, указал на ранее незамеченные их стороны. Вопрос о геологической *роли жизни, первых моментах ее развития*, в которых, несомненно, среди факторов эволюции играли роль и иные, чем те, которые существовали в уже ставшей биосфере, вопрос о *скорости возникновения полной биогеохимической функции жизни* и связи ее с химическим строением живого вещества, направленность биогеохимического процесса, пределы приложения гипотезы униформизма, связь земных явлений с космосом, науковедение, постановка *проблем симметрии, состояний пространства*, специфического времени, роли гидридов в космосе и эволюции Земли [последнее — 21, IV, ч. 2] — все эти идеи сейчас развиваются [90, 97, 104, 225 и др.]. Это далеко не полный перечень вопросов, поставленных Вернадским, попытки разрешения которых открывают новые горизонты.

*Мировоззрение В. И. Вернадского.* Иногда Вернадский считается «стихийным» материалистом-диалектиком. Объективнее вопрос рассмотрен И. А. Козиковым и Е. И. Шиловой [226]. Козиков пишет, что Вернадский «односторонне

истолковал актуализм» [88, с. 74]. В эволюции философских взглядов Вернадского Козиков различает четыре этапа и пишет, что «В ряде вопросов ... он не пришел к диалектическому материализму» [там же, с. 75].

При анализе мировоззрения Вернадского необходимо обратить внимание прежде всего на разные аспекты его деятельности и рассматривать его идеи в развитии. Вряд ли удастся без оговорок найти для его взглядов на мир единый термин.

Метод «эмпирических обобщений» в ведущей, абсолютной форме, в сущности характерен для позитивизма. Мировоззрение ученого, несомненно, должно оцениваться прежде всего по его работам и методологии, а не по отдельным высказываниям. Но мы видели, что ряд противоречий в исторических идеях Вернадского не случаен, а связан с его методом и общим подходом к проблеме развития.

Соглашаясь в общем в оценке мировоззрения Вернадского с Козиковым и Шиловой [88, 226], автор думает, что:

1) в области изучения современных явлений и некоторых аспектов исторических обобщений Вернадский в конечном счете — стихийный материалист-диалектик;

2) в ряде случаев историко-геологического (и биологического) анализа, а также по декларируемой им, хотя не всегда последовательно выдерживаемой, методологии по отношению к философии, которая для него была «многолика» и чем-то родственна религии, Вернадский, напоминая естествоиспытателей начала XIX в., может быть отнесен к «естественно-историческим» позитивистам (сейчас все естествоиспытатели, по существу, естественно-исторические *материалисты*).

Разумеется, мировоззрение Вернадского эволюционировало. Для самого начала XX в. его, вероятно, можно назвать даже позитивистом «де юре». С тех пор он эволюционировал к диалектическому материализму, но к нему еще не пришел. Ясно, что такая весьма общая характеристика мировоззрения Вернадского не может полностью отразить сущность его миропонимания. Творчество Вернадского — благодарная основа для исследования соотношения философии и науки и роли научной философии для научного творчества.

#### 43. Дискуссия в Германии о значении актуализма

Полемика, возникшая в Германии вокруг актуализма в 30-х годах получила название дискуссии об актуализме. Она, отражая общий ход развития геологической мысли, является результатом предыдущих публикаций, начиная с работ Вальтера и Заломона. Ее началом условно можно считать заметку Берингера [241]. Он ссылается на работу Вайнингера, который доказывал, что в большинстве наук часто употребляются фикции — ложные или противоречивые предпосылки, необходимые, тем не менее, в практике науки и жизни<sup>1</sup>. Он указывает также статью Шульца 1920 г. об «Основных фикциях биологии» и считает, что «фикции» есть и в геологии. Одной из них он считает актуализм — тезис о том, что «Не следует принимать процессы для прошлого, если нельзя наблюдать или экспериментально осуществить соответствующий процесс в настоящем» [241, с. 545; фраза принадлежит Заломону].

Берингер полагает, что актуализм полностью отвергает катастрофические проявления и основывается лишь на суммировании малых сил. Однако, пишет

<sup>1</sup> Это отражение существовавшей в Германии философской концепции, близкой к позитивизму, — «фикционализма».

Берингер, этому противоречат последние исследования. Он указывает на цикличность, которую, в частности, изучали Заломон, Зандер и Кубер. Современная эпоха — относительный покой. Для Берингера актуализм — гипотеза униформизма. Необходимость для науки актуализма как метода заставляет Берингера прибегнуть к представлению о факции. Дискуссия в Германии поучительна, но является пройденным этапом, поэтому рассматривается кратко.

К. Андре выступил с докладом, посвященным Гоффу. Андре равнозначно употребляет термины: «актуализм», «теория», «учение», «принцип актуализма», отдавая дань сложившейся нечеткости. Онтологический метод Вальтера Андре считает приложением «учения актуализма» к литологии.

Андре пишет, что «Особое значение принцип актуализма получил для геологического эксперимента» [237, с. 18]. Однако с начала XX в. все чаще сомневаются, протекала ли история Земли столь равномерно, как это следовало бы принимать при «строгом применении учения актуализма». Он спрашивает, не впадают ли его сторонники в крайность, подобно Орбиньи по отношению к катастрофизму? Андре ссылается на извержение в 1902 г. Мон Пелё. С этого времени стали находить ему аналогии в вулканах Восточной Азии, трассах Эйфеля, что он считает неосторожным. Как можно видеть, «сторонники актуализма», на которых Андре ссылается, склонны не только к отождествлению актуализма с униформизмом, но и к представлению о последнем как исключаящем местные катастрофы и перерывы, чего не было и у Ляйеля. Ограничений применения актуализма у Гоффа, указывает Андре, больше, чем у Геттона и Ляйеля. «Мы должны примкнуть к Гоффу», — говорит он, возражая против попыток ревизии актуализма, в частности, Заломоном. Никто из актуалистов не отрицает неравномерности хода геологических процессов, говорит он, тем не менее «мы никак не должны возвращаться к старому учению о катастрофах». Сам Штилле, по-видимому, не возражает, продолжает Андре, против того что его «революции» находят место в «рамках актуализма» («рамки» также относятся к униформизму, а не актуализму. — *Б. В.*). Актуализм и сейчас, заключает Андре, несмотря на указания на ритмы в развитии Земли, основное «учение геологии».

Подчеркнем неверное понимание Андре методологической сущности актуализма; он не представляет без катастроф больших различий в условиях на протяжении истории Земли. Допуская возможность катастрофы при возникновении Земли и в далеком будущем, он забывает, что эти допущения основаны на актуалистических же предпосылках (вспышках «новых» и др.).

К ученым, последовательно отстаивавшим методическое понимание актуализма, принадлежит Эр. Кайзер. Он говорит, что ревностным хранителем наследства Гоффа был Вальтер и что положение «принцип актуализма есть рабочий метод и останется таковым»; неверно, когда пишут о «законе актуализма», несмотря на то, что сторонники актуализма говорили только об актуалистическом (онтогенетическом) методе. Кайзер критикует униформистские высказывания Заломона и Вернадского. Он обращает внимание на то, что «актуализм стал настолько присущ геологическим исследованиям, что на допустимые границы его применения стали обращать мало внимания», и замечает: «Осторожность в применении принципа актуализма рекомендована в различных местах уже И. Вальтером» [285]. Разбирая проблемы первобытной пустыни, Кайзер пишет: «Для расшифровки денудации или новообразований в архее нет другого пути как делать это дедуктивно, но осторожно... Если мы хотим дедуктивно представить себе выветривание, денудацию, снос и осадкообразование на Земле, лишенной растительности, то мы, разумеется, прежде всего связаны с акту-

алистическим методом» [там же]. Отходя от понимания актуализма как простого сравнения, Кайзер тезисом о дедукции, прежде всего связанной с актуализмом, расширяет его возможности, открывает новые горизонты и приходит, по существу, к современному широкому пониманию актуализма.

Ссылаясь на аналогичную работу Кайзера (1931 г.), его дополняет Е. Кумеров. Он критикует положение Заломона о том, что в любую эпоху возникали одинаковые отложения и пишет, что мы еще слабо знаем прошлое, чтобы это утверждать. Если принять, что современность охватывает сто лет, то, по Заломону, следует, что с архея не происходило ничего, качественно отличного от процессов минувшего столетия; здесь переоценка метода. Она проистекает «из распространенной склонности интенсивно изучать маленькую область и полученные результаты чересчур обобщать» [289, с. 563]. Он указывает, что подобно дождю в пустыне, редкому, но существенному явлению, в прошлом могли встречаться единичные, но важные процессы [ср. с 38, 134, 271]. Материковое оледенение Кумеров считает наиболее подходящим примером, чтобы указать на границы актуализма. Современный климат суровее среднего, но мягче ледникового.

Как пример актуалистически удачного подтверждения теории барров Оксениуса он приводит Кара-Богаз-Гол. Правильность такого сравнения как раз справедливо отрицает Вальтер [33]. Кумеров допускает минимум две ошибки. Он понимает актуализм как метод прямого сравнения и принимает, что современность охватывает лишь «сто лет». Для Гоффа это время, охватываемое «историей», а для Ляйеля — и значительная часть кайнозоя. Заломон, отвечая на критику (1933) Кумерова, не нашел другого довода, как заявить, что сам он умышленно (1 — В. В.) высказал неверное положение, чтобы вызвать полезную дискуссию. Отвергает актуализм, отождествляя его с униформизмом, К. Бейрлен [244—246]. Его путанные рассуждения не выдерживают критики. Позднее он касается работ Вальтера.

К. Бейрлен (1939) указывал, что Вальтер был прав, назвав овой способ исследования «онтологическим методом», в отличие от обычного актуализма «ляйелевского облика». Однако он полагает, что Вальтер не сделал всех последовательных выводов и применял актуализм недостаточно критически. Бейрлен рассматривает влияние растительности на денудацию и осадкообразование и подробнее — вопрос о битуминозных породах и углях и приходит к интересным выводам о необратимости развития [33, с. 143]. Бейрлен, следуя Вальтеру, убедительно показал, насколько важна форма существования жизни и последовательность постепенного завоевания ею геосфер (ср. с Вернадским!).

На некоторые, якобы, ошибки Вальтера, связанные с актуализмом, указывает Э. Штромер. Первую ошибку он (1938) видит в том, что двоякодышащая рыба эпицератодус, которую Вальтер считает типичной для пустыни, ныне живет в условиях, далеко не засушливых. Об этом же говорит экология некоторых ей родственных, ныне живущих форм. Затем он пишет, что красная окраска пород не специфична для пустыни, это касается, в частности, «old red» и «пестрого песчаника», которые относятся Вальтером к отложениям пустыни. Вальтер и Кайзер также ошибаются, считая, что для пустынь характерны мощные отложения. Пустыни, по Штромеру, — области исключительно сноса. Не выдерживает критики как это утверждение, так и ссылка Штромера на эпицератодуса. Изучать органические остатки и породу нужно совместно, что подчеркивал Вальтер. Штромер отвергает представления тех же авторов о гумидной пустыне палеозоя, думая, что растительность наземной стала задолго до верхнего силура. Он пишет, что мы почти не знаем истории мхов и лишайников.

До девона, по Штромеру, была не пустыня, а гумидная тундра. Штромер не отвергает актуализм, а ищет (не вполне удачно) ошибки при его применении.

Процессы пустыни и ледниковые эпохи в истории Земли часто привлекались как «пробные камни» в спорах о возможностях актуализма. Надо сказать, что проблема установления в геологическом разрезе гумидной пустыни и вообще пустыни прошлого очень сложна, особенно до мезозоя. Вальтер (1912), затем Зандберг (1928, 1932) и Кайзер [285] указывали, в частности, на возможность образования в пустынях тиллитоподобных масс, что может повести к переоценке и пересмотру географии древних ледниковых периодов. Зандберг писал о возможной роли вулканов при образовании «псевдогляциогенных» отложений. Заметим, что в СССР также указывались современные щебневые потоки, текущие подобно ледникам (Гросвальд, 1959), однако они обычно косвенно связаны и с ледниками. Подобные отложения неясного генезиса встречены и в Восточных Карпатах (Славин, Высоцкий). Псевдоморены есть на Кавказе (Миклухо-Маклай) и т. д.

Противником актуализма был Э. Даке. Он полагал, что современность — это спокойная фаза и объяснение историко-геологических явлений лишь сравнением с совокупностью современных процессов, нецелесообразно [262, с. 530]. «Актуалистическое учение» он называет «узким» и думает, что мы должны снова подойти к «...старым геологическим представлениям о катастрофах» [там же, с. 274]. Основаниями для отклонения актуализма для Даке служит также признание им тесной связи геологических явлений с жизнью космоса (а космос разве может исследоваться без актуализма? — Б. В.). Подчеркивая ритмичность геологических процессов, Даке называет актуалистический принцип «актуалистически аритмическим принципом» [там же, с. 543]. Его рациональные мысли, в частности, о том, что актуализм узок (он — лишь часть сравнительно-исторического метода), теряются в неправильных или сомнительных высказываниях. Для него актуализм равен униформизму или развитию без скачков. Это понимание он распространяет и на биологию. Общий закон развития для живой и мертвой природы один, это «закон внутреннего соответствия» [там же]. Он связан с внутренней «жизненностью», внутренними действующими связями целого. Рациональное зерно в этом — указание на *системность* явлений, изучаемых геологией.

Как мы видим, Даке отвергает актуализм, ибо даже в методическом аспекте он для него — униформизм. Давиташвили [55] о Даке как о палеонтологе говорит, что он идеалист и антиэволюционист. Действительно, Даке [262] называет теорию развития «механистичной», отвергая возможность перехода суммы малых изменений в новое качество целого.

Проблемы актуализма в той или иной мере касался любой крупный исследователь. Укажем палеонтолога О. Шиндевольфа. В работе о факторе времени в геологии он затрагивает вопросы, имеющие близкое отношение к актуализму. Так, рассматривая геологические методы определения абсолютного геологического времени по осадкообразованию и годичным слоям и сравнивая результаты с цифрами, полученными радиоактивными методами, Шиндевольф указывает, что вторые дают в 20—40 раз большие цифры (это не верно), так как большая часть времени не оставляет осадков, сохраняющихся в разрезе. Он приходит к выводу о «недостаточности методов определения времени, основанных на процессе седиментации» [310, с. 33]. Очевидно, и не ново, что при экстраполяции современности в прошлое надо учитывать, что в историческом процессе мы всегда имеем дело со сложением векторов.

Шиндевольф ставит также вопрос: убыстряется ли темп развития Земли? Анализируя факты, он с осторожностью говорит о впечатлении, что «значительно большая интенсивность преобразования видов и его результатов падает на более древние времена и уменьшается с приближением к современности» [там же, с. 38]. В заключение Шиндевольф указывает, что «целеустремленности в развитии Земли вообще, по-видимому, нет» [там же, с. 42]. Таким образом, поскольку между развитием биосферы и самой Земли должно существовать соответствие (но не в темпах! — *Б. В.*), то он считает эволюцию однообразной по темпам. Это мнение Шиндевольфа, естественно, не разделяется многими, как и автором. Заметим, что хотя, казалось бы, вывод Шиндевольфа в пользу актуализма, но это не имеет значения, поскольку мы признаем его применимость в случае необратимого развития.

В дальнейших разделах Шиндевольф излагает мысль о циклах развития, в начале которых усиливается процесс видообразования. По мнению многих, эти циклы в той или иной мере соответствуют геологическим. Так думает, например, Бубнов. Шиндевольф полагает, что совпадение здесь случайное и нет никакой внутренней связи между рядами геологических и биологических явлений [310, с. 87], что в известной мере ограничивает возможности актуалистического метода. Но Шиндевольф здесь не прав. Да и сам он категорически на этом не настаивает. Несомненно, что и при наличии «внутренней связи» обязательной одновременности ожидать нельзя. Но разновременность не есть отсутствие связи. Тем не менее Шиндевольф отрицает именно отсутствие причинных связей, говоря, что «Качество и потенция ветвей животных организмов играют решающую роль и определяют жизнь и вымирание» [там же, с. 102]. Ту же мысль он высказывал и в 1936 г. Свою работу Шиндевольф заключает положением: «Развитие ветвей органического мира не является простым отражением движений земной коры». Эта формулировка бесспорна, связи здесь сложные и опосредованные. Берингер, Даке, Шиндевольф — яркие примеры несовместимости актуализма с антимарксистской философией.

Проблему актуализма затрагивали и тектонисты — Бубнов, Кобер и Штилле. Бубнов в 1934 г. считал, что Вальтер увлекается, рассматривая геологию как чисто историческую науку. Бубнов указывает, что «методы геологии являются не индивидуализирующими, а обобщающими», поэтому они все же «естественно-исторические, хотя введение понятия времени им придает особый отпечаток» [14, с. 11]. Несомненно, понимание Бубновым исторической науки как науки «индивидуализирующей» — неверно. Так не думал и Вальтер. Поэтому подчеркнем, что геология, как и любая историческая наука, не только «описывает», но и обобщает, ибо история закономерна.

Бубнов указывает на ограниченную роль эксперимента в геологии, касается истолкования геологических документов и затем пишет об актуализме и эксцепционализме. Эксцепционалистический — предполагающий особые, отличные от современных, условия: актуалистический — исходящий из современных процессов. В отношении сланцев «актуалистическое понимание» неприменимо для той их части, которая относится к ортопородам. Однако Бубнов, вводя понятие «эксцепционализм», все же говорит об актуалистическом методе, который «...дает нам возможность на основании документов истории Земли... восстанавливать условия возникновения этих документов, а вместе с тем и ряд прошедших состояний». Он пишет, что актуализм и историко-геологический (т. е. сравнительно-исторический) метод вместе с данными геофизики и «общими физико-химическими положениями, непреложность которых неоспорима» [14, с. 163—164], составляет «геологическую методику». Но Бубнов выделяет земное

ядро, где метод «может и должен быть не геологическим, а только физико-астрономическим» [там же, с. 164]. Но это лишь формальное недоразумение. Геофизические данные о ядре — данные о современном состоянии. При любых генетических построениях они не могут быть игнорированы, и актуализм как принципиальный подход неизбежен в самом прямом смысле при применении различных специальных методов.

В посмертно изданной (1960) работе Бубнов упоминает о «принципе актуализма», признавая его в том смысле, что «Во всякое время и при всяких обстоятельствах обязательны основные физические и химические законы». В противном случае «был бы потерян всякий фундамент научного мышления» [14, с. 37]. Однако «Все то, что выходит за пределы физики средних величин, может при рассмотрении в геологическом масштабе... приводить к таким результатам, которые в строго актуалистическом смысле на первый взгляд кажутся необъяснимыми. Но это обуславливается не ошибками нашего рассмотрения явлений (т. е. метода. — Б. В.), а ошибками мышления» [там же]. Как можно видеть, Бубнов понимает актуализм достаточно формально. Это понимание не строго униформистское, но основывается существенно на актуализме — принципе, а не методе. «Строго актуалистический» — для Бубнова прежде всего смысл физико-химический; против этого справедливо возражают многие.

Откликом на дискуссию, как и упоминавшаяся выше работа Кайе [257], была статья Баклунда [238]. Он пишет, что «последнее время» наблюдаются высказывания против актуализма, иначе «униформистского метода». Но, указывает Баклунд, работа униформистским методом по послекембрийским осадкам — «форменный триумф». Баклунд считает, однако, что во времени и пространстве сравнимы лишь процессы равнозначных отрезков циклов; в одном цикле сходства нет, отчего и происходят ошибки, например у Пенка. Указание Баклунда справедливо только в том смысле, что положение процесса в цикле необходимо учитывать (поскольку возможно), но саму возможность применения актуализма наличие цикличности не отвергает.

«Дискуссия» в Германии не имела четких границ во времени. Интерес к проблеме актуализма возник ранее 30-х годов, а отзвуки дискуссии видны в ряде более поздних работ. Проблема актуализма связана с неокатастрофизмом и некоторые работы рассмотрены в соответствующем разделе.

Уроки дискуссии (и всей истории актуализма) следующие:

1. Критика и непонимание методической сущности актуализма часто связаны с позитивизмом, сопровождаясь смешением понятий «актуализм» и «униформизм».

2. Критика приводит к противоречиям; ведется также с применением актуализма или исследователями, его применяющими.

#### 44. Учения о фациях и формациях

Вновь появляющиеся в геологии методы не только не заменяют «классических», но придают им все большую значимость. Объясняется это тем, что специфически геологические методы («специальные») не могут быть заменены никакими другими. Множащиеся рабочие методы, комбинируясь со специальными, увеличивают возможности последних. Это хорошо видно по фациальному методу. Понятие «фация» стало применяться ко многим комплексам исторически развивающихся явлений. Если вначале фация — термин петрографо-литологический, то в XX в. появляются представления<sup>1</sup> о геотектонических (Ар-

<sup>1</sup> Правомерность применения термина в каждом случае не рассматривается.

бенц, 1919; Кобер), минеральных (Эскола, 1920), геохимических фациях (Пустовалов, 1933), фациях оруденения (Смирнов), почвенных (Прасолов), почвенно-климатических (Герасимов, 1938), географических (Берг, 1945), интрузивов и эффузивов (Усов, 1924), фациях ландшафта и др. Без понятия о фациях сейчас обойтись нельзя.

Широкое пользование термином привело к нечеткости понятия и обсуждениям. Наиболее интересен обзор Вассоевича [110]. Указывая на дуализм понятия «фация», он пишет, что и в каждом из пониманий существуют неясности. Так, В. П. Батурич считает, что климат не входит в «фациальные условия». Д. В. Дробышев исключает из «фациального характера» отложений литологические и фаунистические характеристики и т. д. Широкая трактовка понятия отражалась в определениях. В 1884 г. Э. Реневье писал, что «Понятие о фациях обозначает различия, какими бы они не были, которые могут быть между отложениями одного и того же возраста» (Цит. по [110, с. 32]). Вассоевич считает, что фацией следует называть комплекс физико-географических условий возникновения породы. Совокупность признаков породы, свидетельствующих об этих условиях, он называет сигнацией. Вассоевич отказывается от понятия «первичные свойства» породы, логично считая, что ее образование — процесс, идущий вплоть до разрушения; диагенез, метаморфизм и выветривание — породообразующие процессы. Тогда все свойства породы разделяются на первичные разных рангов. Вассоевич для условий генезиса породы и упомянутых породообразующих процессов предлагает названия с последовательными приставками — оригофация-лапидофация, денсофация и экседофация (или сигнация).

Марковский рассматривает фацию как участок земной поверхности с присутствующими ему физико-географическими условиями («обстановка», «environment» — в США). Он подчеркивает, что эти условия немислимы вне среды, почему в определении и важно слово «участок», которое вводят также Мазарович и Пустовалов. Нужно думать, что это формальность, ибо лица, опускающие это слово (Бублов и др.), разумеется, не мыслят эти условия абстрактно: понятие «совокупность» заменяет «участок поверхности». Жемчужников указывает, что под фацией им подразумевается «...совокупность признаков осадков и условий их образования» [110, с. 57]. Позднее он пишет что фация — понятие генетическое и палеогеографическое; различия признаков пород отношения к фациям вообще не имеют. Его определение, по существу, близко к старому: «Фация — это обстановка осадконакопления и образования определенного слоя...» [68, с. 13], выводимая на основании характеристики первичных признаков этого слоя. Этот исследователь особо выделяет географическую (современную) фацию, указывая, что это часть ландшафта со всеми его элементами. Он считает, что для «ископаемых отложений» понятие ландшафта теряет определенность, ибо «некоторые существенные его элементы, например, рельеф, исчезают в пласте породы»<sup>1</sup> [там же]. Поэтому он и определяет фацию как понятие дуалистическое. Оно у него несколько абстрактно, т. к. сам Жемчужников пишет, что «...осадка и условий мы непосредственно не видим». Но без осадка нет фации, и Жемчужников считает невозможным приложение понятия «фация» к условиям размыва; наоборот, «фация размыва» указывается Марковским. Наливкин (1933) современную фацию определял как «участок поверхности», а ископаемую — как «пласт» или «свиту пластов». Это чисто эмпирическое определение.

<sup>1</sup> Рельеф, несомненно, входит в «условия образования осадка», а иногда и в его «признаки» в снятом виде (гранулометрия и т. п.).

Крашенинников [95] предложил ликвидировать разночтения понятия «фа́ция» отнесением его только к изменениям одного и того же горизонта. Когда речь идет о разновозрастных пластах, он рекомендовал применять, по его мнению, синоним (!) — «генетический тип». По этому поводу заметим лишь, что в соответствующих работах сравнение идет нередко и по «вертикали», и по горизонтالي. Тогда для одного и того же, по существу, понятия придется применять два термина. Удобно ли это?

В понятии фа́ции, действительно, накопились разночтения, особенно возросла роль и сложность изучения современных фа́ций. Они, помимо палеогеографии, приобрели разнообразное значение для практики — инженерно-геологической, горнорудной и т. п. При их изучении применяется много новых методов исследования. Это, в свою очередь, увеличило разрыв между характером и детальностью описания современных и реконструкцией ископаемых фа́ций.

Все сказанное относилось к литологии и петрологии. Но понятие «фа́ция» расширилось и приобрело общеметодологическое содержание, что хорошо показал Бюлов (1964), считающий, что понятие «фа́ция» связано с понятием «актуализм». Основным в понятии «фа́ция», как бы ни определялся термин, является его значение как средства познания, в наиболее общем случае, единства условий некоторого процесса в прошлом и его результата. В определениях, исключающих современность из понятия «фа́ция», этот решающий аспект выпадает, хотя любой исследователь, применяющий фа́циальный анализ, использует именно его. Формальные дискуссии велись о том, является ли «фа́ция» совокупностью условий образования или признаков породы, к чему и сводился «двуализм». В действительности понятие фа́ция, еще с Грессли, имеет, по существу, три аспекта. Поэтому, учитывая историю понятия, автор считает правильным три взаимосвязанных определения фа́ций [33] в литологии:

1. Актуофа́ция (географическая, современная фа́ция) — физико-химические, геологические, биологические и технические условия образования и изменения осадков на каком-либо участке.

2. Литофа́ция (сигнация, ископаемая фа́ция) — совокупность физико-химических, геологических и биологических признаков осадка или породы, говорящих об условиях их образования и изменения.

3. Палеофа́ция — физико-химические, геологические и биологические (изредка уже и технические) условия образования или изменения отложений в прошлом. При отсутствии литофа́ции (области денудации) о палеофа́ции судят<sup>1</sup> по литофа́ции кровли и почвы перерыва и литофа́циях, лежащих на простирации.

Излишне разъяснять, что, как объекты, так и методы изучения, и, что еще важнее, однозначность и степень достоверности его результатов различны во всех трех случаях. Термин «фа́ция» используется при этом как комплексный, применимый для всех трех случаев порознь и вместе. Он уже приобрел права гражданства в этих смыслах во многих областях явлений, отражая (кроме «актуофа́ции») чаще всего по меньшей мере два аспекта из трех. В любом случае текст исключает, как правило, возможность неверного толкования. Доказательством частью служит то, что в большинстве случаев новые термины (Наливкин — сервия, нимия; Вассоевич — сигнация и др.) прививаются мало, — это естественный отбор в науке.

<sup>1</sup> Понимание термина здесь не нарушается. Перерыв свидетельствует об условиях нестойкости соответствующих отложений.

Упомянутые три определения можно переформулировать для других областей применения термина «фа́ция», исключив условия, явно не определяющие процесса (биологические при образовании интрузий и т. д.). Относительная значимость рассматриваемых аспектов будет различной; иногда практически сохраняется не три, а два из них. Если в какой-либо области применения невозможно сохранить для понятия и термина «фа́ция» его значения, как средства познания прошлого, то их применение вряд ли целесообразно.

Автор полагает, что попытки «искоренить» дуализм безнадежны и не актуальны. Понятие существует и успешно применяется, несмотря на дискуссии.

В тесной связи с учением о фа́циях стоит учение о форма́циях (по Вассоевичу, «геогенерациях») — естественных сообществах горных пород. История представлений о форма́циях и самого термина начинается с XVIII в. и изложена Вассоевичем [143].

Понятие «форма́ция» исторически имело петрографо-стратиграфическое (Леманн, Фюксель), петрографическое (Вернер), фа́циально-генетическое (Вернер, Прево, Грессли, Реневье и др.) и генетическое, с ведущей ролью геотектоники (Бертран, 1896), содержание. Все аспекты сохранились до XX в., дополнившись пониманием «форма́ции» как таксономической единицы, высшей чем «фа́ция» (Ог, Борисьяк, Обручев, Наливкин и др.). Слово «форма́ция» стало термином свободного пользования. Учение о форма́циях зародилось в СССР в 30-х годах (Усов, Попов, Шатский, Вассоевич, Жемчужников, Страхов, Рухин, Хаин, Херасков, Белоусов, Пейве, Яншин и др.). В дискуссиях выкристаллизовались следующие наиболее общие направления в учении о форма́циях и соответственные определения [48]:

1. Парагенетическое<sup>1</sup> (Шатский, 1939).
2. Генетическое палеогеографическое (Наливкин, Попов, Страхов).
3. Генетическое геотектоническое (стадийно-зональное — Белоусов, Вассоевич, Хаин и др.).
4. «Утилитарно-формализационное» (Воронин, Еганов и др.).

Три первых направления близки друг к другу. Различие состоит преимущественно лишь в том, какому тектоническому или климатическому фактору отводится ведущая роль или над ними ставится «парагенез», что все же означает «родство по генезису». Ко всем этим случаям, по мнению автора, логично применить термин «геогенерация» (Вассоевич) и определение, суммирующее два упомянутых основных фактора генезиса, которые в общем случае имеют относительное значение: от решающе геотектонического в магматических форма́циях до очень большой роли климатического в некоторых чисто осадочных. Классификационным критерием первого ранга целесообразно принять тектонический фактор (Белоусов, Вассоевич, Хаин и др.). Превалирование климатического фактора отразится в ранге субгеогенераций.

Четвертое направление [48, с. 39], по существу, отвергает объективное существование «...универсального естественного» расчленения земной коры» и выдвигает задачи формального уточнения: а) целей формационного анализа и идей, лежащих в его основе; б) задач формационного анализа, способов их решения и критериев для их оценки; в) критериев оценки эффективности формационного анализа. Решение этих задач должно, по упомянутым авторам, обеспечить успех в достижении цели; имеются в виду прежде всего полезные

<sup>1</sup> В 1954 г. — «...комплексы горных пород, отдельные части которых тесно, парагенетически связаны друг с другом как в возрастном, так и в пространственном отношении» (222, III, с. 7). Определение 1939 г. по смыслу то же.

ископаемые. Рассматриваемое направление связано с проблемой формализации геологических явлений для обработки информации машинными способами.

Нерешенным является вопрос, правомерно ли противопоставление четвертого направления первым трем или они дополняют друг друга. Возможно ли решение задач «а», «б» и «в» без предварительного изучения генетических проблем? Вероятно, нет [63, '97]. Но так или иначе, для «формализованных» сообществ пород термин «формация» целесообразен.

Некоторыми авторами [63, '97 и др.] формации с основанием считаются ступенью геологического уровня организации вещества, лежащей между региональными подразделениями земной коры и горными породами. В этом случае речь идет о геогенерациях.

Учение о формациях (геогенерациях), усиленно развивающееся с конца 40-х годов, имеет прежде всего методологическое значение («формационный анализ») для учения о полезных ископаемых, геотектоники, литологии, палеогеографии и т. п. Этот метод еще находится в начале пути и перспективен, в частности, с точки зрения проблемы формализации. Между учением о фациях и геогенерациях есть родство. Геогенерация — вещественное отражение прошлых наиболее общих геотектонических и климатических условий. В этом аспекте формационный анализ имеет палеогеографическое значение и связь с актуализмом. Нетрудно видеть и важное отличие от фациального анализа: «...с переходом от фации к формациям роль ведущего фактора переходит от физико-географических условий к тектоническому режиму» [216, с. 130]. Соответственно на первое место, имея самодовлеющее значение, выступает сама формация (примерно соответствуя литофации), являющаяся, с точки зрения актуализма, «современностью», как остаточное явление, поскольку изучение «обобщенных» современных условий по меньшей мере затруднительно. Палеогеографическое значение формации обобщенное, в первую очередь геотектоническое, затем климатологическое. Современные геотектонические условия в понятие «формация», по существу, не входят; этим также «формация» отличается от «фаций», не являясь просто суммой последних.

Развитие формационного анализа (метода) идет сейчас в общем в направлении его теоретизации и математизации, с использованием понятий о системах [63 и др.]. При всем, прежде всего практическом, значении формационного метода не следует его переоценивать и считать универсальным для теоретических проблем литосферы.

#### 45. Вертикальные и горизонтальные движения.

##### Теория геосинклиналей. Мобилизм

До XX в. не было в общем противопоставления вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Главнейшие гипотезы XIX в. — «теория поднятия» и «теория контракции» признавали первичными радиальные движения, частью трансформировавшиеся в тангенциальные, которые в последнем случае стали играть ведущую роль в складкообразовании и горообразовании. Теория геосинклиналей явилась также синтезом движений обоих типов. Она никогда не была геотектонической гипотезой, как думают Попов<sup>1</sup> и некоторые

<sup>1</sup> Попов считает, что учение о геосинклиналях не могло справиться с объяснением развития земной коры, ибо легко прибегало к помощи различных, часто «взаимно исключающих» геотектонических гипотез. «Подобная беспринципность в подходе к пониманию природных явлений сама по себе доказывает несостоятельность учения о геосинклиналях» [155, с. 5]. Это иллюстрация к методической беспомощности и своеобразному пониманию принципиальности.

другие. Теория геосинклиналей — эмпирическое обобщение о распределении формаций в верхних частях земной коры и реконструируемых на этой основе ее движениях.

Усиленно развиваясь с начала XX в., теория геосинклиналей хотя и при- бегала, естественно, к попыткам объяснения причин наблюдавшихся явлений, осталась в области геостатики и геокинематики, что ясно видно из ее определе- ния [216]. Учение о геосинклиналях, точнее о геосинклиналях и платформах (отсутствие упоминания о вторых — пережиток стадии, когда платформы счи- тались практически инертными), с накоплением фактов привело к усложнению терминологии и классификации (миогеосинклинали, эвгеосинклинали, пара- геосинклинали, интрагеосинклинали и т. д.), к выделению промежуточных (переходных) зон и этапов, обнаружило ряд индивидуальных форм. В резуль- тате к середине века наблюдался некоторый «кризис» теории геосинклиналей: определения стали расплываться в море фактов. Это явление, закономерное в истории науки, преодолевается (в том случае, если гипотеза не заменяется новой) развитием и уточнением основных понятий и классификаций. Теория геосинклиналей пока выдержала испытание временем; как основное обобщение в геостатике и геокинематике она — необходимый исходный материал и кри- терий обоснованности для любой геотектонической гипотезы. Это хорошо иллю- стрируется тем, что, привлекаясь вначале для подтверждения гипотезы кон- тракции, она стала в XX в. одним из доводов для ее опровержения. История и современное состояние теории геосинклиналей освещены в ряде работ (Хаин, Шейнманн, 1960; Лазько, Резвой, 1961; Хаин, 1964; Обуэн, 1967; Хомизури, [144, № 18, 1976]).

Несмотря на то что в XIX в. ведущая роль придавалась вертикальным дви- жениям, горизонтальные слагающие уже исследовались как элементы разры- вов, сдвиги и т. п., хотя только с появлением контракционной теории они при- обрели планетарное значение. В XX в. горизонтальные движения стали само- стоятельной проблемой и получили в некоторых гипотезах существенную или решающую роль, например, в «теории шарьяжей».

По Гейму (1878), шарьяж — лежачая складка, перемещающаяся при росте по земной поверхности и превращающаяся в систему покровов или покров с близкой к горизонтальной или волнистой подошвой, с раздавливанием и «исчезновением» нижнего крыла. В 1897 г. А. Ротплетц описал известную Гларнскую лежачую складку. Широкое распространение покровов в Западных Альпах было указано Бертраном в 1896 г. В 1902 г. М. Люжон с этих позиций дал общую картину структуры Западных Альп и Карпат. И. Бержерон (1903) нашел шарьяжи в румынских Карпатах.

На сессии Геологического конгресса в 1903 г. гипотеза о покровном строе- нии имела огромный успех; это год рождения «теории шарьяжей», яркий при- мер быстрого признания. В том же году В. Улиг опубликовал сводку о строе- нии Карпат — без шарьяжей; после работ Люжона и М. Лимановского (1905), который ввел термин «тектоническая морена» для тектонических клипшенов (морена — спонтанная модель), Улиг (1907) предложил схему покровного строения Карпат [205]. В последующем «теория шарьяжей» широко приме- няется к различным районам земного шара, найдя опору в гипотезе контрак- ции (хотя последняя уже теряла значение). С другой стороны, системы шарья- жей стали использоваться для подкрепления теории контракции (Арган, Штауб и др.).

Понятие «шарьяж» со временем претерпело эволюцию. С механической стороны и при полевых наблюдениях вызвало возражения образование его по

схеме Гейма. Понятие потеряло четкость, что не позволило определить его автору более точно, чем «...надвиг значительной амплитуды по горизонтальной или весьма близкой к ней, а также по волнистой поверхности» [26, с. 28]. Практика применения теории шарьяжей позволяет определять ее как учение о существовании горных систем, особенностями которых являются: а) региональные, плоские, иногда с волнистой поверхностью, часто плавающие (бескорневые), надвиги, перекрывающие друг друга с амплитудой в десятки и сотни километров; б) одностороннее и далекое перемещение горных пород; в) фациально-структурные, четко различающиеся зоны, находящиеся в региональных тектонических соотношениях друг с другом в виде покровов (шарьяжей).

Теория шарьяжей возникла на основе наблюдения над распределением разновозрастных горных масс, в частности в «клиппенах», т. е. на основе актуализма. Но сама теория, преждевременно утвердившаяся было в этом качестве, приобрела решающий методологический аспект. Методологическое значение теории хорошо видно на примере теории шарьяжей. Она стала ключом к решению наиболее сложных тектонических проблем дедуктивным путем. Фациальный анализ, исследование общих закономерностей тектонического строения стали подменяться наложением «схемы покровов» на целые горные системы. Тектоническому методу была придана функция абсолютного и формального критерия.

Методологическую функцию теории шарьяжей хорошо выразили Г. Н. Фредерикс (1927) в СССР и Г. Свидзинский (1934) в Польше. Фредерикс, найдя признаки шарьяжа с амплитудой 15—20 км в долине р. Чусовой, сделал такой вывод: «устанавливая существование шарьяжа на западном склоне Урала в одном районе, я этим самым беру на себя обязательство (! — Б. В.) указать его существование и в других районах... шарьяж представляет собой явление региональное, которое возникает в определенную фазу складчатости, являясь завершением максимального стяжения земной коры. Он не может наблюдаться... как местное явление. Он должен быть свойствен всей системе целиком или отсутствовать» (Цит. по [25, с. 15]). Свидзинский писал: «Там где можно установить, что в двух смежных единицах (тектонических. — Б. В.) разновозрастные серии имеют различный характер, и если они или одна из них на большом протяжении сохраняют однородный фациальный характер, там современное их соседство должно быть вторичным, а первоначально их осадочные бассейны находились на больших расстояниях» (Цит. по [31, с. 8]).

Влияние теории шарьяжей на методику геологической съемки оказалось столь устойчивым, что когда она была уже достаточно развенчана, в руководстве по геологической съемке (1954) рекомендовалось стратиграфию и тектонику каждого участка, ограниченного тектоническим контуром, изучать «...независимо от тектоники и стратиграфии соседних участков, лежащих вне этого контура» [31, с. 9].

Теория шарьяжей наряду с учением Вернера — хорошая иллюстрация к понятию «реакционной теории». Гипотеза начинает тормозить прогресс развития науки, когда она, не став еще научной теорией, порождает метод, подчиняющий себе рабочие и другие специальные методы науки. В какой мере это сказывалось на практике, можно иллюстрировать разрезом (рис. 6) Суйковского (1936 г.). Может ли читатель объяснить, в результате какого мыслимого естественного развития могла возникнуть эта структура? Она — так, как отражена в разрезе, — современное явление, но не может объяснить прошлое (или быть объясненным им), это эмпирическое обобщение, не выдерживающее проверки актуализмом.

Крайности теории шарьяжей стали многообразны. Амплитуды шарьяжей дошли до 200 и даже 400 км. В большинстве случаев неразрешимой стала проблема их корней. Фациальный и палеогеографический анализ оказались невозможными.

Абсолютизация теории шарьяжей вызвала реакцию как за рубежом, так и в СССР. Возникновение и первые приложения ее были обусловлены географически. Несмотря на наличие активных сторонников ее, первые попытки найти покровное строение на территории СССР были мало удачны. Исследования советских геологов в Восточных Карпатах (1946—1950) также привели к отрицанию *классического* покровного строения, что в свою очередь — к отрицанию наличия ряда покровов в Западных Карпатах. Белоусов и его сотрудники [6]

СВ

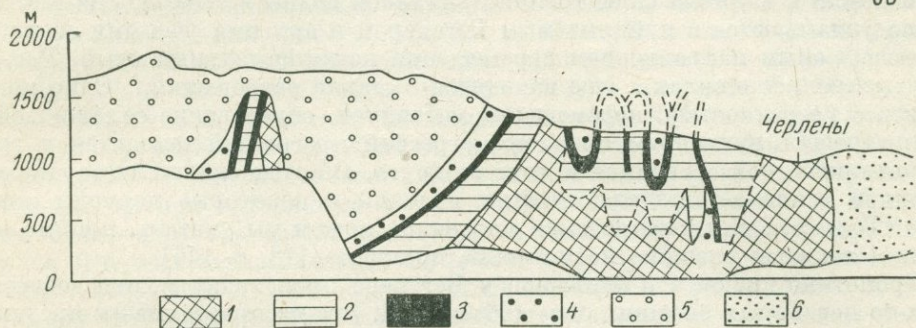


Рис. 6. Разрез шипотских серий в Восточных Карпатах, по З. Суйковскому (1936): 1 — черные сланцы; 2 — стекловатые песчаники; 3 — красные сланцы; 4 — серые сланцы; 5 — черногогорские песчаники; 6 — песчаники Скуповой плащевины (шарьяжа)

пришли к выводу об отсутствии покровов в Восточных Альпах. До 60-х годов изученных систем покровов в СССР не было; этот географический фактор, несомненно, сыграл здесь роль.

В дальнейшем для советских геологов выяснилось, что, во-первых, бесспорно известны, хотя, видимо, и ограниченные по амплитуде, шарьяжи, возникшие даже по механизму, близкому к указанному Геймом. В строении Альп, Карпат, Гималаев, Центральных Динарид (Белостокский, 1969) наблюдается немало шарьяжей, хотя роль их, как например, в Гималаях, очевидно, преемственно увеличивается. За рубежом теория шарьяжей после расцвета в 20—30-х годах также претерпела кризис в 40-х — начале 50-х годов (Ситтер, 1960 и др.).

Последние работы в ряде случаев подтвердили наличие покровов, что касается, в частности, Кахетии, где изучены покровы, установленные еще Вассоевичем в 30—40-х годах. Шарьяжи остались, но теория шарьяжей оказалась методологически скомпрометированной. Автор в принципе не может существенно изменить свои взгляды на теорию шарьяжей [25]. Наличие шарьяжей ставит особые методические задачи: сравнительно-историческое изучение распространенности шарьяжей различных типов в разные периоды и в разных структурах и их геотектоническое значение. Но эти задачи не выходят за пределы изучения складчатости и блоковой структуры вообще.

В автономном виде горизонтальные движения выступили в гипотезе перемещения материков Вегенера, кратко опубликованной в 1912, 1915 и в 1922 гг. Вегенер пишет, что идея гипотезы появилась у него в 1910 г. и лишь после этого он «много раз» встречал в литературе совпадающие взгляды. В частности, им названы Г. Веттштейн (1880), Пикеринг (1907), Ф. Б. Тейлор (1910; ему,

очевидно, принадлежит идея), а также ряд авторов (начиная с 1876), указывающих на перемещение земной коры в целом по подстилающей ее геосфере или перемещение полюсов.

Свою гипотезу Вегенер обосновывал с геофизической, геологической, палеонтолого-биологической, палеоклиматической и геодезической точек зрения, хотя недостаточно детально. Негативным обоснованием была критика теории контракции и гипотезы межматериковых мостов, как не объясняющих ряда фактов. Вместе с тем Вегенер, считая, что складкообразование и горообразование могут быть следствием смятия сил впереди движущихся глыб в пределах шельфа и материкового склона, оставлял открытым вопрос о причинах движения. Он указывал лишь на вероятную роль центробежной силы при вращении Земли и влияния силы трения приливной волны в ее теле. Эти факторы хорошо увязываются с принимаемым Вегенером и другими учеными западным и полюсобежным направлением перемещения континентальных глыб. Вегенер пишет: «...вопрос о силах... еще находится в стадии разрешения... Одно можно принять с уверенностью: перемещение материков, образование складок, образование трещин, вулканизм, смена трансгрессий и регрессий находятся в грандиозной причинной зависимости друг от друга. Об этом свидетельствует одновременное усиление проявления этих явлений в некоторые периоды жизни Земли. Только... для перемещения материков можем мы указать, помимо внутренних, также и внешние космические причины» [18, с. 144].

Кропоткин пишет, что движение у Вегенера происходит «...под действием каких-то неведомых внешних сил» [96, с. 112]. Это несправедливо к предшественникам. Силы у «неомобилистов» вряд ли намного более «ведомы». Это замечание не значит, что у гипотезы Вегенера не было многих слабых мест.

Вегенер — неокатастрофист, как и контракционист Штилле. Кроме того, гипотеза Вегенера относится, как и теория геосинклиналей, в первую очередь к геокинематике. Это гипотеза о первичной роли горизонтальных движений, в отличие от классической теории геосинклиналей, где первичны все же радиальные силы. Однако последняя, рассматриваемая лишь как статическое и кинематическое обобщение, не должна, в принципе, противоречить мобилизму; по Вегенеру, геосинклинали располагаются на шельфе по окраине континентальных глыб.

Мобилизм имел большой успех в 20-х годах, особенно у географов, но вызвал и серьезную критику; указывалось, в частности, на неровную подошву сил. К 40-м годам мобилизм отошел на задний план. Статьи Шатского (1946), Белоусова (1948) и др. можно рассматривать как итог критики мобилизма. С 50-х годов появился «неомобилизм».

Таким образом, с начала XX в. проблема движений земной коры испытывает дивергенцию. Горизонтальные и вертикальные движения начинают конкурировать в ряде систем взглядов. В дополнение к мобилизму появился «фиксизм». Разумеется, это отразилось на разных уровнях исследования, интерес к горизонтальным движениям вырос вообще. Напомним о работе Вальтера (1914), в которой он указывает на недооценку горизонтальных слагающих движений. Надо думать, что «борьба» между сторонниками тех и других движений закончится признанием их единства.

#### 46. Внутреннее строение Земли. Геотектонические гипотезы

После Зюсса прогресс учения о земных оболочках связан прежде всего с сейсмологией. В 1897 г. Вихерт предложил схему двухслойной (не считая земной коры) Земли с тяжелым, существенно железным ядром, что, впрочем,

не было новым. За 1908—1915 гг. были достигнуты большие успехи в построении сейсмической модели Земли [2]. Укажем некоторые даты. Р. Олдгем в 1906 г. установил глубину до поверхности ядра, равную 3770 км; современную цифру — 2900 км вычислил Б. Гутенберг в 1914 г. В. Клуссман в 1915 г. наметил в мантии два слоя с разделом на глубине 1200 км, А. Мохоровичич в 1910 г. установил «поверхность Мохоровичича» — границу условной земной «коры», состоящей из гранитного (сиаль, саль) и базальтового (сальсима) слоев. В 1921 г. Тамс указал на существование океанического типа коры (без гранитов), а в 1925 г. сейсмическую границу между ними проследил В. Конрад; Б. Б. Голицин к 1917 г. обнаружил поверхности сейсмических разделов на глубине около 100 и 500 км. К 1925 г. трехслойная модель была общепризнана.

Одновременно выделялись разделы низших рангов, глубина которых затем уточнялась или они отвергались вообще. Важным и играющим роль в геофизическом обосновании некоторых гипотез является слой пониженной вязкости (т. е. скоростей сейсмических волн) — астеносфера. Мысль о его существовании была высказана еще Мерреем в конце XIX в. Он выделял центросферу (ядро), тектосферу (глубже 50 км) и литосферу (по Зюссу). Тектосфера Меррея [126] — это пластичный слой изостатического приспособления и компенсации. Он под материками лежит глубже, чем под океанами. Его состав более однороден, чем состав литосферы и менее, чем центросферы. Взгляды Меррея содержат зародыши идей Лукашевича [114, I], представления о тектосфере Белоусова и астеносфере. Идея последней принадлежит, вероятно, Голицину (100—230 км, 1917 г.). Гутенберг установил ее в 1926 г. в пределах 75—200 км.

В 1936 г. Леман выделила внутреннее ядро Земли, граница которого была проведена Гутенбергом и Рихтером на глубине около 5870 км. К 1950 г. сейсмической модель Земли была в схеме построена и вряд ли сейсмический метод в дальнейшем ее сильно изменит; остаются детализация и уточнение, особенно границ в пределах коры и мантии. Сейсмическая модель, построенная в 40-х годах Булленом, содержит восемь слоев. Современные представления, по И. Верхогену (1958 г.), Буллену (1961 г.) и В. А. Магницкому (1965 г.), свел П. С. Воронов [28]; уточненные цифры по Н. А. Беляевскому (1969) приведены в табл. 5.

Таблица 5

Строение Земли по сейсмическим данным

Слой		Интервал глубин, км
индекс	название	
A	Земная кора (континентальная, в среднем)	0—33
B	Мантия (оболочка)	{ 33—410 (слой Гутенберга) 410—1000 (слой Голицына)
C		
D'		Нижняя
D''		
E	Внешнее ядро	
F	Промежуточное ядро	
G	Внутреннее ядро	

Не все границы отбиваются достаточно четко; к числу ясных относятся границы коры и ядра. Другие границы, вероятнее всего, отвечают более или менее плавному изменению механических свойств недр Земли, в зонах, мощностью до первых сот километров.

Сейсмическая модель отражает некоторые механические свойства геосфер, разумеется, связанные с их физико-химическими особенностями. Одновременно разрабатывались гипотезы о термическом состоянии и истории недр Земли, выяснялась структура физических полей Земли и строилась геохимическая модель. Для этих исследований опора — сейсмическая модель.

Современный этап развития геохимии начинается с XX в. и связан с именами Ф. У. Кларка (1908), Вернадского, Гольдшмидта, Ферсмана и др. Первую геохимическую модель Земли разработал Гольдшмидт (1922). Он указал гипотетический состав ядра, нижней и верхней мантии и коры, основываясь на идеях гравитационной дифференциации вещества, обогащении ядра железом, сходства с метеоритами и аналогии расслоения образующейся массы Земли разделению вещества в доменном процессе. Все эти предпосылки уже существовали в науке. Гольдшмидт разработал гипотезу на основе частных гипотез, которые, таким образом, являются с ней сопряженными. Это направление развивалось рядом ученых (Тамман, Линк, Вашингтон, Ферсман и др.), расходившихся в деталях, но оперировавших в общем геохимическими представлениями в области земной поверхности и эксперимента, доступного тому времени, с поправками на иные термодинамические условия.

В основу представлений о глубоких недрах Земли был положен и другой принцип — об ином состоянии вещества. По гипотезе Лодочникова — Рамзая (1939—1948), более плотные геосферы могут образовываться за счет перестройки атомной структуры вещества при большом давлении. Идея эта также не нова. Таким образом, к 1950 г. оба направления определились. Второе из них развивалось затем А. Ф. Капустинским (1956), Л. Эдьедом (1957). Оно приобрело дополнительное обоснование в экспериментальных работах 60-х годов, в частности в получении С. М. Стишовым в условиях высокого давления стшовита — кварца плотностью  $4,3 \text{ г/см}^3$ . В конце XIX и в первой половине XX в. был предложен ряд гипотез о структуре и составе недр Земли, вплоть до газового и пустотного ее ядра. С историко-научной точки зрения интересна гипотеза А. Ритмана и В. Куна (1941, [2]): однородная вначале Земля при развитии теряла Н и He. Только в ядре сохранилось «солнечное» вещество (ср. с Декартом), состоящее главным образом из водорода (элемент 1 по Декарту). Эти идеи развивает сейчас Ларин [104].

Гипотеза о происхождении и эволюции верхних оболочек Земли в 50-х годах предложена Виноградовым (1949 и др.). Он воспользовался известной в технике зонной плавкой как моделью процессов выплавления коры из верхней мантии. Гипотеза нашла признание прежде всего в СССР (Магницкий и др.). Если вспомнить проблему «океанизации» и «континентизации» земной коры, активно обсуждающуюся с 50-х годов (Белоусов, Деменицкая, Шейнманн, Тихомиров, Магницкий, Павловский, Беммелен и др.), геотектонические гипотезы, связанные с дифференциацией магмы и т. д., то следует думать, что с 50-х годов эволюция геосфер стала конкретнее интересовать ученых [72, 104, 182, 189, 199 и др.]. Эту тенденцию выразил, например, Г. П. Тамразян, предложивший в 1957 г. термин «историческая геофизика», вряд ли нужный.

В XIX в. гипотеза контракции была ведущей, а в ее основе лежало пассивное центростремительное движение магмы вследствие охлаждения геоида. По логике развития науки отрицание контракции с начала XX в. оживило

антитезу — идею Гумбольдта об активной магме (теория поднятия). Эта идея лежит в основе большинства геотектонических гипотез XX в. Мы не будем излагать их историю, отсылая к работам Белоусова [4], Хаина [216, 217] и др.

Белоусов классифицирует гипотезы по ведущим движениям; он строгий фиксист и «вертикалист». Хаин делит их на эндогенные и экзогенные по ведущей энергии. Его изложение вообще отличается широтой, он умеренный фиксист; признающий возможность значительной роли горизонтальных движений. И то, и другое деление, по мнению автора, недостаточно. Деление Белоусова, кроме того, в ряде случаев условно: надо иметь в виду, о каком процессе идет речь, складкообразовании, горообразовании или геотектоническом процессе вообще. Белоусов, например, гипотезы конвекционных течений безоговорочно относит к «мобилистским». Хаин считает, что в них «...придается, по крайней мере, равное значение вертикальным и горизонтальным движениям...» [217, с. 401]. Не ставя целью разработку рациональной классификации, автор группирует важнейшие гипотезы по некоторым признакам (табл. 6), причем отдельные гипотезы иногда входят в две или три группы. Несомненно, деление на группы условно, ряд гипотез не отражен в таблице, но она иллюстрирует некоторые выводы.

Прежде всего определим понятие: геотектоническая гипотеза должна объяснять причины и механизм всех движений земной коры, включая магматизм. Это гипотеза геодинамическая, тогда как теория геосинклиналей и континентального дрейфа (Вегенера) — кинематические гипотезы. Гипотеза изостазии, хотя была попытка использовать ее для объяснения тектогенеза (Боуи, 1936), относится к геостатике. Здесь она частью приближается к рангу теории, но одна не может объяснить длительного развития земной коры, что показали К. Деттон (1904) и Е. Люстих. Ряд гипотез не вполне отвечает определению, которое дано выше. Более всего ему соответствуют в общем некоторые гипотезы, предложенные или доработанные с 50-х годов.

В результате кризиса контракционной гипотезы, отказа от гипотезы Канта — Лапласа и трудностей объяснения с позиций контракционизма ряда явлений, уже с первого десятилетия появилось несколько гипотез, авторы которых искали новых путей. Они или вернулись на новой основе к гипотезе поднятия, развили контракционную гипотезу в пульсационную или привлекли идеи о ротационных силах и изостазии. В этом отношении интересна гипотеза Лукашевича [114, 1] — гибрид идеи контракции и изостазии. Этому ученому принадлежит также мысль о том, что в развитии Земли, в планетарных процессах ведущую роль играют не молекулярные, а молярные силы, т. е. действие масс. Правильность ее подчеркнули Бубнов [114], Личков [111] и др. В связи с этим упомянем и о воскрешении идей де Бомона и Грина о Земле — многограннике [111 и др.]. Личков указывает их отдаленные истоки — Кирхера, Бюаша и др.

Тектонических гипотез в период 1900—1925 гг. было еще мало. Белоусов [4, 1962] верно заметил, что не было еще условий для развития новых направлений: лишь началось построение сейсмических и геохимических моделей Земли. В подпериод В (1925—1950) эти условия появляются. Чисто «радиоактивная» гипотеза была выдвинута только в это время (1925); соответствующий раздел физики стал оказывать большее влияние. До 1950 г. появились представители всех выделенных нами групп гипотез, имея, как правило, предшествовавшие высказывания во второй половине XIX в. После 1950 г. гипотезы усложняются, их становится больше. Хорошо наблюдается гибридизация гипотез: несколько гипотез порождают новую (расширение + магматическая

Таблица 6

## Важнейшие группы геотектонических гипотез XX в.

Гипотезы	Годы	Авторы гипотез и их видов	«Ведущие» движения	Энергетика	
				источник	основные процессы

I. Гипотезы поднятия  
(с участием и гравитационно-магматических течений)

а) изостатическая	1904	Деттон	Вертикальные	Эндогенный	Механические + изостазия
б) гравитационная	1906	Ампеферер	То же	То же	Механические
в) контракционно-изостатическая	1908	Лукашевич	»	»	»
г) «гравитационная»	1914	Андре	»	»	Разные: кристаллизация, радиоактивные, приливные и т. д.
д) »	1920	Швиннер	»	»	
е) »	1921	Космат	»	»	
ж) »	1930	Хаарман	»	»	
з) астенолитная	1941	Б. Виллис, С. Виллис	»	»	Радиоактивные
и) ядерная	1951—1960	Попов	»	»	Глубинная дифференциация + различные процессы, «зонная плавка»
Сюда же относятся условно гипотезы:					
к) волновая	1933—1958	Беммелен	Вертикальные + горизонтальные	Эндогенный	Гравитационно-геохимическая дифференциация
л) глубинной дифференциации	1960—1962	Белоусов	Вертикальные	То же	То же, подчеркнуты радиоактивные

## II. Гипотезы, характеризующиеся общей направленностью движений коры

а) пульсационные (как правило, с ведущей ролью сжатия)	1902	Ротплетц	Вертикальные	Эндогенный	В основном рассматриваются механические процессы, зависящие от тепловых, физико-химических и т. п. Дегидризация (ведущие см. как а)
	1934	Обручев	То же	То же	
	1933—1939	Бухер	»	»	
	1940	Усов	»	»	
	1940	Обручев	»	»	
б) связанные с расширением Земли	1975	Ларин	»	»	
	1927 (идея)	Линдеман	»	»	
	1933	Хильденберг	»	»	То же
	1934	Тетяев — Букановский	»	»	»
	1960—1962	Белоусов	»	»	См. I, л

Продолжение табл. 6

Гипотезы	Годы	Авторы гипотез и их видов	«Ведущие» движения	Энергетика	
				источник	основные процессы
в) связанные с сильным расширением Земли	1956—1960	Эдъед	Вертикальные	Эндогенный	Модификация вещества
г) неоконтракционизм [216]	1962 с 40-х гг.	Нейманн Ландес Лийз, Аслания и др.	То же » »	То же » »	Механические, фазовые превращения вещества

## III. «Радиоактивные» гипотезы (радиоактивность — ведущий фактор)

а) радиоактивных циклов	1925	Джюли	Горизонтальные	Эндогенный и ротационный	Радиоактивные, термодинамические, механические
б) радиомиграционная	1942—1943	Белоусов	Вертикальные	Эндогенный	То же

IV. Подкорковые течения как ведущий фактор  
Конвекционные течения

а) конвекционные течения	1928—1931	Холмс	Горизонтальные	Эндогенный	Термодинамические радиоактивные
б) то же	1939	Григгс	То же	То же	То же
в) »	1928, 1951—1959	Краус	Вертикальные	Эндогенный + ротационный	»
г) »	1952—1957	Венинг-Мейнес	Горизонтальные	Эндогенный	»
д) »	1953	Юри	То же	То же	»

## Магматические течения сложного генезиса

а) волновая	1933—1958	Беммелен	Вертикальные	Эндогенный + ротационный	Волновые
б) «ядерная»	1951—1960	Попов	То же	Эндогенный	См. I, и
в) глубинной дифференциации	1960—1962	Белоусов	»	То же	Глубинной дифференциации

## Новая глобальная тектоника

а) «Генотип» новой глобальной тектоники	1968	США	Горизонтальные и вертикальные	Эндогенный	Различные магматические
б) Вариант предыдущей	1974	Сорохтин	То же	То же	Гравитационные, радиоактивные
в) То же, частично	1975	Ларин	Вертикальные	»	Вед. дегидризация, сжатие

Гипотезы	Годы	Авторы гипотез и их видов	«Ведущие» движения	Энергетика	
				источник	основные процессы
V. Ротационные и планетарные гипотезы <sup>1</sup>					
а) пендуляционная	1901—1907	Рейбиш и Зимрот	Горизонтальные	Планетарный	Механические
б) генетический аспект гипотезы мобилизма	1910—1912	Тейлор Вегенер	То же	То же	»
в) ротационная	1927—1965	Личков	»	»	»
г) »	1946—1961	Бондарчук	»	»	»
д) »	1959—1961	Стовас	»	»	»
е) ротационно-контракционная	1957	Тамразян	»	»	»
ж) гравитационно-инерционная	1961	Пейве	»	»	»

Примечание. 1. Различные аспекты ротационных сил как факторов тектогенеза (полособежные, приливные силы и т. п.) рассматривали также Крейхгауэр (1902), Лейбензон (1910), Шварц (1912), А. Веронне (1912), Л. Пожельс (1911), Этвеш (1913), П. Эпштейн (1912), В. Д. Ламберт (1921), Г. Квиринг (1921), Арн. Гейм (1933), В. А. Магницкий (1941), Г. Н. Каттерфельд (1958, 1962) и др. Ротационный фактор ведущим считается редко (например, Личков, Пейве), обычно он способствующий.

дифференциация; дрейф континентов + радиоактивный разогрев + конвекционные токи и т. д.), гипотезы стремятся к полидинамичности (рис. 7). На эту тенденцию указывают (Тамразян, 1957), [216, 322]). Оба явления — общие закономерности в истории геологии. Ротационные гипотезы в подпериод А не вышли из стадии идей и предположений.

Мобилистские гипотезы становятся выражено геодинамическими с появлением неомобилизма.

С завершающим обобщением геотектоники — геотектонической гипотезой — сопряжен ряд серьезных проблем: происхождение и возраст океанов, классификация ведущих механизмов образования складок, магматизм, строение земных недр, сейсмическая активность и т. д. В их разрешении к концу рассматриваемого времени наблюдается большой прогресс, но главным образом накапливаются факты. Как ведущий фактор складкообразования рассмотрены тангенциальное сжатие, гравитационное оползание, раздавливание (послойное течение; Тетяев, Белоусов). Различаются идиоморфная и голоморфная складчатость, с конца XIX в. предложен ряд генетических классификаций складок; Л. Мразек (1907) выделил, например, диапировые складки; исследована соляная тектоника.

Изучение морфологии и коры дна океанов доказало принципиальное геотектоническое различие между материками и океанами. В вопросе об их генезисе существовали две точки зрения: изначальность континентов и океанов (старая точка зрения) и относительная молодость последних с большей древностью Тихого океана. В 1904 г. Вальтер <sup>1</sup> (возможно, он развил чью-либо точку зрения), на основании общегеологических и биологических фактов пришел к выводу, что океанические глубины сформировались к концу палеозоя,

<sup>1</sup> Эта статья пропущена мной в его библиографии [33].

а основная масса фауны иммигрировала из мелкого моря даже в мезозое. «Глубины океана (т. е. площадь их. — Б. В.) постоянно увеличиваются за счет мелкого моря и суши» [325, с. 24], что доказывается и наличием океанических желобов. Это мнение с тех пор существовало.

Белоусов [5] считает, что процесс формирования океана захватил время с конца палеозоя до неогена (для Северной Атлантики); биологическими мотивировками он почти не пользовался. С другой стороны, Зенкевич [73] доказывает, привлекая лишь биологию, глубоко докембрийский возраст океана. Частью, очевидно, здесь речь идет о разных понятиях, которые необходимо точно определить. Для автора убедительнее идеи Вальтера — Белоусова, хотя и следовало бы подвергнуть дополнительному изучению биологические доводы Вальтера и Зенкевича. В случае подтверждения первых, положение о молодости, постепенности и перманентности образования океанов может обогатить геологическую теорию. В этом случае «конвергенция» биологических и тектонических идей создает совпадающую дополнительную информацию. Но возникает новая проблема — палеогеография «доокеанического» этапа.

Белоусов считает, что параллельно с формированием океанических глубин, из магмы выделялась и часть океанической воды (ювенильная вода Зюсса, эруптоза Вальтера). Идея эта (также у Виноградова и др.) не нова, впервые ее выразил в 1904 г. Рихтгофен [114, 3, с. 573].

В успехах геотектоники играли большую роль советские ученые [3, 167, 216]. Белоусов указывает на значение ранних тектонических работ Головкинского, Карпинского, Павлова и Архангельского. В СССР родилась и достигла больших успехов неотектоника (Обручев, 1948). Имея прикладной аспект, она является и базой для применения актуализма [136]. Советская тектоническая школа к 50-м годам имеет уже ведущее значение. Большую роль в этом сыграли регионально-тектонические работы на территории СССР, имеющие обычно теоретические аспекты (Богданов, Муратов и др.).

#### 47. Абсолютная геохронология

В начале XX в. продолжали разрабатываться геологические методы определения «абсолютного» возраста. Например, де Геером (1912) разработан метод «ленточных глин». Андрусов [1] указал на слоистость соли как на воз-

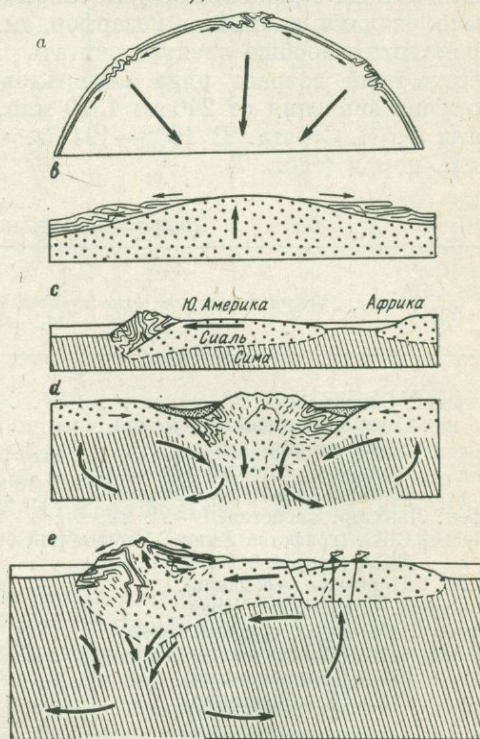


Рис. 7. Развитие геотектонических теорий (гипотез) [по 322]:

*a* — контракционная, *b* — оциллиционная (в середине — геотумор), *c* — дрейфа материков, *d* — подкорковых течений, *e* — комбинация теорий «*a*», «*c*», «*d*» с представлениями об альпийской и германской тектонике

можную основу таких подсчетов. К сожалению, слои соли обычно сильно дислоцированы. Возникает радиогеохронология, играющая большую роль с середины 20-х годов, всегда в тесной связи с «чисто» геологическими методами.

Радиогеохронология («радиологические методы геохронологии» и т. п.) была первым важным приложением в геологии исследования субатомной ФДМ. Идея метода принадлежит П. Кюри (1902). Первое определение (по свинцу) было сделано в 1904 г. Резерфордом. Основоположителем методов радиогеохронологии вообще следует считать Б. Б. Болтвуда. В 1907 г. он определил абсолютный возраст ряда минералов по содержанию радиогенного свинца, получив значения от 246 до 1320 млн. лет. Большую роль сыграли также работы Р. И. Стрэта. В 1908—1911 г. он гелиевым методом установил возраст ряда пород (табл. 7).

Таблица 7

Возраст пород, по Р. И. Стрэту [190]

Минерал, местонахождение, относительный возраст	Возраст, по Стрэту, млн. лет	Примерный интервал по современным данным, млн. лет
Циркон, Овернь, миоцен	6	20—25,0
То же, Северо-Восточная Тасмания, юра	40	137—195
» Урал, нижняя пермь	160	260—285
» Колорадо, верхний карбон (?)	125	285—305
» Южная Африка, кимберлит	300	140—170
Сфен, Лаахтер, плейстоцен	0,9	До 1,5—2,0
То же, США (графство Льюис), докембрий	476	570
» США (графство Ренфру)	202	570
» Норвегия (Арендаль), »	347	570
Флюорит, Гренландия, девон	380	350—405
Берилл, Норвегия, средний девон	334	370—390
То же, США (Массачусетс), палеозой	3 250	230—570
» США (Пенсильвания) »	3 100	230—570
» США (Нью-Гемпшир) »	24 000	230—570

В 1910 г. тем же методом цифры Стрэта проверены Кенигсбергером. Сначала палеозоя он указывает 500, мезозоя 50, палеоцена 15, эоцена 10, олигоцена 8, миоцена 6, плиоцена 2—4 и четвертичного времени 0,5—1 млн. лет [19].

Ошибки, связанные с подвижностью гелия, диффундирующего при обычной температуре через стекло, вероятно, существенно определили недоверие к радиоактивному методу в первой четверти XX в. Даже Холмс, который с 1911 г. стал разрабатывать свинцовый метод, выразил тогда лишь надежду на то, что радиоактивный метод явится важным вспомогательным средством для «расположения... геологических периодов по их возрасту» [173, стб. 423], Сам Холмс определил тогда возраст позднедевонских сиенитов в 370 млн. лет, что близко к современным цифрам. К 20-м годам были принципиально разработаны два «радиоактивных» метода, сделаны первые определения, предложена первая общая шкала (Холмс, Шухерт, 1920), но метод не стал общепризнанным.

К этому времени относится шкала абсолютного времени Павлова [146]. Он критически использовал цифры разных исследователей, полученные геологическими методами (он не упоминает радиогеохронометрию), им учтен также прогресс органического мира. Павлов предложил шкалу, приведенную в табл. 8 в сопоставлении с другими шкалами [190 и др.], составленными радиогеохронометрически.

Сопоставление некоторых шкал «абсолютного» возраста

Эры, периоды (по Павлову)	Длительность периодов, млн. лет				
	1920, Павлов	1947, Холмс	1959, Холмс	1960, СССР	1964, СССР
Четвертичный . . . . .	1,0—1,14	1	1	—	1,5—2,0
Третичный . . . . .	40	57—67	69	70	65
Меловой . . . . .	200	69—72	65	70	70
Юрский . . . . .	200	25—27	45	45	58
Триасовый . . . . .	200	29—30	45	40	45
Мезозойская . . . . .	400	123—129	155	155	173
Пермокарбон . . . . .	400	73—79	125	95	100—120
Девонский . . . . .	100	43—58	50	80	50—70
Силурийский . . . . .	100	112—117	100	80	90
Кембрийский . . . . .	100	80	100	90	≧ 70
Палеозойская . . . . .	700	308—334	375	345	310—350
С начала кембрия . . . . .	1141	489—531	600 (±12)	570	≧ 570

Для оценки цифр таблицы вспомним, что с 20-х годов граница кембрий — докембрий несколько смещалась. Хорошо сопоставляется длительность четвертичного периода, которую Павлов считал наиболее точной и принимал за эталон, используя расчеты Пенка. Но он указал, что Пенк не принял во внимание некоторых своих же соображений, и цифра больше 1,14 млн. лет. Кроме того, Павлов основывался на находках первых каменных орудий, которые позднее были открыты глубже.

Расхождения для мезозоя, особенно мела, и пермокарбона можно объяснить. Одним из критериев оценки времени была скорость видообразования. В мелу и пермокарбоне усиливается видообразование. Хотя Павлов считал, что в прошлом возможны иные скорости процессов, но, очевидно, недооценил, неравномерность развития жизни и завысил длительность этих периодов. Но он правильно указал относительно большую продолжительность мела и пермокарбона, что, кстати сказать, одно из косвенных доказательств общепризнанной неравномерности эволюции жизни. Павлов подчеркивает, что попытки определения полного возраста Земли физиками (длительность охлаждения) давали противоречивые результаты: 20—400, вероятнее 100 млн. лет. Последнюю цифру отстаивал Дарвин еще в 1886 г., а в 1905 г. он же заявил, что открытие радиоактивности делает эти расчеты совершенно ненадежными. Определять длительность геологических периодов до открытия радиоактивности физика не могла вообще. Таким образом, до появления радиогеохронометрии геологические методы определения «абсолютного» возраста в истории Земли были точнее, чем физические и являлись единственными для дробных подразделений шкалы.

Радиоактивные методы не обладают абсолютной точностью. Помимо обычных погрешностей определения исходных величин, получение сравнимых результатов требует полного учета условий возникновения и изменения осадка и породы. Относительная простота физического эксперимента осложняется необходимым изучением геологических процессов. Естественно, что со времени возникновения радиогеохронометрии отдельные цифры возраста уточнялись, а иногда они не могут считаться вполне окончательными и сейчас. В обобщенной

геохронологической шкале для фанерозоя [170] точность определения возраста от современности указана от  $\pm 33\%$  для плейстоцена до  $\pm 3,8\%$  для нижней границы кембрия.

Следует признать, что шкала Павлова свидетельствует о больших методологических успехах геологии к началу XX в. Подчеркнем, что не случайно Павлов рассматривал время с кембрия. Лишь с этой эпохи сохранились сравнительно полные геологические документы — породы и органические остатки. Цифры, приведенные Павловым, — результат логического анализа геологического материала. Полный возраст Земли мог тогда лишь экстраполироваться. Последние годы усиленно изучалась абсолютная геохронология докембрия [204] и для длительности докембрия получены цифры порядка 3,5 млрд. лет. Геологический возраст Земли не менее 4,5—4,6 млрд. лет. Космический возраст Земли — проблема, еще не решенная однозначно.

Особое место занимает радиоуглеродный метод. Он имеет особое отличие, так как изотоп углерода  $C^{14}$ , распад которого лежит в его основе, возникает в атмосфере под действием космических лучей. Степень постоянства этого процесса может вызывать сомнения; дальнейшая миграция радиогенного углерода в атмосфере и гидросфере в принципе может быть несколько различной в разные эпохи. Возможные неточности при общей небольшой длительности времени, в пределах которого теоретически пригоден метод, — не более 30—40 тыс. лет — могут оказаться заметными. Поэтому в четвертичной геологии с этим методом в некоторых интервалах в известной мере конкурируют другие — по кольцам древесины, ленточным глинам, астрономический и т. п. Кроме того, применение радиоуглеродного метода требует исследования более разнообразных внешних условий, что увеличивает неоднозначность результатов.

Сказанное никак не умаляет значения радиологических методов, которые несравненно точнее и объективнее всех других. Но противопоставление физических методов геологическим неверно уже лишь потому, что они являются не физическими, а геофизическими, т. е. разновидностью геологических методов [35].

В чем основное различие между рассмотренными группами методов? В обоих случаях инструментами для измерения времени служат остаточные явления, результаты геологических процессов — толща пород, остатки организмов, продукты распада радиоактивных элементов и т. п. Решающее преимущество радиоактивных методов в том, что ведущий процесс — радиоактивный распад за геологическое время — непрерывен, равномерен, идет с той же скоростью, как сейчас, и независим от влияния среды (как с недостаточными основаниями принимается). Метаморфизм пород и другие процессы, учет которых необходим, являются все же второстепенными. Собственно геологическое же измерение времени основано на заведомо неравномерных, обычно прерывистых полифакторных процессах.

Принципиальная основа определения абсолютного возраста любым способом — актуализм и, для радиоактивных методов в меньшей мере, — сравнительно-исторический метод. В случае радиоактивных методов актуализм проявляется в признании скорости распада элементов всегда равной современной (возможно лишь практически — Кузнецов, Панасюк, 1959), а также в установлении процессов изменения породы, содержащей радиоактивный минерал, и условий ее существования.

Радиологические методы связаны, однако, с геологией теснее. Без относительной геохронологии абсолютное измерение времени не может существовать,

без нее вообще нельзя было бы практически доказывать и постоянство скорости радиоактивного распада. Обе геохронологии нераздельны. Мало того, абсолютные шкалы и теперь строятся с использованием геологических методов (по скорости осадкообразования). Например, шкала Холмса (1947) построена на основе пяти опорных радиологических точек, сочетающихся с датами, полученными геологическими методами. Вообще достаточно дробные деления шкалы некоторыми методами и при использовании любых пород точно установлены быть не могут. Это можно сказать, например, о телах гранитов, принадлежащих одному очагу магмы, относительный возраст которых установлен точно и дробно и т. п. Таким образом геофизические методы принципиально отличаются от физических. В первых мы конкретно сталкиваемся с учетом историко-геологических процессов и тесной связью с «чисто» геологическими методами [35].

Специфику геофизических методов можно иллюстрировать соотношением радиологических методов и археологии. Л. С. Клейн [87] пытается противопоставить физические методы археологического датирования различным другим. Не рассматривая статью по существу (Клейн недостаточно анализирует условия и интервалы применимости разных методов), укажем, что физические и химические процессы не являются предметом изучения социальных наук, в отличие от биологии и геологии. Археология использует для абсолютной хронологии методы других наук, в том числе химические и физические, которые являются для нее лишь рабочими.

В 1907—1908 гг. возникли свинцовый и гелиевый методы. В СССР первые определения этими методами делались с 1926 г. (К. А. Ненадкевич, В. Г. Хлопин). Другие радиохронометрические методы появились с 1937 г. Стронциевый метод предложил В. М. Гольдшмидт (1937); аргоновый — Р. Д. Эванс (1940); иониевый — К. С. Пиггот и В. Д. Урри (1941); радиоуглеродный (1951) — Р. Г. Андерсен и В. Ф. Либби. Наконец, с 30-х годов появился ряд методов, нашедших ограниченное применение или имеющих лишь теоретическое значение: осмиевый, по плеохроичным ореолам, кислородный, бериллиевый, ксенонный, кальциевый и др. История абсолютной геохронологии еще не написана. Отдельные исторические сведения по геологическим и радиологическим методам разбросаны (Войткевич, 1956, [204] и др.). Они нередко неполны, иногда неточны. Пишут, например: «...за сравнительно недолгий срок применения радиологических методов... представление о длительности всей истории Земли непрерывно расширялось» [204, с. 20]. Пожалуй, правильнее считать, что сейчас существует «абсолютная» геохронометрия с ведущей и опорной ролью радиогеохронометрии, а не последняя сама по себе. В 1972 г. вышла работа, которая подтверждает сказанное. П. П. Зотов [161] предлагает усовершенствовать методологию седиментационной геохронометрии и обосновывает ее перспективное значение в сочетании с ведущей радиогеохронометрией. В настоящее время наблюдается интерес к проблеме времени в геологии вообще [97, 127 и др.].

#### 48. Заключительные замечания

К началу XX в. относится научная революция, связанная, в частности, с открытием сложности атома. В науках о веществе она сказалась непосредственно. На исторические науки — биологию и геологию влияние ее опосредованно, аналогично открытию в дальнейшем кибернетической ФДМ. Последнее имело революционизирующее значение для техники и биологии, обогащая

другие науки лишь вспомогательными методами. Тем не менее, с начала XX в. и в геологии произошли существенные структурные изменения, сильно сказавшиеся во второй половине века. Они зависели как от внутренней логики ее развития, так и от революции в физике, прогресса других наук и техники.

Подпериод А (1900—1925 гг.) характеризовался кризисом эволюционизма, распадением сложившихся идей и гипотез. Это, в частности, вызвало появление «неоконцепций». Возродилась «теория поднятия», в палеонтологии возник «неоламаркизм» и т. д.

Уже с начала века появляются попытки новые идеи воплотить в гипотезы. Одновременно усиленно развивались отрасли, течения и методы, возникшие вновь или заложившиеся еще в XIX в., — геохимия, геофизика (расчет сейсмического метода), геобиология, мобилизм, литология, учение о пустынях, экология, палеомагнитный метод (1901), идея о линеаментах (Гоббс, 1911 и др.) — планетарных тектонических линиях (что не было вполне новым) и пр. В идейно-методологическом плане первый этап был подготовительным, более количественным, чем качественным. Новая более богатая структура геологии по многим направлениям выявилась полнее в подпериоде Б (1925—1950 гг.).

Граница между подпериодами в известной мере условна, но и обусловлена. Война 1914—1919 гг. заметно нарушила в геологии нормальную теоретическую работу, международные связи и публикацию работ<sup>1</sup>. В 1917 г. Россия стала советской страной, но формирование социалистической науки и тем более ее вклад в мировую науку не могли быть одновременными; речь может идти о середине 20-х годов. Целесообразной датой начала подпериода Б является 1925 г. К этому времени меняется структура мировой науки, в ней появляется социалистический сектор, сказывается военный прогресс практической геологии и т. д. Примером последнего может служить аэрофотометод. Фотография с Земли (в Альпах) в целях геологического дешифрирования впервые была применена во Франции во второй половине XIX в. (Э. Цивиль). Аэрофотосъемка вначале развивалась при применении ее в военных целях и лишь после войны начала использоваться в геодезии, затем географии и геологии. После второй мировой войны она стала незаменимым методом при геокартировании.

Может быть, и не случайно, что около 1925 г. появляется ряд итоговых или новаторских работ, сыгравших большей частью заметную роль в науке. Назовем следующие: Штилле (1925) и Джולי (1925) — как бы ее значение ни оценивать сейчас, «Биосфера» Вернадского (1926) и его труды по геохимии (1923—1927), концепцию геоморфологического развития В. Пенка (1924), монографии Грабау (1924), Вальтера (1919—1927, 1924, 1926), идею о расширении Земли (1924), оформление биостратомии и палеопсихологии, первые крупные работы Гутенберга, «Климаты прошлого» Брукса (1926), статью Клооса (1928), гипотезы о гравитационных течениях и т. д. С начала 1930 г. особенно усиливается интерес к изучению осадков [317], литология становится разветвленной отраслью геологии. С 30-х годов началась дискуссия о гранитах, кончившаяся к 60-м годам признанием их полигенности [175]. В подпериод VI Б возникла (Вернадский, Самойлов) биогеохимия (рациональнее «геобиохимия») и вошла в быт радиогеохронометрия. Появляются новые рабочие и специальные геологические методы (метод терригенных компонентов Батурина, формационный, геохимические и геофизические методы поисков полезных

<sup>1</sup> Войны влияют на науку и иначе, стимулируя некоторые прикладные отрасли. На теории это сказывается позже.

ископаемых и т. д.). Значительные достижения наблюдаются в эксперименте, в особенности в петрографии [137]. Последняя в 30-х годах окончательно превратилась в петрологию [170].

Попытки создать новую геогению (Чемберлин, 1901; Джинс, 1916 и др.) к концу периода завершились двумя концепциями об эволюционном происхождении Земли из газопылевого облака, окружавшего Солнце: «холодная» гипотеза Шмидта (1944), по которой «горячая» стадия возможна после холодной, и «горячая» В. Г. Фесенкова (1950). Принципиальная основа обеих и конкретные представления Шмидта вскоре получили признание, особенно в СССР.

Антропогенные процессы были в 10-х годах признаны (Фишер, Лукашевич) важным фактором, равноценным с другими [158; 114, ч. 3 и др.].

К подпериоду Б, в частности, относится интенсивное развитие геологии в СССР, особенно тектоники, литологии, стратиграфии и учения о полезных ископаемых, региональной геологии.

Геологическое картирование в СССР при его масштабах имеет большое общенаучное значение. С 30-х годов советская наука начинает играть большую роль [170]. Основания к установлению границы периода (1950) в общем те же, что были указаны выше для 1925 г. Важнейшее абсолютное изменение предмета геологии заключалось в появлении в нем субатомных земных процессов и «мобилизма». Относительное — представления о глыбовом строении земной коры, биосфере, геохимических процессах.

**СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ГЕОЛОГИИ.  
НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

**49. Общая характеристика**

Для современной эпохи в основном характерно следующее:

1. Неокатастрофизм при существовании в этом течении еще и экстремальных идей постепенно все более сливается с представлениями о диалектической эволюции.

2. Появление неоконцепций: неомобилизма, неоконтракционизма и др.

3. Увеличение роли геокосмологических идей. Все больше уделяется внимания биосфере. Это в известном смысле крен в сторону «неоплутонизма». Пример — работа С. М. Григорьева [53]. Проявляется и сопряженное течение — «неоплутонизм»; укажем, например, статью Е. К. Мархина о роли вулканизма в происхождении жизни и коры Земли [120], как источника вещества в осадках [233] и др.

4. Усиление изучения геологии дна океанов, что является также относительным расширением предмета геологии и базы актуализма. Это вызвало к жизни новые идеи или изменило обоснование старых. В частности, для рифтовых океанических структур сейчас ищут продолжения в давно известных материковых рифтовых зонах. Так частью возродились идеи Бюаша о структурном единстве континентов и дна океана. Изучение океанического дна рождает новые понятия и термины (геоафрогеналь или георифтогеналь, талассократон и др.). В изучении геологии океанов большую роль играют советские исследования. При драгировании в Индийском океане со склонов рифтовых ущелий были извлечены образцы ультрабазитов, которые предположительно отнесены к мантии [170].

5. В связи с прогрессом науки и техники растет число рабочих методов или интенсивно развиваются старые, например, аэрофотометод, геохимические и геофизические методы и т. п. Прогресс методов бурения позволил поставить задачу бурения скважин до 12—20 км. Развивается ряд специальных методов геологии — формационный, неотектонический, и др., а также системный анализ.

6. Роль эксперимента и моделирования заметно возрастает с совершенствованием техники и с исследованиями в области теории подобия, математического моделирования и т. п. В 1940—1950 гг. получены искусственные рубины, алмазы и ряд других минералов. Широкое развитие приобрела тектонофизика (Гзовский, 1954, 1958) — эксперимент и моделирование, связанные с генезисом тектонических структур и деформаций. В СССР такие работы проводились В. В. Белоусовым, М. В. Гзовским, И. В. Кирилловой, А. А. Сорским, Е. И. Чертковой, а также коллективами СО АН СССР, МГУ [59, 116 и др.] и др. Упомяну геохимическое моделирование; примером является зонная

плавка (Виноградов, 1959), получение новых минералов в условиях, соответствующих условиям недр Земли (стишовит, коэзит и др.).

В лабораториях сейчас температура и давление достигаются более высокие, чем в ядре Земли. Однако время при этом измеряется долями секунды. Проблема времени и масс не решается в геологическом эксперименте. Поэтому обычно геология, по существу, пользуется модельным экспериментом. Новым является применение в качестве модельного материала горных пород, а не заменителей [116]. Надо сказать, что эксперимент и моделирование часто не разграничиваются, хотя это имеет методологическое значение: если допустимо иногда сказать «эксперимент подтверждает», то о моделировании так говорить следует осторожнее. Сами эти понятия, к сожалению, в геологии недостаточно четко определяются. Проще это в экспериментальной петрографии — получение вещества по основным свойствам и размеру кристаллов тождественного природному, позволяет говорить о проведенном эксперименте.

Успехи лабораторных работ не заменяют «чисто» геологических методов. Упомянем о «природном», или спонтанном, моделировании [38]. Понятие о спонтанной модели имеет отношение к системному подходу в геологии и проблеме актуализма, являясь одним из ключей к их пониманию.

7. Актуальность проблемы информации и методов ее обработки. Эта проблема в геологии специфична. Нечеткость терминологии, наличие большого числа омонимов (терминов, которым соответствуют два и более понятия) и синонимов или почти синонимов, недостаток общепринятых классификаций явлений, определений понятий, иногда нечеткость научного языка — особенности геологии, исторически сложившиеся и связанные со сложностью изучаемых ею явлений<sup>1</sup>.

Если минералогия, палеонтология и, возможно, петрология относительно благополучнее в этом отношении, то печально положение в тектонике. А. М. Боровиков [10] приводит цифры: с 1700 по 1960 г. опубликовано 4456 геотектонических терминов, а определений понятий — 8155. Рост всех параметров геологии, как и любой науки, сейчас идет приблизительно по экспоненте. Период удвоения публикаций, появления терминов в геотектонике составил  $7 \pm 3$  года в сравнении с 10—18 годами в физике и химии.

Прогноз экстраполяцией на этой основе роста публикаций и т. п. нереален не только потому, что результата «не может быть», но и потому, что детальность исследований и соответственно *отображение явлений* в науке не могут непрерывно расти такими темпами. Но принципиальная постановка вопроса безупречна и указывает на информационный кризис. Пути его преодоления, недостаточно ясные, вероятно, многообразны. Например, нецелесообразно требование об обязательной публикации сути диссертаций в статьях. Полностью или сокращенно рационально печатать защитенную работу. Один из важных путей, уже намечившийся в геологии, состоит в математизации и «кибернетизации» знания. При этом в геологии речь должна идти о трех параллельно-последовательных этапах: «качественном» — логическое упорядочение информации (фор-

<sup>1</sup> Укажем, что такой старый термин как «денудация» сейчас не вполне однозначен (входит ли в нее транспорт? Эрозия?). Полидинамичность явлений и растущая детализация исследований вызывает построение все новых классификаций — возрождение отправной точки исследования. С 1954 г. в СССР было, например, предложено по меньшей мере 8—9 классификаций складок по генетическому и «кинематическому» принципам: Г. Д. Ажгирем, А. Е. Михайловым (1958 и др.), В. В. Бронгулевым, Хаиным (1964, 1973), Белоусовым (1958, 1962). Делоне в 1905 г. писал: «...всякая классификация непочва и исчезает с этапом науки, который она помогала преодолеть» [291, с. 75]. Появление новых классификаций может знаменовать новый этап исследования.

мализация), математизации и кибернетизации. Первый в геологии особенно труден.

В преодолении информационных затруднений намечаются два течения. Первое сохраняет специфику методов геологии при упорядочении информации с последующей математизацией и машинизацией ее учета, хранения и анализа (Косыгин, Соловьев, 1967; Бергер, 1967 и др.). Надо сказать, что математизация в узких областях связана с более простой частной формализацией. Это направление — математическая геология — уже существует (А. Б. Вистелиус и др.).

Второе течение, более обычное для физиков и математиков, приходящих в геологию, характеризуется признанием прогрессивности «формализованно-функционального» подхода к познанию явлений, вместо «субстратно-причинного» (термин неудачный. — Б. В.). При этом подходе для самоуправляющейся системы исследуемые параметры («выход» системы) рассматриваются как функция других, задаваемых величин («вход» системы, аргументирующий функцию). Все генетические процессы внутри системы при этом обходят.

Идеи математизации и кибернетизации геологических знаний прогрессивны. Эти направления еще только зародились; соответствующие поиски, вероятно, будут вести и к ошибкам; сами методы, имеющие общенаучный характер, естественно, пока переоцениваются. Они не смогут заменить «генетических» методов. Важно исследовать, в каких направлениях возможно и полезно пытаться их применять. Наибольшие перспективы, несомненно, представляют прикладные науки и изучение современных явлений. Вообще же оба течения не альтернативны и не должны противопоставляться. «Формализованно-функциональный» подход не может заменить «структурно-генетического» и вряд ли может существовать самостоятельно в исторических науках. Это ничуть не снижает его ценности, если он не претендует на роль *всеобъемлющего метода* познания, а является лишь одним из рабочих орудий.

8. Развитие международного сотрудничества также и в новых формах — международных программ. МГГ (1957—1959) предусматривал синхронизацию, единую методику в масштабах, неизвестных ранее. После 1959 г. проведено или проводится до 10 международных программ (проектов). Одна из важнейших — «Верхняя мантия Земли», предложенная Белоусовым (1960).

Без глобального, часто синхронного и методически единого исследования многих явлений геология развиваться далее не может, что признано. Но на пути глобальных исследований стоят и технические трудности. Так, например, исследования современных движений земной коры связаны с выбором единой наиболее устойчивой и удобной нулевой точки отсчета, учетом соотношения между систематическими ошибками принятой системы измерений и скоростью наблюдаемых движений, методами обработки результатов [57]. Эти трудности, в частности, не дают пока возможности вполне однозначно определить существование современного дрейфа материков.

9. С 50-х годов стал расти интерес к методологическим и общетеоретическим проблемам геологии. Геология, несмотря на изменение ее структуры, привлечение математики, физики и химии, ни в постановке проблем, ни в методологии не потеряла специфики исторической науки. Однако ее новая структура, все больше приближающая ее к «точным» наукам, постепенно сказывается и на ее научном языке — введении понятий математики, кибернетики, общенаучных терминов и т. п.

10. В связи с появлением «новой глобальной тектоники» и других гипотез, сопряженных с ней [104, 189], развитием к 70-м годам проблем биосферы (эко-

сферы) и другим фактам, напрашивается дата 1970 г. как граница подпериода А современного периода, который также был подготовительным для новой структуры геологии конца XX в., современной в полном смысле слова.

## 50. Литологическая дискуссия в СССР в 1952 г.

С 30-х годов в СССР в литологии наметилась задача построения теории осадочного процесса. Пустовалов разрабатывал проблему осадочной дифференциации и периодичности осадкообразования. Страхов, наследуя идеи Самойлова, Вальтера и др., развивал сравнительно-литологическое направление, детально исследуя современное осадконакопление и пытаясь установить общие закономерности осадкообразования. Между сторонниками обоих направлений возникла полемика и встал вопрос о методологии. Вопрос об актуализме и сравнительно-литологическом методе стал основным методологическим вопросом в литологической дискуссии [185 и др.]. Выявились две точки зрения. Одни во главе с Пустоваловым отвергали и принцип актуализма, и метод, считая их тормозом в развитии геологии. Мотивы были не новы. В докладе большинства оргкомитета<sup>1</sup> указывалось, во-первых, что принцип актуализма (униформизм) и метод актуализма возникли у Ляйеля неотделимо друг от друга и что они метафизичны (хотя и были прогрессивны для эпохи). Метод актуализма отвергается указанием на то, что развитие Земли необратимо и древние процессы не могут отождествляться с современными. Во-вторых, отечественные геологи, якобы, «не применяли в своей работе ни принципа, ни метода актуализма; ...в трудах таких... ученых, как Ломоносов, Соколов, Головкинский, Карпинский, Ноинский, Самойлов, Губкин, Степанов и другие, нет даже упоминания об актуализме. Все они... использовали данные о современных геологических явлениях для истолкования... прошлого, но делали это не на основе метафизического представления о постоянстве природы, как это предусматривается принципом и методом актуализма...» [185, с. 18].

В докладе указывалось на неприемлемость предложения Шанцера, Шатского, Пушаровского, Яншина и др. различать принцип и метод актуализма, так как «...расплывчатое и различное понимание термина «актуализм», с которым к тому же долгое время связывались определенные методологические установки, никак не может считаться полезным для дела», так как ими «...понятие актуализм употребляется для обозначения только метафизической концепции в духе актуалистической концепции Ляйеля» [185, с. 19]. Одновременно авторы указывали на важное значение изучения современного осадкообразования (в первую очередь, впрочем, для практических *современных* целей).

Один из разделов доклада посвящен сравнительно-литологическому методу, который считается идентичным принципу актуализма. Указывается, что метод введен Вальтером, который, якобы, «утверждал, что силы природы во все геологические периоды действовали одинаковым образом» (1922, с. 199) (пример недопустимого «вырванного» цитирования, и из популярной работы! — Б. В.). И разве силы природы действовали разво? Сравнительно-литологический метод Вальтера и Архангельского заключался, якобы, в отождествлении древних пород с современными, причем, по мнению авторов доклада, Вальтер, понимая, что условия осадкообразования в разные эпохи были неодинаковыми, ограничивал применение метода лишь ближайшими к нам геологическими эпохами, исторического подхода нет ни у Вальтера, ни у Архангельского.

<sup>1</sup> Ряд его членов по методологическим вопросам опубликовал<sup>2</sup> особое мнение.

Пустовалов в преддискуссионной статье пишет: «используя всю мировую литературу, мы не можем сейчас привести ни одного примера воссоздания геологических условий прошлого методами сравнительной литологии...» [165, с. 90]. Уместен вопрос, а как же это делалось?

В некоторых статьях критика методологии подменялась критикой конкретных положений или выводов Страхова (ср. раздел 43). Из статьи Кленовой [185] следует, что она считает актуализм важным методом, но геологию моря — прежде всего наукой прикладного значения. Здесь возникает существенная проблема двоякого значения многих отраслей науки о современных процессах: прикладном и «актуалистическом», оба аспекта имеют свою специфику.

Дискуссия 1952 г. в аспекте актуализма далеко не стояла на должном научном уровне. Коснемся ее кратко. Несерьезность аргументации «антиактуалистов» бросается в глаза. Например, Кленова, отвергая сравнительно-литологическое направление, пишет: «...чтобы судить о генезисе какой-либо осадочной породы или о миграции, или концентрации в ней какого-либо химического элемента, необходимо конкретно изучить не распределение этого элемента в современных осадках, как это предлагает Страхов, а необходимо изучить условия образования именно той самой породы, о которой идет речь»<sup>1</sup>. Замечание странное, отрицающее роль теории вообще. А как изучить эти, уже «прошлые» условия? Пустовалов иногда не объективен к источникам. Он, полемизируя, цитирует Бубнова «...все химические, физические и географические (! — Л. П.) условия, которые известны сейчас, сохраняли вполне свое значение и в момент образования пород. На этой основной аксиоме (! — Л. П.) актуализма должны в конечном счете основываться все цепи выводов» [165, с. 71]. Но как не заметить, что речь идет не о сохранении комплекса условий, а значения условий: разве мы допускаем в прошлом снос со дна долин на водоразделы?

«Антиактуалисты» полагают, что ученые, не упоминающие актуализма, его не применяли, и что до Ляйеля актуализма не было. Но Ляйель не писал об актуализме; как же он, следуя логике доклада, мог его применять? Главное противоречие то же, что и у немецких «антиактуалистов». Они сами актуалистическим методом широко пользуются.

Защитники актуализма и сравнительно-литологического метода были многочисленны: Л. П. Безруков, Г. И. Бушинский, Р. Ф. Геккер, Б. М. Гиммельфарб, Ю. А. Косыгин, А. И. Осипова, А. В. Пейве, Ю. М. Пушаровский, Н. М. Страхов, И. В. Хворова, Н. П. Херасков, Н. С. Шатский, М. С. Швецов, Н. А. Штрейс, В. С. Яблоков, А. Л. Яншин и др. (статьи 1951—1952 гг.).

Е. В. Шанцер [221] показал, что метод актуализма — логическое следствие материалистической диалектики. Шатский и др. [222, IV, с. 85—101] указали, что метод актуализма является лишь частью сравнительно-исторического метода; Безруков и др. (1951) констатировали, что метод актуализма существовал до униформизма Ляйеля.

Следует подчеркнуть некоторые поводы к критике работ Страхова (1948 и др.). В «Исторической геологии» (1937) он высказал мысль, что «осадочные породы не несут сколько-нибудь яркого отпечатка времени своего образования так, что в разные времена (но при сходных условиях) возникают и чрезвычайно сходные породы» (1937, с. 17). Это правильная сравнительная оценка темпов эволюции живого и минерального вещества (ср. с Вальтером и Вернадским),

<sup>1</sup> «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1951, № 1, с. 113.

но она трактовалась его противниками формально как недооценка эволюции осадкообразования, униформизм. Но Страхов не раз указывал на эволюцию осадкообразования. В 1945 г. он писал, что для построения теории осадкообразовательного процесса «...основным, наиболее целесообразным путем... является путь сравнительно-литологического изучения... Сущность сравнительной литологии... в том, что: 1) в основу познания осадкообразовательного процесса кладется... изучение современного осадконакопления и присущих ему закономерностей; 2) путем сопоставления (сравнения) ископаемых осадков... друг с другом и с современными отложениями устанавливаются черты сходства и различия... и таким образом реконструируется... эволюция осадконакопления... одновременно вскрываются закономерности, присущие этой эволюции и анализируется механизм, их вызывающий», подчеркнув, что «...для познания механизма седиментации и его закономерностей современные отложения имеют ряд совершенно исключительных преимуществ» [193, с. 35]. Это важное положение непонятно Шанцеру [221], допускающему, что актуализм может быть заменен сравнительно-историческим методом.

Выше Страхов объединил актуализм и сравнительно-литологический метод, причем первый поставил впереди, за что его и упрекали. Но в зависимости от конкретных проблем ведущими могут быть различные методы; важно их правильное сочетание и вполне естественно начинать с конкретного, с актуализма. Как раз перед дискуссией Страхов дал несколько неточную формулировку. Он назвал свою *концепцию* осадочного процесса сравнительно-литологической и указал, что «основу ее составляет анализ современного осадочного процесса и сопоставление его с древним осадконакоплением, а также исследование историко-геологических закономерностей образования осадочных древних пород» [194, с. 103]. Здесь термин, связанный с методом, переносится на теорию, что вносит неясность. Сравнительно-литологический метод Вальтера — литологический аспект сравнительно-исторического (исторического) метода, которым и устанавливаются историко-геологические закономерности седиментации. Год спустя Страхов уточнил, что сравнительно-литологический метод это «...способ решения генетических вопросов путем органической увязки данных по современному осадкообразованию и по древним породам с выделением сходств и различий современного и древнего», а построение «...теории осадочного процесса осуществляется сочетанием сравнительно-литологического и историко-геологического метода». Страхов говорит, что его сравнительно-литологический метод «представляет собой расширение (? — Б. В.) и видоизменение одноименного метода Архангельского» [195, с. 136]. Второе, «уточненное», определение уже и по существу относится к актуализму, а сравнительно-литологический метод — как бы «не историчен», что признает сам Страхов.

В «Докладе Оргкомитета» [185] поэтому с основанием указано на отождествление Страховым [195] онтологического и сравнительно-литологического метода Вальтера. Но упрек этот формальный. Если «сравнительно-литологический метод» у Страхова изменить на «актуализм», а «историко-геологический» на «сравнительно-литологический», указав подчиненность ему актуализма, то все станет на место. Исследования Страхова являются вполне историчными, тем более во всех последующих работах.

Менее историчны были идеи Пустовалова [164] о циклах литогенеза, связанных с диастрофизмом, при некоторой недооценке биолитогенеза. Геккер и Осипова правильно заметили, что в Пустовалове «химик подавляет геолога», он переоценивает «физико-химические свойства материала и недооценивает

комплекс физико-географических условий» [46, с. 50]. Недооценка Пустоваловым актуализма — это недооценка проверки современностью, которая показывает больше связей, чем следы прошлого.

Любопытно, что если в 1940 г. Страхов и Пустовалов были названы неокатастрофистами (Шатским), то в 1952 г. они (оба!) назывались униформистами. Страхов, придававший большое значение биолитогенезу, был отнесен к виталистам (?! — Б. В.) и «ползучим эмпирикам» («методологический» термин!). Ряд «антиактуалистов» (Баранов, Кленова, Авилов и Соловьев) смешивали методику Страхова с его конкретными ошибками и т. п. Тем не менее неудачная дискуссия поучительна; она вскрыла нечеткость методологической базы в геологии — уже сама постановка вопросов иногда показательна. Но хотя обе стороны не отрицали роли изучения современных явлений для познания прошлого, дискуссия не была и беспредметной. Ее сущностью, если отбросить формально-полемический запал, был вопрос о том, является ли актуализм одним из *принципиальных* и важных методов геологии или второстепенным *рабочим* приемом. При этом понятно, что предложение отказаться от термина «актуализм» (Пустовалов) никак не решает вопроса о сущности *понятия*. В решениях совещания было записано: «...«актуализм» в понимании Ляйеля (униформизм)... неприемлем для советской геологической науки... Эта концепция... противоречит законам диалектического материализма и должна быть отвергнута... Метод сравнения настоящего с прошлым, являющийся обычным рабочим методом естественно-исторических наук и в работах русских геологов часто обозначавшийся как метод актуализма, должен быть сохранен как один из важных приемов историко-геологического исследования... Этот метод должен развиваться на базе диалектического материализма как часть общенаучного сравнительно-исторического метода...» [174, с. 11—12]. В резолюции отмечено отсутствие, по существу, в советской литологии разных идейных направлений.

## 51. Геокосмология. Неомобилизм

Поиски связи между геологическими процессами и формой и движениями Земли, а также космическими влияниями сопутствуют геологии давно. Связь эта частично очевидна (проблемы климата, оледенение и т. п.) и рассматривается наряду с другими геологическими явлениями. Методологически это астрономический или астрофизический [324] метод. Давно пытались наметить связь между землетрясениями, извержениями вулканов и фазами Луны. В начале XX в. в «серьезной» геологической литературе было, пожалуй, известное пренебрежение к этим попыткам, как «натурфилософским». Упомянем здесь лишь о взглядах Морозова. С 1932 г. он занимался вопросами космических влияний на геофизические процессы, хотя эти идеи возникли у него ранее (1910, 1912 и др.). Он считал [131], что «галактические воздействия» на Землю несомненны и, в частности, они наиболее сильны от скопления темного вещества за созвездием «Корабль аргонатов». Космические факторы сказываются на атмосфере, магнитном и электрическом полях Земли; геофизические свойства Земли вообще заметно связаны с явлениями в Галактике. Например, тепловой галактический поток может достигь 14% солнечного; что климатическая периодичность связана и с галактическими влияниями — непосредственно или через Солнце. Космические влияния, в частности, являются спусковым («триггерным») механизмом для землетрясений. Придавая большое значение магнетизму Земли, он указывает на то, что наблюдения за ним проводятся по-разному и предлагает

свой метод обработки результатов для получения более сравнимых данных<sup>1</sup>.

Сейчас некоторая связь между разрядкой внутренней энергии Земли и положением ее в гравитационном поле Солнца и Луны признается нередко (Кириллова, 1957; Ламакин, 1968; и др.), хотя ее анализ представляет огромные трудности (полидинамичность).

Другим, для биосферы существенным, космогенным фактором является изменение солнечной активности [219 и др.].

Среди направлений геологии, истоки которых лежат в XVIII в. (Бюаш и др.), развивающихся с 50-х годов или приобретающих новое содержание, следует выделить *геокосмологию*<sup>2</sup> — она объединяет изучение влияния космических факторов на геологические процессы. Сюда надо отнести и планетарные ротационные процессы [160]. Соответственно следует говорить о геокосмологическом методе (методах) геологии.

В СССР пионером геокосмологии с 1927 г. являлся Б. Л. Личков [111]. Это направление оформилось в Географическом обществе СССР в середине 50-х годов под названием «астрогеология». Личкову принадлежит геоисторическая концепция, отводящая космическим факторам исключительную роль; Личков наиболее экстремальный «геокосмолог». Неудачный термин «астрогеология» сейчас заменен двумя — *планетологией* — учением о строении планет, а отрасль, которую мы назвали геокосмологией, называют иногда «планетарной геологией» (Каттерфельд, 1966). Но последний термин непригоден. Во-первых, здесь скрыта тавтология («планетарное учение о планете Земля»); во-вторых, по смыслу — учение о геопроцессах, охватывающих всю Землю, что шире упомянутого содержания, в-третьих, это «полусиноним» планетологии. Надо сказать, что последним термином стали иногда называть учение о земных оболочках, включающее в себя «...геофизику и др.» (Круть, 1968). Но можно ли учение об оболочках Земли изъять из геологии? Нечеткость и избыток терминологии вредны. Автор считает необходимыми и достаточными термины «планетология» и «геокосмология», соответственно понятиям, указанным выше. Планетология относится к циклу космологических, геокосмология — геологических наук.

По планетологии появилось уже немало работ, особенно по *селенологии* (Хабакон, 1949, К. Бюлов и др.).

К геокосмологии следует причислить изучение явлений глобального масштаба в плане их предполагаемой связи с ротационными и космическими факторами, например, аспекты планетарной морфометрии, учения о линеамен-тах и т. п. Без попыток привлечения ротационных факторов иногда трудно обойтись (вспомним закон Бэра, 1857). Интересны работы П. С. Воронова [28 и др.], который исследует математические соотношения между площадями континентов и основных геоструктурных областей, длинами побережий, средними высотами, мощностями коры под континентами и т. п., получая некоторые закономерности. Он, вслед за Зюссом и др., приходит к выводу о существовании праматериков Лавразии и Гондваны и дрейфа материков. Ту же направленность имеют работы Каттерфельда и других «геокосмологов».

Среди проблем геокосмологии назовем цикличность изменений и эволюцию климата (оледенения и проч.), цикличность геологических процессов. Изучаются все вообще явления, которые могут быть связаны с вращением Земли.

<sup>1</sup> Часть сведений — из рукописей Н. А. Морозова.

<sup>2</sup> Термин принят исходя из идей о единстве и рациональности терминологии. Он предложен В. М. Букановским [210].

Наконец, исследуются процессы, сопряженные с допускаемой эволюцией солнечной радиации и космического излучения.

Лунгерстаузен [115 и др.] ставит, например, вопрос о периодичности климата и коррелятивно связанных с ним явлений, основываясь преимущественно на оледенениях и привлекая представление о космическом годе<sup>1</sup>. А. В. Орлова (1963) пытается связать изменение климата с неравномерностью вращения Земли. Распределение климатических поясов в прошлом устанавливается ею по литофациям с использованием, в частности, состава конкреций, который (Македонов, 1957) контролируется климатом, а не набором химических элементов в осадке. Проблемы геокосмологии, связанные с климатом, решаются, естественно, с использованием актуализма, на что и указывает Орлова. Гипотезы об изменении планетарных параметров Земли обосновываются и прямым использованием актуализма. Так, взгляды об изменении наклона эклиптики и скорости вращения Земли как причины эволюции осадкообразования, жизни, тектонических процессов, и т. п. базируются, в частности, на современных медленных изменениях этих параметров, изучении формы и движений Земли [47, 160].

Геокосмология имеет ряд аспектов. Своеобразный подход в изучении верхнего слоя земной коры указан В. И. Лебедевым и В. М. Синициным [105]. Они считают, что сиаль — это кора выветривания на первичной базальтовой коре Земли, его нет на Луне и Марсе (отсутствие атмосферы). Эта работа геокосмологическая (энергетика процессов — существенно космическая) и частью планетологическая. Космические излучения привлекаются при попытках объяснить критические периоды и эволюции жизни. С ротационными силами частью или полностью связаны некоторые геотектонические гипотезы (см. табл. 6). Последние годы усилился интерес к результатам падения метеоритов; изучен ряд ископаемых метеоритных кратеров [123], взрывных и ударно-взрывных (астроблем). В них находят специфические стекловатые породы (импактиты), содержащие иногда мельчайшие алмазы, которые встречаются и в рыхлых породах (предположительно от разрушения импактитов). Появляются и «околонаучные гипотезы» — о возникновении железистых кварцитов докембрия от прохождения Земли сквозь хвост кометы и т. п.

Геокосмология в геологии — сейчас заметное течение. Основным возражением является, казалось бы, малая возможная количественная роль космических и даже «ротационных» факторов в геотектонике. Это возражение против направления исследований несостоятельно. Во-первых, некоторые величины, в частности, роль времени, еще не ясны. Во-вторых, в ряде случаев может существовать *космический спусковой* (триггерный) механизм, что снимает вопрос об энергии, речь может идти о «космолагенных» процессах (plaga — по-лат. толчок). Второстепенная роль может быть, тем не менее, существенна для *поверхности Земли* и биосферы [219]. Вероятная переоценка «космогеологами» значимости космических факторов закономерна — это стимул для их работы.

Геокосмология еще с Вегенера также связана с мобилизмом. Неомобилизм проявился после второй мировой войны за рубежом [96], а в СССР — с 1960 г.; сейчас он, пожалуй, господствующее течение. Его представители в принципе часто принимают кинематическую схему Вегенера, обосновываемую теми же и новыми доказательствами. В различных гипотезах в качестве энергетических факторов привлекались магматические течения, ротационные силы

<sup>1</sup> 190—200 млн. лет по П. П. Парезового (1954) и В. Г. Фесенкову (1953). Вообще указываются цифры от 185 до 270 млн. лет.

или их комбинации. Помимо того что с точки зрения фиксизма трудно объяснить некоторые факты палеогеографии жизни (это второстепенно), важнейшим доводом оказалось учение о палеомагнетизме. К 50-м годам оно позволило реконструировать положение магнитных полюсов, т. е. их значительные перемещения, или (альтернатива) дрейф материков. Масштабы дрейфа указываются до 1500 км [170] и более.

Некоторые ученые подходили к идее мобилизма и другими путями. В качестве доводов ими рассматривались палеоклиматические факты, результаты изучения рифтовых зон [64, 100 и др.], глобальной морфометрии [28] и т. п. В гипотезах неомобилизма горизонт скольжения движущихся блоков опущен иногда до 300 км. Этим отводится важнейшее возражение против мобилизма, хотя оно не снимается Белоусовым и другими исследователями [5, 138, 159]. Формально неомобилизм — «новое» учение о дрейфе континентов. По существу, оно в значительной мере слилось с концепцией о ведущей или большой самостоятельной роли горизонтальных движений. Фиксизм и неомобилизм стали противостоять, как концепции о ведущей роли и первичности вертикальных и горизонтальных движений. Амплитуда сдвигов указывается до 560 км (Сент Андреас, США) [64] более чем за 100 млн. лет. Но сами такие факты являются иногда интерпретацией наблюдений. Впрочем, на территории СССР с 60-х годов достоверно установлен ряд сдвигов, амплитудой до 100 км и более. Пейве [150], сторонник неомобилизма в широком понимании, считает, что глыбы земной коры имеют, кроме вертикальных, горизонтальные поверхности делимости. По последним также могут происходить большие и длительные смещения. К таким поверхностям он относит, в частности, подошвы шарьяжей (что, безусловно, может относиться не ко всем их видам).

Геокосмология и особенно неомобилизм весьма характерны для нашей эпохи. Но это еще не свидетельство того, что концепции, относящиеся к этим течениям, все окажутся вполне справедливыми и во всех своих аспектах.

В 1968 г. появились гипотезы, известные под собирательным названием «Новая глобальная тектоника» (НГТ)<sup>1</sup>, завоевавшие много сторонников. По ее проблемам опубликовано уже очень много работ. Мы коснемся лишь некоторых ее аспектов, отсылая к литературе. Сущность этой гипотезы, ее исторические корни, сильные и слабые стороны хорошо изложены в статьях Хаина, Кропоткина и Белоусова и в других работах [159, 138]. По НГТ, литосфера (кора + + верхняя часть верхней мантии до астеносферы — 100 км и более) образует ряд (6—7 и более) плит, которые под влиянием в основном магматических течений движутся в обе стороны от срединно-океанических хребтов (вообще рифтов), погружаясь («засасываясь») в мантию в зонах Бенъофа вдоль глубоководных желобов. При их погружении по краям океанов или столкновении в пределах континентов образуются складчатые системы. Скольжение плит по боковым контактам происходит по «трансформным» разломам; они же иногда секут тыловые и лобовые швы плит, являясь «рельсами» движения на некоторых расстояниях. Гипотеза хорошо согласуется с некоторыми глобальными явлениями, например, распределением эпицентров землетрясений, частью магнитным полем дна океанов и т. п. Основные ее противоречия — с разработанной далеко вглубь времени геологией материков (теорией геосинклиналей и платформ), на которой основаны гипотезы, признающие ведущими вертикальные движения.

<sup>1</sup> Такое сокращение принято по всей книге.

Рассматриваемая гипотеза ярко иллюстрирует закономерное развитие геологии. Ее истоки уходят в XIX в. По справедливому мнению В. Е. Хаина, гипотеза — в основном синтез (гибрид) гипотез подкорковых течений Амффера (1906) и дрейфа материков Вегенера (1912). Она унаследовала многие аспекты гипотез, идей и эмпирических обобщений наук о Земле, а также новые факты и обобщения по изучению дна океанов, срединных хребтов и магнитного поля, большой геофизической материал, особенно по палеомагнетизму.

Положение о динамическом приоритете хорошо иллюстрируется НГТ — «идеями» ее могут считаться гипотезы Э. Крауса и А. Холмса [159, с. 8]. Ряд обобщений входит наследственно в НГТ по принципу соответствия, о чем авторы названной работы пишут, не упоминая этого термина [159, с. 8, 15, 17, 26, 29, 35, 93 и др.]. На с. 31 [159] формулировка Хаина прямо соответствует сказанному ранее автором о принципе соответствия. Белоусов указывает на влияние географии и личности исследователей [159, с. 60; 95, 96]. Хайн пишет, что НГТ отвечает принципу простоты<sup>1</sup> [там же, с. 16, 19]; в ней используется в тектонике метод актуализма и сравнительно-исторический метод; эта гипотеза позволяет (возможно!) экспериментально проверить прогнозы, которые можно сделать, ее используя. Гипотеза развивается в сторону усложнения, полидинамичности, в частности, вместо 6—7 основных плит их иногда выделяют уже до 20. Привлекается все большее число вспомогательных (сопряженных) гипотез для объяснения ряда фактов или вскрывающихся противоречий. Наконец, с НГТ существует полярная концепция фиксизма, не сдающая пока позиций. В книге [159] (интересной и с точки зрения историко-методологического анализа) следует отметить высказывания Белоусова (с. 87), который ссылается на Смита, указавшего в 1971 г. на то, что НГТ является «внутренне согласованной» для работ в масштабе  $1 : 10^7$  и непригодна для более детальных. Белоусов считает это самоотрицанием гипотезы. Однако это не совсем так и является методологически интересным положением, допускающим исследование закономерностей на разных уровнях (дополнительность информации), о чем там же пишет и Хайн (с. 21), указывая на скольжение литосферы по горизонту, лежащему глубже, чем корни платформенных структур.

Зарубежные работы [138] также отражают борьбу взглядов и понимание прогрессивного значения сосуществования полярных гипотез. Мы уже говорили о их значении как законе сохранения поступательного развития, движущем противоречии. НГТ это доказывает. Некоторые исследователи пишут о том, что НГТ основана, якобы на униформизме (т. е. «униформистском» методе) и имеет большое стимулирующее влияние на сейсмологию и геофизику вообще.

НГТ явилась экстремальным развитием неомобилизма, разрешением известного кризиса роста, который возник к 50-м годам. Она открыла новые пути для мысли, осознания противоречий и узких мест в исследовании. Такие скачки в развитии геологии не раз отмечались [175 и др.], как и сменяющие их более спокойные периоды накопления фактов. В связи с НГТ отметим основные задачи, подлежащие исследованию в плане принципа соответствия и теории геосинклиналей и платформ. Необходимо, как нам кажется, учитывать дополнительную информацию и разные уровни процессов, полидинамичность явлений, в том числе ротационно-планетарных, которые не принимались во внимание «генотипом» НГТ, но вряд ли могут быть совсем сброшены со счета.

<sup>1</sup> Его сущность: «Из ...конкурирующих систем наиболее жизнеспособной оказывается та, которая в расширяющейся эмпирической ситуации способна уцелеть, не увеличивая числа своих исходных положений» [119, с. 7] — наиболее простая. Принцип динамической простоты может служить одним из критериев сравнения гипотез.

Наконец, изучать в планетарном масштабе офиолитовые серии и их связь с основными тектоническими элементами. Работы в этом направлении ведутся ([151], Зимин, 1973 и др.). НГТ должна заняться противоречиями, которые сейчас на первом этапе исследований (что, вероятно, закономерно) решаются их отстранением.

Закономерность научного процесса позволяет предположить, что современное положение в геотектонике вызовет в дальнейшем усиленное внимание к «фиксистским» концепциям с целью опровержения или согласования с ними положений НГТ. Последние, вероятно, не будут отвергнуты полностью, но теория будет стремиться к синтезу сейчас взаимоисключающих взглядов на базе «дополнительности» и полидинамического обоснования. Толчок, данный гипотезой НГТ, уже сказался в появлении новых идей, с ней сопряженных. Это, например, гипотезы О. Г. Сорохтина [189] и В. Н. Ларина [104]. Обе они характеризуются широким охватом всех активно развивающихся оболочек Земли и полиаспектностью. Гипотеза Ларина ставит по-новому и вопросы космогонии, связывая с ней все развитие Земли. Она наследует идеи В. Куна и А. Риттмана, а также предположения о большой пульсации объема Земли, но об этом автор гипотезы не упоминает.

Разумеется, неомобилизм и фиксизм не исчерпывают содержания современной геотектоники. Во-первых, существуют некоторые средние взгляды. Это относится к проблеме тектонических фаз и к вопросу о роли горизонтальных и вертикальных движений [159, 214, 216 и др.]. Во-вторых, разрабатываются многие проблемы тектоники, имеющие косвенное отношение к неомобилизму и фиксизму. Сейчас получило полное признание представление о глыбовом строении земной коры<sup>1</sup>, в чем сыграли большую роль работы Пейве [149] о глубинных разломах (см. также Суворов, 1968). Успехи сделала неотектоника и региональная геотектоника при большом вкладе советских геологов. Это позволило международными силами с ведущей ролью советской тектонической школы, составлять тектонические схемы континентального и глобального охвата. Разрабатывались теория геосинклиналей, классификации тектонических форм и движений (Ажгирей, Белоусов, Хаин, [136] и др.).

В проблеме происхождения материков и океанов наметились три течения: признающее процесс океанизации (базификации) земной коры (Деменицкая, 1958, Шейнманн, Белоусов, 1962; Тихомиров, 1960; Беммелен, 1958 и др.); отстаивающее континентализацию коры (Павловский, 1953; Вильсон, 1959; Магницкий, 1958 и др.); наконец, сочетание обеих процессов в зависимости от времени и места, иногда с ведущей ролью одного из них (Тихомиров, 1963; [216] и др.). Представления об известной бесструктурности и «пассивности» дна океанов окончательно развеялись.

Обилие идей и гипотез, множество факторов и фактов, привлекаемых для их обоснования, которые не всегда четко подразделяются на категории по достоверности (при отсутствии и четких критериев для этого), при чрезвычайной сложности процессов, все заставляет считать, что геотектоника еще далека от построения настоящей теории. Это касается и строения недр Земли. Идеи об изменении состава или состояния вещества с глубиной остались в науке. Вероятно, оба явления существуют; вопрос лишь в какой конкретной форме, в каких зонах и что является более важным для эволюции Земли. Но, во всяком случае, вытекающее из химической термодинамики представление о том, что

<sup>1</sup> Ранее см. М. Смолюховский (1909), У. Гоббс (1911), И. Г. Кузнецов (1933) и Р. Зондер (1938) и др.

в низах разреза земной коры базальт переходит в эклотит — породу того же состава, но меньшего объема — стало общепризнанным. Общепризнана также связь движений земной коры с верхней мантией (как минимум). Появился термин «тектоносфера» — кора и верхняя мантия (Белоусов).

Приходится констатировать, однако, что при обобщениях требования логики не всегда соблюдаются. Нет единого понятия о научном факте; в исходных положениях понятия факта, допущений и вспомогательных (сопряженных) гипотез сливаются; степень достоверности четко не указывается; то, что для одного — факт, для другого — ошибка. Слова «вероятно», «очевидно» потеряли истинное значение. Б. В. Броун [248] недавно пытался придать им количественный смысл. Все это имеет прямое отношение к проблеме информации. Приведем несколько примеров. Белоусов пишет: «... как мы теперь знаем, земной шар находится в состоянии разогревания и расширения» [4; 1962, с. 561]. Позднее он же [5] отвергает расширение Земли (без оговорки о масштабах), считая это одним из доводов против мобилизма. Значит ли это, что «знание» 1968 г. стало полярным к «знанию» 1962 г.? Белоусов пишет: «... достаточно, в сущности, одного достоверного случая «океанизации», чтобы проблема преобразования земной коры встала во всем своем объеме» [4; 1962, с. 569]. Из дальнейшего уясняется, что такой «достоверный факт», например, для Тирренского и Черного морей определяет принципиальное решение проблемы для Мирового океана. В физике, действительно, достаточно одного надежного определения соотношения теплоты и работы. Но было бы преждевременно такое же рассуждение категорически прилагать ко всем геологическим явлениям. Вывод В. В. Белоусова несколько напоминает заключение Фредерикса о шарьяжах. Впрочем, Белоусов [159 и др.] и А. Мейерхофф и Г. Мейерхофф [138] с основанием предъявляют аналогичные серьезные претензии к сторонникам НГТ.

В связи с этим укажем важную методолого-историческую задачу. Следует согласиться с предложением [25] о необходимости составления *капитальной и детальной сводки* по истории геотектонических гипотез — с конкретным изложением оснований, возражений, слабых и сильных сторон каждой, связей с другими гипотезами и эмпирическими обобщениями и т. п. Обзор Л. А. Пухлякова [167] этому требованию не удовлетворяет.

## 52. Актуализм во второй половине XX века.

### Геологическое науковедение

В послевоенное время возрос интерес к истории, общетеоретическим и методологическим вопросам геологии. К сожалению, геологическое науковедение, правда, еще зачаточное, пока не имеет отдачи в науку, встречая непонимание. Приходится сказать, что и работы в области истории геологии не всегда безупречны. Широкие выводы на основе отдельных отрезков истории наук, историографичность, разное понимание терминов, формальные ссылки, даже прямые ошибки [39] — недостатки ряда работ по истории науки.

Не имея возможности дать сколько-нибудь полный обзор, коснемся некоторых направлений изучения методологии и истории геологии.

*Проблема актуализма и униформизма.* Нечеткость решений «Литологического совещания» в 1952 г. в части актуализма на известное время сделало одиозным сам термин. В некоторых учебниках «Общей геологии» практически вообще не упоминают о методах, иногда со ссылкой на «основной метод» — материалистическую диалектику. Вообще в этих учебниках разделы по истории и методологии геологических наук обычно оставляют желать лучшего. В части

актуализма проиллюстрируем это выводом М. М. Чарыгина и Ю. М. Васильева о том, что «До 1917 г. (!) актуалистический метод был в значительной мере механистическим» [218, с. 11]. О чем же спорили с тех пор?...

Некоторые авторы не употребляли термин актуализм (Рухин, 1959) или отвергали и «принцип» и «метод» актуализма (Теодорович, 1965). Изменил точку зрения и А. Л. Яншин [233], считающий, что актуализм и униформизм, по существу, синонимы, а сравнение с современными явлениями всегда полезно, но последовательное применение метода актуализма даже выдающимися учеными приводило к крупным ошибкам, поскольку он неотделим от униформизма (а если его «отделить», т. е. правильно понимать?). Надо сказать, что отрицание актуализма Яншиным — недоразумение. Он им пользуется, и недавно [234] хорошо показал его важность и один из источников ошибок — формальное использование и недостаточное знание современных явлений. На позициях Страхова стоит В. Ф. Заузолков (1964). Ему ясно, что «формальные возражения против актуализма» были адресованы «униформизму Ч. Ляйеля». Но он считает, что новая форма актуализма — сравнительно-литологический метод. Им упоминаются неясные «историко-геологические методы»; почему не один?

подавляющее большинство советских исследователей признает актуализм важным научным методом. Актуализм рассматривается применительно к тектонике, вулканологии, палеогеографии, в соотношении со сравнительно-историческим (историческим) методом [211] и т. п.

Коснемся зарубежных работ. Интересна полемика между Штилле и Джиллули в 1950 г. Последний — «антиштиллеанец» и допускает отклонения в скорости тектонических движений и других процессов в геологической истории в пределах 0,5—2 (норма = 1). Он полагает, что «Ляйелевский униформизм... не нуждался в дополнениях... Да здравствует Ляйель и доктрина униформизма!» [269, с. 91]. В ответ Штилле указывает, что дискуссия ведется частью при разном понимании терминов. Для него орогенез — это структурогенез, для Джиллули — образование гор, а периодичность тождественна эпизодичности. Штилле считает, что периодичность не значит повторение по одному плану. Он присоединяется к «здравнице» Джиллули, если дело идет об эпирогенезе, ибо и «... в немецкой литературе не так давно выдвигались возражения против актуализма, слыша которые можно лишь изумиться и покачать головой» [269, с. 102]. Там же помещены ответ Джиллули и заключение Штилле [там же, с. 103—111], который смягчает свои позиции; он говорит лишь о «синорогенном повышении» суммы эпирогенных движений, и признает, что фазы не обязательно всесветны.

Итоги подвел Э. Вегман со ссылкой на Кьюве и Ляйеля, остроумно заметив: «чтобы представить пространственную форму, необходимо несколько точек зрения» [там же, с. 126]. Статья Вегмана интересна; стремясь найти «рациональные зерна» в обеих концепциях, он касается относительности геологического времени, единства прерывности и непрерывности и т. п. Вегман считает, что проблему тектонических фаз следует изучать вновь с новыми комбинациями методов исследования. Он обращает внимание на необходимость в дискуссиях четко и однозначно употреблять термины. Убеждение в истине, заключает он, уничтожает важнейший стимул к поискам. Если учесть другие статьи по проблеме в том же номере журнала, то можно сделать вывод, что «классический штиллеанизм» к этому времени уже не был общепризнанным. С другой стороны, Шатский в 1951 г. отошел от своих взглядов на непрерывность и равномерность складкообразования. Поэтому неправ Хаин [214], считавший, что за рубежом не было процесса преодоления «штиллеанства». Одновременное появление пере-

численных работ — иллюстрация к выводу автора об известном «преодолении» неокатастрофизма в современный период.

В ГДР ограничить применение актуализма предлагает К. Каутер (1959). Он пишет, что в незаконченной дискуссии 30-х годов указывалось на условность его применения. Актуализм, по его мнению, означает не что иное как вращение по замкнутому кругу. Необходимо «сузить» (?) область применения актуализма, чтобы он не был препятствием (?) для развития геологии.

Близки к взглядам автора оценки Бюлова [254—256]. Он пишет, как ранее Гуммель [283], что сейчас нельзя не различать принцип и метод актуализма. Методологически понимает актуализм Гунтау [272 и др.], который указывает на его связь с детерминизмом и характером законов, действующих в процессе геологического развития, а также их изменением на разных этапах истории Земли.

В Чехословакии З. Рот и А. Бельчанова [308], рассматривая работы по актуализму Гунтау, Высоцкого, Гульда и Заузолкова, соглашаются со взглядами первых двух. Г. Э. Кайзер [286] правильно считает, что «актуалистический и исторический способы рассмотрения хорошо дополняют друг друга». К. Берингер [243 и др.] остается на прежних позициях противопоставления «актуализму» (т. е. униформизму!) «историзма и динамизма». В работе, посвященной истории геологии и палеонтологии в цитатах<sup>1</sup>, актуализма касается Г. Хельдер [277]. Он указывает, что идеи Геттона и Плейффера о единообразии касались, якобы, лишь экзогенных (?), сил, тогда как Гофф поставил вопрос шире. Хельдер упоминает Вальтера [324], осуществившего синтез «актуализма и историзма». По существу он также ставит знак равенства между актуализмом и униформизмом.

В США, где униформизм имел более прочные корни, а термин «актуализм» почти не применялся, С. И. Гоулд [270] предложил различать «методологический» и «субстанциальный» униформизм. Оба они, по его мнению, сыграв историческую роль, сейчас уже анахронизм. Гоулду возразил Ч. Р. Лонгвелл (1965), считавший, что нельзя отвергать «принцип униформизма» (?) — «настоящее есть ключ к прошлому», с чем Гоулд согласился. В США обсуждалась проблема соотношения принципов единообразия<sup>2</sup> и простоты (экономии) [318]. Действительно, историческая прогрессивность и успех униформизма Ляйеля в немалой степени связаны с простотой (кажущейся!) исходной посылки. Не случайно Делоне [291] писал, что «крайний» актуализм всегда проявляется в начале каждого, даже мало заметного прогресса естественных наук, как единственная солидная база, на которой можно было строить новые концепции. Но мы должны сказать, что это конъюнктурное явление. С точки зрения диалектического материализма униформизм ограничен как общая концепция, что подтверждается эмпирически. Следовательно, критерий простоты снимается и остается лишь для униформизма как частного случая, где с ним в общем «совпадает». К актуализму (методу) принцип простоты не имеет прямого отношения.

В Голландии Беммелен указывает на «принцип актуализма», являющийся одной из «рабочих гипотез», лежащих в основе геологии, хороший для не слишком отдаленного прошлого. Беммелен пишет о прогрессивном развитии земной коры, но понимает актуализм как простое сравнение. Для него характерно уподобление «принципа актуализма», как и ряда других «общих представлений и понятий», «правилам игры». Таким правилом является и «метод сравнительной онтологии». Под ним Беммелен подразумевает «расположение наблюдаемых

<sup>1</sup> Новая форма исторического исследования — попытка избежать субъективности [320 и др.].

<sup>2</sup> «uniformity» — единообразие, униформизм.

фактов в типологические ряды, в которых в дальнейшем ищут причинные связи и основывают на них логическую аргументацию» [240, с. 47]. Это, очевидно, — аспект сравнительно-исторического метода. Сравнение актуализма и других методов с «правилами игры» (или фикциями) характерно для позитивизма.

Хойкас рассмотрел униформизм по отношению к эволюции и в более широком плане [278, 279]; его взгляды частью цитировались.

Понимание термина «актуализм» имеет ряд оттенков. Так, М. Г. Рюттен (1956) считает, что геология в основном построена на принципе актуализма — принципе однообразия сил при изменении их интенсивности во времени и пространстве. Для него актуализм — «гибкий» униформизм, рассматриваемый методологически. Догеологические стадии он называет доактуалистическими. Рюттен указывает, что вся палеобиология основана на актуализме. При изучении геологии «актуалистическое» время увеличивалось. Для древнейших горных пород оно примерно  $3 \cdot 10^9$  лет, для истории жизни «актуалистичны» лишь  $10^9$  лет, хотя единичные органические остатки по последним (1940—1954) находкам водорослей в Южной Родезии и бактерий на Канадском щите имеют возраст  $2-2,7 \cdot 10^9$  лет.

Э. Май прав, считая, что актуализм — «основное положение исследования, имеющее всеобщее научно-теоретическое значение», которое молчаливо применяется в любой отрасли. В его основе лежит положение Милля о детерминизме. Методологическое и онтологическое значения принципа актуализма, подчеркивает Май, необходимо четко различать. У противников актуализма, считающих, что «всякий геолого-исторический процесс однократен и своеобразен», он не видит отрицания «методологического ядра» актуализма; без признания тождества физико-химических законов нельзя ничего сказать о седиментации в прошлом. «Лишь один этот принцип вообще позволяет нам постичь и объяснить прошедшее» [294, с. 3]. Май считает, что и актуализм может привести к неразрешимому противоречию (апории) — последовательное его применение оставляет часть прошлого неразрешимой загадкой (ясно, что в этом случае речь идет об униформизме, а не о методе. — Б. В.). Май заключает, что если это противоречие и разрешимо, то не в рамках одной науки и на основе философии. Действительно, проблема решается лишь на основе материалистической диалектики.

Стремление «усовершенствовать» методику раскрытия прошлого приводит к предложению, якобы, новых методов вместо актуализма или сравнительно-исторического метода. В действительности такие попытки сводятся обычно к замене терминологии; тем самым они сомнительны, хотя дальнейшее раскрытие сущности метода и полезно. Такова статья Венка [327]. Он пишет, что прошлое реконструируется путем изучения его следов — проекции, отображения прошлого в современности. Здесь он видит аналогию с геометрией, но в геологии объекты разделены своеобразно — и во времени и по свойствам. *Геологическое отображение* (термин Венка) дают прежде всего необратимые процессы. Хотя принципиально невозможно получить точную картину прошлого, важнейшей задачей геологии является реконструкция его с максимальным приближением. Изучение характера отображений (это центральная проблема геологии) указывает для реконструкции прошлого три пути: 1) эмпирический (принцип актуализма), нуждающийся в известной модели, тем самым в некоторой мере ненадежный, опасный возможностью спекуляций, но распространенный; 2) экспериментальный<sup>1</sup>. Его недостаток — невозможность точно учесть фактор времени;

<sup>1</sup> Но экспериментальный — тоже эмпирический. — Б. В.

3) теоретический — более надежный. Сложность процессов, указывает Венк, и недостаточное знание граничных условий делают математическую обработку крайне трудной, почему ограничиваются очень упрощенной моделью. В схеме Венка выделен сравнительно-исторический метод, который, видимо, должен лежать в основе «теоретического пути» и базироваться на первых двух.

Р. Кох [288] предлагает заменить основной (? — Б. В.) постулат геологии — актуализм, формулируя новый: *в необратимой истории Земли тождественное не встречается; в видах геологических процессов и явлений, значимых для двух и более различных случаев их реализации, эти явления и процессы обладают закономерным сходством*. Он полагает, что здесь неразрывно связаны неповторимое и сходное. По мнению автора, Кох заменяет униформизм своеобразно (неточно и неполно) выраженным актуализмом.

Гунтау написал об актуализме книгу [268, № 55], являющуюся как бы итоговой. К сожалению, она лишь запутывает вопрос, что показано в рецензии [45]. Гунтау определяет принцип актуализма (т. е. униформизма) как тождество причин процессов на основе «вечности» законов природы и детерминизма. Метод актуализма — объяснение посредством прямого сравнения прошлого с настоящим, с отрицанием трактовок, не находящихся подтверждения в настоящем [268, № 55, с. 31].

Гунтау считает, что его определения выражают взгляды Гоффа (?) и Ляйеля. Основной его ошибкой является отождествление понятий «униформизм» и «детерминизм», хотя последнее понятие более широко. Специфичность концепции Ляйеля не в детерминизме, а в его гипотезе развития, ограничивающей даже механический детерминизм той эпохи.

«Гибридизировав» униформизм и детерминизм, Гунтау неверно поставил задачу, создав новую трудность, с которой он безуспешно борется, доказывая ограниченность «принципа актуализма» и невозможность от него отказаться по той причине, что он включает детерминизм<sup>1</sup>. Он считает, что в дискуссиях об актуализме существовали четыре направления: 1) верность ляйелевскому пониманию; 2) отрицание; 3) «отделение» принципа (отвергаемого) от метода (признаваемого); 4) дифференцированная оценка; признание противоречивого характера актуализма и различной ценности его «элементов».

Первое направление, по Гунтау, «метафизично». Среди советских ученых к метафизикам он относит Вернадского, Берга, Добрянского<sup>2</sup>. Сторонники второго направления — индетерминисты, третьего — субъективные идеалисты (!). Гунтау в последнем случае ссылается на Гуммеля [283], Берингера [243], Хойкаса [278] и Высоцкого [144, 1959, № 8, и др.]. Четвертое направление — рациональное. Гунтау говорит об «историческом подходе» у Вальтера и Штилле в палеонтологии, петрографии и тектонике. Но он не знает советских работ; все советские ученые, на которых он ссылается<sup>3</sup>, для него «метафизики» или «субъективные идеалисты». Он не говорит о сравнительно-историческом (историческом) методе и его соотношении с актуализмом.

Позитивная часть книги кратка и сводится к тому, чтобы «... по выявлении границ актуализма «в ляйелевской форме» разработать конкретные методы

<sup>1</sup> Признание детерминизма — необходимое условие любой научной гипотезы. Но мы их и отвергаем, не считаясь с этим.

<sup>2</sup> Гунтау удивляется, что эти взгляды существуют в стране, где «...уже десятилетия широко распространен диалектический материализм» [268, № 55, с. 57] (вот уж глубокий анализ! — Б. В.).

<sup>3</sup> Гунтау ссылается на три мои статьи (1959—1961). Во всех мотивируется необходимость различать принцип и метод актуализма, с указанием многих советских исследователей. К сожалению, Гунтау неверно («усеченно») цитирует и искажает мои мысли.

исследования... Этот новый актуализм, уже не может быть выражен в виде отдельного положения (? — Б. В.) ... методическая сторона актуализма будет включать целую систему (? — Б. В.) методов... каждый из них... имеет очень ограниченное значение, в совокупности же они дают возможность составить представление о самых существенных проблемах... развития Земли» [268, № 55, с. 77]. Гунтау указывает на «широкое использование имеющего большое значение непосредственного (? — Б. В.) познания истории развития Земли с применением дедукции и индукции для «выяснения конкретных условий». Работа Гунтау показывает недостаточное знание истории науки, непонимание диалектической сути проблемы и служебного значения униформизма как «границных условий» исследования, странное обращение с философскими понятиями. Она не дает ничего нового. Мысль об актуализме как «системе методов» лишь отражает то очевидное положение, что актуализм не конкретный метод, а принципиальный подход к использованию разнообразных конкретных методов, которых он не заменяет, находясь в другой группе классификации.

Методологическая неясность и неточность еще встречаются и в нашей литературе. Например, Страхов [197] пишет об «актуалистическом (?) сравнительно-литологическом методе», Шарапов [127, с. 12] считает актуализм не принципом и не методом, а «системообразующей идеей геологии». Определение им не дается; очевидно, имеется в виду униформизм как выражение «границных условий». Но это уже злоупотребление униформизмом. Примеры есть и еще.

К актуализму имеет прямое отношение проблема информации и формализации. Исследование новых сторон и связей в природе расширяет базу (см. раздел 54) и возможности актуализма, все больше определяя специфику, заставляющую выделять его из сравнительно-исторического метода. Геолог находит сейчас в разрезах следы существования в прошлом многолетней мерзлоты (Москвитин, 1948), газовых струй, направления ветра, «ископаемых» давлений, температур и т. п. Но это и затрудняет пользование актуализмом: сведения о современных явлениях часто не собраны и не систематизированы. Наконец, формализованно-функциональный (примерно то же, что структурно-системный) подход (метод) изучения геологических явлений не может абстрагироваться от генетической их стороны. Но при неизбежном в этом случае ее упрощении актуализм приобретает большую роль.

С точки зрения актуализма известный интерес представляют относительно редкие (или редко замечаемые) явления, встречаемость которых увеличивается в течение длительного времени [134, 271]. Как примеры (без оценки значимости) укажем на мумификацию трупов в Антарктиде (Короткевич, 1958), минерализацию озер, связанную с вулканизмом (зона африканских рифтов), перенос песка водой «на плаву» [29], явления, связанные с конвергенцией, например псевдогляциогенные явления; любопытны мелкие тектонические нарушения [38], их детальные исследования, возможно, могли бы дать дополнительную информацию.

Заканчивая разбор не прекращающихся дискуссий об актуализме, ставших бесплодными, сделаем окончательный вывод. Именно в СССР проблема актуализма получила принципиальное четкое решение. Большинство советских исследователей принимает, во всяком случае, основные из следующих тезисов:

1) актуализм — научный метод, отражающий диалектику природы, одна из конкретных форм приложения материалистической диалектики. Он общий для исторических наук и является одним из методологических аспектов принципа историзма (наследственности, непрерывности). Актуализм, как и другие научные методы, обусловлен также детерминизмом. Он возник давно и

применялся в различных формах в связи с разными концепциями развития Земли. Поэтому необходимо различать понятия «актуализм» и «униформизм»;

2) актуализм — часть, но вполне специфичная, сравнительно-исторического метода; одно это корректирует его ограниченность;

3) актуализму следует дать широкое определение (см. раздел 6);

4) возможности актуализма определяются: полнотой геологической летописи, степенью сохранности следов прошлого, характером проблем, характером и изменчивостью законов геологического развития (см. разделы 53, 54), наконец, тем, что современные явления нередко лишь спонтанные модели прошлых;

5) униформизм — «тождество системы самой себе» — отвергается как общетеоретическая концепция, сохраняя значение как частный случай и «граничные условия» действия систем законов. Его методологический аспект в последнем смысле может быть назван «униформистским методом» [211, с. 210].

*Геологическое науковедение.* История науки сейчас начинает приобретать все менее историографический уклон. Но число мелких малоценных публикаций, дублирование и т. п. в этой области велико. Проблема информации и формализации возникает и здесь. Исторические работы имеют ряд направлений (Гордеев, 1961). Тенденция к истории, а не историографии, хорошо иллюстрируется работой Вагенбрета (1966, 1967) об истории исследования надвига Лаузиц. В ней рассмотрены работы (до 300) с 1778 по 1966 г. на фоне общенаучных идей. Выделены границы этапов: 1827, 1838, 1870 гг. Приведены интересная диаграмма числа публикаций и «родословное древо» структуры.

Иногда пишут о философии геологии [168] как о части философии естествознания [277]. Такой науки или дисциплины нет. «Философия геологии» лишь собирательное название (как, например, и «радиогеология») для наиболее общих методологических проблем геологии. Говорят о «философских проблемах» (вопросах) геологии, что имеет тот же смысл. Методология в широком смысле слова включает в себя и предмет метагеологии, во всяком случае, весь ее познавательный (гносеологический) аспект.

Методологические и «философские» проблемы геологии широко обсуждаются в СССР, ГДР, США и в других странах. Число публикаций огромно. В литературе вырисовываются следующие «философские» проблемы геологии: 1) предмет геологии и место ее среди наук; 2) классификация наук о Земле; 3) специфика геологического процесса; 4) противоречия и характер геологического развития; 5) методы геологии (значение наблюдения, эксперимента, моделирования, исторический метод и актуализм, логизация, моделирование, классификация методов и т. п.); 6) проблема гипотезы и теории в геологии; 7) законы в геологии; 8) проблемы (в частности периодизация) истории геологии; 9) геология как производительная сила; 10) проблема «Общество и природа», все аспекты которой тесно связаны с наукой о Земле, но которой геологи занимаются еще недостаточно. В той или иной мере большинство этих проблем затрагивается в настоящей книге. Им посвящены работы, на которые ссылается автор. В частности, обзор направлений таких исследований сделан В. И. Оноприенко [142]. Сборники по методологическим проблемам с 60-х годов издавались АН СССР [23, 158, 166 и др.], АН УССР [127 и др.], Московским (в частности сборники «Жизнь Земли», 1961—1972), Воронежским, Свердловским (Уральским) и другими университетами. Ряд статей публикуют отраслевые журналы.

В СССР «философских проблем» геологии касались широко, в частности, Гордеев, Косыгин, Круть, Хаин и др. За рубежом укажем работы А.Ф. Ганье [274], Гунтау [273], Хойкаса [278] и др. В США К. Албриттон (1963 и др.) опубликовал аннотированную библиографию работ по «философии геологии»,

где ссылается и на работы советских геологов. Для последнего времени характерны указания на черты методологической общности между физикой и геологией. Высоцкий (1965) и Драгунов (1965) пришли к выводу о действительности для геологии «принципа соответствия». Василевский (1965), вслед за Вегманом (1950), сделал небезынтересную попытку приложить теорию относительности к геологическому времени. Он находит, что единица времени в истории

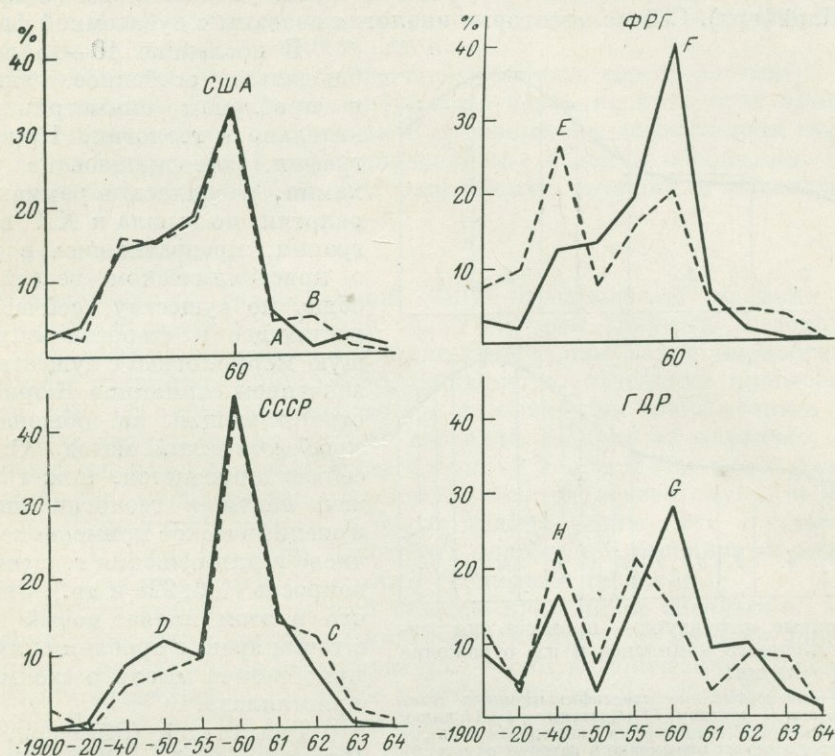


Рис. 8. Распределение ссылок на литературу во времени, по Э. Шлегелю (1965):

A—H — журналы попарно сходного профиля; по оси абсцисс — годы, по оси ординат — число ссылок в 1965 г. на работы соответствующего года

Земли переменна, что может быть связано с изменением линейной скорости Земли. Специфичным для геологического времени является деформация конечных его отрезков, что Василевский объясняет его «практической» бесконечностью. Наконец, Вагенбрет [328] рассматривает вопрос о «нерезких границах» в геологии. Различая разные типы границ, в том числе связанные только с методикой исследования, он приходит к выводу, что существует «отношение непрерывности» в геологии, в некоторой мере аналогичное «неопределенности Гейзенберга» (1927) в субатомной физике. Поэтому он считает возможным ставить вопрос о «геологии мельчайших частиц», в которой законы «классической геологии — частный случай. Заключение о закономерностях в непрерывных переходах, сделанные в его статье, интересны. В частности, касаясь дискуссий о непрерывности тектогенеза, Вагенбрет обосновывает закономерность: если применяемая стратиграфическая шкала грубее условной стратиграфии —

проявляются фазы; в обратном случае тектонический процесс показывает известную непрерывность.

Постановка вопроса в упомянутых работах, по мнению автора, правомерна; наличие аналогии, но не *тождественности* несомненно; естественно, что такие общие закономерности в разных областях явлений проявляются различно. Здесь мы вновь сталкиваемся с различием исторических и физико-химических наук. Заметим, что и раньше прибегали к таким уподоблениям («дифференциалы» Плейфера). Сейчас некоторые аналогии связаны с субатомной физикой.

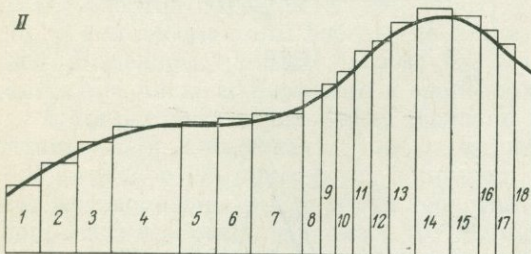
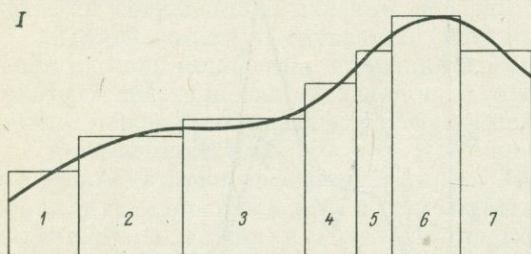


Рис. 9. Кривые «структура — процесс» для развития естественного комплекса и их отражение в структуре науки:

1—7, 1—18 — развертывание классификационных признаков от этапа I к этапу II. Состояния I—II иллюстрируют тенденцию к детализации исследования явлений и соответственно их отражение в истории науки

необратимости развития Земли, хотя и общепризнанной. М. С. Эйгенсон, в частности, указал на потерю тепловой энергии, как основу этой необратимости (ср. с Бюффоном). В СССР и ГДР в 60-х годах много внимания уделено предмету геологии, ее специфике и месту среди наук.

Эффективность простейшей наукометрии иллюстрируется работой Шлегеля (1965). На материале по СССР, ГДР, США и ФРГ было показано, что везде максимальное цитирование в обследованных геологических журналах сходного профиля относится к пятому году, считая от издания цитируемой работы (рис. 8). Сделаны и другие любопытные выводы.

Вагенбрет рассмотрел проблему единства структуры и процесса в геологии и ее истории [323]. Это единство может иллюстрироваться кривой, отображение же ее в науке неизбежно представляет ступенчатый график (рис. 9), с тенденцией к детализации этого отражения, т. е. все большего приближения к кривой. Вопрос рассмотрен на примерах, в частности и для развития науки. Развитие последней также происходит в единстве процесса и структуры (системы понятий, методов, гипотез, теорий, публикаций и т. п. в каждый момент).

В последние 10—15 лет наблюдается особенное внимание к проблемам симметрии применительно к геологии. Кристаллография, зародившись в недрах химии, развилась в рамках минералогии, но вышла к XX в. из ее границ, превратившись в учение о кристаллическом веществе вообще, по существу, сейчас перерастающее в «теоретическую общую морфологию» с существенным значением «принципа Кюри» и соответствующий ей общенаучный *морфологический* метод. Он, как сейчас признается, может и должен найти в геологии широкое и специфическое применение, в том числе и для решения генетических вопросов [166, 225 и др.]. Заметим, что в этом плане новый аспект с точки зрения проблем симметрии приобретает мысль о «холмах как кристаллах».

Ряд статей (Эйгенсон, 1954; Васильковский, 1962; Сеницын, 1965; Wagenbreth, 1968) посвящен

Процесс познания науки заключается в отражении смены ее последовательных структур. Вагенбрет подчеркивает, что рассмотренные им соотношения существуют для явлений всех масштабов в повседневной работе исследователя.

Проблемы геологического науковедения находятся на стадии, позволяющей и требующей создать капитальные работы — сводки.

1. Историю геологии на основе исторического материализма и закономерности процесса познания (развитие идей и методов). Такой труд должен охватить большой фактический материал, обработанный под единым углом зрения в форме таблиц, графиков, схем.

2. Методологию геологии (включая проблемы «метагеологии»).

Сводки должны быть итогом глубокого изучения сути всей проделанной в обеих областях работы с освещением основных сосуществующих концепций. Разные точки зрения здесь могут определяться и целью обобщения. Особенно следует обратить внимание на фактологическую сторону и объективность<sup>1</sup>.

### 53. Законы в геологии

Представление о геологической ФДМ предполагает наличие системы геологических законов. Отрицание такой системы (Бернал, Федоров и др.) сводит геологический процесс к физико-химическим закономерностям, проявляющимся стихийно: закономерными являются отдельные процессы, но не развитие, чем, по существу, отвергается историческая точка зрения. Для геолога наличие геологических законов очевидно. Однако их характер, конкретное выражение, условия проявления и т. п. — вопросы еще слабо разработанные. Между тем, проблема законов связана с методологией науки, ее математизацией, проблемой информации, т. е. она крайне важна. Это — самостоятельная тема, и мы коснемся лишь некоторых положений, бесспорных или дискуссионных, необходимых для раскрытия специфики геологии.

Законы для любой конкретной области явлений не абсолютны, а зависят от условий. Для исторически развивающихся структур материи ряд законов изменяется с развитием самой структуры — они исторические. Познавание развития Земли существенно сводится к исследованию изменений управляющих им законов. Смену законов в истории Земли (как они ее представляли) мы видели еще у Декарта и Бюффона. Смена систем законов связана с катастрофизмом; изменение их логически вытекает из эволюционизма. Униформизм, наоборот, основан на признании постоянства системы законов геологического развития. Относительное постоянство, применительно к разным группам законов и на определенных этапах (граничные условия), — рациональное зерно униформизма и используется в науке.

Законам в геологических процессах посвящено немало работ. Теоретическая сторона рассматривалась на симпозиуме в ГДР в 1964 г. [268, № 51; 328 и др.]. К. Рейприх [268, № 51] охарактеризовал проблему законов для геологии, указав на важность выделения необходимых и частных законов. Гунтау [там же], развивая ее конкретнее и рассматривая принципы классификации законов геологии, считает необходимым их подразделение: а) по содержанию (по отраслям геологии); б) на законы движения (развития) и структурные законы; в) по степени всеобщности; г) на динамические и статические законы. В свою очередь эти группы могут иногда подразделяться более подробно.

<sup>1</sup> Примером неудачной работы, изобилующей серьезными ошибками, служит «История геологии» (М., «Наука», 1973. 388 с.). Ответ на рецензию см. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1976, № 2.

Так, например, всеобщность закона может рассматриваться в разрезе времени, пространства или субординации структурных законов (относящихся к структурам разных порядков) и т. д. Структурные законы подробно рассмотрены Рихтером и Вендт [там же], относящим к ним, в частности, законы симметрии.

А. Кох [328] анализирует формулировки всеобщих возрастных законов в литологии, типа: «любой комплекс пород старше, чем продукты его разложения», и т. д. Таких законов он находит шесть; условие их действительности — наличие «готовой породы». К. Фандрих [267] рассмотрел законы первичного (начального) вулканизма, связанного с возникновением геотектонического цикла. Подходя с позиций Гунтау, Фандрих выделяет «специфические» и «неспецифические» условия рассматриваемого процесса, формулирует закономерности, устанавливая для Восточной Тюрингии общий ряд развития: выброс туфов (эруция) — излияние лав (эффузия) — интрузия (+ дифференциация) — поствулканическая субстадия. Эта схема им детализируется с выделением условий и законов для каждой фазы, дальнейшим ее подразделением и т. д.

Законы развития (исторические) подробнее рассмотрел Гунтау [328]. Указывая, что детерминизм неизбежно приводит к закономерности геологического развития, Гунтау правильно считает, что кажущееся противоречие между необратимостью и закономерностью развития Земли может быть разрешено познанием изменчивости законов, которая не безгранична, так как предмет геологии ограничен во времени и пространстве. Характеристика условий каждого этапа позволяет различать в истории Земли относительно неизменные и меняющиеся законы. Наиболее равномерными законами являются, например, фундаментальные законы физики и химии (строение атома, гравитация, радиоактивность и т. п.). Специфические, временно действующие геологические законы «охватываются» всеобщими или более общими, функционирующими длительнее. К последним относятся, например, законы механики, химического сродства и т. п. Таким образом, законы в области «базисных» (элементарных) и общих ФДМ, координирующихся с другими, постояннее, и применение актуализма в этом случае проще и однозначнее.

Гунтау указывает, что законы историчны и действуют различное время, в зависимости от срока существования системы условий, необходимых для их действия. Он различает законы: 1) действующие всю геологическую историю Земли (физико-химические законы); 2) начинающие действовать позже, но действующие и сейчас (биологические законы); 3) действующие с начала, но уже недействительные (законы, связанные с образованием земной коры, но прекратившие действие с изменением условий); 4) действовавшие на некоторых отрезках истории Земли (специфические законы — образование руд типа медистых сланцев и т. п.). Гунтау считает, что «актуализм гофф-ляйделевского типа» пригоден лишь для законов 1 и 2 группы, для 3 и 4 способ исследования не прямой и опосредованный. Добавим, что последнее никак не исключает применения актуализма. Фандрих [328] выделяет в истории Земли четыре этапа, с которыми связано значительное изменение законов: физико-геологический (до появления воды); химико-геологический; биогеологический (геобиологический. — Б. В.); антропогеологический, начинающийся сейчас (ср. с Бюффоном и Котта).

Существенны формы конкретного выражения законов. Несомненно, по смыслу и по формулировке типичны законы Стенона. Гунтау [268, № 51] приводит примеры более 90 законов для разных отраслей геологии. Это законы и положения Штилле, «закон корреляции пород (фаций)» Вальтера (Иностранцева — Вальтера), правило фаз Гольдшмидта и т. д. Он указывает, что в геологической литературе существует ряд терминов для обозначения различных

законов: закон, закономерность, основной закон, правило, принцип и т. п., иногда имеющих некоторые оттенки. Не все в рассматриваемой статье бесспорно. Ряд «законов» может оказаться слишком условными, т. е. выпасть из категории закона. Непонятен в числе законов «принцип актуализма».

В СССР также уделялось внимание этой проблеме, чаще в более конкретном плане. Укажем на Василевского, Гордеева, Горшкова, Драгунова и др. [139, 210 и др.].

Затронуты также и проблемы геокосмологии. Закономерностей в этой связи касаются Т. Д. Резниченко и С. Д. Резниченко [172], указывающие на 3-й универсальный фактор развития поверхности Земли (кроме изменений климата и тектонических движений) — долгопериодические колебания режима суточного вращения, играющие, по их мнению, известную роль, например, в периодических перестройках гидросети. Он связан с двумя первыми.

Г. Л. Пospelов (1963) рассмотрел вопрос о конвергенции в геологических явлениях. Он правильно считает, что явления конвергенции принадлежат к числу основных причин, порождающих разноречивые генетические выводы и что возможность конвергенции обязательно надо вскрывать. Подчеркнем, что проблема конвергентности имеет отношение к геологическим законам, актуализму, сравнительно-историческому методу, эксперименту и моделированию.

Д. В. Рундквист указывает на приложимость, в принципе, «биогенетического закона» Геккеля: «Онтогенез есть краткое повторение филогенеза» (по эмбриональным стадиям)<sup>1</sup>, ко всем областям геологических явлений; он назвал это «геогенетической закономерностью развития» [139, с. 90]. Идея эта развита им в ряде работ. Термины «онтогенеза» и «филогенеза» применил к минералам Д. П. Григорьев (1955).

Независимо от идей Рундквиста автор отметил приложимость того же принципа к технике [38, 166]. В. В. Тихомиров [201], не ссылаясь на «биогенетический закон», сформулировал аналогичную закономерность для истории геологии. Все это позволяет приложить этот принцип к широкому кругу явлений, в следующей форме: *в исторически развивающейся структуре («виде»), состоящей из структурных элементов, обладающих характерными сходными связями, онтогенез в известной степени повторяет филогенез*. Это положение, относящееся к учению о развитии, можно назвать *структурно-генетическим законом* — тенденцией. Структурно-генетические соотношения не могут быть случайностью [38]. Вопрос о степени всеобщности и необходимых условиях и формах их проявления требует исследования, но их познавательное значение несомненно. Заслуживает внимания тот факт, что закономерность проявляется в разных областях, несмотря на то что в биологии действующий фактор весьма специфичен (информация в наследственном веществе). Закон этот имеет прямое отношение к актуализму, сравнительно-историческому методу и философии естествознания вообще [54, 211]. Вспомним слова В. И. Ленина: «Единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений»<sup>2</sup>. Подчеркнем, что идеи о широком значении «биогенетического закона» родились в геологии; в ней же, внутри минералогии, развилось учение о симметрии, характерно проявляющейся

<sup>1</sup> Эта формулировка затем была дополнена положениями, указывающими на неполное, упрощенное повторение (рекапитуляцию) со смещением или отсутствием ряда этапов под влиянием условий онтогенеза и т. п. Но закон этот не отброшен биологией, а условность его проявления естественна в диалектике природы в любых областях его применения.

<sup>2</sup> В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 18, с. 306.

в закономерностях строения и развития Земли и отражающее то же глубокое единство природы, порождающее взаимное спонтанное моделирование ее элементов. Подведем итоги.

1. Среди геологических законов появляются особые законы развития (эволюции), которых нет в физике и химии. Изменчивость законов в геологии многообразнее, чем в науках, изучающих общие или элементарные формы движения материи.

2. До сих пор геологические законы, формулируемые для широкой области исторических явлений, имеют, как правило, качественный характер. Возможность их математизации увеличивается при рассмотрении современного разреза мира и при анализе элементарных ФДМ «внутри» геологической или общих, координирующихся с различными частными. Также проще математизация законов, формулируемых при обобщении явлений узкой области. Это положение не столько связано с этапом развития геологии, сколько — ее принципиальная особенность.

3. Установление геологических законов в этих условиях связано со значительной идеализацией процессов и явлений. Возникает противоречие между необходимым прогрессом науки в детальном изучении отдельных явлений, увеличением научно описанного их числа, с одной стороны, и потребностью обобщения, генерализации и выведения законов — с другой. Мнение, что геология наука «индивидуализирующая», основано на том, что объект ее изучения — бесконечно большое количество полифакторных явлений, имеющих часто индивидуальные черты. Труднейшая задача геологического исследования заключается в том, чтобы провести ее между Сциллой безграничной индивидуализации и Харибдой неоправдываемой идеализации (генерализации).

4. Одной из задач геологии является критическое обобщение материала, уже накопившегося по геологическим закономерностям, и его классификация.

Вопросы условий действия и изменчивости законов в геологии, их формулировка имеют первостепенное значение. Сравнение, лежащее в основе актуализма и сравнительно-исторического метода, это в значительной мере сравнительный анализ законов и соответствующих условий на различных этапах истории Земли.

#### 54. Специфика и система методов геологии

Особенности методологии связаны с характером предмета исследования и законов, действующих в соответствующей области. Здесь существенно своеобразие наук — исторических, физико-химических и механико-математических. Проблема классификации методов геологии мало разработана. Бернал (1954) пришел к выводу, что геология, якобы, не имеет собственных методов, а берет их из физики и химии. В учебниках геологии вопрос о методах иногда обходится или излагается крайне примитивно. В 1970 г. опубликована книга Е. А. Куражковской [98]. Из ее классификации методов геологии, по существу, выпали почти все ее специфические методы. К сожалению, излагая мои взгляды на этот вопрос [33 и др.], она полностью и тенденциозно их извратила, а ссылки на мои работы не соответствуют тексту.

Г. Л. Поспелов пишет о «геологическом методе», справедливо указывая, что новые физико-химические методы, применяемые в геологии, становятся частью геологического метода, следовательно, не теряющего значения с прогрессом физики и химии. Но геологический метод это «... метод отражения геологической формы движения материи путем последовательного выявления струк-

турно-вещественных и энергетических свойств Земли в их пространственно-исторических и генетических соотношениях» [156, с. 11]. В этой формулировке теряются роль и соподчиненность многочисленных методов геологии. Что пишет, например, Г. Л. Пospelов об актуализме? «Важнейший» для геологии метод актуализма был в XX в. дополнен принципом поступательного развития и в результате возник новый принцип — исторический. Таким образом, актуализм в XX в. якобы исчез, а принцип поступательного развития, кстати, зародившийся еще в XVII в., коренным образом отличается от исторического.

*Материалистическая диалектика*

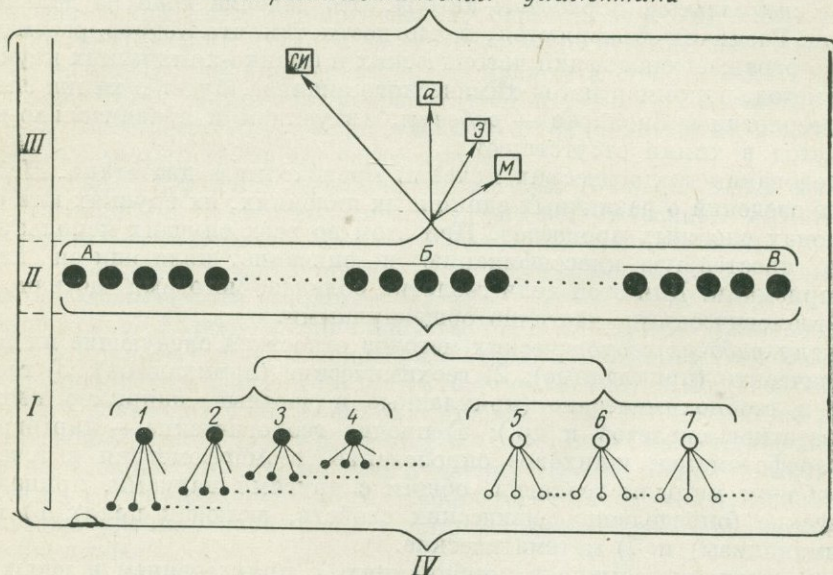


Рис. 10. Классификация методов геологии:

I — рабочие методы: 1 — геофизические, 2 — геохимические, 3 — геобиологические и геохимические, 4 — прочие геологические, 5 — физические, 6 — химические, 7 — математические. II — специальные (особенные) геологические методы: А — геофизические и геохимические, Б — геобиологические и геохимические, В — собственно геологические. III — принципиальные (основные, общегеологические) методы: залитые кружки — специфические геологические, светлые кружки — общие для ряда наук. IV — общенаучные методы: СИ — сравнительно-исторический, а — актуализм, Э — экспериментальный, М — моделирование

Геолог имеет дело с современными явлениями и геологическими документами Земли. Процесс исследования заключается в полном уяснении первых и генетической (исторической) расшифровке вторых. При этом пользуются разными геологическими и общенаучными методами, чтобы потом путем их совместного применения установить общие закономерности развития Земли. Такой способ исследования Пospelов и называет *геологическим методом*. Однако средства, применяемые геологом, настолько разнообразны, что столь широкое обобщение представления о методах равносильно отказу от их рассмотрения.

Вопрос о методах естествознания освещен Б. М. Кедровым. Им выделены три группы методов: 1) общие (материалистическая диалектика, сравнительный, исторический метод и актуализм); 2) особенные (индукция, дедукция, синтез и анализ, методы аналогии, формализации, математизации, математической гипотезы, моделирования, эксперимент); 3) частные методы — «специальные методы частных наук; они действуют в каждой отдельной отрасли естество-

знания и связаны со специфическим характером отдельных форм движения материи» [84, с. 40]. Автор [27, № 3] выделил три группы методов геологии (без общенаучных методов): принципиальные, специальные и рабочие, указав на их соотношение. Затем эта классификация была дополнена общенаучными методами [33, 36]. Предлагаемая (рис. 10) классификация является ее развитием. Она хорошо сопоставляется со схемой Кедрова. Общие и принципиальные (особенные) ее методы совпадают с «общими» и «особенными» методами классификации Кедрова, с внутренней перегруппировкой. Но Кедров указал, что граница между этими двумя группами у него условна. Его частные методы соответствуют *специальным и рабочим* автора. Это деление ясно из дальнейшего изложения. Различия объясняются, в частности, тем, что Кедров, рассматривая методы, не отражает специфики исторических и физико-химических наук. Один и тот же метод, например метод химического анализа, будет в химии *специальным*, а в геологии и биологии — *рабочим*, актуализм и сравнительно-исторический метод в химии отсутствуют.

Исследование геологических явлений происходит в два этапа. *Первый* — получение сведений о различных единичных явлениях, их группах или отдельных сторонах сложных процессов. При этом во всех случаях используют наблюдение, простейшую классификацию и описание, являющиеся наиболее общими приемами. Для этой цели геология обладает методами частично специфически геологическими, частично общенаучными.

К числу *рабочих* геологических методов относятся следующие их группы: 1) геофизические (прикладные); 2) геохимические (прикладные); 3) геобиологические и геобиохимические (прикладные и частные, например изотопный анализ остатков скелетов и др.); 4) прочие геологические — картографирование, аэрофотометод, шлиховое опробование, геоморфометрия и т. д.

К рабочим методам геологии, общим с другими науками, принадлежат: 5) физические (определение физических свойств, включая поля); 6) химические (химанализы) и 7) математические.

Этими методами, обычно в комбинациях, с привлечением в необходимом объеме общенаучных методов и знаний, могут исследоваться и сложные группы процессов. В результате иногда получают важные, но всегда *частные* выводы. Так, шлиховое опробование или химический анализ, аэромагнитная съемка могут непосредственно указать на наличие крупного месторождения полезных ископаемых, геологическая съемка — на детальную структуру участка земной коры и т. п. Но эти методы дают преимущественно лишь *материал*, научно описанные и систематизированные факты для более широких выводов, обогащающих *теорию*.

*Второй* этап (последовательный или параллельный) — методологическое применение геологической теории какой-либо области явлений в целях развития самой этой теории, теории смежной области или теории Земли в целом. Такие методы, использующие в качестве «орудий» рабочие методы, являются *специальными методами* наук о Земле.

Специальные методы, в соответствии с классификацией ФДМ, можно разделить на три группы.

1. Геофизические и геохимические методы — методологический аспект наших знаний о *прямом*, наиболее непосредственном проявлении элементарных и некоторых общих ФДМ внутри геологической его формы. Так, геохимические методы привлекают геохимию как теорию о распределении, миграции, парагенезисе химических элементов в земной коре для исследования прошлого Земли, генезиса пород, руд и т. п. Геохимические методы связаны, следовательно,

с использованием результатов изучения химической ФДМ, входящей в геологическую в качестве «базисной». Аналогичное мы можем сказать о *геофизических* методах.

2. Геокосмологический и геобиологические методы основаны на теории связей геологической ФДМ со смежными с ней областями. Так, геокосмологический (астрономический) метод для познания Земли или ее развития использует теорию Земли как космического тела, принимающего участие в одной из космических ФДМ. Геобиологические методы — методологический аспект наших знаний о роли жизни в развитии и структуре Земли, ее биосферы. Это биостратиграфический, палеобиологические, биогеохимический и другие методы. В перспективе следует иметь в виду геосоциологические методы, поскольку начинает возникать теория антропогенных процессов, связанных с воздействием технической ФДМ. Например, разрабатывается учение о плотинных землетрясениях, которое, вероятно, станет учением о техноплагенных землетрясениях вообще. Эти методы автор не рассматривает.

3. Прочие, *собственно геологические* методы. К специальным методам геологии<sup>1</sup> относятся геоморфологические, петрологические, литологический, структурный, тектонические, стратиграфический, формационный, фациальный и другие известные и возникающие методы, являющиеся *методологическими аспектами геологических теорий*.

Приведенное деление специальных методов не лишено условности; можно говорить о промежуточности некоторых методов, например биогеохимического (1—2), петрологического (1—3) и т. д. Это, естественно, не может являться основанием для отказа от классификации. Специальные методы также взаимосвязаны и комбинируются друг с другом. В их сочетаниях какой-либо метод может играть определяющую, другие — подчиненную роль. Фациальный метод комбинируется с геоморфологическим, геобиологическим, тектоническим и т. д. Такое взаимопроникновение и связь понятны, необходимы и не нарушают основ классификации.

Специальные методы позволяют делать крупные обобщения. Но обоснованность, широта выводов и характер процесса обобщения зависят не только от привлечения, совместно со специальными геологическими, *общенаучных* методов, но в большинстве случаев от *принципиального подхода*, формы методологического использования соответствующей теории. Например, геохимический метод (в широком понимании) может применяться в плане *моделирования* — зонная плавка Виноградова; в плане *эксперимента* — синтез минералов; *актуализма* — использования для наведения на прошлое современных геохимических явлений; *сравнительно-исторического метода* — исследования геохимизма разных исторических эпох.

Моделирование, эксперимент, актуализм и сравнительно-исторический метод, определяющие *характер использования* специальных методов, назовем *принципиальными*, или *основными*, методами. *Содержание* их может трактоваться двояко. Автор полагает, что это принципиальный подход к приобретению и использованию данных, полученных рабочими и специальными методами. Тогда, например, геоморфологический, тектонический и т. п. эксперименты

<sup>1</sup> В особом положении находится геокартирование — геокартографирование — составление документальной карты и сбор материала, которые относятся к рабочим методам. Интерпретация — анализ карты, составление записки, профилей и т. п. происходит с участием структурного, биостратиграфического, геоморфологического и других специальных методов. Картографирование не подходит под определение специального метода. Не важность метода, а его сущность определяет отнесение его в определенную группу классификации.

в их конкретном осуществлении относятся соответственно к геоморфологическому и тектоническому методам; но одновременно геолог «работает» и *экспериментальным методом*. Но можно и считать, что «эксперимент» включает в себя все методы, которые в этом случае используются; он (как сравнительно-исторический метод и актуализм) их «поглощает». Данное различие не имеет большого принципиального значения; все методы всегда разнообразно координируются между собой и «принципиальные» методы не могут быть оторваны от остальных.

С классификационной стороны первая точка зрения правильнее и удобнее. Специальные методы конкретны и относятся лишь к наукам о Земле. Принципиальные специфичны (эксперимент и моделирование) для исторических наук и свойственны им всем; они абстрагированы по своей сути от конкретного «вещного» содержания и ближе тем самым к общенаучным методам. При обеих трактовках место их в классификации не меняется.

Наконец, в процессе исследования в комбинации друг с другом широко используются общенаучные методы: сравнение, индукция и дедукция, анализ и синтез, аналогия, классификация, метод формализации и т. п. Составная часть любого рабочего и обычно специального метода — наблюдение, описание и *сравнение* явлений. Сравнительный метод является неотъемлемым элементом любого другого метода и он общенаучен. Его специфика лишь в своеобразии изучаемых явлений, а не в способе *применения*. Отнесение сравнения в грушу, скажем, принципиальных методов, сделает ее расплывчатой. Существует, впрочем, иная точка зрения (Ивашевский, 1966).

На рис. 10 указана и *материалистическая диалектика* — теория познания диалектического материализма, общая основа методологии.

Из общенаучных методов коснемся «системного анализа» (структурно-системного метода, системного подхода). Выше упоминалось о системах, т. е. о целостных, несводимых к их элементам или частям взаимосвязанных комплексах материальных вещей (также «идеальных») предметов — таких, как наука). В современной «теории систем» определения иногда шире, хотя общепринятых еще нет. Дано определение для бесспорного, типичного и актуального для геологии случая. Примерами систем являются клетка, организм, биогеоценоз, жизнь в целом, техника, биосфера, планета, звезда и т. п. Любая система может быть элементом, подсистемой системы другого уровня. Характерной чертой системы является ее организованность, целостность — она обладает некоторыми общими свойствами и связями ее элементов — подсистем; ее развитие и функционирование подчиняется закономерностям, свойственным данной системе.

Вселенная является огромной системой и представляет собой, вместе с тем, совокупность бесконечного множества систем. Каждая система обладает некоторыми общими свойствами для всех систем вообще. Но системы бывают разной сложности, разных «видов» и «классов», и среди систем одного вида или близких видов сходство может быть заметнее и они в наибольшей мере моделируют друг друга. Например, жизнь и техника ближе друг к другу, чем жизнь и Земля, хотя обе они — системы. Естественно, что параллелизм в структуре и развитии систем явлений широко распространен; на «закон параллелизма» в развитии природных явлений указал еще в 1833 г. Ж. Сент-Илер.

Изучение функционирования систем и соответствующих законов с целью приложения результатов к их изучению составляет сущность системного подхода, распространяющегося в разных областях науки, начиная с биологии, с 60-х годов. Элементы и предпосылки системного анализа в познании мира известны с XVII в. (Декарт, Локк).

Наиболее древней формой стихийного системного подхода является спонтанное моделирование — сравнительный системный подход к изучаемым предметам в качественной, описательной, наиболее «свободной» форме. Системный подход и в геологии начинает приобретать значение важного математизированного способа познания [63, 90, 97 и др.], что, вероятно, не отменит спонтанного моделирования, как его стихийного проявления.

Понятие о системах и их соподчиненности (иерархиях) существенно для понимания относительности и сути конкретных видов («биологического», «седиментационного», «атомного», «планетарного» и т. п.) времени, которые всегда связаны с конкретными процессами какой-либо системы. То же следует сказать и о различных «пространствах» (состояниях пространства тел, в том смысле, в котором применял это выражение Вернадский). «Геологическое пространство» — пространство планеты Земля, состоящее в свою очередь из частных состояний пространства, к которым относятся и пространства ее полей (геомагнитного, гравитационного и др.), обладающие каждое специфическими свойствами, в том числе и разными формами симметрии. Можно сказать, что конкретные виды времени и пространства — атрибуты системно-организованного вещества, вне их оно существовать не может.

Общенаучные методы играют важную и универсальную роль. На разных стадиях исследования геолог применяет синтез и анализ, индукцию, дедукцию и т. п. в различных сочетаниях друг с другом и при использовании любых других методов. Но, разумеется, могут выпадать те или иные группы методов. Например, имея несколько уже сформулированных гипотез, исследователь путем их анализа и последующего синтеза даже без привлечения новых фактов может построить новую идею или гипотезу. Такой процесс идет без существенного участия рабочих методов, эксперимента и моделирования (в физическом смысле). Таким образом, общенаучные методы — это очевидно — в наибольшей мере отражают процесс познания вообще, а предыдущие группы — специфику геологического исследования («геологический метод»). Наиболее типичным примером последнего является комплексная геологическая съемка большого региона с последующим обобщением наблюдений.

Напомним, что теория и метод едины. Уже использование рабочих методов требует минимальной теоретической основы. Специальные методы — аспект теории или гипотезы; через них обычно проявляется в исследовании дедукция. Следует помнить и о геологической специфике: отсутствии во многих случаях *вовне законченной* теории и опасности чрезмерного увеличения гипотезой, примеры чему приводились.

Четыре группы методов, рассмотренные выше, закономерно соотносятся друг с другом. Они, во-первых, соответствуют категориям *индивидуального, конкретного, особенного* (для исторических наук) и *общего*. Во-вторых, степень всеобщности у них разная. Рабочие методы частью специфичны для геологии, частью относятся к ряду наук; специальные — специфичны; принципиальные — особенны (специфичны для всех исторических наук); общенаучные — всеобщы.

Остановимся на *принципиальных* методах. В свете сказанного выше о специфике ФДМ обоснование актуализма лежит и в признании единства постоянства и изменчивости, что обязывает к изучению наследственности в структурах материи. Именно в связи с этим актуализм проще и эффективнее применяется в области проявления элементарных и общих ФДМ — носителях наследственности, «инерционных». Механические действия, минералообразование, некоторые геофизические и геохимические процессы здесь наиболее перспективны. Они входят в геологическую ФДМ, но неизменны или *относительно* неизменны

в пределах каких-то интервалов геологического времени (граничные условия).

Рассмотрим, например, прибой. Как механический процесс он в основном подчиняется законам механики. Но вода действует одновременно и химически. Процесс полидинамичен: амплитуда и длина волн контролируются размерами бассейна, приливы — космическими факторами. Прибой — это уже геологическое явление. Однако в подобных случаях допустимо прямое сравнение и в некоторых интервалах даже отождествление. В «догеологическое время» явления прибой не было вообще.

Переходя от минералообразования к порообразованием и далее к тектогенезу, мы встречаемся со все более структурно сложными явлениями. Такое явление, как образование слоистости (о которой не приходится говорить на космической стадии развития Земли), не говоря уже о складкообразовании, весьма полидинамично и является областью как бы «чисто» геологической. Применение актуализма здесь сложнее. Современные явления используются разнообразно, в том числе и весьма *косвенно*. Но применение актуализма основано и в этих случаях также на явлении унаследования (в структурах), в более широком понимании этого термина. Разумеется, физико-химические, термодинамическая и механическая ФДМ, поскольку они участвуют и в рассматриваемых процессах, также исследуются здесь актуалистически. Обычно считают, что чем далее мы уходим в прошлое, тем менее применим актуализм. Действительно, при прочих равных условиях и одинаковой сохранности следов прошлого, это так. Но более общим условием является характер исследуемых объектов, положение их в цикле развития и в пространстве, степень и форма изменения законов, которым подчиняется развитие этих объектов.

*Актуализм* — общегеологический метод. Однако больше всего известно его применение в литологии, где и шла дискуссия, но и в палеовулканологии, палеонтологии, палеобиологии, тектонике и т. д. актуализм имеет специфику и должен рассматриваться особо. К сожалению, обобщающих работ по другим аспектам актуализма мало, или они не полны, хотя потребности практики вызвали к жизни ряд отраслей науки, поставленных на службу актуализму или существенно на нем основанных. Сама область познанных современных явлений непрерывно расширяется. Создание целенаправленных модернизируемых сводок, вероятно, одна из задач науки.

Подчеркну, что, применяя современные явления для раскрытия прошлого, геолог лишь частично сталкивается с фактами, которые могут быть мысленно непосредственно перенесены в прошлое. Иногда несколько другой масштаб сил, вмешательство дополнительных факторов, другая среда протекания процесса приводят к тому, что современные явления будут лишь *спонтанными моделями прошлых*. В этом — ключ к пониманию «проблемы актуализма», возможности конвергенции и ошибок. Но тогда важно исследовать *степень подобия и моделирующие стороны* такой современной модели. Применение актуализма не может быть формальным.

Актуализм основан на аспекте относительной неизменности в изменяющемся. Другую сторону — изменяемость используют в первую очередь в *сравнительно-историческом методе* [211]. В данном случае подходят к явлениям с точки зрения изучения соотношений унаследованного и новообразованного, изменения и появления новых качеств и законов. При применении этого метода, при сравнении явлений во времени и прошлых пространствах, наиболее широко применяют в сочетании с индукцией дедукцию. Очевидно, что актуализм является хотя самостоятельной и важной, но *подчиненной частью* (а не разновидностью, как у Хаина, 1958) сравнительно-исторического метода. *Необходимость их раз-*

деления определяется существенными различиями при применении. Целенаправленное исследование современных явлений — предпосылка актуализма — позволяет широко привлекать не только все специальные, но и рабочие методы, являющиеся обычно наиболее точными. В сравнительно-историческом методе наиболее разнообразно используются общие методы; он существенно логический, хотя им принимаются во внимание и все построения, полученные путем актуализма, эксперимента и моделирования.

Неясность для многих геологов места актуализма среди методов геологии приводит [84; Подкорытов, 1967] к формулировке актуализма как «неполно выраженного» исторического метода. Из этого формального определения, хотя логически и верно, можно сделать неправильный вывод, что актуализм не нужен и заменяется сравнительно-историческим методом. Эта мысль, кажущаяся прогрессивной — актуализм заменяется более «совершенным» методом — неверна и ведет к недооценке целенаправленного изучения современных явлений. Актуализм как метод вполне специфичен, и эта специфичность с прогрессом науки увеличивается.

В геологическом *эксперименте* можно различать два плана. Во-первых, любое «искусственно» созданное явление, вне зависимости от его назначения, может использоваться при наведении на прошлое. Так, изучение изотопного состава пород привело к созданию палеогеотермического метода (рабочего). В связи с этим автор и считает неправильным ограничение базы актуализма современными *геологическими* явлениями. Все современные явления, *естественные и искусственные*, космические, биологические и технические должны применяться при исследовании прошлого. Кстати сказать, практически так всегда и поступали естествоиспытатели, начиная с Лейбница (и ранее!). В этом смысле (только в этом!) мы должны считать эксперимент более узкой и *подчиненной* частью актуализма.

Во-вторых, может ставиться собственно *геологический эксперимент*, в целях создания геологических условий и выяснения происхождения и развития геологических образований. Общеизвестно, что геологический эксперимент имеет специфику в случае изучения сложных или исторических явлений. Вследствие этого в некоторых его направлениях результаты не имеют такой однозначности, как в физике и химии. Объясняется это опять-таки различиями в типах ФДМ. Эволюция и фактор времени (например, в процессах метаморфизма и т. п.) не могут быть всегда однозначно учтены путем поправок. Кроме того, обычно нельзя воссоздать массу вещества, а в этом случае эксперимент превращается в моделирование.

Надежнее интерпретируется эксперимент при изучении элементарных ФДМ «внутри» геологической. Пример — экспериментальное получение минералов. Часто грань между экспериментом и моделированием условна. Пример — получение искусственных алмазов. Специфика геологического эксперимента и моделирования в их «историческом аспекте» и позволяет несколько *отличать* его от физико-химического эксперимента и относить в группу принципиальных (особенных) методов геологии. Любопытный аспект моделирования — спонтанное моделирование [38].

Особенные методы в истории геологии были признаны в общем довольно закономерно — от *моделирования* до *сравнительно-исторического*, от более узкого к наиболее широкому методу. В процессе исторического исследования обычно используют (принцип простоты!) вначале современные явления, эксперимент и моделирование, а затем при более глубоком изучении и контроле сравнительно-исторический метод [36, 45, 211]. Разумеется, иногда эти стадии бывают

параллельными. Соотношение и значение особенных методов геологии показано на рис. 11.

Если представить явление или какую-либо его сторону в геологическом прошлом в виде шара  $X_1$ , а соответствующие изменения явления при развитии в виде форм  $X_2, X_3, \dots$ , то след его в современном разрезе мира — проекция  $\Pi_1—\Pi_2$ . Этот след не тождествен прошлому явлению. След изучается как современное явление  $A_3$ , наряду с другими современными явлениями  $A_0, A_1, A_2,$

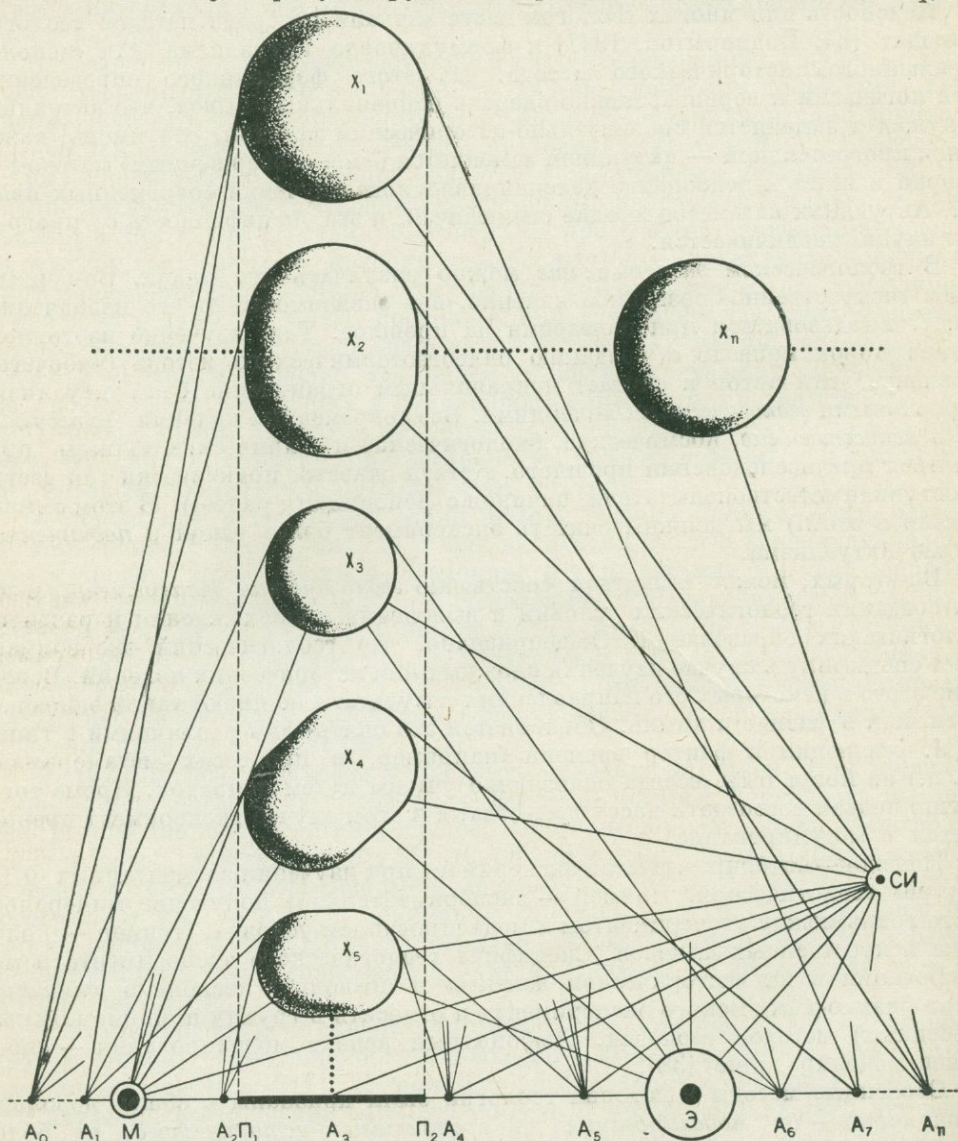


Рис. 11. Соотношение принципиальных методов геологии:

$X_{1-5}$  — различные состояния объекта, развивающегося во времени;  $X_n$  — объект, сосуществующий в прошлом пространстве одновременно с объектом  $X_1$ .  $\Pi_1—\Pi_2$  — след в современном разрезе мира;  $A_0—A_n$  — современные явления, используемые при исследовании актуалистическим методом; М — моделирование; Э — эксперимент, СИ — сравнительно-исторический метод

$A_4, \dots$ , которые совместно и могут дать указания о сущности прошлого явления «X» или каких-либо его сторон.

Изучение современных форм и процессов позволяет бросать лучи зрения AX ( $X_0 \dots X_n$ ) на прошлый процесс, причем он получает уже некоторую объемность. Лишь «тыловая» его часть реконструируется путем экстраполяции и интерполяции. Она тем меньше, чем шире область изученных современных явлений ( $A_0 - A_n$ ). Это то, что можно назвать *базисом актуализма*. Полное познание таким путем явления в случае простой его формы можно представить себе лишь *теоретически*, при бесконечно большом знании современности, т. е. при  $A_0 - A_n \rightarrow \infty$ . Практическая невозможность полного познания путем актуализма определяется полифакторностью эволюции мира и неисчерпаемостью свойств материи. На помощь приходят сравнительно-историческое изучение (СИ) деформирующегося (эволюционирующего) явления  $X_1, X_2, X_3 \dots$ , а также геологический эксперимент («Э») и моделирование (М) в современном разрезе мира, в *общем случае* не адекватные изучаемому явлению (X). Эксперимент и модель интерпретируются с помощью актуализма и сравнительно-исторического метода и бросают дополнительный свет на прошлые явления в истории Земли. При этом могут применяться все методы, о которых говорилось. Сравнительно-исторический метод (СИ) это как бы взгляд «со стороны» на историческое развитие, сравнительное исследование его разных этапов, как мы их предварительно себе представили, с привлечением «на равных правах» также и современности.

Диалектика заставляет нас при историческом анализе сравнивать и коррелятные явления ( $X_n$ ) в «прошлых пространствах», что и отражено на рис. 11. Это хорошо видно на примере сравнительно-исторического метода в языкознании. Поскольку *исторический* метод уже предусматривает сравнение *этапов*, то в определении сравнительно-исторического метода следует подчеркнуть сравнение во времени и пространстве. Вообще же это *синонимы*.

Другого пути для познания геологического прошлого автор не видит. Нет оснований предполагать появления какой-либо «физико-химической» панацеи, которая заменила бы рассмотренный комплекс методов. Любой новый метод, предлагаемый в геологии, обогатит группу рабочих или специальных методов или же сведется к одному из существующих методов, их видоизменению, модернизации или новой комбинации нескольких из них. Все это, а также различное применение множасьих общенаучных методов, открывает неисчерпаемые возможности. Вероятно, прогресс геологии будет связан со скоростью развития ее методов [321]. Нами не мыслится изменение схемы принципиальных (особенных) методов. Ясна также ненужность усложняющих и скрыто тавтологических построений.

Классификация позволяет анализировать и иллюстрировать методику и дать представление о геологических методах изучающему геологию, без привлечения все умножающейся терминологии, вносящей часто лишь затруднения. Из классификации ясно, что ведущим методом является *сравнительно-исторический*. Однако в конкретных исследованиях в зависимости от задач «ведущими» могут быть разные методы. В тектонофизике «ведущим» будет моделирование, в некоторых минералогических исследованиях — эксперимент и т. д. Но на последней стадии общегеологического синтеза ведущим методом всегда является *сравнительно-исторический*.

Определение актуализма относится ко всем историческим наукам. Для социологии формулировку актуализма дал К. Маркс<sup>1</sup>. Он также методологи-

<sup>1</sup> К. Маркс. К критике политической экономии. М., Госполитиздат. 1953. 271 с.

чески сравнил биологию и социальную историю и указал на сравнительно-исторический метод. Если мы возьмем, например, нумизматику и историю древнего искусства, то увидим, что и здесь без изучения современного денежного обращения и без этнографии возникновение, развитие и значение соответствующих явлений было бы непонятно. В истории материальной культуры назначение некоторых предметов, не расшифрованное или не подтвержденное актуалистически, так и остается спорным. Значение актуализма в биологии общеизвестно. В астрофизике без вспышек «новых» и «сверхновых» звезд существование некоторых гипотез было бы чисто «натурфилософским», и т. д.

Эксперимент и моделирование применяются также в биологии и в социальных науках, например в археологии. Здесь они тоже специфичны. Тогда легко представить, что классификация методов геологии как *принципиальная схема* пригодна и для других исторических наук. Однако в зависимости от того, какие задачи в каждой науке играют наибольшую роль, относительное значение разных групп методов будет различно. Кроме того, все четыре принципиальных метода применяются только в исторических реконструкциях.

Вопрос об исследовании прошлого не раз ставился в философской литературе. Укажу книгу Н. П. Францужовой [211], отличающуюся от других обилием удачных геологических ссылок. Этому вопросу посвящены также книги Г. А. Подкорытова (1967), Б. А. Грушина [54] и статья Е. П. Никитина (1966). Грушин, в частности, в методе «генетического оборачивания» отражает «биогенетический» закон Геккеля, на который ссылается. Выше было указано на структуро-генетический (и геогенетический) закон — тенденцию. Методологический его аспект — один из способов сравнительно-исторического исследования. Никитин метод исследования прошлого называет «ретросказанием», неудачно переводя *retrodiction* И. М. Робертсона (1895). Неудачным у Никитина является объединение исторического с прошлым — *истории Земли с прошлым* электрона, измеряемым  $10^{-6}$  с; поэтому актуализм как ведущий метод относится Никитиным к *общенаучным*, что и является игнорированием специфики исторических наук. Слияние актуализма с другими конкретными методами (анализы и т. п.) обезличивает их. Все это привело его к неудачам, в частности с геологическими примерами.

Очевидно, что во всех случаях за вновь изобретаемой терминологией скрываются актуализм и сравнительно-исторический метод. Последние термины проще, «нагляднее» и существуют уже сотню лет. Вероятно, геология может претендовать на то, чтобы им было придано более широкое значение в историческом исследовании.

В заключение коснемся вопроса, вероятно, не нового, но характерного для некоторых современных геологических проблем. В. Гейзенберг (1927) ввел в атомную физику понятие «неопределенность»: измерения, касающиеся элементарной частицы, зависят от метода, входящего в условия опыта. В том же году Н. Бор в связи с этим ввел понятие о «дополнительности» информации. Он писал, что данные, полученные при разных условиях опыта, не могут быть охвачены одной единственной картиной; они должны, скорее, рассматриваться как дополнительные в том смысле, что только совокупность разных явлений может дать более полное представление о свойствах объекта. Разумеется, между явлениями при изучении частицы — волны и, например, движениями земной коры не может быть аналогии. Но само понятие «дополнительность» применимо и в геологии.

Рассматривая неотектоническими, структурными и другими методами движения земной коры, Белоусов приходит к фиксизму. Если выводы в пользу

мобилизма, полученные биогеографическим методом, могут отвергаться привлечением гипотезы «мостов», то палеомагнитный метод (предполагая, что результаты лежат вне систематических его ошибок, а случайные устраняются) рисует картину мобилизма, несовместимую, как кажется, с выводами, полученными другими методами. Поэтому Белоусов мобилизм отвергает вообще. Но если допустить возможность дрейфа материков со скольжением в зоне, лежащей ниже области, процессы в которой определяют вертикальные движения, то информации, которые дают разные методы, будут *дополнительными*. Они не будут непосредственно связываться в единую картину и даже как будто противоречат друг другу.

Такое же в принципе соотношение может существовать иногда между другими методами. Некоторые из них не дают информации вполне однозначной (биогеографические методы), другие связаны рядом условий. Сказанное имеет значение преимущественно для геотектонических гипотез, поскольку здесь широко применяются косвенные методы, при затруднительности непосредственного исследования. Создание единой теории неизбежно связано с учетом и какой-то формой разрешения *проблемы дополнительности*.

## 55. Социальное значение наук о Земле. Геосоциология

Земля (биосфера) — среда существования человечества, с которой связаны его прошлое, настоящее и будущее. Геология — самая историчная из наук, причем этот ее аспект весьма важен для практики. Наконец, наука вообще и сейчас еще остается в большей, чем мы думаем, мере геоцентричной, вследствие актуальности нашего мышления. Понятно, что с глубокой древности мысли философов и естествоиспытателей обращались к Земле. В этой связи вспомним Бюффона [15, I] и Котта [92]. Павлов писал: «Чтобы почувствовать роль времени в процессах жизни природы, надо пройти через геологию» [145, с. 5]. Не случайно многие ученые в связи с геологией затрагивали глубокие философские вопросы. Такие проблемы, как эволюция, развивающийся объект и среда, актуализм, общество и природа и т. п., возникали в области геологии или в связи с ней. Без нее они не могут решаться.

Очевидно, геология должна играть важную роль для философии. Однако в XX в. физика, техника, молекулярная биология, менее химия все больше теснили ее в этом плане. Те обобщения из области геологии, которые привлекались в философских работах, нередко поверхностны, иногда ошибочны или сомнительны. Это, а также недостаточный интерес геологов к общетеоретическим проблемам собственной науки, вероятно, одна из причин малого резонанса геологических идей в современной философии естествознания. Несомненно, что науки о Земле должны занять большое место в гармоничном мировоззрении человека, которое должно строиться в первую очередь на основе наук о структурных ФДМ, а физико-химические науки — прежде всего средство их глубокого познания.

Важность преподавания геологии в школах была осознана геологами давно. Сессия МГК 1897 г. в Петербурге рекомендовала преподавать геологию в средних школах. У нас это пропагандировали Обручев, Архангельский, Страхов и многие другие.

В СССР простейшие элементы геологии преподаются лишь в пятом классе, однако сейчас в этой области необходимы даже не столько факты, сколько *обобщения*, позволяющие правильно формировать отношение человека к окружающей его среде.

Узкий «физико-технический» подход к природе при недостаточном знакомстве даже ученых других специальностей с науками о Земле и биологией — одна из причин разнообразного неосторожного обращения с природой. Здесь

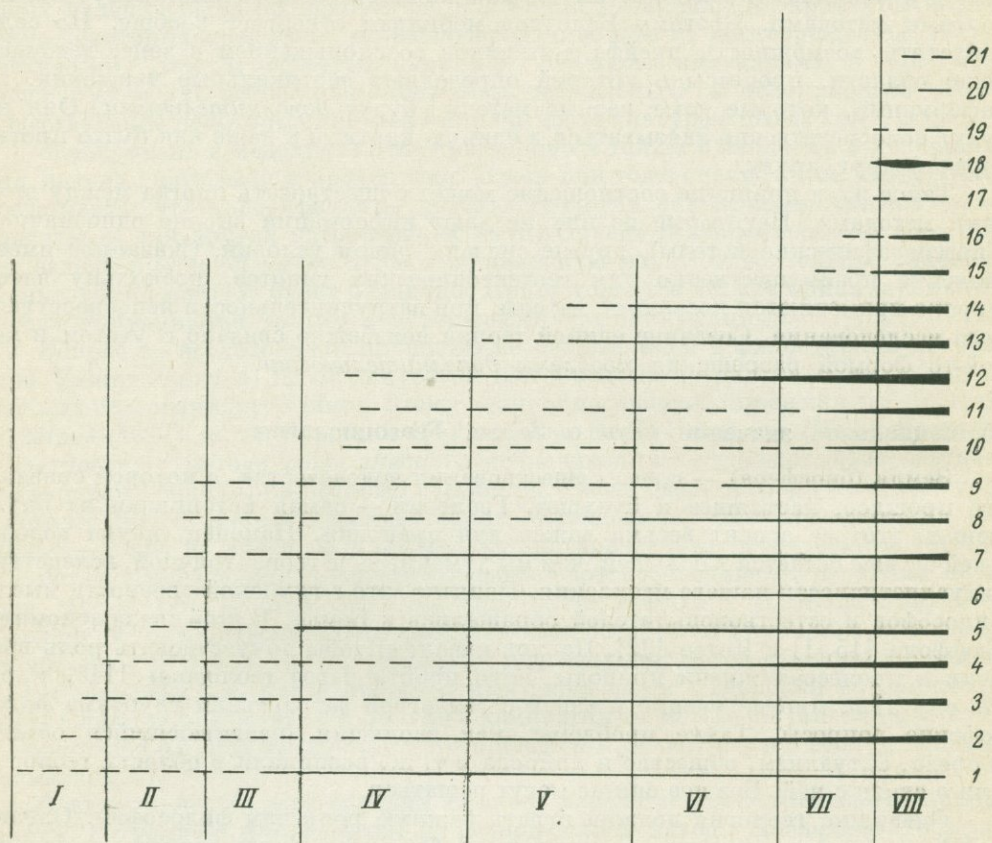


Рис. 12. Появление основных видов антропогенных воздействий на экосферу (биосферу).

*Периоды:* I — собирательства и охоты, II, III — земледелия и скотоводства, IV — рабовладельческое и феодальное общество, V — начало капитализма (после Великих Географических Открытий, XVI—XVIII вв.), VI — машинный капитализм (XIX в.), VII — монополистический капитализм, социализм (I пол. XX в.), VIII — современность (II пол. XX в.).

*Виды воздействий:* 1 — огонь (пожары, горение), 2 — добыча камня, стройматериалов, руд, 3 — биоцид, вымирание видов, 4 — экоцид, изменение биоценозов, 5 — сокращение лесов, 6 — селекция, антропогенный мутагенез (в VIII — также «инженерная генетика»), 7 — дефляция, эрозия почв, изменение рельефа, смыв, 8 — запыление; 9 — климатические изменения (локальные), 10 — орошение, мелиорация, улучшение почв, 11 — изменения речной сети и озер, 12 — урбанизация, 13 — переселение видов организмов, 14 — добыча ископаемого топлива и химсырья, 15 — геохимические изменения атмосферы, 16 — то же, гидросферы, 17 — то же, почве, 18 — радиация, 19 — изменение других геофизических полей, 20 — изменение состава продуктов и организмов, 21 — изменения (возможные) защитных экранов биосферы

мы переходим к материальному значению геологии для общества. Роль ее в проблеме минеральных ресурсов общеизвестна. С середины XX в. происходит относительное изменение предмета наук о Земле, — *антропогенные процессы* приобрели значение важнейшего для будущих судеб общества геолого-географического фактора. Возникла *экологическая проблема* — проблема сохранения благоприятных условий существования человека и жизни вообще на Земле. Проблема эта включает вопрос о минеральных ресурсах и связанный с ним вопрос

об изменениях среды обитания, т. е. биосферы (по Вернадскому). В 1956 г. Л. Кол в качестве почти синонима последней [89 и др.] ввел термин *экофера*: оболочка Земли, включающая в себя условия существования жизни, включая человека. Подчеркнем, что вместе с его появлением возникла и экологическая проблема. В процессе развития материальной культуры виды воздействия человека на биосферу (экоферу) не исчезали, а лишь дополнялись (рис. 12). Здесь мы сталкиваемся с принципом соответствия в самом процессе, в «логике вещей». Изменения эволюционировали, как правило, в направлении усложнения форм, усиления воздействий и появления новых видов, особенно в XX в. Среди них важнее всего геохимические и геофизические изменения [18, 40 и др.] и как возможные нарушения защитных экранов (озонового и др.) биосферы [228 и др.]. Это заставляет считать, что экологический кризис, грозящий человечеству — если социалистическим обществом не будут приняты серьезные меры, — будет отличаться от предыдущих и не разрешится стихийно.

Общепризнанно, что экологическая проблема многопланова, являясь философской, социальной, биологической, технической, культурной, психологической и т. д., но «вместилищем» ее является оболочка Земли, экофера (в данном случае термин неважен; в первом приближении это и биосфера, географическая оболочка и т. п.) — среда обитания и кладовая ресурсов. Общепризнанно также, что одним из важнейших общих путей ее решения является «экологизация» науки — всех ее основных отраслей. Интеграция науки, намечающаяся с середины нашего века, таким образом, имеет актуальнейший аспект — ее экологизацию, внесения в каждую науку экологической проблемы, со специальным развитием ее задач соответственно специфике данной науки.

Такая интеграция в результате должна привести естественно к выделению отрасли науки, суммирующей и обобщающей экологические аспекты всех наук. Она еще не индивидуализировалась, но ее будущее место несомненно в цикле наук о Земле; для нее уже предлагались и названия [34, 36, 71, 166, 158, 181 и др.]. Таким образом, для геологических наук эта проблема весьма актуальна. Ее исходные методологические положения в общем плане рассматриваются ниже.

История исследования этой проблемы, еще не написанная, весьма поучительна. Она начинается по меньшей мере с XVII в. Ее периодизация примерно совпадает с намеченной автором для геологии в целом. Некоторые факты приведены выше. Ограничимся небольшим дополнением. Если Бюффон декларировал могущество человека, то в 10-х годах XIX в. Гегель глубже сформулировал социальный аспект проблемы: «В своих орудиях человек обладает властью над внешней природой, тогда как в своих целях он скорее подчинен ей». В. И. Ленин, приведя эти слова, поставил NB и написал «Гегель и исторический материализм»<sup>1</sup>. В словах Гегеля скрыта глубокая мысль о необходимости для человека осознать свои *естественно-исторические* цели. Необходимым аспектом такой цели, в частности понятия о *социальном прогрессе* (который далеко не совпадает с техническим), должно быть, конечно, обеспечение *максимально длительного и благополучного существования человечества* — иначе все другие стремления ни к чему. Таким образом, наиболее *общая методическая предпосылка* при изучении проблемы сейчас должна формулироваться так: в эпоху, когда общество стало крупнейшей геологической силой, оно не может ставить социальные задачи, не связывая их тесно с природой, со своей естественно-

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 29, с. 172.

исторической целью. Как известно, в этом направлении конкретные пути указали затем Ф. Энгельс и К. Маркс.

В 20-х годах Ламарк писал: «Человек, ослепленный эгоизмом, ... благодаря своей склонности извлекать наслаждение из всего находящегося в его распоряжении ... беззаботности в отношении будущего своего и себе подобных, он как бы сам работает в направлении уничтожения собственных средств существования и уничтожения даже собственного вида ... можно сказать, что человеку суждено истребить самого себя, после того, как он сделает Землю непригодной для обитания» [101, с. 81—82]. Этими словами он подчеркнул важную *индивидуально человеческую* сторону проблемы, с тех пор сделавшуюся остро актуальной.

В начале XX в. деятельность человека была признана равноправной с другими геологическими факторами, хотя на это указал еще Головкинский [50]. Соответственно была выделена геосфера, охваченная антропогенными процессами, в 1902 г. Д. Анучиным — «антропосфера», в 10-х годах Мерреем — «психосфера», в 30-х годах — «техносфера» (по А. Е. Ферсману) и в 1927 г. — «ноосфера», философом-идеалистом Ле-Руа. Последний термин связан с Мерреем и П. Тейяр де Шарденом, палеонтологом, сторонником «телеологической» эволюции, философские взгляды которого имеют общее с объективным идеализмом Гегеля, а их корни лежат в «цефализации» Дана (соответствующее направление за рубежом — тейяризм, или тейярдизм). В 1931 г. термин «ноосфера» принял Вернадский. Шарденом он применялся специфически, без ссылки на Вернадского. Это одно уже говорит о нерациональности этого противоречивого и неясного термина. Ю. К. Ефремов (1959) выделил ландшафтную оболочку Земли, а в ее пределах — прерывистую социосферу, охваченную деятельностью общества. В. А. Анучин (1960) подчеркнул, что вся ландшафтная оболочка — сфера взаимодействия общества и природы. Тем самым специфика социосферы теряется в «ландшафтной оболочке». А. В. Сидоренко [181] предложил науку о ноосфере назвать «технической геологией». Хотя речь идет и о среде обитания, его идеи имеют уклон в сторону использования минеральных ресурсов. Название науки неудачно, созвучно инженерной геологии и «геотехнологии» [86], задачи которой она включает. В Австрии Хейслер указал на необходимость новой отрасли геологии — «антропогеологии».

Независимо («дух эпохи») от Ю. К. Ефремова автор [158 и др.] в 1962 г. предложил термин «социосфера» для сплошной оболочки Земли, охваченной антропогенными процессами<sup>1</sup>. Если в биосфере взаимодействуют геологическая и биологическая ФДМ, то в социосфере к ним прибавляется техническая ФДМ, что делает ее процессы совершенно особыми. Тогда науку, призванную обобщать изучение этих процессов, целесообразно назвать геосоциологией по типу «геобиология», «геофизика» и др. В 1968 г. опубликован ряд статей [158], затрагивающих тот же вопрос. Б. Б. Родоман указывает, что изучать антропосферу должна «комплексная география», в которой можно будет в дальнейшем выделить *геотехнологию и геоэкономику*. Ю. К. Плетников для аналогичной науки предлагает термин «ноология» (наука о разуме? — *Б. В.*).

Автор полагает, что методологически необходимы и достаточны термины «социосфера» и «геосоциология» (как направление исследований и синтезирующая наука), соответствующие проблеме, неделимой на данном этапе.

<sup>1</sup> Антропогенные процессы в нашем случае — все обусловленные человеком процессы в той их части и мере, в которой они изменяют природную среду или влияют на нее. Сюда не относятся сами процессы производства и сельского хозяйства, хотя они также антропогенны.

Н. В. Лазарев [18] назвал геогигиеной науку о нежелательных изменениях среды обитания человека вследствие его воздействия на нее и о способах борьбы с такими изменениями. Геогигиену, как и геотехнологию, геоэкономику и др., следует рассматривать как конкретно-прикладные отрасли геосоциологии.

## 56. Социосфера, экосфера и антропогенные процессы

Научно-техническая революция и быстрое нарушение тончайших равновесий в биосфере (и, следовательно, экосфере) антропогенными процессами (в основном результат воздействия технической ФДМ) делает их важнейшим объектом изучения. По этой проблеме существует огромная литература [8, 89, 140, 158, 227, 228, 231 и др.]. Автор ставит целью осветить лишь принципиальные вопросы, частью затрагивавшиеся им ранее [34, 36, 40, 158 и др.]. При обилии работ по проблеме нередко наблюдаются противоречивость в исходных положениях и выводах. Существенной, хотя и не единственной причиной этого является односторонний подход к проблеме. Она дробится на частные вопросы, которые рассматриваются *изолированно*. Этому способствуют гегемония физики, успехи техники, отсутствие отрасли науки, которая занималась бы проблемой во всей ее полиаспектности. Но изучение сложной области невозможно без методологии, без основных исходных положений, частью хотя бы на данном этапе и условных, к которым мы и перейдем.

*Социосфера и экосфера.* Одной из важнейших проблем геосоциологии является вопрос о ее предмете и общих задачах. Единого мнения по этому поводу нет. Идеи — от максимальной «охраны природы» до «управления биосферой» или полного превращения ее в нечто искусственное — «биотехносферу».

Выше, при анализе соотношения ФДМ указывалось, что обеспечением направленной эволюции является единство противоположностей — наследственности (постоянства) и изменчивости. Это одна из форм принципа сохранения и наблюдается обычно во всех эволюционирующих системах<sup>1</sup>. В биологии существует также представление о внешних и внутренних подсистемах системы. Внутренние подсистемы, менее непосредственно контактирующие со средой, в которой система развивается, являются носителями устойчивости, относительной неизменности, залогом эквивалентности системы самой себе. Внешние, быстрее и непосредственнее реагируя на воздействия среды, больше определяют ее изменчивость. Это — «системный» вариант известного положения о наиболее благоприятных условиях для появления новообразований на контактах разнородных объектов. Биосфера, например, является внешней подсистемой Земли и соответственно изменялась быстрее других геосфер. Ее особенность также — усвоение дополнительной (солнечной) энергии. Человек

<sup>1</sup> Принципы (в физике — законы) сохранения — отражают механизмы, которые поддерживают сохранность каких-либо свойств системы или ее устойчивость в целом — предупреждают ее переход в неупорядоченное состояние. Некоторые из них сформулированы математически (закон сохранения массы — энергии), но вопрос о них вообще еще недостаточно изучен. Одной из форм является единство противоположных свойств (дление и брение — жизнь и смерть в биологии и т. п.). Это вообще распространено в системах регулирования, в частности, в организмах. В последних есть железы, выделяющие гормоны, влияющие на какой-либо процесс в противоположном направлении — «взаимотормозящие». Сходное указывается и для полушарий мозга человека [58]. На наличие в биосфере закона сохранения в связи с колебаниями солнечной активности указал, например, Чижевский [219], назвав его «законом квантитативной компенсации в функциях биосферы» (механизм действия ему неясен — вероятно, «статистическое» управление). Очевидно, общая форма не математизируемых принципов сохранения сводится к положению: ничто не может расти беспредельно (горы, популяции видов, денудация и т. п.). Это ограничение, регулирование.

и вместе с ним возникшая техника вначале входила в биосферу в виде лишь более активного элемента. Его быстрая эволюция привела к возникновению технической ФДМ, определившей специфику новой системы — социосферы.

*Социосфера* — оболочка, охваченная антропогенными процессами, включающая технику вместе с ее биологическими элементами (фермами, полями и т. п.).

Из биосферы (по Вернадскому) в классическом, принимаемом автором понимании, социального человека выделяют. *Экосферой* автор считает область условий существования человека и жизни, охватывающую биосферу, социосферу, а также область защитных экранов (озонового и др.) [228], которая частью уже, возможно, затрагивается и антропогенными процессами. К экосфере следует отнести и слои земной коры с запасами полезных ископаемых, которые потенциально (но в реально обозримое исторически время — глубина

до 8—10 км) могут быть использованы человеком; экосфера — понятие, исторически меняющееся. Эти положения и ранее опубликованные взгляды автора позволяют предложить следующую модель или схему, учитывающую указанные общие свойства систем (рис. 13).

Экосфера состоит из внутренней подсистемы — биосферы, и внешней — социосферы. Оснований для отнесения их к этим типам подсистем достаточно. Социосфера сейчас вышла за пределы биосферы. Решающим в данном случае является ее выход «вниз», в литосферу, широкое использование ее вещества

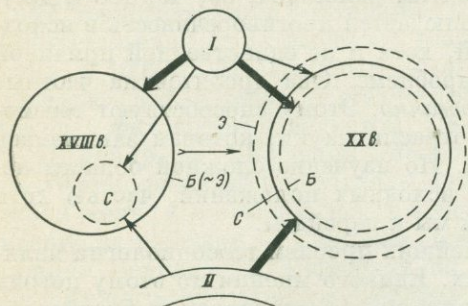


Рис. 13. Соотношение и развитие экосферы (Э), биосферы (Б) и социосферы (С).  
I — солнечная энергия; II — энергия литосферы

и энергии. Рудные и другие месторождения литосферы, кроме каустобиолитов, большей частью не продукт биосферы и не играют в ней существенной роли, хотя пространственно в нее часто и входят. Другие, как и каустобиолиты, также как бы выходят из основных кругооборотов биосферы. Включая дополнительное вещество и энергию в систему экосферы, социосфера играет роль внешней подсистемы, соответственно намного быстрее развиваясь. Ее эволюция вызывает также изменения биосферы и экосферы в целом. Биосфера динамически устойчива, что проверено миллиардами лет.

Почему же развитие экосферы может угрожать осложнениями, чего опасаются экологи? [89, 62 и др.]. Социосфера (следовательно, и экосфера) не обладает саморегулируемостью, но регулирование необходимо. Внешнее регулирование через противоречия с биосферой может реализоваться в экологическом кризисе — вплоть до разрушения социосферы. Для нормального ее (и экосферы) развития необходимо внутреннее регулирование — саморегулирование.

*Экосфера и человек.* В регулировании биосферы решающую роль играют организмы. Естественно, что и в социосфере она должна принадлежать высшему организму — человеку, обществу. Человек должен использовать не инстинкты, а сознание (общественное и индивидуальное) и технику, являющиеся его спецификой. Здесь известная аналогия — в той мере, в какой она вообще возможна. Вероятно, Вернадский не прав, и на самых первых этапах развития и биосфера еще не обладала той степенью саморегуляции, как сейчас (факты, подтверждающие это, есть), а сознание так же детерминировано в общем, как и инстинкты. Оно должно «войти» в систему экосферы, как инстинкты животных — в биосферу.

Следовательно, для того чтобы выполнять свою естественно-историческую роль и преобразовывать экосферу в своих интересах, не нарушая принципы сохранения, человек должен, изменяя социосферу, обеспечить максимальную стабильность биосферы — основу устойчивости экосферы, с ее генофондом, ресурсными и (еще недооцениваемыми) познавательными, эстетическими и прочими «духовными» свойствами, обеспечивающими развитие человека. В необходимости реализовать на практике диалектику противоречий, органически присущую природе и человеку («биосоциальному» организму), важнейшая трудность решения экологической проблемы.

Интересно, что сейчас установлена четкая функциональная асимметрия человеческого мозга, чем он и отличается от мозга животных [58]. Правое полушарие — носитель образного восприятия и образного мышления, в нем преобладает «первая сигнальная система»; левое — носитель абстрактного мышления, богатой способности речи — «вторая сигнальная система». Следовательно, левое полушарие — подсистема мозга внешняя, изменения которой играли ведущую роль в формировании homo sapiens; правое — в большей мере носитель наследственности, внутренняя подсистема. В глубоком смысле можно их назвать соответственно «социосферным» и «биосферным» полушариями, что отражает двойственную биосоциальную сущность человека, косвенно его экологические противоречия и определяет различия в психологическом складе личности («художники» и «мыслители» — И. П. Павлов; ученые «романтики» и «классики» — В. Оствальд; «лирики» и «физики»). Гармоничность и прогресс заключаются в разностороннем развитии обеих сторон личности. Аналогичное, как мы видим, требуется и для экосферы, для прогресса социального. Но управлять экосферой человек, общество могут только через социосферу.

Таким образом, непосредственный предмет геосоциологии — социосфера; основная задача — обеспечение нормального развития экосферы (или «биосоциосферы») с максимальным сохранением биосферы.

Человек и общество приобретают при этом значение как решающая сила природы, *качественно и количественно* регулирующая экосферу Земли (тем самым, но лишь в *конечном счете*, и биосферу!). Трудности решения экологической проблемы лежат не в собственно технике, а в человеке и обществе, в социально-политическом, экономическом, психологическом, культурном и других планах. В этом отношении человечество должно стать иным, социалистическим и коммунистическим. Экологическая проблема становится *этической* в широком и глубоком смысле слова (этика — наука о морали, шире — поведении человека). Формула «все для человека» (ср. с. Ламарком) должна быть уточнена (с учетом положений марксизма) добавлением «... должно быть сохранено».

Предлагаемая концепция снимает ряд противоречий: надо ли «преобразовывать» или «сохранять» природу; надо ли (и можно ли) превратить саму биосферу в «биотехносферу» и т. д. По принципу соответствия в эту концепцию входят в том или ином плане почти все идеи и конкретные положения (кроме «космических» решений), высказывавшиеся в СССР в связи с экологической проблемой. Она соответствует некоторым закономерностям, указываемым для природы (развитие систем) и показывает, как, не нарушая принципы сохранения системного равновесия, можно изменять экосферу. Социосферой управлять человек в принципе может. Здесь свобода как *осознанная необходимость* выступает во всем своем значении. Нетрудно видеть, что эта модель отвечает на данном уровне и этапе критерию простоты. Пользуясь ей можно принципиально решать более частные вопросы.

Концепция автора не делает проблему проще, но она становится более удобообозримой и, хотя бы теоретически, более разрешимой. Рассмотрим кратко некоторые частные вопросы геосоциологии. Прежде всего еще несколько предпосылок: 1) экологическая проблема — земная; идеи о ее «космических» решениях утопичны и уводят мысль [40 и др.] с правильного пути; 2) антропогенные процессы в целом сейчас стихийны, плановы лишь отдельные их аспекты. Общественно разумное общее здесь подменяется в большой мере суммой индивидуально сознательного или частного, что далеко не одно и то же. Если это неизбежно, то вообще проблема снимается. Предпосылка ее всестороннего рассмотрения — идея о том, что общественное сознание должно определять дальнейшее развитие общества. Эта идея не противоречит детерминизму, ибо само сознание детерминировано; 3) следует отвергнуть иногда скрыто существующий униформизм, т. е. перенос без анализа отношений современности в будущее.

**Антропогенные процессы.** В результате антропогенеза расходуются ресурсы экосферы и меняются ее свойства как среды обитания. Э. Фишер в 1915 г. [158] разделил антропогенные процессы на две группы, столь важные, что им следует дать названия и рассмотреть их особенности.

**Техногенные процессы** — прямое воздействие техники (выделение технического тепла, добыча руд, инженерные работы, рыбный промысел и т. п.), как и непосредственные действия человека: воздействие на природу при передвижении, отдыхе, туризме, коллекционировании, любительской охоте и т. п.

**Техноплагенные процессы** — (plaga — по лат. толчок) — процессы, вызываемые техническим «толчком» (триггерные), но идущие независимо от воли человека за счет естественных сил. О них иногда писали, как о результате действия «спускового механизма», курка: это изменение тепловых характеристик вследствие изменения теплопрозрачности атмосферы, антропогенный карст и оползни, ядизация планеты за счет нефти, ядохимикатов, промышленных стоков — «технофекалий», при разносе их гидросетью и течениями, гибель живого по не «прямым» антропогенным причинам, распространение и кумуляция радиации и т. п. (табл. 9).

Масштабы техногенных процессов сравнимы с природными, но их специфичность требует особого изучения. Масштабы техноплагенных огромны, но они еще слабо изучены и для них трудно найти измеритель для сравнения. От-

Т а б л и ц а 9

Характеристика видов антропогенных процессов

Аспекты	Техногенные	Техноплагенные
Энергия Масштабы энергии	Техническая Ограничены уровнем техники	Природная Не имеют четких ограничений
Место проявления и направление	Определяется человеком	Определяется стихийно и локализацией «толчка»
Зависимость от гравитационного поля	Гравитация не определяющий фактор	В области неорганической гравитация, как правило, определяющий фактор
Предвидимость результатов	Как правило, предвидимы	Пока часто не предвидимы или неясны
Важнейшее значение	В проблеме ресурсов	В изменении биосферы и ее планетной среды

даем ли мы себе, например, отчет в том, что в гумидных и семиаридных областях пыль частью техногенна по составу и почти полностью техноплагенна по арене развевания. Землетрясения сейчас известны трех видов: естественные, техногенные и техноплагенные («шлотинные» [38]) и т. д.

Техноплагенные процессы — основная форма стихийного взаимодействия между социосферой и биосферой. Те и другие процессы могут быть локальны, региональны и глобальны.

Биосфера — система тончайших равновесий: биологических, геохимических, геофизических, географических, геологических и т. п. Антропогенные процессы непрерывно нарушают эти равновесия, что в современных условиях часто становится опасным. Последнее общеизвестно, но необходимо это несколько пояснить.

Человек, улучшая свою жизнь, использует ресурсы природы — это основная слагающая прогресса общества. Параллельно идет расход ресурсов, разрушение (деградация) дикой природы, ее преобразование (деформация); под последним обычно подразумевают улучшение природы *для человека*, сознательный процесс ее реконструкции. Но это не совсем так. Разумеется, локально человек и «преобразует» природу (точнее биосферу — в социосферу), не нанося ей ущерба или даже как бы улучшает ее (осушение болот, орошение и т. п.) *для себя*. Но часто прогресс сопровождается регрессом: орошение — засолонением или (где-то) дефицитом влаги. Осушение болот прекращает торфообразование, которое частью компенсирует возможно опасное с некоторых точек зрения увеличение в атмосфере  $\text{CO}_2$  (вследствие сжигания каустобиолитов), связывая углерод; оно разрушает богатые биогеоценозы, кормовые станции перелетных птиц и т. п. Часто оперируют понятиями «вредное» и «полезное», забывая, что в природе есть лишь «взаимосвязанное».

С другой стороны, за десятки тысячелетий человек настолько приспособился к природе, что она, взятая в целом, прекрасно отвечает его физиологическим и психологическим потребностям. Н. В. Лазарев [18, с. 38] справедливо пишет: «... случайное, т. е. совершающееся без воли человека, изменение окружающей его среды именно в благоприятную сторону представляется событием очень мало вероятным». Таким образом, не к о т о р ы е техногенные (выработка полезных ископаемых и т. п.) процессы, и их прямые следствия (напр., многие геохимические изменения атмосферы и гидросферы, почвы), а также, *почти как правило*, техноплагенные процессы направлены против настоящих и, что менее учитывается, будущих интересов человека.

Важен вопрос о темпах роста антропогенных процессов. Его можно иллюстрировать формулой:

$$\Delta A = f_1(\Delta\Pi) + f_2(\Delta N) + f_3(\Delta\Pi + \Delta N),$$

где  $\Delta A$  — прирост антропогенных процессов, который является суммой функций от прироста за счет увеличения производства ( $\Delta\Pi$ ), роста населения ( $\Delta N$ ) и «техноплагенной» составляющей вследствие толчка, вызванного тем и другим. Если учесть, что последнее слагаемое не может быть равно нулю при каком-либо из первых, большем нуля, то можно сделать вывод, что для любого отрезка времени, за который не произойдет существенного изменения технологических схем в сторону уменьшения величины  $f_1(\Delta\Pi)$  *антропогенные процессы растут быстрее роста производства*, так как в этих условиях  $f_1(\Delta\Pi)$  в первом приближении — прямая пропорциональность. Очевидно, что такое изменение технологических схем должно быть *обязательной частью социального прогресса*.

*Ресурсы.* Экономисты обычно делят ресурсы на возобновимые и невозобновимые. Это деление было приблизительно верно для прошлого. Для современного цивилизованного общества оно не точно отражает действительность. Причины следующие.

1. Возобновимость ресурсов условна и весьма относительна. Исчезнувшие виды животных не возникнут вновь; переставшие быть ресурсами из-за истребления, без затрат ресурсов же могут восстанавливаться за очень длительное время. Лес на горных склонах, при сплошных рубках легко может не восстановиться вообще (смыв почвы и т. п.). Исторические примеры — Италия, Африка. Почва — ресурс. За последние 150—200 лет в разряд неудобных вследствие антропогенной (техноплагенной) эрозии и дефляции перешло 1,5—2,0 млрд. гектаров земель. Загрязнение и пересыхание источников, рек и озер — широко известны. Примеры можно умножить. Но не это главное: можно бы говорить о теоретической и потенциальной возобновимости. Важнее другое.

2. Для современного цивилизованного общества действителен следующий закон *попутного рассеяния минеральных концентраций и энергии литосферы*: потребление обществом любых ресурсов и услуг сопровождается безвозвратной потерей, рассеянием минеральных концентраций литосферы и (или) ее энергии [40, 158].

Закон включает второе начало термодинамики (рассеяние энергии). Но он и в целом является его аналогом, ибо разрушение и упрощение сложных структур (месторождений с рассеянием вещества) рассматривается как увеличение структурной энтропии. Тогда деятельность общества — уменьшающая его внутреннюю структурную энтропию — ведет к увеличению и термодинамической и структурной энтропии среды его существования. Отсюда вытекает ряд следствий:

1. Для перспективных расчетов и прогнозов, для анализа рассматриваемой проблемы в частности, более отвечающим сути вещей является деление ресурсов (рис. 14) на: а) *первичные* (минеральные ресурсы литосферы); б) *вторичные* (все прочие, включая энергию в форме потребляемой человеком, биоресурсы, воду, солнечную энергию, промышленно используемую и т. п.); в) *повторные* (третичные) — все *вторично используемые* — промышленные отходы, утиль и т. п. Решающими для жизни общества являются первичные ресурсы.

2. Первичные ресурсы, как правило, не возобновимы за историческое время, составляя до 80% и более всего потребления общества. Относительным исключением могут являться некоторые осадочные полезные ископаемые (пески, россыпи и т. п.). Чтобы уточнить понятие невозобновимости, можно ввести представление о техноэнергетическом уровне ресурсов. Он характеризуется: во-первых, затратами энергии на добычу, доставку и первичную переработку вещества; во-вторых, соответственно необходимой технической базой. Ресурсы каждого уровня явно конечны. Какой-то уровень может оказаться абсолютно, *экологически* нерентабельным. Учитывая сказанное, можно утверждать, что если человек гетеротрофен, то *человечество сейчас «автотрофно»* (квaziавтотрофно). Зависимость вообще жизни от литосферы иллюстрируется тем, что биомасса океана составляет 1% от биомассы Земли. То, что эта биомасса воспроизводилась до сих пор много быстрее, вопрос другой. Возможно, это проявление *принципа сохранения*.

3. Запасы первичных ресурсов практически исчерпаемы вне зависимости от запасов тех или иных руд. Чтобы это показать, воспользуемся методом негативного прогноза — экстраполируем от современности, не смущаясь невероят-

ностью результата. Значение метода в том, что если возможность требует реализации, то ее требует и стихийная невозможность для избежания тяжелых последствий стихийного развития. Зададимся невозможным: объемом добычи горных пород и минералов (без инженерных работ) земной коры, равным в год слою 20 м по всей поверхности суши. Подсчитаем, через сколько лет мог

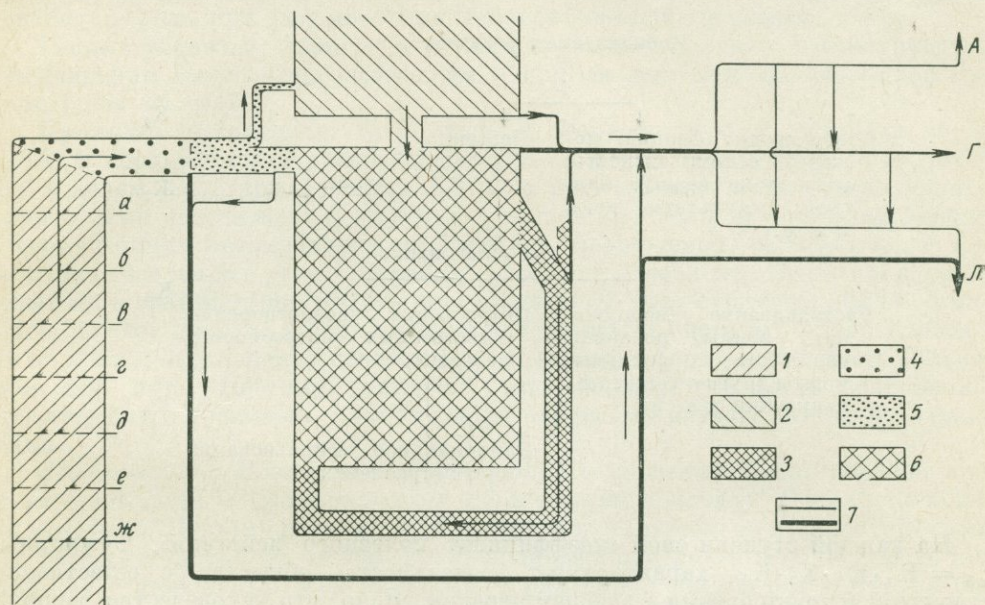


Рис. 14. Схема использования первичных, вторичных и повторных ресурсов.  
 Ресурсы: 1 — первичные (минеральные), 2 — вторичные (прочие), 3 — повторные (вторсырье, отходы); 4 — добыча минеральных ресурсов; 5 — транспорт минеральных ресурсов; 6 — сфера производства — потребления всех ресурсов; 7 — потери первичных ресурсов на разных этапах использования; А — атмосфера, Г — гидросфера, Л — литосфера; а—ж — разные техно-энергетические уровни

бы быть достигнут этот результат при различном проценте роста добычи (современный — не менее 3%) и при начальной добыче 10 (сейчас более 12—15) км<sup>3</sup> в год.

% роста	3	2	0,5	0,2
Лет	424	631	2606	6035

Какие бы (разумеется научные) коррективы ни вводить к этим подсчетам, ясно, что непрерывный заметный рост добычи горной массы не может существовать очень длительное время, независимо от запасов конкретных полезных ископаемых [40 и др.].

Рассмотрим структуру роста потребления минеральных ресурсов. Годовой прирост  $\Delta P$ , очевидно, равен:

$$\Delta P = \Delta_{HP} + \Delta_{OP} + \Delta_{HKP} + \Delta_{TЭP} + \Delta_{HP}P,$$

где в правой части последовательно прирост на удовлетворение индивидуальных нужд населения, общественных нужд, нужд роста науки, на изменение техно-энергетического уровня добываемых ресурсов и рост нерациональных расходов. Мы видим, что на первый и пятый члены правой части общество может

влиять до сведения к нулю. Остальные слагаемые могут лишь регулироваться в каких-то пределах.

Структуру расходования ресурсов можно рассмотреть и в другом аспекте (см. схему). Здесь мобилизуемые ресурсы — ежегодно затрагиваемые человеческой деятельностью.



На каждой ступени свой «коэффициент полезного действия». Суммарный  $K_{об} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$  характеризует деятельность общества с естественно-исторической точки зрения и в общем невелик. Ясно, что человечество располагает еще огромными возможностями — лишь часть потерь неизбежна. Первоначально важен вопрос о рациональном использовании любых ресурсов, на всем пути их миграции. В экономических работах чаще фигурируют понятия «производство» и «потребление». Однако, как мы видим, они не исчерпывают проблемы. Заметим, что и понятие «потребление» требует с естественно-исторической точки зрения уточнения. Есть «естественные потребности» человека, его «потребности» вообще и «потребительская емкость», стимулируемая и питаемая производством и могущая расти безгранично — последнее явление отражено в термине «общество потребления». Следует помнить, что каждая лишняя тонна расхода минеральных ресурсов увеличивает изменение среды существования человечества, значительно более чем пропорционально (техноплагенные процессы). Это важнейший аспект проблемы ресурсов — ключевой во взаимоотношениях человека и природы. С этой стороны структура (ассортимент) производства и потребления экологически весьма важны [89 и др.].

Проблема рационального использования и экономии любых ресурсов, в первую очередь первичных, минеральных — «экологизации» транспорта, производства и потребления — важнейшая естественно-историческая проблема. Вещи должны служить человеку как можно дольше и быть наиболее синэкологичными [89]. С геологической точки зрения стратегия деятельности общества должна определяться *экологией*. Экономика должна участвовать в тактическом решении проблем.

*Пространство биосферы.* Демографическая проблема до сих пор рассматривается преимущественно с позиций обеспеченности продуктами питания (по Мальтусу, 1798). Эта сторона важна и актуальна, как и в эпоху Мальтуса.

Однако расход ресурсов и рост антропогенных процессов во всех их аспектах связан и с ростом населения. Чрезмерная урбанизация [65 и др.], отрыв человека от биосферы влекут ко многим, нередко и отрицательным социальным последствиям. Географическое пространство исчерпаемо. Все эти факторы, много более важные, если заглядывать вперед хотя бы на 20—30 лет, должны играть решающую роль при рассмотрении демографической проблемы.

Таким образом, демографическая проблема должна рассматриваться в подчинении геолого-географическим и другим аспектам экологической проблемы, как ее часть.

*Принципы сохранения.* Если идеи Д. Форрестера и Д. Мидоуза и др. (США) о необходимости вообще прекращения роста производства и потребления в целом дают преимущества США за счет прежде всего развивающихся стран и явно неприемлемы, то это не снимает проблемы ограничений вообще. К ограничениям автомобилизации, туризма, вооружений, рыболовства и т. п. неизбежно все шире в разных странах прибегают. Проблема сводится к вопросу: может ли в системе происходить неограниченный рост существенной ее компоненты за счет других, без нарушения устойчивости системы? Автор полагает, что не может; ограничения неизбежны. Но многие явления могут иметь большой тормозной путь. Поэтому учитывая очень большую скорость современных антропогенных процессов, следует заблаговременно изучать проблему ограничений.

*Экологизация.* Возможности для полного решения экологической проблемы дает лишь *социалистическая организация общества*. Однако проблема эта неделима. Поэтому решаться она должна безотлагательно при сосуществовании разных социальных систем. Это общепризнанно, как и необходимость привлечения с этой целью всех наук. Но управление социосферой и охрана биосферы не могут осуществляться лишь путем издания инструкций и привлечения к управлению ЭВМ. Это прежде всего этическая, социальная проблема, требующая не только «охраны природы» (это лишь один из методов), а полной перестройки взаимоотношений человека с природой. Общий путь ее решения — **э к о л о г и з а ц и я** всех областей деятельности человека, включая науку, потребление, воспитание и т. п. Возможность экологизации — *одна из важнейших форм реализации преимуществ социализма перед капитализмом при решении экологической проблемы.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Некоторые общие выводы по истории и методологии геологии были предпосланы во вводной главе; остается их дополнить, преимущественно для истории геологии.

Прошлое освещает недостаточно ясные аспекты современности и будущего. Это положение в связи с актуализмом высказывалось применительно к геологическим явлениям. Но оно действительно и для науки, так как ее развитие закономерно и наследственно. Очевидно, одна из важнейших задач истории науки — прослеживание «родословного древа» идей и гипотез, с одновременным анализом закономерностей его роста, что важно для анализа современной структуры науки и прогноза.

Мы видели, какое длительное влияние до Ляйеля и даже позднее имели «натурфилософские» идеи Бюффона, хотя в истории геологии ему отводится мало места. Но Бюффон — гениальный собиратель; в нем — Декарт, Ньютон, Галлей, Вудворд, Лейбниц, де Мелле и десятки других ученых. Через них в основу геологии вошли и классическая древность, и Возрождение, и XVII в. То же следует сказать и о Палласе. Якобы «забытые» Стенон, Лейбниц, Ломоносов, Геттон и другие не забывались и находили место в общем потоке мысли, как и сотни имен, обычно не упоминаемых. Наряду с этим во все эпохи отдавалась дань идеям, которые можно иногда назвать псевдонаучными, хотя они часто являлись лишь экстремальным выражением распространенных гипотез, обладавших какими-нибудь жизнеспособными аспектами. Какими бы, однако, фантастическими ни казались некоторые гипотезы, как правило, можно найти их отдаленные корни в актуализме, эксперименте, или предшествующем развитии науки. К ним можно применить афористическое положение В. И. Ленина: «Бывают в природе и жизни движения «к ничему». Только «от ничего», пожалуй, не бывает»<sup>1</sup>. Это закономерно.

Закономерность истории геологии — доказательство единства науки. История геологии, как и любой науки, обогащает знание о науке вообще. В этом отношении геология обладает большим своеобразием по предмету исследования и методам, что, как кажется автору, не всегда достаточно учитывалось историками науки.

Анализ истории геологии показывает, что для установления ее закономерностей важно проследить ее достаточно детально далеко вглубь времени, во всяком случае до начала XVII в. Необходимо при этом помнить о существовании неполноты летописи; отдаленное прошлое фактически представляет более бо-

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Полн. собр. соч. Т. 29, с. 119.

гату структуру геологии, чем это кажется. Вместе с тем в более простой структуре науки легче видеть закономерности, существующие и в дальнейшем. Имеющаяся нередко тенденцию рассматривать лишь «новейшую» историю науки — с середины XIX в. — следует считать методологически неверной. Она характерна для специалистов мыслящих категориями современной науки и считающих прошлое не стоящей «натурфилософией». Методика изучения истории науки должна быть иной — подходом с позиций идей и научных фактов изучаемой эпохи. Поэтому и нужны историки науки. Вероятно, парадоксально, что ученый, знающий хорошо какую-либо область, далеко не всегда может

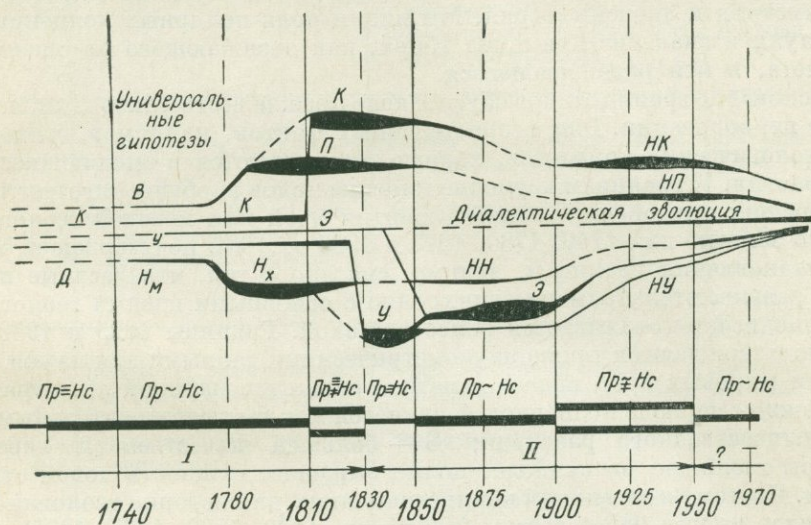


Рис. 15. Схема развития основных идей и метода актуализма в истории геологии.

Д — дилuviанизм;  $H_m$  — механический нептунизм;  $H_x$  — химический нептунизм; К — катастрофизм; П — плутонизм; У — униформизм; В — вулканизм; Э — эволюционизм; те же буквы с Н впереди — неоконцепции (НН — неонептунизм и т. п.). I, II — циклы в истории актуализма (Пр — прошлое, Нс — настоящее)

дать объективную и полноценную концепцию истории науки, которая имеет свою теорию и методологию, хотя еще мало разработанные, но которыми надо заниматься; без них нет истории науки. Но и историк науки должен обладать достаточными знаниями в геологии и науке вообще.

**Периодизация. Заключительные замечания.** Рассматривая единство структуры и процесса в истории геологии, Вагенбрет [323] указывает, что структура науки, существуя некоторое время относительно неизменной, в каждый момент является орудием познания. История геологии — исследование закономерного развития ее структуры, ее системный анализ. Ее периодизация — выделение по комплексу признаков последовательно сменяющихся структур науки; она отражает известную идеализацию структуры. Уже периодизация непосредственно выявляет крупные закономерности развития геологии (рис. 15), во всяком случае, начиная с эпохи ее возникновения, с середины XVIII в. Можно предположить, что и к такой «идеальной вещи», как геология, приложимы некоторые понятия учения о симметрии и антисимметрии, если прибегнуть к известной формализации, которая вообще необходима во многих случаях применения этого учения. Это понятно, ибо наука через предмет, ею изучаемый,

отражает природный объект, пространство которого обладает свойствами симметрии. Научные понятия, гипотезы, концепции развиваются в известной «среде», которая определяет их «форму». Давно сложились такие понятия, как «дух эпохи», «печать времени». Для истории науки последнее время они конкретизируются в понятии «парадигмы» — совокупности некоторых наиболее общих принципов, идей, концепций, методологии (говорят о концептуальных, экспериментальных, организационных стандартах; но вряд ли здесь уместно понятие «стандарт»), которые окрашивают научные проявления какой-либо эпохи. Но парадигма зависит от текущего восприятия мира, в котором есть симметрия и антисимметрия. Мы видим роль полярных концепций в развитии науки и значение принципа Кюри, как отражающего отношения среды и предмета, в ней развивающегося.

Обоснование границ этапов обусловлено прежде всего факторами, лежащими в основе периодизации. Ряд второстепенных фактов, например, даже организации геологических комитетов, хорошо укладываются в сменяющиеся структуры геологии. К границам периодов и подпериодов в общем тяготеет ряд основополагающих трудов или стадий развития идей или методов геологии. Особенно это заметно для 1740, 1780, 1875 и 1925 гг., что подтверждает объективность установления границ и, видимо, связано с тем, что частные проблемы нередко развиваются примерно синхронно с основными идеями геологии. Так, база периодизации оказывается более широкой. Границы 1925 и 1950 гг. конечно подтверждаются также наукометрическими данными для науки в целом. На эпохи мировых войн падает заметное снижение научной активности [24].

В каждом периоде подпериод А является как бы подготовительным, этапом более количественного развития; Б — большей качественной перестройки структуры геологии, он наиболее полно выражает сущность новой структуры геологии. Поэтому в детальном конкретном плане для истории геологии границы подпериодов иногда более важны (например, 1780, 1830, 1875, 1925), чем границы периодов. Это не противоречит выделению периодов, границы которых связаны с началом становления соответствующей структуры.

В периодизации хорошо видны три основных закона диалектики: накопление наблюдений и обобщений приводит к изменению структуры геологии в области научного поиска, в сторону все более полного отражения природы; в науке возникают противоположные, борющиеся, но взаимопроникающие гипотезы; отмирающие гипотезы возрождаются вновь в виде неоконцепций, в каких-то аспектах или на близкой идейной основе (отрицание отрицания).

Периодизация обнаруживает циклы в истории актуализма: примитивный актуализм, как тождество; актуализм — наведение на прошлое; условное отрицание (ограничение) актуализма. Первый цикл заканчивается в 1830 г. Второй, с пониманием актуализма на более высоком уровне, прослеживается с 1830 г. до середины XX в.

В истории геологии, если подойти к ее анализу не с чисто исторических, но и логических позиций, также можно наметить циклы: 1740—1810; 1811—1900; 1900 — ... годы. Здесь наблюдаются: вулканизм (катастрофизм), механический нештунизм (униформизм), необратимое развитие (Бюффон, Вернер); катастрофизм, униформизм, эволюционизм (наиболее четко выраженный цикл); неокатастрофизм, неоуниформизм, представление о диалектическом развитии. Сама эволюция геологии со второй половины XIX в. идет несколько равномернее.

В развитии геологии наблюдается изменение предмета, ею изучаемого и методов исследования — «материала» и «инструментов» его обработки; любопытно,

## Основные изменения предмета геологии во времени

Годы	Периоды, подпериоды	Изменения предмета геологии (в целом)		Влияющие науки
		абсолютные	относительные	
1970 1950	Б VII, А	— —	«Мобилизм». Процессы биосферы (социосферы). Океаническая кора Планетарные процессы, космические влияния	Биология (через биосферу). Технология Ядерная физика
1925 1900	Б VI, А	— «Мобилизм». Палеомагнетизм. Субатомные процессы. Радиохронология	Глыбовое строение коры. Биосфера. Глобальные субатомные процессы Геохимические процессы	Все основные науки, приобретающие специфику («геохимия» и т. п.)
1875 1850	Б V, А	Биосфера, геосинклинали и платформы, материковые оледенения Микроструктура пород и минералов	Геофизические процессы. Оболочечное строение Земли Эволюция Земли	Физика Химия Биология
1830 1810	Б IV, А	Магма Контракция Земли	Геотермика, метаморфизм, геологическое прошлое на основе униформизма Современные процессы. Вулканизм. «Катастрофы» в истории Земли. Биостратиграфия	Химия Биология
1780 1740	Б III, А	Биостратиграфия. Роль приливов. Метаморфизм Медленные движения коры. Геокартирование	Следы оледенений. Генетические проблемы (экзо- и эндогенез). Стратиграфия. Геогравиметрия Петрогенез и литогенез.	Химия Все науки, более — механика
1650 1500	Б II, А	Литогенез, стратиграфия. Оболочечное строение Земли. Эволюционная геогения Геомагнетизм. Новые географические открытия	Ископаемые организмы. Геологические процессы вообще Относительные движения суши и моря. Геомагнетизм	Механика Естествознание в целом
300	Б I, А	Некоторое сужение предмета исследования с античного времени Идеи изменчивости и развития прослеживаются с доантичного времени		Натурфилософия

что к этому по существу сводится история и любого материального производства. В табл. 10 указаны основные изменения предмета исследования, как они представляются автору, а также влияние прогресса других наук. Разумеется, на геологию всегда влияли все науки. Имеется в виду особое влияние через важные концепции — нептунизм и вулканизм, биостратиграфию и т. п.

Ранее автором (1968) указывалось на последовательную роль в развитии геологии итальянских, английских, французских, немецких и русских ученых. Это связывалось с развитием производительных сил и общественно-экономических формаций. Вывод был сделан независимо от работы М. Юаса [60], который пришел к сходному заключению для науки вообще. Он определил смещение центров «научной активности» с XVI в.

	Начало и конец существования «центра активности», годы	Максимум на графике Юаса
Италия . . . . .	1540—1610	1580
Англия . . . . .	1660—1730	1695
Франция . . . . .	1770—1830	1800
Германия . . . . .	1815—1920	1875
США . . . . .	1915—1995	1960
СССР . . . . .	1955	XXI в.

Очевидно, геология примерно следует общей закономерности. Любопытна близость с XVIII в. ряда дат к границам периодизаций истории науки. Отметим здесь совпадение чисто качественного наблюдения по геологии с наукометрией.

Когда периодизация определилась, автор попытался приложить к ней простейший статистический прием наукометрии, используя работу Котта [261], который составил перечень трудов по геологии (без чисто минералогических и палеонтологических), имевших, по его мнению, существенное значение. За десятилетие публиковалось в среднем:

Годы	Статей и книг	Коэффициент
1530—1650	0,8	—
1650—1739	2,6	3,0
1740—1779	13	5,0
1780—1809	43	3,3
1810—1829	172	4
1830—1849	397	2,3
1850—1874	1020	2,6
1875—1876	583 (583·5 = 2915)	2,9* (4—5?)

\* Цифра экстраполирована на 10 лет и явно занижена.

Сделанный подсчет примитивен (непрерывный процесс заменен искусственно прерывистым; Котта, вероятно, субъективен в оценках работ), но цифры вряд ли вполне случайны. Изучение динамики публикаций, вероятно, может служить одним из критериев при изучении истории какой-либо отрасли геологии.

Сравним предложенную периодизацию с другими, а также с периодизациями развития отраслей и проблем геологии. Периодизации, построенные по разным, но достаточно рациональным принципам, должны для крупных периодов быть хронологически близкими [82]. Так как конечный определяющий фактор (производительные силы) один, то этот вывод, в первом прибли-

жени, может быть распространен на все естественные науки. Для развития отраслей наук и отдельных проблем совпадение менее вероятно, но в целом все периодизации должны *стремиться* к единым датам. Для проверки этого ряд периодизаций был сведен автором в таблицы (не приводятся) для проблем, отраслей и геологии в целом, а также для физики, химии и биологии. Ряд исследователей, вероятно, исходил из сходных предпосылок, влиял друг на

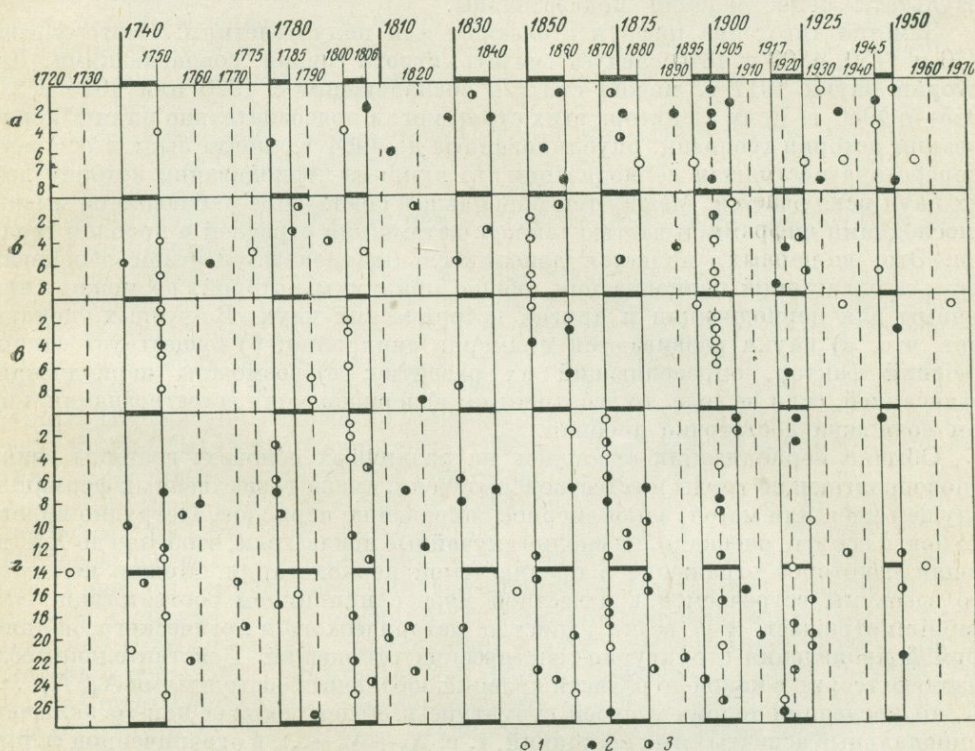


Рис. 16. Сопоставление периодизаций истории науки.

Характер границ: 1 — общее указание (середина XIX в.-1850 г. и т. п.); 2 — конкретный год; 3 — год «вычитывается» из текста работы; а — проблема, регион; б — отрасль геологии; в — геология в целом; г — другие науки. Шкала слева — число обработанных периодизаций. Годы сверху — границы периодов по автору, горизонтальные жирные линии — интервалы флюктуаций

друга, а некоторые науки родственны. Эти трудно учитываемые детали не анализировались, а наличие известного разнобоя свидетельствует о том, что вопрос решался достаточно индивидуально. Периодизации в общем разработаны слабо. Обычно периоды четко не выделены, а иногда не выделены вообще и лишь «вычитываются» из текста. В связи с этим для изображения на графике (рис. 16) пришлось прибегнуть к формализации: данные из работ разделить на три группы.

Не рассматривая последние советские периодизации истории геологии (с 50-х годов) укажем на их, по мнению автора, слабые места: а) недостаточная детальность и конкретность в датах и частью в названиях и освещении периодов — оторванность периодизации от структуры геологии; б) невыдержанность принципов периодизации, что естественно для истории геологии до XVIII в., но является недостатком для позднейшей. Идея Гордеева о закономерном

сокращении длительности периодов, по мнению автора, неудовлетворительна. Особенно важен выбор факторов, определяющих периодизацию. Они должны максимально отражаться на проблемах и отраслях геологии соответствующего периода. Хронология у разных ученых относительно близка. Анализ отклонений, вероятно, позволил бы отсеять некоторые границы как слабо обоснованные или относящиеся к узости проблемы. Но и без такого анализа результаты сопоставления показательны.

Заметно тяготение цифр к столетиям или полустолетиям. Поэтому годы 1740 и 1750, 1800 и 1810 следует считать, строго говоря, совпадающими. Для истории науки 1917 г. можно считать совпадающим с 1920 или 1925 гг., а 1945—с 1950 г. Если на автора этих строк могли подсознательно влиять периодизации истории геологии, опубликованные до 1964 г., когда была в основном разработана настоящая периодизация, то влияние периодизации истории других наук исключается. Между тем наибольшее совпадение наблюдается именно с последними цифрами, а частью также с датами для отраслей и проблем геологии. Это, во-первых, является дополнительным доказательством обоснованности предлагаемой периодизации, общие принципы которой, возможно, применимы для периодизации и других исторических наук. Во-вторых, показывает, что: а) науки развиваются примерно синхронно; б) существует единый внешний фактор, определяющий их развитие; в) возможны периодизации с фиксацией, если не года, то десятилетия; г) периодизация естествознания в целом возможна достаточно дробная.

Обычно периодизации строились на различных основах: границы веков, основополагающие труды и естествоиспытатели, смена общественных формаций, ведущая идея или метод, закономерное сокращение периодов. Нетрудно видеть, что почти все эти, очевидно, не вполне случайные показатели, особенно до XX в., нашли некоторое отражение в предлагаемой периодизации. Можно полагать, что здесь мы встречаемся в известной мере с принципом соответствия. Этот принцип отражает, как везде единство исторического и логического, являясь формой проявления структурно-генетических отношений. Действительно, если развитие теории в какой-то области явлений обозначить состояниями  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , то последняя теория в своей структуре в общем должна как-то включать рациональные аспекты этих состояний, т. е.  $A_1 + A_2 + \dots$ , в ограниченной форме.

**Закономерности в истории геологии.** Задача истории геологии — установление закономерностей изучаемого процесса. Это необходимо для построения самой истории науки, изучения структуры современной геологии, для прогноза ее развития и т. п. Эту проблему в разных планах и объеме затрагивали многие [2, 33, 51, 81, 100, 119, 147, 159, 169, 188, 197, 202, 236, 278, 321 и др.]. В работах правильно подмечен ряд закономерностей развития геологических наук. Однако в целом система законов-тенденций, действующих в истории геологии, не рассмотрена. Прежде чем их сформулировать, приведем общие положения.

1. Необходимы известная идеализация и единое понимание в формулировке законов. Целесообразно свести их к небольшому числу положений достаточно широкого значения. Особенности их действия — задачи конкретного исследования.

2. Законы или их проявления в ряде случаев специфичны для наук исторических, физико-химических и механико-математических.

3. Закономерности развития геологии по-разному и во многих сочетаниях действуют в различные периоды. При историческом анализе одна из задач — проследить характер их проявления на каждом этапе.

Общеизвестны закон стадийности (этапности) процесса познания, непосредственное проявление основных законов диалектики в развитии науки и влияние общественно-экономических формаций. Они хорошо видны в истории геологии. Крупные этапы развития геологии могут быть выделены по разным принципам, отражающим различные аспекты эволюции науки. Например, Ю. П. Труссов [23] указал на стадии отражения статики, динамики и эволюции химизма Земли в развитии геохимии. Известная объективность периодизации истории геологии, а следовательно, и выводов из нее, также следствие этого закона.

Сформулируем для геологии основные законы-тенденции, т. е. законы, не имеющие математического выражения и обязательности законов физики и химии.

Законы-тенденции, как правило, являются конкретными проявлениями различных сторон материалистической диалектики. Поэтому они обычно несколько перекрывают друг друга, переходят один в другой или проявляются совместно. Это неизбежно при классификации сложной области и не отвергает ее необходимости.

Ниже формулируются девять законов-тенденций, в которых нашли отражение многие идеи, встреченные автором в литературе и подтверждающиеся при изучении истории геологии. Разумеется, ими не исчерпывается все закономерное, что наблюдается в истории геологии, в частности, в области наукометрии. Речь идет о развитии идей. Законы эти условно можно разбить на три группы. Первая (А) непосредственно проявляется в развитии научного процесса; вторая (Б) — в его структуре; третья (В) отражает различные на него влияния. В конечном счете все они — законы развития.

А. I. Закон унаследованности проявляется в форме: а) простой преемственности; б) принципа соответствия; в) гибридизации<sup>1</sup> гипотез и идей. Некоторые аспекты двух или более из них, даже без привлечения новых фактов, могут приводить к построению новой гипотезы. Иногда без оснований такие гипотезы называют эклектическими. Разновидностью «гибридизации» является появление новых проблем, направлений и наук (пограничных) путем синтеза некоторых аспектов, существовавших ранее. Разумеется, само понятие унаследованности сопряжено с представлением о непрерывном изменении структуры науки и о коллективности научного труда. Этот закон определяет сложность проблемы приоритета и необходимость в геологии рассматривать динамический приоритет.

II. Закон подобного развития [201]. Как правило, развитие любой проблемы, гипотезы, отрасли, метода как бы повторяет стадии развития науки в целом. Это, очевидно, проявление структуро-генетического закона-тенденции и допускает единый подход в проблеме приоритета.

III. Закон полидинамичности развития. В пределах сформулированной генетической проблемы гипотезы, ее разрешающие, при развитии стремятся к полидинамичности. Возникающая «многокомпонентность» иногда разрешается дифференциацией проблемы с уточнением определений для каждого элемента.

IV. Неравномерность и ускоренность развития геологии. Растет детальность исследований, предмет и методы дифференцируются и усложняются.

Б. V. Закон сопряжения гипотез. Проявляется двояко:

а) выдвижение гипотезы, особо выделяющей какой-либо фактор вызывает появление противоположной гипотезы (см. выше о принципе сохранения раз-

<sup>1</sup> О гибридизации теорий в математике пишет, например, Н. Винер.

вития в геологии). В 1965 г. Вагенбрет выразил один аспект (условный) закона сопряжения в такой форме: если в геологии сосуществуют две взаимопротивоположные гипотезы — ни одна из них не верна (вполне. — *Б. В.*). Иногда характерно появление экстремальных «ненаучных» форм таких гипотез, тем не менее отражающих закономерную поляризацию идей науки; б) корреляция гипотез: главная гипотеза связана с вспомогательными или логически из нее вытекающими.

В. VI. Закон взаимосвязи и взаимовлияния наук (и отраслей). Влияние наук друг на друга, как и техники на науку, наблюдается непосредственно (идеи, методы и т. д.) и в форме резонанса идей. На последних стадиях развития простое влияние некоторых наук заменяется их ассимиляцией, т. е. включением в геологию как ее аспектов (например, геофизика, геокосмология), что иногда считают, якобы, заменой «геологических» методов точными. Но это объясняется тем, что геологическая ФДМ содержит в себе элементарные. Дифференциация и интеграция отраслей науки — одна из форм проявления этого закона в сочетании с законами I и III. Интеграцию (пример — экологизация науки) следует понимать не как суммирование, а как взаимопроникновение и взаимосвязь наук.

VII. Закон (фактор) географического влияния — пространственная корреляция объекта изучения и гипотезы; значение его сейчас уменьшается.

VIII. Закон интернационализации геологии (он постепенно сменяет закон VII) при ведущей роли экономически наиболее мощных государств. Эта роль связана и с социальной системой.

IX. Индивидуальность исследователя обычно оказывает влияние лишь на «тактическое» решение проблем науки. Оно убывает с конца XIX в., заменяясь ролью коллективов и техники.

Рассмотренные законы-тенденции, по мнению автора, в достаточной мере охватывают закономерности развития геологии. Из них широкое конкретное значение имеют законы I—III, особенно принцип соответствия, которым целесообразно сознательно пользоваться. Некоторые указывавшиеся в литературе и выше в тексте тенденции и особенности не следует рассматривать в ряду законов, как самоочевидные или прямые их следствия. В частности, это относится к 1, 2, 9 законам-тенденциям Карпова (см. раздел 5); остальные его законы непосредственно входят в указанные выше. Все они в принципе общие для ряда наук, особенно исторических. Но закон VII не действует, например, в физике и химии. Вообще законы эти, вероятно, проявляются в различных науках в разных формах и степени. Изучение их в геологии может быть известным вкладом в исследование более широкой, общенаучной проблемы.

**Возможности прогноза развития геологии.** Одна из задач науки — прогноз; она ставится и перед «наукведением». Развитие геологии столь полифакторно и сложно, законы носят общий характер и зависимы от условий, темпы развития сейчас так быстры, что простая экстраполяция на сколько-нибудь значительное время невозможна. Кроме того, хотя изменения структуры науки подготавливаются в предыдущей структуре, существенные ее преобразования вносят дополнительные трудности. Наконец, «предсказать» будущие открытия значило бы в заметной мере их осуществить — в этом противоречие прогноза и его единство с процессом исследования. Поэтому сформулируем саму проблему. Под прогнозом развития геологии автор подразумевает анализ современных структуры и развития геологии с целью:

А. 1) выделения зародышей новых и оценки жизнеспособности существующих идей, гипотез и направлений; 2) выяснения современной взаимосвязи

различных наук, их методов и соответствующих тенденций развития; 3) установления форм проявления закономерностей развития геологии за последний отрезок времени; 4) правильной формулировки проблем; на этой основе:

Б. 1. выделение перспективных направлений, узких мест и узловых проблем; 2) условно — собственно прогноз: пути развития проблем, новые направления и методы, возможные варианты принципиальных решений, взаимодействия гипотез и т. д. По существу «Б» — уже предварительный процесс исследования.

Прогноз актуальнее и реальнее в отдельных отраслях или проблемах. Очевидно, для него нужны предпосылки: а) хорошее знание соответствующей отрасли и ее истории; б) учет закономерностей развития геологии; в) эрудиция в области науки вообще, физики и химии особенно; г) объективный подход к проблемам; д) достаточная информация, в необходимых случаях использование простейшей наукометрии.

Сочетание всех этих условий трудно достижимо. Но крупному ученому не всегда легко быть объективным в своей области; может быть еще и поэтому желательны «наукведы». Затруднением является и информация — рефераты составляются нередко недостаточно квалифицированно, не отражая именно новые мысли, попутно высказанные. Трудность лежит и в неоднозначности терминологии. В числе затруднений надо упомянуть отсутствие полной марксистской истории науки (Кедров, 1969; и др.). Сложность исторических проблем геологии известна; история же их исследования «дважды исторична». Таким образом, прогноз развития геологии сложная, быть может, преждевременная задача. Но некоторые общие предположения могут вытекать непосредственно из закономерностей развития науки. Например, существование «почти общепризнанной» гипотезы, выделяющей в проблеме один какой-либо фактор, если эта гипотеза еще не перешла в настоящую теорию явлений, позволяет ожидать ее смену или дополнение гипотезой, основанной на другом факторе, обычно «противоположном» или некоторое «оживление» полярной гипотезы, существовавшей ранее. Решение проблем стремится к «полидинамичности» и, соответственно, дроблению на частные проблемы.

Общим выводом является то, что полярность общегеологических генетических и «эволюционных» гипотез (нептунизм и плутонизм; катастрофизм и униформизм и т. п.) постепенно сглаживается, борьба противоположных идей будет конкретно выражаться в частных гипотезах другого, более «детального» уровня, а общей идеей о развитии станет эволюция. Процесс этот наблюдается во всей науке, ибо в ее развитии неизбежно отражается сама диалектика познания природы. Но диалектическое мировоззрение ускоряет и четче формирует этот процесс. Поэтому страны социализма играют в нем все большую роль. Возможно, мы находимся в начале стадии завершения большого цикла общих идей с возвратом на новой основе к разработке «теорий Земли».

Геономия — теория Земли. Эпоха синтеза поставила с середины XX в. вопрос о создании обобщающей науки о Земле. Термин «геономия» ввел для нее В. В. Белоусов (1963), хотя ранее это предлагал Л. Гланжо во Франции (Куражковская, Хаин, 1964). Белоусов считал, что геономия стоит «над» геофизикой, геохимией и геологией; последняя — лишь наука о земной коре. Р. В. Беммелен (1969) считал, что геономия охватывает все знания о Земле, включая атмосферу.

Сам термин рационален, но понимание Белоусова ведет к противоречию. Геология исторически обычно рассматривалась как цикл наук о Земле в целом

с исключением некоторых географических наук. И сейчас нет дисциплины, соответствующей термину «геология». Это собирательное понятие для ряда отраслей, подразумевающее некоторое обобщение. Если геология — наука о земной коре, то она явно обобщающая по отношению к геофизике и геохимии коры. В этом случае понятие «геология» тождественно геонмии, так как геофизика и геохимия земной коры составляют существенно нераздельное содержание геохимии и геофизики более глубоких оболочек. Таким образом, исторически и логически геологию противопоставлять геонмии противоречиво. Обратимся к происхождению термина и смыслу, в него первоначально вложенному. Термин «геонмия» был предложен русским философом Н. Я. Гротом (1884) в связи с разработанной им классификацией наук [37]. Грот в классификацию наук внес идею развития самого знания. Наука делится им на группы, изучающие неорганические (космология, геология), органические (фитология, зоология) и надорганические (психология, социология) явления. В каждой группе Грот различает четыре стадии развития знания и соответствующие науки: конкретные (описательные), конкретно-абстрактные (статика и динамика, история процессов), абстрактные (теоретическая наука о веществе и силах каждой области) и абстрактно-конкретные (о всеобщих законах рассматриваемой области).

Для «стадийных» наук Грот (сохраняя для сложившихся наук существующие названия) применяет названия с одностипными окончаниями: «графия», «гения», «логия» и «номия». Для геологии это будет: 1) география, динамическая геология и т. п.; 2) геогения, историческая геология; 3) соматология и динамология; 4) геонмия. Науки о веществе и силах (абстрактные) в геологии, по мнению Грота, «едва образуются». По смыслу это геохимия (соматология) и геофизика (динамология). Действительно, в целом геофизика и геохимия сложились, начиная с последней четверти XIX в. Геонмия — наука будущего: «... Такое развитие должно наступить рано или поздно...», — пишет Грот [37]. Схема Грота ясно прослеживается и в биологии.

Понятие «геонмия» у Грота лишено противоречий. В цикле наук о Земле геонмия — теоретическая геология, наиболее обобщающая часть всех знаний о Земле, лишенная деталей. В понимании Грота геонмия должна охватывать все геосферы.

Одним из путей подготовки становления теоретической геологии, что не раз наблюдалось в истории геологии, является система преподавания. Геологическое образование сейчас имеет целью подготовку узких специалистов. «Общая геология» не венчает, а начинает образование и поэтому не является обобщающей наукой, ее содержание неизбежно примитивно. Вероятно, на первом курсе вузов целесообразно преподавать динамическую геологию с минимумом необходимых общих сведений. Теоретическая геология — дисциплина завершающая, основанная на предыдущих знаниях, включая математику, биологию, физику и химию.

Направляется следующая схема такого курса:

А. Геологическое науковедение (история и методология, включая проблемы метагеологии).

Б. Геостатика и геокинематика: 1) геоид, его форма, размеры, положение в космосе; 2) движение геоида и космические связи; 3) физические поля Земли; 4) оболочечное строение Земли (включая биосферу, социосферу, газовые оболочки и проч.); 5) состав и физические свойства геоида и геосфер; 6) рельеф литосферы; 7) структура литосферы; 8) движение атмосферы, гидросферы и литосферы.

В. Геодинамика. 1) эндогенные процессы; 2) экзогенные процессы; 3) энергетика геопроцессов (эндогенная, космогенная и антропогенная); 4) геотектонические гипотезы; 5) взаимосвязь и взаимодействие геосфер.

Г. Эволюция Земли. 1) геогения; 2) эволюция геосфер; 3) биогенез, эволюция жизни; 4) геохронология; 5) тектогенез; 6) проблема цикличности земных процессов; 7) палеогеография; 8) техногенез.

Д. Социальное значение геологии. 1) учение о полезных ископаемых; 2) геолого-географические аспекты экологической проблемы, геосоциология и ее отрасли.

Теоретическая геология не должна быть суммой ранее полученных знаний. В схему нужно вложить целеустремленное содержание: в каждом разделе необходимы определения основных понятий, классификации, законы, числовые характеристики. То, что является достаточно точно установленным (базис науки), четко отделяется от гипотетического, освещаемого схематичнее, а также от изложения стоящих перед наукой проблем. Особое внимание должно быть уделено формулировке законов (качественной, при невозможности математизации), цифровым характеристикам и взаимосвязям. Несомненно, что между некоторыми группами явлений связь будет пока лишь намечена. Математизация, значительная в разделе Б. 1, будет убывать в разделах В, Г, и Д или сведется к статистике. Роль гипотез будет возрастать от Б к Г. Все это характеризует преимущественно не уровень, а специфику геологии и никак не отрицает наличие в этой науке теории.

Приведенная схема дискуссионна: как кажется автору, бесспорным является выделение разделов А—Д. Необходимо подчеркнуть роль истории науки. Соответствующий раздел, канвой которого явится периодизация, вероятно, желательно строить в плане последующих разделов (Б—Д), что естественно выявит их связь.

Геономия целесообразна вначале как факультативный курс в университетах, а наиболее важно создание пособия, которое будет иметь большое значение для геологов и специалистов других областей и явится научным представителем геологии в естествознании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ<sup>1</sup>

1. Андрусов Н. И. О возрасте Земли. — «Природа», 1912, № 3, стб. 394—416.
2. Батюшкова И. В. Внутреннее строение Земли. М., «Наука», 1966—194 с.
3. Белоусов В. В. Некоторые вопросы глубинной тектоники. — «Вестн. МГУ. Геология». 1960, № 5, с. 3—12.
4. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М., Гостеолтехиздат, 1954. Изд. 2-ое перераб., 1962, 606 с., 608 с.
5. Белоусов В. В. Земная кора и верхняя мантия океанов. М., «Наука», 1968. 255 с.
6. Белоусов В. В., Гзовский М. В., Горячев А. В. О структуре Восточных Альп в связи с некоторыми общими тектоническими представлениями. — «Бюлл. МОИП», Статья I, II, 1951, т. 26, вып. 1, 2, статья I, с. 46—68, статья II, с. 50—69.
7. Бертран А. Письма о переворотах земного шара. Спб. 1867. 613 с.
8. Биосфера. М., «Мир», 1972. 183 с. Авт.: Д. Хатчинсон, Э. Оорт, Д. Вудвелл и др.
9. Бобров Е. Г. Линней, его жизнь и труды. М., Изд-во АН СССР, 1957. 217 с.
10. Боровиков А. М. О фактическом состоянии тектонической терминологии. — «Геотектоника», 1968, № 1, с. 3—7.
11. Бронский А., Резников А., Яковлев В. В. И. Вернадский. Ростов, Рост. ун-т, 1963. 104 с.
12. Броньяр А. Д. Краткая история исследования ископаемых растений. — «Горный журнал», 1829, ч. III, кн. 9, с. 306—356; ч. IV, кн. 12, с. 347—405.
13. Броньяр А. Д. Нынешнее состояние учения об ископаемых растениях. — «Горный журнал», 1838, № 5, с. 191—211.
14. Бубнов С. Н. Основные проблемы геологии. М.—Л. — Новосибирск, ОНТИ, 1934. 183 с. Изд. 2-е, испр. и доп., М., Изд-во МГУ, 1960. 233 с.
15. Бюффон. Всеобщая и частная естеств. история. Спб. Ч. I—1826. 375 с., ч. II, III—1790, 401 с., ч. IV, V—1792, 327 с., 481 с.
16. Валлериус И. Г. Минералогия. Спб., 1763. 699 с.
17. Валяшко М. Г. О постоянстве состава воды Мирового океана. — «Вестн. МГУ. Геол. отд.», 1963, № 1, с. 18—27.
18. Введение в геогигиену. Под ред. Н. В. Лазарева. М.—Л., «Наука», 1966. 323 с. Авт.: Н. В. Лазарев, Я. М. Грушко, В. А. Покровский и др.
19. Вегенер А. Происхождение материков и океанов. М., ГИЗ, 1925. 145 с.
20. Вернадский В. И. Биосфера, ч. 1—2. Л., Научн. хим.-техн. изд-во, 1926. 146 с.
21. Вернадский В. И. Избранные сочинения, т. I—V. М., Изд-во АН СССР, 1954—1960. Т. I, 695 с., т. II, 616 с., т. III, 624 с., т. IV кн. 1—652 с., кн. 2—652 с., т. V, 422 с.

<sup>1</sup> Библиографию истории науки по СССР см. «История естествознания. Библиографический указатель, 1917—1947 годы». М., Изд-во АН СССР, М.—Л., 1949. 519 с.; то же, 1948—1950 годы, 1955. 395 с.; то же, 1951—1956 годы, 1963. 222 с.; то же, М., «Наука», ч. I, 1972. 222 с., ч. II, 1974. 547 с. Также в работах по истории науки настоящего списка.

22. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. М., «Наука», 1965. 374 с.
23. Взаимодействие наук при изучении Земли. М., Изд-во АН СССР, 1964.
- 326 с. Авт.: Д. И. Щербаков, В. В. Белоусов, Е. К. Федоров и др.
24. Волков Г. Н. Социология науки. М., Политиздат, 1968. 328 с.
25. Вопросы геологии Азии. Т. 3, М., Изд-во АН СССР, 1955. 868 с. Авт.: Б. П. Высоцкий, С. С. Шульц, Е. П. Брунс и др.
26. «Вопросы истории естеств. и техники», 1965, вып. 19. 207 с.; 1971, вып. 34. 92 с.
27. Вопросы философии, 1961, № 3, 1966, № 5, 7, 8.
28. Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Л., «Наука», 1968. 122 с.
29. Высоцкий Б. П. Каменная шуга. — «Природа», 1953, № 9. 113 с.
30. Высоцкий Б. П. О строении соляных мульд в межкупольных зонах Темирского района. — В кн.: «Сб. ВЗПИ», № 13, 1956, с. 78—87.
31. Высоцкий Б. П. Восточные Карпаты. М., «Высшая школа», 1960. 38 с.
32. Высоцкий Б. П. К геоморфологии бассейна рек Теремли и Рики. — «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», 1961, № 1, с. 110—116.
33. Высоцкий Б. П. Иоганнес Вальтер и его роль в развитии геологии. М., «Наука», 1965. 176 с.
34. Высоцкий Б. П. Геогиена и геосоциология. — В кн.: «Проблемы геогиены». Баку, 1968, с. 90—101.
35. Высоцкий Б. П. Геология и точные науки. — «Природа», 1968, № 1, с. 63—65.
36. Высоцкий Б. П. Проблемы истории и методологии геологии. Автореф. докт. диссертации. МГУ, 1969. 960 с.
37. Высоцкий Б. П. Геономия (происхождение термина и содержание понятия) — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1971, № 10, с. 145—146.
38. Высоцкий Б. П. «Спонтанное моделирование» естественных процессов. — «Природа», 1973, с. 54—60.
39. Высоцкий Б. П. Об истории геологии. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1974, № 11, с. 132—139.
40. Высоцкий Б. П. Человек и антропогенные процессы в биосфере. М., ВИНТИ, № 3076—74 Деп. 1975. 45 с.
41. Высоцкий Б. П. Геологические взгляды Палласа и теория катастроф Кювье. — «Вопросы истории естеств. и техники», 1976, вып. 52, с. 59—63.
42. Высоцкий Б. П. Трапп и белемнит в «Естественной истории Плиния». — В кн.: Методология и история геол. наук. М., «Наука» 1977. 144 с.
43. Высоцкий Б. П. Экосфера, биосфера и экологическая проблема. — В кн.: Охрана природы. М., изд-во МО ВГО, 1977, с. 9—20.
44. Высоцкий Б. П. Катастрофизм в истории геологии. — В кн.: «Вопросы методологии в геологических науках», Киев, «Наукова думка», 1977.
45. Высоцкий Б. П., Французова Н. П. Об актуализме и его философском анализе. — «Литология и полезные ископаемые», 1970, № 5, с. 160—163.
46. Геккер Р. Ф., Осипова А. И. К вопросу о состоянии и развитии советской литологии. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1951, № 3, с. 40—60.
47. Географический сборник № 15. М., Изд-во АН СССР, 1962, 210 с. Авт.: Б. М. Личков, М. В. Стюас, Я. Я. Гаккель и др.
48. Геологические формации. Вып. 1. Л., «Недра», 1968. 156 с. Авт.: Ю. Ир. Половинкина, Е. Н. Гарецкая, Г. Ф. Крашенинников и др. (Материалы совещ. 21—24 мая 1968 г.).
49. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб, 1869, с. 114—148.
50. Головкинский Н. А. Мысли о прошедшем и будущем нашей планеты. — «Зап. Новоросс. ун-та», 1876, т. 18, с. 105—147.
51. Гордеев Д. И. История геологических наук. ч. 1, 2. М., Изд-во МГУ, ч. I 1967. 316 с. ч. II 1973. 323 с.
52. Горшков Г. П., Якушева А. Ф. Общая геология. М., Изд-во МГУ, 1962. 565 с.
53. Григорьев С. М. Роль воды в развитии земной коры. М., «Недра», 1972. 264 с.
54. Грушин Б. А. Очерки логики исторического исследования. М., «Высшая школа», 1961. 214 с.
55. Давиташвили Л. Ш. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. М., Изд-во АН СССР, 1948. 576 с.

56. Даннеман Ф. История естествознания. М.—Л., т. II—III, 1935, т. II 408 с. т. III 357 с.
57. Девдариани А. С. Системы отсчета движения в геологии. — «Вестн. МГУ. Сер. геол.», 1960, № 5, с. 60—68.
58. Деглин В. Функциональная асимметрия — уникальная особенность мозга человека. — «Наука и жизнь», 1975, № 1, с. 104—115.
59. Деформация пород и тектоника. МРК, XXII сессия. Докл. сов. геол. М., «Наука», 1964. 276 с. Авт.: В. В. Белоусов, Н. П. Васильковский, В. А. Магницкий и др.
60. Добров Г. М. Актуальные проблемы науковедения. М., «Знание», 1968. 46 с.
61. Добюиссон де Вуазен. Учебная книга геогнозии. Спб., 1830. 489 с.
62. Дорст Ж. До того как умрет природа. М., «Прогресс», 1968. 415 с.
63. Драгунов В. И., Айнемер А. И., Васильев В. И. Основы анализа осадочных формаций. Л., «Недра», 1974. 159 с.
64. Дрейф континентов. М., «Мир», 1966. 232 с. Авт.: П. Чэдвик, Д. Ходжсон, Х. Беньофф и др.
65. Дуглас У. О. Трехсотлетняя война. Хроника экологического бедствия. М., «Прогресс», 1975. 239 с.
66. Дысса Ф. М., Нестеренко П. Г., Стовас М. В. К вопросу о причинах вымирания больших групп организмов. — «Докл. АН СССР», 1960, т. 131, № 1, с. 185—187.
67. Ефремов Ю. К. Ландшафтная сфера Земли. — «Изв. Всес. геогр. об-ва», 1959, № 6, с. 525—528.
68. Жемчужников Ю. К. К вопросу о понимании и номенклатуре фаций. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1957, № 2, с. 7—15.
69. Жувансель П. Геология. М., 1866. 321 с.
70. Жуков М. М., Славин В. И., Дунаева Н. Н. Основы геологии. М., «Недра», 1970. 526 с.
71. Забелин И. М. Физическая география и наука будущего. М., Географгиз., 1963. 112 с.
72. Земная кора. М., Изд-во иностр. лит., 1957. 787 с. Авт.: М. Юинг, Ф. Пресс, Д. Гиллули и др.
73. Зенкевич Л. А. О древности океана и о значении в решении этого вопроса истории морской фауны. — «Океанология», 1966, т. 6, № 2, с. 195—207.
74. Иванов А. Н. О невозможности абиогенного возникновения живого на Земле в послеперотерозойское время. — «Уч. зап. Ярославского пед. ин-та», 1958, вып. 23 (18), с. 297—300.
75. Иванова Е. А. К вопросу о связи этапов эволюции органического мира с этапами эволюции земной коры. — «Докл. АН СССР», 1955, т. 105, № 1, с. 154—157.
76. Иностранцев А. А. Геологические исследования на севере России в 1869 и 1870 годах. — «Труды Спб-ова естествоиспытателей», т. 3, 1872, с. 165—339.
77. Иностранцев А. А. Геология, т. 1. Спб., 1885. 506 с.
78. Исламов О. И. Зарождение и развитие геологических знаний в Средней Азии с древнейших времен до начала XIX столетия. Автореф. докт. дисс. М., МГУ, 1961. 42 с.
79. Казаков А. В. Фосфатные фации. — «Труды НИИУИФ», вып. 145, 1939. 108 с.
80. Канаев И. И. Жорж Луи Леклер де Бюффон. М., «Наука», 1966. 266 с.
81. Карпов М. М. Основные закономерности развития естествознания. Ростов, Изд-во Ростов. ун-та, 1963. 302 с.
82. Кедров Б. М. К вопросу о принципах периодизации истории естествознания. — «Труды совещания по истории естествознания 24—26 XII 1946 г.». М., Изд-во АН СССР, 1948, с. 47—57.
83. Кедров Б. М. О соотношении форм движения материи в природе. — В кн.: Философские проблемы современного естествознания. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 137—211.
84. Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., Изд-во АН СССР, 1962. 409 с. Изд. 2-е, 1967. 436 с.
85. Кедров Б. М. Предмет и задачи истории естествознания и техники. — В кн.: Материалы к расширенному пленуму советского национального комитета историков естествознания и техники. М., 1965, с. 3—28.
86. Кириченко И. П. Химические способы добычи полезных ископаемых. М., Изд-во АН СССР, 1958. 103 с.
87. Клейн А. С. Археология спорит с физикой. — «Природа», 1966, № 3, с. 94—107.

88. Козиков И. А. Философские воззрения В. И. Вернадского. М., Изд-во МГУ, 1963. 78 с.
89. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л., Госметеиздат, 1974. 279 с.
90. Косыгин Ю. А. Основы тектоники. М., «Наука», 1974. 215 с.
91. Котта Б. Геологические картины. Спб. 1859. 267 с.
92. Котта Б. Геология настоящего времени. Спб., 1874. 529 с.
93. Красовский В. И., Шкловский И. С. Возможное влияние вспышек сверхновых звезд на эволюцию жизни на Земле. — «Докл. АН СССР», 1957, т. 116, № 2, с. 197—199.
94. Краткий очерк истории философии. М., Соцэкгиз, 1969. 790 с. Авт.: В. Ф. Асмус, М. Т. Иовчук, М. Т. Маковельский и др.
95. Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. М., «Высшая школа», 1971. 367 с.
96. Кропоткин П. Н. «Неомобилизм» и региональная геотектоника. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1961, № 6, с. 112—116.
97. Круть И. В. Исследование оснований теоретической геологии. М., «Наука», 1973. 205 с.
98. Куражковская Е. А. Диалектическая концепция развития в геологии. М., Изд-во МГУ, 1970. 240 с.
99. Кювье Ж. О переворотах на поверхности земного шара. М., Биомедгиз, 1937. 368 с.
100. Ламакин В. В. Байкал и естествознание. — В кн.: Сб. памяти Л. С. Берга. М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 155—165.
101. Ламарк Ж. Б. Анализ сознательной деятельности человека. — «Изв. Спб биол. лаб.», 1899, т. III, вып. 3, Спб., с. 79—182.
102. Ламарк Ж. Б. Избранные произведения. М., Изд-во АН СССР, т. 1, 1955. 968 с.
103. Ламарк и современное естествознание. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1959. 46 с. Авт.: Б. Г. Иоганзен, А. В. Коваленок, В. В. Ревердатто и др.
104. Ларин В. Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. М., «Недра», 1975. 101 с.
105. Лебедев В. И., Сеницин В. М. Солнечная энергия и проблема образования спалического слоя земной коры. — «Бюлл. МОИП. Отд. геол.», 1968, т. 43, вып. 1, с. 5—16.
106. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Введение в историю петрографии. Л., ОНТИ, 1936. 138 с.
107. Леман И. Г. Опыт генеральной орографии. Спб, 1763. 37 с.
108. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1955. 1208 с.
109. Линдберг Г. У. Четвертичный период в свете биогеографических данных. М., Изд-во АН СССР, 1955. 335 с.
110. Литологический сборник, № 1, ВНИГРИ. Л., 1948. 139 с. Авт.: Н. Б. Вассоевич, Б. П. Марковский, Ю. А. Жемчужников и др.
111. Личков Б. Л. К основам геотектонической теории. Л., Изд-во ЛГУ, 1965. 119 с.
112. Лодочников В. Н. Некоторые общие вопросы, связанные с магмой, дающей базальтовые породы. — «Зап. Всесоюз. минер. о-ва». Сер. II, 1938, ч. 69, вып. 2, 3, с. 207—223, с. 428—442.
113. Ломоносов М. В. О слоях земных. М., Госполитиздат, 1949. 211 с.
114. Лукашевич И. Д. Неорганическая жизнь Земли, ч. 1—3, Спб, 1908—1911. Ч. 1, 233 с., ч. 2, 311 с., ч. 3, 629 с.
115. Лунгерсгаузен Г. Ф. Периодические изменения климата и великие оледенения Земли. — «Советская геология», 1957, сб. 59, с. 88—115.
116. Луцицкий И. В., Громин В. И., Ушаков Г. Д. Эксперименты по деформации горных пород. Новосибирск, «Наука», 1967. 74 с.
117. Ляйель Ч. Основные начала геологии. М., 1866, т. I, 399 с., т. II, 562 с.
118. Ляйель Ч. Руководство к геологии. Спб, 1878. 281 с.
119. Мамчур Е. А., Овчинников Н. Ф. Принципы простоты и симметрии. — «Природа», 1968, № 6, с. 2—12.
120. Мархинин Е. К. Роль вулканизма в формировании земной коры. М., «Наука», 1967. 255 с.
121. Мархинин Е. К. Предбиологические соединения в пепле вулканов. — «Природа», 1974, № 8, с. 70—78.
122. Марш Г. Человек и природа. Пер. с англ., Спб, 1866. 587 с.
123. Масайтис В. Л. Геологические последствия падений кратерообразующих метеоритов. Л., «Недра», 1973. 19 с.

124. Медунин А. Е. Развитие гравиметрии в России. М., «Наука», 1967. 223 с.
125. Менъе С. Сравнительная геология или геология небесных тел. Спб, 1896. 159 с.
126. Меррей Дж. Океан. Одесса, ГИЗ, 1923. 151 с.
127. Методологические проблемы геологии. Киев, «Наукова думка», 1975.
- 132 с. Авт.: В. И. Оноприенко, И. П. Шарапов, А. И. Рыбин и др.
128. Микulinский С. Р. К. Ф. Рулье и его учение о развитии органического мира. М., Изд-во АН СССР, 1957. 355 с.
129. Микulinский С. Р. Развитие общих проблем биологии в России. Первая половина XIX в. М., Изд-во АН СССР, 1961. 450 с.
130. Михайлов А. Е. Классификация эндогенной складчатости. — «Бюлл. МОИП, отдел. геол.», 1958, т. 33, вып. 4, с. 101—116.
131. Морозов Н. А. О возможности научного предвычисления погоды при введении в анализ галактических воздействий. — «Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.», 1944, т. 8, вып. 2—3, с. 63—71.
132. Мурчисон Р. И., Вернейль Э., Кейзерлинг А. А. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. Спб, 1849, ч. 1, 1141 с., ч. 2, 649 с.
133. Наливкин Д. В. Учение о фациях, т. 1—2. М.—Л., Госгеолтехиздат. Т. I, 1955, 534 с., т. II, 1956, 393 с.
134. Наливкин Д. В. Ураганы, бури и смерчи. М.—Л., «Наука», 1969. 487 с.
135. Неймар М. История Земли, т. I—II. Спб, 1899. Т. I, 761 с., т. II, 848 с.
136. Николаев Н. И. Неотектоника и ее отражение в структуре и рельефе территории СССР. М., Госгеолтехиздат, 1962. 392 с.
137. Никольская Г. Л. К истории экспериментальной петрографии в СССР. — В кн.: Труды МГРИ. Т. 28, 1955, с. 226—246.
138. Новая глобальная тектоника (тектоника плит). Пер. с англ. М., «Мир», 1974. 472 с. Авт.: Г. Хесс, Р. Дид, Ф. Вайн и др.
139. Общие закономерности геологических явлений. Вып. 1, Л., 1965. 378 с. Авт.: Л. И. Красный, Н. Е. Мартынов, В. И. Васильев и др.
140. Одум Ю. Основы экологии. М., «Мир», 1975. 740 с.
141. Омелянский В. Л. Научное творчество и случайные открытия. — «Изв. Петрогр. научн. ин-та», 1922, т. 5, с. 87—109.
142. Оноприенко В. И. Основные направления методологических исследований в геологии. — «Геологический журнал», 1972, т. 32, вып. 2, с. 3—12.
143. Осадочные и вулканические формации. Л., «Недра», 1966. 150 с. Авт.: Н. Б. Вассоевич, В. И. Драгунов, В. А. Зубаков и др.
144. Очерки по истории геологических знаний. Вып. 1—18. М., Изд-во АН СССР, М., «Наука», 1952—1976.
145. Павлов А. П. Геология среди наук и главные фазы ее развития. — «Зап. геол. отд. и о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии», 1912—1913, т. 1, с. 1—28.
146. Павлов А. П. Представления о времени в истории, археологии и геологии. М., 1919. 24 с.
147. Павлов А. П. Краткий очерк истории геологических знаний. М., ГИЗ, 1921. 84 с.
148. Павлов А. П. Р. Гук, забытый эволюционист 17 века. — «Естествознание в школе», 1929, № 2, с. 81—89.
149. Пейве А. В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1945, № 5, с. 23—46.
150. Пейве А. В. Тектоника и магматизм. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1961, № 3, с. 36—54.
151. Пейве А. В., Штрейс Н. А., Книппер А. Л. Океаны и геосинклинальный процесс. — «Докл. АН СССР», 1971, т. 196, № 3, с. 657—659.
152. Петрушевский Б. А. О некоторых текущих задачах сейсмогеологии. — «Бюлл. МОИП, отд. геол.», 1957, т. 32, вып. 5, с. 55—71.
153. Плиний К. Естественная история ископаемых тел. Спб, 1819. 364 с.
154. Попов В. И. О непрерывности тектонических движений. Ташкент, Изд-во Ком. наук УзССР, 1938. 38 с.
155. Попов И. В. Ядерная теория развития земной коры. Ташкент, Изд-во Ташкентского ун-та, 1960. 170 с.
156. Поспелов Г. Л. О характере геологии как науки и ее месте в естествознании. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1960, № 11, с. 3—19.
157. Прибавление к Санкт-Петербургским ведомостям. Спб, 1731 и др.

158. Природа и Общество. М., «Наука», 1968. 346 с. Авт.: И. П. Герасимов, Г. А. Давыдова, И. Элез и др.
159. Проблемы глобальной тектоники. М., «Наука», 1971, 100 с. Авт.: В. Е. Хаин, П. Н. Кропоткин, В. В. Белоусов и др.
160. Проблемы планетарной геологии. М., Госгеолтехиздат, 1963. 343 с. Авт.: Г. Ф. Лунгерсгаузен, А. В. Орлова, П. Ф. Флоренский.
161. Происхождение и история Земли. Алма-Ата, Каз. Гос. ун-т, 1972. 293 с. Авт.: К. З. Стариков, П. П. Зотов, М. Ж. Жандаев и др.
162. Противоречия в развитии естествознания. М., «Наука», 1965. 352 с. Авт.: Б. М. Кедров, А. Н. Вяльцев, Н. И. Родный и др.
163. Пузанов И. И. Жан Батист Ламарк. М., Учпедгиз, 1959. 192 с.
164. Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. ч. I—II. М.—Л., Гостоптехиздат, 1940, ч. I, 476 с., ч. II, 420 с.
165. Пустовалов Л. В. К вопросу о положении в науке об осадочных породах. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1950, № 4, с. 68—102.
166. Пути познания Земли. М., «Наука», 1971. 344 с. Авт.: Д. И. Щербаков, В. С. Сафронов, В. И. Баранов и др.
167. Пухляков Л. А. Обзор тектонических гипотез. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1970. 265 с.
168. Пэджд. Философия геологии. Пер. с англ. СПб, 1867. 149 с.
169. Равикович А. И. Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX в. М., «Наука», 1962. 248 с.
170. Развитие наук о Земле в СССР за 50 лет. М., «Наука», 1967. 715 с. Авт.: А. П. Виноградов, Л. П. Пеллинен, Е. П. Федоров и др.
171. Райков Б. Е. Русские биологи — эволюционисты до Дарвина, т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1952. 472 с.
172. Резниченко Т. Д., Резниченко С. Д. О некоторых закономерностях в развитии Земли. — В кн.: Земля во Вселенной. М., «Мысль», 1964, с. 172—229.
173. Рефераты. — «Природа», 1912, стб. 421—423.
174. Решение совещания по осадочным породам. М., Изд-во АН СССР, 1953. 32 с.
175. Романова М. М. История представлений о происхождении гранитов. М., «Наука», 1977.
176. Рулье К. Ф. Белемниты. — «Вестн. естественных наук», 1854, № 23, стб. 353—366.
177. Руткевич М. Н. О формах движения в неорганической природе. — «Уч. зап. Ур. Политехн. ин-та», вып. 21. Философия, 1957, с. 3—21.
178. Севастьянов А. Геогнозия... СПб, 1810. 350 с.
179. Севергин В. М. Первые основания минералогии, или естественной истории ископаемых тел, ч. I, II. СПб, 1798.
180. Сечевица А. М. Природа гидротермальных рудообразующих растворов. М., «Недра», 1976. 165 с.
181. Сидоренко А. В. Человек, техника, Земля. М., «Недра», 1967. 67 с.
182. Синицын В. М. Эволюция геологических процессов. — «Вестн. ЛГУ. Сер. геол.», 1965, № 18, с. 5—14.
183. Соболев Д. Н. Геологические периоды. — «Природа», 1915, № 6, стб. 809—831.
184. Соболев Д. Н. Диастрофизм и органические революции. — «Природа», 1927, № 7—8, стб. 565—582.
185. Совещание по осадочным породам, вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1952. 328 с.
186. Соколов Д. И. Курс геогнозии, ч. I—III. СПб., 1839, ч. I, 292 с, ч. II, 508 с., ч. III, 320 с.
187. Соколов Д. И. Руководство к геогнозии, ч. I—II. СПб, 1842, ч. I, 372 с., ч. II, 344 с.
188. Соловьев Ю. Я. Возникновение и развитие палеогеографии в России. — Труды геол. ин-та АН СССР, вып. 147, 1966. 234 с.
189. Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли. М., «Наука», 1974. 184 с.
190. Старик И. Е. Ядерная геохронология. М., Изд-во АН СССР, 1961. 630 с.
191. Стенон Н. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М., Изд-во АН СССР, 1957. 151 с.
192. Степанов Д. Л. Неокатастрофизм в палеонтологии наших дней. — «Палеонтологический журнал», 1959, № 4, с. 11—16.
193. Страхов Н. М. О сравнительно-литологическом направлении и его ближайших задачах. — «Бюлл. МОИП. Отд. геол.», 1945, т. 20, вып. 3—4, с. 34—49.

194. Страхов Н. М. К вопросу об общей теории осадочного процесса. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1950, № 4, с. 103—146.
195. Страхов Н. М. О путях построения литологической теории. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1951, № 3, с. 136—142.
196. Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963. 536 с.
197. Страхов Н. М. Развитие литогенетических идей в России и СССР. М., «Наука», 1971. 609 с.
198. Сущкин П. П. Высокогорные области земного шара и вопрос о родине первобытного человека. — «Природа», 1928, № 3, стб. 249—280.
199. Тамразян Г. П. Некоторые главнейшие планетарные тектонические закономерности и их причинные связи. — «Изв. вузов. Геология и разведка», 1967, № 11, с. 3—17.
200. Тихомиров В. В. Геология в России XIX в., т. I—II. М., Изд-во АН СССР, т. I, 1960, 228 с., т. II, 1963, 488 с.
201. Тихомиров В. В. О важнейших факторах развития геологии на разных этапах ее истории. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1966, № 10, с. 136—144.
202. Тихомиров В. В., Хаин В. Е. Краткий очерк истории геологии. М., Госгеолтехиздат, 1956. 260 с.
203. Токарев В. А. Древнейшие китайские книги о минералах и горных породах. — «Зап. Всесоюз. минер. о-ва», 1956, т. 85, № 3, с. 393—394.
204. Тугаринов А. И., Войткевич Г. В. Докембрийская геохронология материков. М., «Недра», 1966. 387 с.
205. Труды Моск. геологоразв. ин-та, 1954, т. 26. 248 с.
206. Труды XIII Межд. конгресса по истории науки, секция VIII. М., «Наука», 1974 с.
207. Уорд Б., Дюбо Р. Земля только одна. М., «Прогресс», 1975. 317 с.
208. Уэвелл В. С. История индуктивных наук. Пер. с англ., т. 1—3, Спб, 1879, т. I, 590 с., т. II, 813 с., т. III, 912 с.
209. Федосеев И. А. Развитие знаний о происхождении, количестве и круговороте воды на Земле. М., «Наука», 1967. 135 с.
210. Философские вопросы естествознания. М., МГУ, 1960. 468 с. Авт.: И. О. Брод, М. Ф. Мирчинк, В. Е. Хаин и др.
211. Французова Н. П. Исторический метод в научном познании. М., «Мысль», 1972. 304 с.
212. Фролов И. Г. Очерки методологии биологического исследования. М., «Мысль», 1965. 286 с.
213. Хабаров А. В. Очерки по истории развития геологоразведочных знаний в России, ч. 1. М., Изд-во МОИП, 1950. 212 с.
214. Хаин В. Е. О непрерывно-прерывистом течении тектонических процессов. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1950, № 6, с. 26—44.
215. Хаин В. Е. Современные геотектонические гипотезы. — «Бюлл. МОИП. Отд. геол.», 1958, т. 33, вып. 2, с. 137—138.
216. Хаин В. Е. Общая геотектоника. М., «Недра», 1964. 479 с.
217. Хаин В. Е. О современном положении в теоретической тектонике и вытекающих из него задачах. — «Геотектоника», 1972, № 4, с. 3—34.
218. Чарыгин М. М., Васильев Ю. М. Общая и историческая геология. М., «Недра», 1968. 447 с.
219. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. М., «Мысль», 1973. 348 с.
220. Чирвинский П. Н. Искусственное получение минералов в 19 столетии. Киев, 1903—1906. 638 с.
221. Шанцер Е. В. К оценке сравнительно-литологического направления в петрографии осадочных пород. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1951, № 3, с. 21—39.
222. Шатский Н. С. Избранные сочинения, т. I—IV. М., «Наука», 1965. Т. I, 622 с., т. II, 720 с., т. III, 348 с., т. IV, 398 с.
223. Шафрановский И. И., А. Г. Вернер. М., «Наука», 1968. 197 с.
224. Шафрановский И. И., Николай Стенон. Л., «Наука», 1972. 180 с.
225. Шафрановский И. И., Плотников Л. М. Симметрия в геологии. Л., «Недра», 1975. 144 с.
226. Шилова Е. И. В. И. Вернадский и проблема развития биосферы. — «Вестн. ЛГУ, серия биол.», 1962, № 9, с. 5—21.
227. Шипунов Ф. Я. Опасная болезнь ландшафтной сферы. — «Природа», 1968, № 10, с. 3—13.
228. Шипунов Ф. Я. Настоящее и будущее ландшафтной сферы. — «Природа», 1971, № 5, с. 18—29.

229. Энгельгардт М. А. Чарльз Ляйель, его жизнь и научная деятельность. Спб, 1893. 80 с.
230. Энгельгардт М. А. Жорж Кювье, его жизнь и научная деятельность. Спб, 1893. 79 с.
231. Эренфелд Д. Природа и люди. М., «Мир», 1973. 254 с.
232. Яблоков В. С. О новой гипотезе образования ископаемых углей. — «Литология и полезные ископаемые», 1968, № 3, с. 164—166.
233. Яншин А. Л. Принцип актуализма и проблема эволюции геологических процессов. — В кн.: «Пути и методы познания закономерностей развития Земли». Изд-во ВИНТИ, 1963, с. 2—13.
234. Яншин А. Л. Вулканизм и осадочное рудообразование. — «Бюлл. МОИП. Отд. геол.», 1968, № 4, с. 112—126.
235. Abraham Gottlob Werner. Gedenkschrift. «Freib. Forsch.» Ser. C, N 223, 1967. 347 S.
236. Adams F. D. The birth and development of the geological sciences. N. Y., 1954. 506 p.
237. Andree K. Karl Ernst Adolf von Hoff als Schriftgelehrter und die Begründung der modernen Geologie. — «Schr. Kgl. deutsch. Ges. zu Königsberg», 1930, Hf. 4, S. 10—21.
238. Backlund H. Zum Aktualitätsprinzip. — «Geol. Rdsch.» 1941, Bd. 32, Hf. 3, S. 394—397.
239. Beche de la H. T. Handbuch der Geologie. Aufl. 2-e Berlin, 1832. 267 S.
240. Bemmel R. W. Die Methoden in der Geologie. — «Mitt. Geolog. Ges.», Wien, 1960, Bd. 53, S. 35—52.
241. Beringer C. C. Über eine Fiktion in der Geologie. — «Naturwissenschaften», 1929, Bd. 17, Hf. 27, S. 545—546.
242. Beringer C. C. Das Werden des erdgeschichtlichen Weltbildes im Spiegel grosser Naturforscher und Denker aus zwei Jahrhunderten. Stuttgart, 1939. 88 S.
243. Beringer C. C. Geschichte der Geologie und des geologischen Weltbild. Stuttgart, 1954. 158 S.
244. Beurlen K. Der Aktualismus in der Geologie. Eine Klarstellung. «Zbl. Min.», Abt. B., 1935, S. 520—525.
245. Beurlen K. Das Klima des Deuviums. Zur Kritik des Aktualismus. — «Z. Ges. Naturwiss.» — N. 1, 1935, S. 209—220.
246. Beurlen K. Bedeutung und Aufgabe der geologischer Forschung. — «Z. Ges. Naturwiss.», 1935, N 1, S. 23—26.
247. Bischof C. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Bonn, Bd. I, 1847, Bd. II, Th. 1, 1850; Th. 2, 1854. Bd. I, 989 S., B II th 1, 844 S., th. 2, 845 S.
248. Brown B. W. Preliminary study of stockastic terms used in geology. — «Bull. geol. Soc. America», 1959, vol. 70, N 5, p. 651—653.
249. Buache M. Essai de geographie physique. «Mem. de l'acad. R. des sci.», Paris, (1752), 1756, p. 399—416.
250. Buache M. Parallele des fleuves des quatre parties du monde. «Mem. Acad. R. des Sci.», Paris, (1753), 1757, p. 586—588.
251. Buch L. Physicalische Beschreibung der Canarischen Insel. Berlin, 1825. 407 S.
252. Buffon G. L. EPOCHEN DER NATUR. Bd. I, II. St. Petersburg, 1781. Bd. I, 207 S., Bd. II, 190 S.
253. Buffon G. L. Histoire naturelle des minereaux. Paris, vol. III, 1785, 636 p. vol. IV, 1786, 448 p.
254. Bülow K. Anaktualistische Wesenzüge der Gegenwart. — «Z. deutsch. geol. Ges.», Hannover, 1954, T. 105, S. 183—196.
255. Bülow K. Gedankengänge Cuviers in der Geologie der Gegenwart. «Forsch. und Fortsch.», Berlin, 1959, Bd. 33, S. 261—264.
256. Bülow K. Der Weg des Aktualismus in England, Frankreich und Deutschland. — «Ber. deutsch. geol. Ges.», 1960, Bd. 5, No. 3, S. 160—175.
257. Cayeux L. Causes anciennes et causes actuelles en geologie. Paris, 1951, 81 p.
258. Cotta B. Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie, Dresden — Leipzig, 1839. 442 S.
259. Cotta B. Brief vom 28/III 1850. — «Neues Jahrb. für Mineral. Geogn. Geol.», 1850, S. 310—313.
260. Cotta B. Geologie der Gegenwart. Jena, 1867; Aufl. 5-te 1878; 424 S.
261. Cotta B. Geologisches Repertorium. Leipzig, 1877. 400 S.
262. Dacque E. Die Erdzeitalter. München — Berlin. 1930. 565 S.
263. Descartes philosophisches Werke. III Abt., Berlin, 1870. 287 S.

264. Desmarest N. Memoire sur l'origine et la nature du basalt. «Memoire de l'Acad. R. Sci. Paris», (1771), 1774, p. 705—745.
265. D'Orbigny A. D. Cours elementaire de paleontologie et de geologie stratigraphiques. Paris, vol. I, 1849; vol. II, p. 1, 1851, p. 2, 1852. Vol. I, 394 p., vol. II, 382 p.
266. D'Orbigny A. D. Geologie appliquee aux art et a l'agriculture. Paris, 1851. 534 p.
267. Fandrich K. Über die Gesetzmässigkeit zu der Geologie. — «Ber. geol. Ges. DDR», 1965, Bd. 10, Hf. 3, S. 355—381.
268. «Freiberger Forschungshefte». 1965, Ser. D, N 50, 51; 1967, Ser. D, N 55.
269. «Geologische Rundschau», 1950, Bd. 38, Hf. 2.
270. Gould S. I. Is uniformitarianism necessary? — «J. of sci.» 1965, N 3, S. 223—228.
271. Gretener F. Significance of the rare events in geology. — «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1967, vol. 51, p. 2197—2206.
272. Guntau M. Bemerkungen zum Aktualismus in der Geologie. — «Ber. geol. Ges. DDR», 1963, Bd. 8, Hf. 4, S. 377—389.
273. Guntau M. Marxistische Philosophie und Geologische Wissenschaften. — «Ber. geol. Ges. DDR», 1965, Bd. 10, Hf. 3, S. 335—354.
274. Hagner A. F. Philosophical aspects of the geological sciences. In: «Fabr. geol.», Stanford, 1963, p. 233—241.
275. Histoire de l'Academie royale des sciences. A Paris, 1719. 328 p.
276. Hoffman F. Geschichte der Geognosie und vulkanischen Erscheinungen. Berlin, 1838. 596 S.
277. Hölder H. Geologie und Paleontologie in Texten und ihrer Geschichte. Freiberg — München, 1960. 566 S.
278. Hooycaas R. The principle of uniformity in geologie, biology and Theology. Leiden, 1959. 237 p.
279. Hooykaas R. Geological uniformitarianism and evolution. — «Arch. intern. histoire sci.», 1966, vol. 19, (75), p. 3—19.
280. Humboldt A. Über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verschiedenen Erdstrichen. — «Abhandlungen Berl. Akad. Wissensch.» vom 24 Jan. 1823, S. 1—36.
281. Humboldt A. Kosmos, T. I, Stuttgart, 1845. 494 S.
282. Hümmel K. Geschichte der Geologie. Berlin — Leipzig, 1925. 123 S.
283. Hümmel K. Geochemie und Erdgeschichte. — «Z. deutsch. geol. Ges.», 1940, Bd. 92, S. 459—468.
284. Jong W. J. Aktualism in geology and geography. — «Tijdschr. Koninkl. nederl. aardrijkskund. den.» 1966, vol. 83, No 3, p. 238—248.
285. Kaiser E. Der Grundsatz das Aktualismus in der Geologie. — «Z. deutsch. geol. Ges.», 1934, Bd. 83, S. 389—407.
286. Kaiser H. E. Beispiele für die Anwendung und Grenzen aktualistischer Betrachtungsweise in der Geologie. — «Akta biotheoretica». 1962, Bd. 14, N 3—4, S. 99—120.
287. Keferstein Chr. Geschichte der Geognosie. Halle, 1840. 281 S.
288. Köch R. A. Zum Wesen der Grundpostulats der Geologie. — «Philos. Natur.», 1967, Bd. 10, N 1, S. 102—106.
289. Kumerov E. Die aktualistische Methode in der Geologie. — «Z. deutsch. Geol. Ges.», 1932, Bd. 84, Hf. 7, S. 563—565.
290. Lake Ph. The Centenary of Lyell's «Principles of Geologie». — «Geol. Mag.», 1930, vol. 67, N 10, p. 787—798.
291. Launay de, L. La science geologique, ses methodes, ses resultats, ses problem, son histoire. Paris, 1905, 747 p.
292. Lehmann I. Versuch einer Geschichte von Flözgebirgen, Berlin, 1756. 240 S.
293. Leibnitz W. Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie. Bd. I, 1904, 375 S, Bd. II, 1906, 582 S.
294. May E. Das Prinzip des Aktualismus in seiner generalen Wissensnote theoretischen Bedeutung. — «Scientia (Asso)», 1955, Bd. 90, ser. VI, N 1, S. 1—14.
295. Mennier S. L'evolution des theories geologiques. Paris, 1911. 368 p.
296. Millhauser M. The scriptural geologists. An episode in the history of opinion. — «Osiris», 1954, p. 65—86.
297. Mojsisovich E. Die Dolomit — Riffe von Südtirol und Veneti. Wien, 1876, 552 S.
298. Moro A. L. Neue Untersuchungen der Veränderungen der Veränderungen des Erdbodens. Leipzig, 1751. 464 S.
299. Nathorst A. G. Emmanuel Swedenborg as a geologist. Stockh. 1908. 47 S.
300. Nathorst A. G. Carl von Linné als Geolog. Jen, 1909. 84 S.

301. Naumann L. C. Lehrbuch der Geognosie. Leipzig, Bd. I—II, 1850, 1854. Bd. I, 1000 S., Bd. II, 1222 S.
302. Nehring A. Die geologischen Anschauungen des Philosophen Seneca. Wolfenbüttel, 1873. 40 S.
303. Pallas P. S. Betrachtungen über die Beschaffenheit der Gebirge. Verch. Russ. K. Akad. Wiss. den 23/VI 1777. St. Petersburg. 1777, 72 S.
304. Pruvost C. De la chronologie des terrains et du synchronisme des formations. — «C. r. L'Acad. sci.», Paris, 1845, N 15, p. 1062—1071.
305. Roger I. Paleontologie et rationalisme. Les cahiers rationalistes, Paris, 1956, № 155, p. 147—172.
306. Romanova M. M., Vysocky B. P. Der Neoneptunismus in Deutschland und Russland in 2 Hälfte des 19 Jahrhunderts. — «Z. f. geol. Wissensch.», Berlin, 1976, N 3, S. 367—374.
307. Roth I. Über die Lehre von Metamorphismus und die Entstehung der Krystallinischen Schiefer. — «Abhandlungen Kgl. Acad. Wissensch. Berlin», Phis. kl., 1871, S. 150—232.
308. Roth Z., Belšanová A. Aktualismus a uniformismus v metodologii geologických ved. «Vestn. ústředního ústavu geol.», 1966, R, t. XLI, N 3, S. 161—166.
309. Salomon W. Tote Landschaften und der Gang der Erdgeschichte. — «Sitzb. Heidelberger Akad. Math., Naturwissensch. Kl.», Abt. I., 1918, S. 3—10.
310. Schindewolf O. H. Der Zeitfactor in Geologie und Paläontologie. Stuttgart, 1950, 114 S.
311. Schindewolf O. H. Neokatastrophismus? — «Z. Deutsch. geol. Ges.», 1963, 114, Bd. 2, S. 430—445.
312. Steiner W. Zur Geschichte der Geologischen Karte. — «Z. f. angew. Geologie», 1957, Hf. 8/9, S. 417—424.
313. Sticker R. Leibnitz Beitrag zur Theorie der Erde. — «Sudhofss Arch.», 1967, Bd. 51, N 3, S. 244—259.
314. Stille H. Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde. Leipzig, 1913. 32 S.
315. Stille H. Grundfrage der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924. 443 S.
316. Suess E. Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875. 168 S.
317. Trask P. D. Sedimentation. — In: «Geology 1888—1938», The 5-th Anniversary volume of the geol. Soc. of America. N. Y. 1941, p. 221—239.
318. Uniformity and Simplicity. Geol. Soc. America, «Spec. Papers», 1967, № 189, 99 p.
319. Vassoevič N. B., Meinhold R., Pätz H. Zur Geschichte der Ideen zur organischen Entstehung von Erdöl. — «Geologie», 1971, Hf. 4/5, S. 630—641.
320. Wagenbreth O. B. von Cotta. Sein geologisches und philosophisches Lebenswerk an Hand ausgewählter Zitate. — «Ber. Geol. Ges. DDR», Sonderheft 3, Berlin, 1965, S. 7—162.
321. Wagenbreth O. Gezetzmässigkeiten im Entwicklungsgang geologischer Forschung. — «Wiss. Z. der Hochschule f. Architektur und Bauwesen», Weimar. 1965, Bd. 12, N 1, S. 7—12.
322. Wagenbreth O. Die Entwicklung des geologischen Weltbild in den letzten 200 Jahren. — «Forsch. und Forsch.», 1967, Bd. 41, N 12, S. 365—371.
323. Wagenbreth O. Struktur und Prozess als dialektische Einheit in der Geologie und ihrer Geschichte. — «Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin.» Math.-Naturw. Reihe, 1967, Bd. 16, N 6, S. 365—371.
324. Walther I. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Bd. 1—3. Jena, 1893—1894. 1055 S.
325. Walther J. Ueber Entstehung und Besiedelung der Tiefseebecken. — «Naturwiss. Wochenschr.» 1904, Bd. 19, (N. F. 3), Hf. 46, S. 721—726.
326. Weigelt I. Über Biostratonomie. — «Der Geologe», 1927, N 42, S. 1071—1076.
327. Wenk H. R. Die geologische Abbildung, erläutert am Beispiel der Zentralalpen. — «Eclogae geol. helv.», 1966, Bd 59, N 2, S. 777—788.
328. Wissenschaftliche Zeitschrift Humboldt Universität, Berlin, M.—N. Reihe, 1965, Bd. 14, N 4—5.
329. Wrede E. F. Ueber Gebirgstrummer. Monatl. Gorresp. zur Beforderung Erd und Himmelskunde. Gotha, 1802, Bd. 5, S. 438—452, 506—518; Bd. 6, S. 3—13, 97—109, 233—246, 343—347.
330. Zittel K. A. Geschichte der Geologie und Paleontologie bis Ende des 19 Jahrhunderts. München, 1899. 868 S.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ <sup>1</sup>

- Абиогенез 33, 80, 160—163  
 Абиссохимический процесс 117  
 Азиль, убежище 71, 96  
 Академии, научные общества, журналы и т. п. 49, 55, 131, 150  
 Актуализм 23, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 45, 47, 49, 51, 52, 54, 58, 59, 62, 67, 71, 73, 77, 78, 79, 84, 86, 94, 101, 102, 104, 107, 109, 111—113, 116, 117, 120, 125, 132, 135, 140, 143, 151, 156—159, 165—170, 172, 176, 188, 195, 200, 204—210, 214, 222—225, 240  
 Аспект географический 15, 43, 64, 69, 159, 177, 202  
 Актуогеология 152, 158  
 Актуофация 172  
 Алхимия, алхимики 29, 33, 35, 40, 42  
 Аммониты 30  
 Анастрофа 147, 150, 157, 163  
 Антарктида 131  
 Астрооблемы 200  
 Аркозы 63  
 Астеносфера 179, 201, 202  
 Астрогеология см. геокосмология  
 Атлантида 29, 64  
 Атмосфера 40, 62, 73, 147, 161, 200  
 Аэролит, болид 30  
 Аэрофотометод 34, 190  
 Базальт, траш 30, 59, 64, 65, 69, 72, 75, 76, 80, 83, 85, 86, 88, 101, 120, 200  
 Белемниты 30, 35, 43  
 Биологизация терминологии 126, 130—132, 135  
 Биомасса, живое вещество 62, 153, 159, 162, 163  
 Биономия, палеобиономия 128, 130, 133  
 Биостратономия 60, 68, 70, 80, 89, 95, 109, 118, 133, 134, 158  
 Биосфера 11, 13, 14, 17, 40, 49, 59, 81, 135, 137, 147, 155, 159, 162—164, 169, 199, 200, 229, 230—235, 238, 239, 250  
 Битумы, асфальт, смолы 29, 30, 32, 39, 42, 48, 52, 57, 67  
 Бэра бугры, закон 67, 199  
 Валуны, экзотические глыбы 58, 86, 87, 90, 94, 112, 119, 120, 122, 152  
 Витализм 62, 75, 159, 160, 163, 198  
 Влияние наук 59, 66, 72, 90, 102, 143, 243  
 Вода (генезис, круговорот, роль) 28, 31—34, 36—40, 50, 51, 53, 57, 59, 61, 65, 70, 73, 121  
 Время в геологии, возраст относительный и абсолютный 32, 33, 38, 43, 48, 50, 59, 63, 68, 70, 72, 75, 76, 81, 87, 90, 95, 101, 104, 110, 139, 140, 149, 185—189, 211, 221, 227  
 Вулканизм, концепция 35, 48, 50, 53, 57, 67, 71, 76, 79, 83  
 Вулканология, вулканизм 28—30, 34, 36, 39, 42, 45, 48, 54, 56—59, 61, 64, 70, 74—77, 80, 83, 94, 97, 99, 101—103, 119, 120, 122, 129, 166, 198  
 Выветривание 68, 70, 120  
 Галька 28, 34, 57  
 Геобиология 14, 95, 99, 131, 134, 135, 190  
 Геогенерация 173, 174  
 Геогения, космогения 44, 45, 50, 63, 76, 100, 107, 125, 132, 181  
 Геогигиена 231  
 Геогнозия 79, 83, 132  
 География 14, 27, 28, 32—35, 40, 52, 228—230  
 Геологическая служба 145  
 Геодинамика 125, 135, 250  
 Геод 142, 250  
 Геокартирование, см. метод  
 Геокинематика 175, 178, 181, 250  
 Геокосмология 14, 29, 34, 35, 39, 40, 42, 45, 48, 119, 121, 138, 162, 192, 198—201  
 Геология 35, 36, 40, 41, 47, 51—53, 56, 67, 72, 78, 79, 85, 88, 89, 97, 103, 106, 117, 127, 132, 145, 156, 193, 194, 211, 249  
 — военная 122  
 — «героическая эпоха» 79, 80, 89  
 — предмет и объект 3, 7, 8, 17, 26, 35, 54, 55, 118, 145, 190, 212, 242—244  
 — четвертичная 145

<sup>1</sup> Указатель составлен не по формальным признакам, охватывает не все термины и понятия, а более интересные для темы, — обобщенно. Указаны и страницы, где не упоминается термин, но речь идет о понятии или его зародыше. Страницы с более существенными сведениями набраны курсивом, как и термины, введенные автором или иначе им понимаемые.

- Геомагнитометрия, геомагнетизм 40, 48, 55, 143, 198, 201, 202  
 Геоморфология 14, 67, 142  
 Геонмия 134, 249—251  
 Геосоциология (и синонимы) 227, 230, 231, 233, 234, 251  
 Геоостатика 175, 178, 181, 250  
 Геофизика 11, 14, 67, 125, 135, 143, 178, 190, 199, 202, 249  
 Геохимия 11, 14, 67, 120, 122, 135, 142, 143, 180, 190, 249  
 Гидрогеология 122  
 Гипотезы гибридные 121, 122, 181, 202  
 — тектонические 174, 178, 181—184, 203  
 Год мировой, космический 28, 149, 200  
 Гор возникновение, расположение 28, 34, 39, 40, 45, 47, 50, 51, 57, 58, 64, 67, 82, 94, 97, 98, 114, 136, 138, 147, 157, 158, 201, 205  
 Гравиметрия 50, 91, 92  
 Гранит 59, 63, 64, 66, 69, 72, 73, 74, 76, 81, 85, 87, 88, 120, 121, 129, 190  
 Гумус, торф, чернозем 49, 58, 60, 63  
 Дайки непунические 80  
 Дарвинизм 124—126, 131, 132, 142, 148, 164  
 Движения тектонические медленные 40, 51, 101, 136  
 — тангенциальные и радиальные 134, 136, 157, 158, 174, 175, 201, 203  
 Дедукция 85, 209, 217  
 Дельта 28, 34, 87  
 Денудация 50, 56, 59, 134, 166  
 Детерминизм, причинность 36, 41, 57, 62, 80, 115, 160, 169, 206, 208, 214, 232, 234  
 Дефляция, эоловые процессы 53, 131, 132, 209, 235  
 Диастрофизм, эпохи 147—149, 157  
 Дилувианизм 49, 50, 53, 54, 61, 65, 82  
 Дислокации тектонические 57, 64, 67, 86, 95, 101, 103, 115, 142  
 Дифференциация наук, геологии 90, 122, 145  
 Докембрий 131, 142, 161, 164, 186, 200  
 Дрифта ледникового теория 86, 87, 112, 119  
 Жидкость первичная 46, 79  
 Жизнь, жизненная сила 5, 6, 9—11, 13, 33, 72, 74, 80, 85, 112, 126, 137, 148, 149, 160, 162, 186, 192, 200, 232  
 Жилы минеральные, рудные, дайки 45, 46, 51, 53, 54, 56, 66, 68, 78, 80, 85, 90  
 Закон биогенетический 215, 226  
 — в геологии 213—216  
 — диалектики, диалектика 12, 13, 16, 17, 21—23, 62, 124, 196, 198, 207, 209, 215, 242, 249  
 — Долло 124  
 — «параллелизма» 220  
 — развития, Б. Котта 126  
 — тенденции геогенетический, *структурогенетический* 215, 226, 246  
 Закон биогенетический  
 — тенденции и закономерности развития геологии 16, 22, 184, 215, 246—249  
 — Стенона 46, 53, 214  
 Звезды новые 154, 166, 226  
 Землетрясения 28, 29, 31—34, 45, 47—49, 52, 54, 58, 64, 67, 68, 70, 71, 74, 100, 103, 198, 201  
 — антропогенные 235  
 Земли внутренний огонь, жар, расплав, «плазма» 28, 29, 39, 42, 45, 57, 64, 69, 101, 136, 180, 203  
 — геометрические закономерности 48, 56, 76, 136, 138, 181  
 — кора 40, 68, 101, 137, 179  
 — оболочечное строение 40, 44, 45, 57—59, 61, 136, 137, 178—181  
 — ось вращения, вращение 28, 138, 139, 149  
 — охлаждение 44, 61, 63, 73, 98, 136, 139, 212  
 — расширение, пульсация 181—183, 203, 204  
 — рельеф глобальный 48  
 — центр тяжести 38, 47, 48, 128  
 — ядро 82, 87, 98, 136, 170, 179, 180, 193  
 Земля как организм 53, 119  
 Золотое дерево, дерево металлов 39, 42, 78  
 Зоны климатические 73, 108, 121, 126, 134, 139, 200  
 — биономические 49, 60  
 Идеализм 62, 71, 97, 208, 230  
 Изостазия 137, 181  
 Изменчивость 28, 29, 33, 36, 43, 48, 49, 99, 105, 108, 151, 214, 216, 231, 232  
 Инструкции геологические 58, 87  
 Интеграция науки, геологии 14, 229, 230, 231  
 Интуиция 51, 67, 68, 91  
 Использование единичных явлений 35, 47, 176, 204  
 Ихнология, ихнология 118  
 Катастрофизм, катастрофы 58, 62, 67, 70—72, 77, 81, 84, 88, 89, 93, 95—99, 101, 103, 106—111, 113—117, 127, 150, 153, 166  
 Катастрофы частные 67, 71, 82, 84, 89, 95—97, 104, 111, 114, 166  
 Кибернетика, кибернетических ФДМ 9—11  
 Классификация вулканических аппаратов 119  
 — землетрясений 31, 64, 235  
 — тектоническая 193, 203  
 — пород, минералов, окаменелостей 59, 60, 74, 142  
 — стадий литогенеза 134  
 — фаций 130, 131, 171, 172  
 Климат 68, 133, 134, 139, 149, 159, 200  
 Конвергенция 30, 69, 89, 120, 155, 160, 185, 209, 215, 222  
 Коррозия, коррозия 134, 144  
 Корреляция 15, 134, 225, 248

- Космогеология см. геокосмология  
Креационизм 82, 95, 101, 108, 115, 124, 152  
Кризисы в геологии 146, 189, 190  
Кристаллизация из воды, расплава 42, 49, 66, 72, 80, 87, 88, 120, 121, 122  
Кристаллография 42, 47, 54, 66, 68, 80, 212
- Лакколиты 134**  
Ландшафты ископаемые 149  
Ледниковый, снежный период, ледники 49, 87, 90, 108, 119—121, 139, 145, 152, 157, 159, 168, 200  
Лёсс 76, 131, 154  
Линеаменты, глобальные, крупные разломы 44, 45, 47, 71, 73, 76, 134, 150, 190, 201, 203  
Линия береговая, валы 58, 59, 129  
Литогенезис, литогенезия, литогения 58, 59, 76, 83, 88, 89, 113, 129, 130, 134, 147, 151, 154  
Литология, литологика 21, 58, 59, 66, 80, 132, 142, 172, 190, 195—198  
Литога 135  
Литофация 172  
Логика развития науки 5, 16, 56, 190  
Луна, селенология 48, 83, 161, 198, 199, 200
- Магма, магматизм 105, 107, 115, 149, 155, 156, 180, 181, 185, 189, 201**  
Мамонт 33, 49, 51, 52, 73, 74, 87, 96  
Мантия 192, 204  
Материя, ФДМ, их соотношение 10, 11, 13, 218, 231  
— ФДМ комплексные и структурные 8—11, 13, 213, 219, 221, 227, 230  
— ФДМ общие 8—11, 189, 214, 221  
— ФДМ элементарные, субэлементарные 8—11, 13, 145, 185, 214, 216, 221  
Метагеология, метанаука 3, 210, 213  
Метаморфизм 68, 69, 71, 76, 78, 85, 107, 121, 143  
Метеориты, астероиды 30, 78, 87, 88, 90, 142, 209  
Метод, методы 3, 17, 19, 22, 23, 41, 54, 216—227  
— бионимический, палеобионимический, палеозоологический 48, 130, 142  
— биостратонимический 78, 109, 118  
— биостратиграфический 43, 75, 89, 91, 92, 104, 117, 118  
— геобиологические 99, 100, 219  
— геокартирования 50, 56, 78, 104, 118, 219  
— геокосмологический (астрофизический) 132, 198, 199, 200, 219  
— геологии 17, 139, 140, 170, 186, 188, 216—221  
— геомагнитные 54, 143  
— геоморфологические 78, 142  
— геосоциологические 219  
— геофизические 54, 140, 187—190, 218  
— геохимические 190, 218  
— гравиметрический 91, 142
- Метод, методы**  
— исторический, сравнительно-исторический 23, 54, 74, 75, 77, 91, 127, 133, 140, 188, 198, 208, 216, 222—225, 226  
— классификация 217—227  
— кристаллографический 42, 47, 66, 78, 142, 212  
— математический 174, 217, 218  
— метеоритный 87, 180  
— микропалеонтологический 117, 142  
— минералогический 54, 78  
— неотектонический 192  
— общенаучные 91, 95, 98, 124, 209, 217, 218, 221, 226  
— оптические 142  
— палеогеографический 48, 54, 78, 100, 130  
— палеомагнитный 149, 190, 202, 227  
— палеонтологические 54, 78, 118, 142  
— паяльной трубки 42, 66  
— петрографические 78, 142  
— раскрытия прошлого, ретросказания 207, 226  
— сейсмический 142, 143, 179  
— системного анализа 192, 193, 209, 220, 221  
— сравнительный 23, 62, 127, 129, 221  
— стратиграфический 89, 91  
— структурный 54, 78, 113, 118  
— тектонический 54, 132, 142  
— униформистский 127, 135, 156, 170, 202  
— фациальный 118, 130, 172  
— формационного анализа 173, 190  
— экспериментальные и моделирования 23, 34, 48, 54, 72, 78, 88, 102, 121, 132, 141, 192, 193, 217, 223—235  
— спонтанного моделирования 23, 26, 40, 61, 71, 78, 85, 88, 112, 136, 175, 180, 193, 210, 221, 222
- Методология 3, 4, 21, 22, 23, 32, 47, 79, 90, 95, 100, 124, 198, 210, 213, 240**  
Миграция 93, 128, 130, 185  
Микропалеонтология 118, 142  
Минералогия 14, 21, 30, 32, 33, 35—38, 40, 42, 54, 56, 66, 68, 79, 141  
Мобилизм 51, 156, 178, 190, 194, 200—204  
Монизм 126  
Монодинамические силы 154, 188  
Морена 77, 88, 119, 139, 175
- Наследственность 18, 82, 90, 150, 155, 162—164, 231, 247**  
Натурфилософия 6, 17, 27, 71, 97, 198, 240  
— классификация 12, 14  
— «база» и «область поиска» 6, 7  
— эмбриональная 6, 17, 52, 53  
— исторические 5, 11, 15, 16, 189, 212, 216  
— механико-математические 11, 16, 216  
— физико-химические 11, 16, 212, 216  
Науковедение, наукометрия 3, 22, 159, 164, 210—213, 244, 250  
Научной активности центр 244  
Неокатастрофизм 116, 119, 131, 146—154, 156, 157, 161, 178, 192

- Неоконцепции 13, 153, 155, 156, 159, 178,  
 190, 192, 200—204  
 Неонептунизм 120, 121, 128, 155, 192  
 Неотектоника 157, 185, 194, 203  
 Неполнота летописи 142, 240  
 Нептунизм 35, 48—50, 53, 59, 64  
 — химический 51, 59, 60, 65, 66, 74—76,  
 81—83, 87, 89, 101, 104, 110, 113  
 Несогласия, перерывы 44, 47, 80, 84, 85,  
 96, 128, 147, 149, 166  
 Неточности, ошибки в истории геологии  
 96, 97, 112, 152, 189, 204, 208, 209, 213  
 Нефть 30, 52, 60, 68, 122, 128, 153, 154,  
 155, 234  
 Ноосфера 230  
  
 Обитаемость планет 72  
 Окаменение, фоссолизация 28, 30, 33, 39,  
 60, 63, 67  
 Океан 63, 153, 155, 184, 185, 192, 201—203  
 Оледенения см. Ледниковый  
 Организации международные 21, 145, 194  
 Орудия каменные 42, 52, 67, 187  
 Ослабление геологической активности 49,  
 54, 74, 99, 103, 157, 166, 169  
 Остатки органические 28, 30, 33, 34, 38, 39,  
 42, 43, 46, 49, 51, 53, 55, 57, 60, 110  
 Осцилляции, колебательные движения 110,  
 135, 151  
 Отбор естественный 15, 82, 135, 149, 172  
 Охрана природы 231, 233, 239  
  
 Палеобиология 43, 53, 71, 81, 94, 118  
 Палеоботаника 43, 51, 86, 99, 100, 108,  
 138, 139  
 Палеогеография 14, 48, 51, 118  
 Палеография 129  
 Палеоклиматология 178  
 Палеонтология 28, 42, 43, 49, 60, 65, 73,  
 80, 86, 93, 109, 117, 145, 147  
 Палеофауна 172  
 Панспермия 28, 62, 72  
 Парагенезис, парагенез 33, 66, 68, 90,  
 121, 161  
 Парадигма, «дух эпохи» 37, 38, 55, 75, 76, 84,  
 101, 112, 128, 136, 150, 151, 230, 242  
 Пенеплен 82  
 Первотолчок, «первый двигатель», деизм  
 34, 40, 47, 57, 62, 97  
 Первоэлементы, «стихии» 27, 28, 32, 34,  
 36, 44, 45  
 Периодизация истории геологии 20, 24—  
 26, 210, 241, 245, 246  
 — развития Земли 44, 47, 73, 126, 214  
 Периодичность, цикличность 28, 77, 84,  
 85, 105, 106, 151, 156, 157, 161,  
 166, 169, 199  
 Петрология, петрография 21, 66, 80, 120,  
 141, 142  
 Планетарная геология 51, 63, 73, 76, 121,  
 147, 149, 178, 201, 202  
 Планетология 48, 71, 76, 112, 199, 200  
 Плутонизм 57, 58, 61, 74, 83—86, 89,  
 102, 110, 117  
  
 Пневма 29  
 Позитивизм 81, 83, 93, 96, 113, 116, 126,  
 160, 165, 207  
 Полифилетизм 27, 110, 162  
 Полюсов перемещение 138  
 Породы, свойства первичные, вторичные  
 75, 130, 171  
 Потоп всемирный, наводнения 27, 34, 37,  
 38, 47—50, 59, 61, 65, 68, 71, 81  
 Пранаука 6, 17, 27, 33  
 Прогноз 248, 249  
 Прогресс, прогрессивизм 13, 33, 86, 114,  
 135, 140, 186, 190, 229, 235  
 Противоречия 16, 17, 202, 203, 207, 233  
 Процессы антропогенные 34, 40, 74, 158,  
 163, 228, 230, 234, 239  
 — *технолагенные, космолагенные* 200,  
 234, 235, 236, 238  
 — экзогенные 17, 26, 31, 53, 62, 68, 79,  
 85, 89, 92, 100, 106, 122, 128  
 — эндогенные 17, 26, 31, 36, 48, 53, 61,  
 62, 68, 86, 89, 92, 98, 120, 126, 128,  
 155, 157, 206  
 Приливы, течения 70, 71, 73, 76, 77, 80,  
 83, 101, 151  
 — в Земле 112, 138, 178  
 Принципы дополнительности 185, 202, 203,  
 226, 227  
 — историзма 54, 90, 123, 140, 156  
 — Кюри 102, 162, 212, 242  
 — неопределенности 211, 226  
 — простоты (динамической) 115, 202, 206,  
 223, 233  
 — Рэди 160, 163  
 — соответствия 13, 19, 72, 86, 97, 107,  
 131, 138, 202, 211, 229, 233, 246, 247  
 — сохранения 13, 84, 202, 230—233, 236,  
 239  
 Приоритет 17—20, 58, 110, 127, 134, 185  
 Причины действующие и конечные 41, 62  
 Проблема девиационная 238, 239  
 — информации, терминологии 193, 194,  
 209, 210, 249  
 Псевдогляциогенные образования 120, 168  
 Пустоты в Земле 28, 32, 44, 48, 61, 73, 74,  
 98, 112  
 Пустыни 131, 132, 147, 166, 168, 190  
 Пыль 63, 235  
 Пятна солнечные 44, 45, 61, 137  
  
 Радиогенология 210  
 Развитие см. эволюция  
 Реакционность гипотез 22, 79, 176  
 Революция научные 189  
*Резонанс идей* 15, 153  
 Религия, теология, мифы 6, 17, 27, 33, 35,  
 37, 41, 42, 49, 55, 57, 59, 60  
 Ресурсы минеральные 27, 89, 230, 236—239  
 Реферирование 20, 249  
 Рецензии, отзывы, мнения 64, 65, 95—97,  
 112, 152, 156, 208, 213  
 Ригидизм, флюидизм 119, 136, 137  
 Рифты 71, 192, 201, 202  
 Рифы 124, 125

- Рудосфера 45  
 Руды, генезис руд 29, 35, 36, 39, 42, 45, 52, 54, 55, 58, 65, 68, 78, 85, 90, 112, 121, 143, 161, 214
- Сейсмология 35, 36, 142, 143, 178, 202  
 Сера 29, 30, 32, 34, 39, 42, 48, 67  
 Сейсмоскоп, сейсмограф 32, 143  
 Сигнация 171, 172  
 Сила пластическая, формирующая 33, 38, 42  
 Силы полидинамические, полифакторность 53, 137, 141, 143, 154, 155, 190, 202, 203, 247  
 Силы производительные 7, 15, 26, 37, 40, 43, 55, 56, 244  
 Симметрия, виды 161, 164, 215, 221, 241  
 Система 7, 13, 14, 26, 84, 103, 105, 114, 124, 193, 220, 221, 232, 233, 239  
 Скачок в развитии 18, 37, 74, 110, 124, 150, 202  
 Соленость моря 38, 48, 53, 57, 106, 153  
 Соли, генезис, накопление 48, 52, 57, 63, 117, 155, 156, 184, 185  
 Социология 3, 126, 189, 225  
 Социосфера, синонимы 8, 13, 103, 164, 230—233, 235, 250  
 Ссылки 65, 111, 112, 125  
 — отсутствие, заимствование 45, 47, 65, 68, 84, 97, 103, 107, 111, 117  
 — неверные 208, 216  
 Стихийность  
 Стратиграфия 14, 43, 65, 66, 86, 88, 89, 132
- Тафономия см. биостратомия**
- Тектоника, геотектоника 14, 47, 57, 58, 67, 85, 92, 103, 132, 135, 141, 142  
 — новая глобальная (НГТ) 194, 201—204  
 Тектоносфера, тектосфера 179  
 Теория геосинклиналей и платформ 119, 138, 174, 201, 203  
 — гидротермальная 39, 78, 122, 129, 143, 156  
 — (гипотеза) катаклизмов, пароксизмов 150, 153  
 — (г.) контракции 98, 136, 138, 146, 155, 180  
 — (г.) кратеров поднятия 97, 98  
 — (г.) обрушения 44, 74, 75, 77, 98  
 — (г.) пендуляцияционная  
 — (г.) поднятия 48, 57—59, 70, 71, 77, 98, 114, 118, 136, 138, 180, 181, 190  
 — (г.) циклов см. периодичность...  
 — (г.) шарьяжей 175—177
- Термины (возникновение, употребление)  
 литолого-стратиграфические 50, 56, 59, 66, 117, 130, 140, 170—172  
 — (то же) палеонтологические 30, 59, 60, 71, 118, 215  
 — (то же) структурно-тектонические 83, 182—185  
 — (то же) прочие геологические 30, 42, 80, 120—121, 131, 134, 135, 137, 143, 144, 151, 158, 179, 189, 193, 203, 205  
 — разные 37, 71, 132, 136, 194, 207, 230, 231, 233
- Техническая ФДМ, техника 3, 5, 8, 11, 13, 21, 54, 145, 163, 172, 180, 189, 215, 219, 220, 227, 230—233  
 Трансгрессии, регрессии 28, 31, 34, 70, 84, III, 121, 128
- Уголь 39, 60, 67, 68, 73, 83, 99, 101, 118, 156, 161  
 Уровни организации 13, 14  
 Униформизм 44, 51, 56, 58, 63, 74, 75, 104, 106, 113, 115—117, 125, 133, 135, 157, 159—161, 166, 168, 170, 196, 198, 206, 207, 209, 210, 234  
 Условия граничные 84, 101, 104, 107, 116, 161  
 Ученого личность 18, 56, 67, 91, 92, 164, 248
- Физика 53, 58, 102, 142, 181, 187, 211, 212, 214, 227  
 Фиксизм 202, 203  
 Фикционализм 165, 166, 207  
 Философия 3, 5, 16, 21, 159, 164, 165, 169, 227  
 Финализм, гейризм 230  
 Флексуры береговые 134  
 Флювиоаридные отложения
- Химия 12, 51, 53, 59, 66, 80, 102, 120, 128, 142, 143, 161, 214, 243, 227
- Человек, развитие, роль 27, 61, 69, 74, 93, 94, 101, 105, 107, 124, 125, 126, 235  
 — мозг 18, 91, 164, 233  
 — потребности 238
- Швы сутурные 33**
- Эволюционизм 89, 107, 115—116, 119, 122—127, 131, 136, 140, 146, 147, 149, 150, 161  
 Эволюция, развитие 5, 9, 12, 15, 19, 26, 27, 43, 45, 53, 71, 73—77, 80—82, 85, 86, 90, 94, 98, 100, 101, 103, 112, 122, 132, 139, 148—150, 152, 154, 160, 163, 164, 169, 180, 187, 192  
 Экологизация, экологическая проблема 228, 229, 238, 239, 251  
 Экосфера 194, 229, 231—233  
 Экраны защитные 229  
 Экстремальные или абсурдные идеи 20, 55, 86, 120, 122, 156, 200, 240, 248  
 Экспедиционализм 169  
 Электричество в Земле 74, 82  
 Эмпиризм 34, 42, 45, 46, 49, 58, 60, 68, 71, 79, 82, 85, 91, 94, 96, 100, 103, 110, 115, 116, 161  
 Эмпирическое обобщение 59, 69, 71, 83, 91, 93, 95, 97, 107, 116, 159, 160, 174, 202, 204  
 Эпистемология (-эпистемония) 3  
 Эрозия, размыв 48, 50, 53, 63, 100, 149  
 Этика 233, 239
- Явления редкие 167, 209  
 Ядохимикаты, технофекалии 234  
 Янтарь 30, 33, 52, 60, 68

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ <sup>1</sup>

- Аалем Омар (X), Таджикистан 33  
 Абель О. (Abel, 1875—1946), Г. 158  
 Абиx Г. В. (1806—1886), 99, 122, 128, 143, 154  
 Авилов И. К. (р. 1912) 198  
 Авиценна (Ибн Сина, ок. 980—1037), Таджикистан 33  
 Агассиц Ж. Л. (Agassitz G. L., 1807—1873), Ш. 96, 98, 110, 118—121, 139  
 Агрикола Г. (Agricola, Bauer G., 1494—1555), Г. 38—40, 54, 64, 83  
 Адамс Ф. Д. (Adams F. D., 1859—1942), С. 33, 34, 39, 40, 42, 43, 51, 78, 146, 246  
 Адемар Д. (Ademar D., XIX), Ф. 121  
 Аджирей Г. Д. (р. 1910) 193, 203  
 Айнемер А. И. (р. 1935) 174, 221  
 Аккройд В. (Ackroyd W., XIX—XX), А. 139  
 Албриттон К. К. (Albritton Cl. C., р. 1913), С. 210  
 Алессандри А (Alessandri A., 1461—1523), И. 38  
 Альберт Великий см. Больштедт  
 Альдрованди У. (Aldrovandi U., 1525—1605), И. 40  
 Амброзий, Амвросий (Ambrosius 333—397), И. 34  
 Амппферер О. (Ampferer O. 1875—1947), Г. 182, 202  
 Анаксагор (ок. 500—428) 28, 29  
 Анаксимандр (ок. 611—547) 28  
 Анаксимен (ок. 588—524) 29  
 Андерсен Р. Г. (Andersen R. G., XX), С. 189  
 Андре К (Andrée K., 1880—1959), Г. 83, 103, 150, 153, 166, 182  
 Андрусов Н. И. (1861—1924) 128, 139, 140, 142, 145, 154, 185  
 Антипов А. И. (1824—1887) 135
- Анучин В. А. (XX) 230  
 Анучин Д. Н. (1843—1923) 127, 230  
 Арбенц П (Arbenz P., 1880—1943), ФРГ 170  
 Арган Э. (Argan E., 1879—1940), Ш. 175  
 Ардуино Д (Arduino J., 1714—1785), И. 65, 86  
 Ареццо ди Р. (D'Arecco R., XIII), И. 33, 34  
 Аристарх Самосский (ок. 310—230—250) 28  
 Аристотель (384—322) 27—29, 32—35, 39, 40, 42, 45  
 Арренюс С. (Arrenius S., 1859—1937), Ш. 136, 163  
 Архангельский А. Д. (1879—1940) 129, 185, 195, 196, 227  
 Архелай (V до н/э) 31  
 Асланян А. Т. (р. 1919) 183  
 Ау (d'Ау) см. Вирле...  
 Аугурелли А. (Augurelli A., XV—XVI), И. 39
- Баер Э. XIX 119  
 Байлери Д. В. (Bailery J. W., XIX), А. 118  
 Баклуид Х. (О. О.) (Backlund H., 1878—1958), Россия, Шв. 170  
 Баранов К. А. (р. 1914) 198  
 Бартолин Э. (Bartolin E., 1625—1698), Д. 42  
 Батурин В. П. (1902—1945) 171, 190  
 Батюшкова И. В. (р. 1916) 119, 146, 246  
 Безруков П. Л. (р. 1909) 196  
 Бейрих Г. Е. (Beirich H. E., 1815—1896), Г. 156  
 Бейрлен К. (Beurlen K., р. 1901), Г., Бразилия 156, 167  
 Бейст (Beist? XIX), Г. 121  
 Беккерель А. (Becquerel A. H., 1852—1908), Ф. 145  
 Беллеву Ф. (Bellevue F., XVIII—XIX), Ф. 89
- Бельчанова А. (Belčanova A., XX), Ч. 206  
 Белостоцкий И. И. (р. 1914) 177  
 Белоусов В. В. (р. 1907) 47, 92, 151, 173, 177, 179—185, 192, 194, 201, 202—204, 226, 227, 249  
 Беляевский Н. А. (р. 1913) 179

<sup>1</sup> Государственная принадлежность лиц обозначается первой буквой названия страны для Англии, Бельгии, Венгрии, Германии, Дании, Италии, Канады, Нидерландов, Польши, Рима, США, Чехословакии, Швейцарии; Австрия — Ав, Швеция — Шв, Норвегия — Нрв, Голландия — Гл. Без обозначения — Россия и СССР, Китай, Античная Греция. В других случаях — полное название страны.

- Беммелен Р. В. (Bemmelen R. W., p. 1908), Гл. 180, 182, 183, 203, 249
- Берг Л. С. (1876—1950) 152, 171, 208
- Бергер М. Г. (p. 1938) 194
- Бергман Т. О. (Bergman T. O., 1735—1784), Шв. 46, 59, 60, 65, 66
- Бержерон Ж. (Bergeron G., XIX—XX), Ф. 143, 175
- Берингер К. К. (Beringer C. C., p. 1899), ФРГ 33—35, 58, 61, 103, 156—158, 165, 168, 169, 206, 208
- Бернал Д. Д. (Bernal J. D., 1901—1971), 3, 5, 20, 213, 215
- Бернет Т. (Burnet Th., XVIII), А. 49—54, 65, 82, 83, 139
- Бернгарди А. (Barnhardi A., XIX), Ш. 119, 120
- Бертело Р. Э. (Berthelot P. E. M., 1827—1907), Ф. 145
- Бертран А. (Bertrand A. I. F., 1795—1831?), Ф. 51
- Бертран М. (Bertrand M., 1847—1907) 173, 175
- Бертран (Э) М. Э. (Bertrand M. E., 1712—1797), Ш. 65
- Бертье П. (Berthier P., XIX), Ф. 141
- Бессон Г. (Besson H.?, XVIII), Ш. 77
- Бехер И. И. (Becher J. J., 1628—1685?), Г. 42
- Берцелиус И. Я. (Berzelius I. J., 1779—1848), Ш. 98, 120, 143
- Беш де ла Г. Т. (Bech de la H. T., 1796—1855), А. 72, 99, 111
- Бируни Абу Р. (973—1048), Узбекистан 33
- Бишоф К. Г. (Bischoff C. G., 1792—1870), Г. 120, 121, 125, 143
- Блейк В. Г. (Blace W. S., XIX), С. 131
- Блюменбах И. Ф. (Blumenbach J. F., 1752—1840), 75, 84, 87, 101, 118, 122
- Бобров Е. Г. (XX) 59
- Богданов А. А. (1906—1971) 185
- Богданович К. И. (1864—1947) 156
- Бойль Р. (Boyle R., 1626—1621), А. 42, 45, 53
- Боуи У. (В) (Bowie W., 1872—1940), С. 181
- Болтвуд Б. Б. (Boltwood B. B., XIX—XX), К. 186
- Больштедт А. (Bolstedt A., ок 1200—1280), Г. 34, 36
- Бондарчук В. Г. (p. 1905) 184
- Боннар А. Г. (Bonnard A. H., XVIII—1857), Ф. 98
- Борисяк А. А. (1872—1944) 96, 138, 151, 173
- Бордье А. (Bordier A., XVIII), Ф.? 77
- Бор Н. (Bor N., 1885—1962), Д. 226
- Борн И. Э. (Born J. E., 1742—1791), Ав. 66
- Боровиков А. М. (XX) 193
- Ботвинкина Л. Н. (p. 1912) 157
- Бош(с)кович Р. И. (Bosovich R. I., 1711—1787), Сербия 115
- Бредихин Ф. А. (1831—1904) 136
- Брейслак С. (Breislac S., 1748—1826), И. 82, 86, 100
- Брейтгаупт Ф. А. (Breitgaupt I. F. A., 1791—1873), Г. 121
- Брокки Д. (Brocchi G., 1772—1826), И. 100
- Бронгулеев В. В. (p. 1915) 193
- Бронн Г. Г. (Bronn H. G., 1800—1862), Г. 150
- Бронский А. (XX) 150
- Броньяр Ад. (Brongniart Ad., 1801—1876), Ф. 99, 100, 106, 108, 117, 118
- Броньяр Ал. (Brongniart Al., 1770—1847), Ф. 89, 104, 117
- Броун В. У. (Brown B. W., 1873—1963), С. 204.
- Брукс К. (Brucks K., XIX—XX), С. 190
- Бруно Д. (Bruno D., 1548—1600), И. 38, 72
- Брюкман Ф. Э. (Bruckmann F. E., 1697—1753), Г. 43
- Брюнн Б. (Brunnes B., XIX—XX), Ф. 149
- Бубе Н. (Boubée N., XIX), Ф. 143
- Бубнов С. Н. (Bubnoff S. N., 1888—1957), ГДР 146, 149, 169, 170, 171, 181, 196
- Буге П. (Bouguer P., 1698—1758), Ф. 91
- Букановский В. М. (p. 1905) 13, 182, 199
- Бу(е)кланд В. (Buckland N., 1784—1856), А. 99, 117, 118
- Буллен К. Э. (Bullen K. E., XX), С. 179
- Бунзен Р. В. (Bunsen R. W., 1811—1899), Г. 136, 142, 143
- Бурже Л. (Bourguet L., XVII—XVIII), Ш. 43, 50, 63, 69, 76
- Буссенго Г. В. (Bussingault I. V., 1802—1887) 147
- Бух Л. (Buch Cr. L., 1774—1853), Г. 58, 75, 79, 82, 84, 86, 90, 97, 98, 101—104, 110, 115, 117—119, 122, 138, 155
- Бухер, Бачер В. (Bucher W., p. 1888), С. 42, 182
- Бупинский Г. И. (p. 1903) 129, 196
- Буэ А. (Boué A., 1794—1881), Г. 117, 118, 121, 143
- Бэкон Р. (Bacon R., 1214—1292), А. 35
- Бэкон Ф. (Bacon F., 1561—1626), А. 40, 41, 45, 100
- Бэр К. М. (1792—1876) 122
- Быханов Е. В. (1828—1915) 156
- Бэббедж Ч. (Babbage Ch., 1792—1871), А. 138
- Буаш М. Ф. (Buach M. Ph., XVIII), Ф. 56, 76, 136, 181, 192, 199
- Бюлов К. (Bülow K., 1899—1971), ГДР 96, 98, 124, 127, 158, 172, 199, 206
- Бюра А. (Burat A., 1809—1889), Ф. 36, 111, 121
- Бюри Р. (Bury R., XV), Г. 36
- Бюффон Ж. Л. (Buffon G. L. L., 1707—1788), Ф. 4, 12, 40, 41, 47, 49, 50, 51, 56, 58, 60—78, 80—85, 87, 88,

- 90—94, 97, 100—102, 104, 110, 119, 124, 126, 128, 130, 131, 139, 163, 212—214, 227, 229, 240, 242
- Вааген В. (Waagen W., 1841—1900), Г. 130
- Вагенбрет О. (Wagenbreth O., р. ок. 1927), ГДР 7, 17, 91, 125, 126, 210—213, 225, 241, 246, 248
- Вагнер М. (Wagner M., 1813—1887), Г. 128
- Вайнингер Г. (Waininger H., XIX—XX), Г. 165
- Валлиснери Г. (Wallisneri A., 1661—1730), И. 50
- Валлериус, Валерий И. Г. (Wallerius J. G., 1709—1785), Шв. 43, 56, 66
- Вальтер И. (Walther J., 1870—1937), Г. 63, 65, 75, 87, 94, 95, 103, 111, 118, 125—135, 139, 140, 142, 144, 147, 150, 153, 154, 156, 158, 159, 163, 165—169, 178, 184, 185, 190, 195—197, 206, 208, 214
- Валяшко М. Г. (р. 1907) 153
- Ван Хайз Ч. Р. (Van Hise Ch. R., 1857—1918), С. 142, 143
- Варениус, Варений В. (Warenius V., 1622—1650), Н. 40
- Варенцов М. И. (р. 1902) 153
- Вариньон П. (Warignon P., 1654—1722), Ф. 41
- Василевский М. М. (р. 1929) 211, 215
- Васильев В. И. (р. 1934) 174, 221
- Васильев Ю. М. (1926—1973) 205
- Васильковский Н. П. (р. 1904) 211, 212
- Вассоевич Н. Б. (р. 1902) 4, 80, 104, 118, 129, 130, 171—173
- Ватт Д. см. Уатт-сын
- Вашингтон Г. С. (Washington H. S., 1867—1934), С. 180
- Вебер В. Н. (1871—1940) 143
- Вебстер (Webster, XVII), А. 42
- Вегенер А. (Wegener A., 1880—1930), Г. 138, 177, 178, 181, 184, 200, 202
- Вегман Э. (Wegmann E., р. 1896), ФРГ 205, 211
- Вейгельт И. (Weigelt J., 1890—1948), Г. 134, 158
- Вендт Х. (Wendt H., XX), ГДР 214
- Венец-Зиттен И. (Wenetz-Sitten I., XVIII—XIX), Ш. 119
- Венинг-Мейнес Ф. А. (Wening-Meinesz F. A., р. 1887), Г. 183
- Венк Г. Р. (Wenk H. R., XX), Ш. 207, 208
- Вергилий (70—19), Р. 28, 52, 83
- Вернадский В. И. (1863—1945) 49, 62, 69, 86, 110, 126, 139, 143, 152, 153, 158—167, 169, 180, 190, 196, 208, 221, 229, 230, 232
- Вернер А. (Werner A. G., 1750—1817), Г. 37, 59, 60, 65, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 88—92, 100, 101, 107, 111, 126, 173, 176, 242
- Веронне А. (Veronne? A., XIX—XX)? 184
- Верхоген (Ферхуген) Д. (Verhooghen J., XX), С. 179
- Веттштейн А. (Wettstein A., 1861—1887), Г. 177
- Виллис Б. (Willis B., 1857—1949), С. 141, 151, 182
- Виллис С. (Willis S., XIX—XX), С. 151, 182
- Вильсон (Wilson, XVIII—XIX), А. 83
- Винер Н. (Wiener N., 1894—1964), С. 246
- Виноградов А. П. (1895—1975) 143, 155, 180, 185, 193, 219
- Вирле Д'Ау П. Т. (Wirlet d'Acoust P. T., 1800—1895), Ф. 121, 131
- Виссман Г. П. (Wissmann H. L., XIX), Г. 119
- Вистелнус А. Б. (XX) 194
- Вистон В. (Whiston W., 1666—1753), А. 49, 82, 83
- Витрувий (~50—0), Р. 28
- Витсен Н. К. (Vitsen N. C., 1641—1717), Н. 52
- Витте Э. (Witte S., XVIII), Г. 86
- Вихерт Э. (Wiechert E., 1862—XX), Г. 136, 178
- Воейков А. И. (1842—1916) 136
- Войткевич Г. В. (р. 1922) 189
- Волков Г. Н. (XX) 3, 20
- Вольц (Вольц) Ф. Л. (Woltz Ph. L., 1784—1840), Ф.? 130
- Вольф Х. Ф. (Wolf Ch. F., 1733—1794), Г. 77
- Воронин Ю. А. (XX) 173
- Воронов П. С. (р. 1920) 179, 199, 201
- Вреде Э. Ф. (Wrede E. F., 1766—1826), Г. 4, 20, 82, 86, 87, 90, 119, 130
- Вудворд Д. (Woodward J., 1665—1722), А. 43, 49—51, 63, 65, 69, 87, 93
- Высоцкий Б. П. (р. 1905) 8, 18, 97, 102, 112, 128, 168, 191, 206, 208, 211, 223
- Гайдингер В. (Haidinger W., 1795—1871), Г. 121, 122
- Галлей (Галли) Э. (Halley E., 1656—1742), А. 40, 48, 53, 63, 139, 240
- Галлер А. (Haller A., 1708—1777), Г. 64, 65
- Гамильтон В. (Hamilton W., XVIII), А. 65
- Ганье А. Ф. (Hanger A. F., XX), С. 210
- Гарбо А. (Garboe A., XX), Д. 47
- Гаусман И. Ф. (Hausmann I. F. L., 1782—1859), Г. 121
- Гаюи Р. Ж. (Haüy R. I., 1743—1822), Ф. 66
- Гегель Г. В. (Gegel G. W. F., 1770—1831), Г. 21, 116, 229, 230
- Геер К. (Geer K., 1858—1943), Шв. 185
- Гезиод (до н. э.) 185
- Гезнер К. (Gesner K., 1516—1565), Г. 38
- Гейзенберг В. (Geisenberg W., р. 1901), ФРГ 211, 226
- Гей Люссак Ж. (Gei Lussac J. L., 1778—1850), Ф. 120

- Гейм А. (Heim A., 1849—1937), III. 175—177
- Гейм Арн. (Heim A., XIX—XX), III. (?) 184
- Гейм И. Л. (Heim I. L., 1741—1819), Г. 90
- Геккель Э. (Haeckel E., 1834—1919), Г. 126, 127, 131, 142, 144, 145, 150, 215, 226
- Геккер Р. Ф. (р. 1900) 196, 197
- Гексли Т. Г. (Huxley T. H., 1825—1895), А. 115, 127
- Генкель И. Ф. (Genkel I. F., 1679—1744), Г. 154
- Георги И. И. (1729—1802) 67
- Гераклит (530—544 — 470—483) 27, 28, 32, 35
- Герасимов И. П. (р. 1905) 171
- Геродот (ок. 484—ок. 425—443) 28, 32
- Герхардт К. А. (Gerhardt C. A., XVIII), Г. 90
- Гершель (Herschel J., 1792—1871), А. 138
- Гёте И. В. (Goete J. W., 1749—1832), Г. 87, 90, 103, 123
- Геттар Ж. Э. (Guettard J. E., 1715—1786), Ф. 56, 65, 72, 90, 100
- Геттон (Хаттон) (Hutton J., 1726—1797), А. 12, 58, 72, 74, 76, 82—92, 99—101, 104, 106, 110, 115—117, 121, 133, 135, 143, 157, 163, 166, 206
- Гефели Р. (Haefeli R., XX), III. 77
- Гефер Г. (Hefer H., 1843—1924), Ав. 128, 154
- Гзовский М. В. (1919—1971) 192
- Гильберт (Джиллберт) В. (Gilbert W., 1540—1603), А. 40
- Гиммельфарб Б. М. (1900—1967) 196
- Глаубер И. Р. (Glayber J. R., 1604—1668), Г. 42
- Гланжо Л. (Glangeand L., XIX?—XX), Ф. 249
- Гмелин С. Г. (1745—1774) 52
- Гоббс У. Г. (Hobbs W. H., 1864—1953), С. 190, 203
- Головкинский Н. А. (1834—1897) 20, 130, 131, 135, 157, 185, 195, 230
- Гольдшмидт В. М. (Goldschmidt W. M., 1888—1947), Нрв. 136, 161, 169, 180, 189, 214
- Голицын Б. Б. (1862—1916) 143, 179
- Гопкинс В. (Hopkins W., XIX), С. 137
- Гордеев Д. И. (р. 1903) 16, 20, 67, 93, 138, 146, 210, 215, 146, 210, 215, 245, 246
- Горшков Г. П. (р. 1909) 215
- Гофман Ф. (Hoffmann F., XVIII—XIX), Г. 35, 108, 120
- Гофф К. Э. (Hoff K. A., 1771—1837), Г. 51, 57, 58, 79, 81, 82, 84, 86, 87, 91, 94—99, 101—103, 107, 111, 114, 115, 117, 120, 141, 154, 166, 167, 206, 208
- Горяинов П. Ф. (1796—1865) 122
- Гоулд С. И. (Goyld S. J., XX), С. 135, 206
- Грабау (Грэбо) А. (Grabau A., 1870—1946), С. 190
- Грегори Д. Т. (Gregory J. T., XX), С. 149
- Грессли А. (Gressly A., 1814—1865), III. 118, 129, 130, 131, 172, 173
- Гретенер П. Э. (Gretener P. E., XX), С. 209
- Григгс Д. (Griggs D., р. 1911), С. 183
- Григорьев Д. П. (р. 1909) 215
- Григорьев С. М. (р. 1900) 192
- Грин В. (Green W. L., 1819—1890), А. 136, 181
- Громин В. И. (XX) 193
- Гроссвальд М. Г. (р. 1921) 168
- Грот Н. Я. (1852—1899) 250
- Гроунер (Grouner, XVIII—XIX), Г. 122
- Грушин Б. А., XX 215, 226
- Грюйтуйзен Ф. (Gruithuisen F. P., 1774—1852), Г. 87
- Грюнер Г. (Grüner G. S. I., 1717—1778), III. 77
- Гуан-цзы (VII до н. э.) 32
- Губкин И. М. (1871—1939) 154, 195
- Гук Р. (Hooke P., 1635—1703), А. 43, 45, 48, 50, 53, 54, 58, 61, 83, 115
- Гульд С. И. (Gould S. I., XX), С. 206
- Гульельмини Д. (Gulielmini D., 1655—1710), И. 42
- Гумбольдт А. (Humboldt A., 1769—1859), Г. 31, 32, 47, 58, 75, 79, 82, 97—99, 102—104, 119, 122, 125, 136, 181
- Гуммель К. (Hümmel K. A., 1889—1945), Г. 43, 61, 206, 208
- Гунтау М. (Guntau M., р. 1933), ГДР 89, 96, 206, 208—210, 213, 214
- Гутенберг В. (Gutenberg B., 1889—1960), Г. 179
- Гюйгенс Х. (Huygens Ch., 1629—1695), Н. 42
- Гюмбель К. В. (Gümbel C. W., 1823—1898), Г. 144
- Гюнтер З. (Günter S., 1848—1923), Г. 143
- Давид П. (David P., XIX—XX), Ф. 149
- Давиташвили Л. Ш. (р. 1895) 108, 147, 168
- Даке Э. (Dacque E., 1878—1945), Г. 133, 157, 168, 169
- Дана (Дена) Д. (Dana J. D., 1813—1895), С. 98, 122, 138, 140, 142, 144, 148, 230
- Даннеман Ф. (Dannemann F., XIX—XX), Г. 88
- Данте А. (Dante A., 1265—1321), И. 34
- Дарвин Д. Г. (Darwin D. G., 1845—1912), А. 136, 138, 148, 187
- Дарвин Ч. (Darwin Ch., 1809—1882), А. 12, 19, 20, 69, 115, 119, 123—128, 143, 148, 152
- Двигубский И. А. (1771—1839) 82
- Деборин А. М. (XIX—XX) 159
- Дэви Г. (Davy G., 1778—1829), А. 120
- Деглин В. (XX) 91, 231
- Декарт, Картезий, Р. (Descartes R., Cartesius, 1596—1650), Н. 12, 20, 35,

- 40—42, 44—46, 57, 62, 69, 71, 76, 84, 85, 93, 98, 101, 103, 107, 137, 157, 180, 213, 220, 240
- Делессе А. (Delesse A., 1817—1881), Ф. 143
- Делоне Л. А. (De Launais, Laynay L. A., 1860—1938), Ф. 141, 156, 193, 206
- Делиус К. Т. (Delius C. T., XVIII—XIX), Ав. 69, 78, 90
- Делюк, де Люк Ж. А. (De Luc J. A., 1729—1812), Ш. 75, 76, 78, 93, 94, 119
- Демаре Н. (Desmarest N., 1725—1815), Ф. 65, 75, 77, 90, 91, 99, 100
- Деменицкая Р. М. (XX) 180, 203
- Демокрит (ок. 460—370) 28, 29, 32, 45
- Депере Ш. (Deperet Ch., 1854—1929), Ф. 152
- Деттон К. Э. (Dutton C. E., 1841—1912), С. 137, 142, 181, 182
- Дженерелли Ч. (К) (Generelli C., XVIII), И. 58
- Джилльберт (Гильберт, Gilbert G. H., 1843—1918), С. 138, 144
- Джиллули И. (Gilluly I., XIX—XX), С. 205
- Джинс Д. Х. (Jeans J. H., 1877—1946), А. 63, 191
- Джולי Д. (Joly J., 1857—1933), А. 146, 183, 190
- Добре Г. А. (Daubrée G. A., 1814—1896), Ф. 89, 121, 134, 136, 141, 143, 150
- Добров Г. М. (XX) 3
- Добрянский А. В. (XX) 153, 208
- Добюиссон де Буазен (D'Aubuisson de Voisin J. F., 1769—1841), Ф. 82, 100, 101, 111
- Докучаев В. В. (1846—1903) 131
- Долло Д. (Dollo L., 1857—1931), Б. 124, 142
- Доломье Д. (Dolomieu D. H. S., 1750—1801), Ф. 88, 89, 94
- Д'Орбиньи А. (D'Orbigny A. D., 1802—1857), Ф. 4, 98, 108—110, 115—118, 122, 128, 135, 147, 148, 150, 152, 162, 163, 166
- Драгунов В. И. (р. 1927) 19, 174, 211, 215, 221
- Дробышев Д. В. (1896—1964) 171
- Ду-Вань (XII) 33
- Дысса Ф. М. (1905—1969) 147
- Дэви Г. (Davy G., 1778—1829), А. 106, 120
- Дэвидсон Г. (Dabidson G., 1825—1911), С. 144
- Дэвис В. (Davis W. M., 1850—1934), С. 127, 131
- Дюма Ж. (Dumas J. B. A., 1800—1884), Ф. 147
- Дюроше Ж. (Durocher J. M. E., 1817—1865), Ф. 105, 141, 143
- Еганов Э. А. (XX) 173
- Ерзынкаци Плуз И. (XIII), Армения 34
- Ершов А. Д. (XX) 153
- Ефремов И. А. (1907—1972) 158
- Ефремов Ю. К. (р. 1913) 230
- Жаксаль (? XVIII—XIX), Ф. 100
- Жемчужников Ю. А. (1885—1957) 157, 171, 173
- Жильберт Г. К. (Gilbert G. C., 1843—1918), С. 134
- Жувансель П. (Jouvancel P., XIX), Ф. 128
- Жюссье А. (Jussieu A. L., 1748—1836), Ф. 50, 51, 54, 71, 131
- Забелин И. М. (р. 1928) 229
- Заломон В. (Salomon S., — Calvi W., 1868—1941), Г. 149, 153, 165, 166, 167
- Зандберг К. (Sandberg C. G. S., р. 1866), Г. 165, 168
- Зандбергер Г. (Sandberger G., 1821—1880), Г. 139, 143
- Зандер Б. (Sander B., р. 1884), Ав. 166
- Заузолков В. Ф. (XX) 206
- Зейдлиц В. (Seidnitz W., XIX—XX), Г. 150
- Зеленка Л. (Zelenka L., XIX—XX), Ч. 156
- Зембицкий Я. Г. (1784—1851) 122
- Зенкевич Л. А. (1889—1971) 185
- Зенон (V до н. э.) 27
- Зимрот Г. (Simroth H., XIX—XX), Г. 149, 184
- Зимин С. С. (р. 1927) 203
- Зондер Р. (Sonder R. A., XIX—XX), Г. 203
- Зосима (III—IV), Египет, Греция 29
- Зотов П. П. (XX) 189
- Зупан А. Г. (Supan A. G., 1847—1920), Г. 141
- Зюсс Э. (Suess E., 1831—1914), Ав. 45, 49, 131, 136, 137, 138, 144, 178, 179, 185, 199
- Иванов А. Н. (р. 1910) 4, 16, 20, 163
- Иванова Е. А. (р. 1901) 148
- Ивашевский Л. И. (р. 1938) 220
- Иддингс Д. (Iddings J. P., XIX—XX), С. 144
- Идес И. (Ides I., XVII—XVIII), Д. 51
- Ильина Т. Д. (р. 1927) 4
- Иностранцев А. А. (1843—1919), 130, 136
- Ионг В. (Jong W. J., XX), Д. 158
- Иордан (Jordan, XVII), Г? 42
- Иордан И. (Jordan J. L., 1771—1853), Г. 42, 86
- Исламов О. И. (р. 1910) 34
- Каделл Г. (Cadell H., XIX), А. 141
- Казаков А. В. (1892—1952) 152, 153
- Калицкий К. П. (1873—1941) 154
- Каллистен (до н/э) 29
- Кайзер Г. Э. (Kaiser H. E., XX), ФРГ 206

- Кайзер Эр. (Kaiser E., 1871—1934), Г. 153, 163, 167, 168  
 Кайё Л. (Cayeux L., 1864—1944), Ф. 115, 129, 151, 152, 170  
 Канаев И. И. (р. 1898) 62, 75  
 Кант И. (Kant I., 1724—1804), Г. 12, 61, 76, 87, 90, 119, 181  
 Капустинский А. Ф. (1906—1960) 136, 180  
 Кармо (Carmeaux? XIX), Ф. 137  
 Карози И. П. (Carosi I. P., XVIII), Ф. 143  
 Карпинский А. П. (1846—1936) 120, 136, 138, 142, 185, 195  
 Карпов М. М. (XX) 5, 16, 246, 248  
 Кассандр (из Саламиса, до н/э) 32  
 Каттерфельд Г. Н. (XX) 184, 199  
 Катулло Ф. (Т.) А. (Cattullo F. A., 1782—1862), И. 120  
 Каульбаре А. В. (1844 — после 1909) 131  
 Каутер К. (Kauter K., р. 1913), ГДР 206  
 Квиринг Г. (Kwiring G., XIX—XX), ? 184  
 Кедров Б. М. (р. 1903) 4, 8, 9, 11, 23, 217, 218, 223, 244, 249  
 Кейльгау Б. М. (Keilhau B. M., 1797—1858), Нрв. 121  
 Кенигсбергер И. Г. (Königsberger I. G., 1874—1946), Г. 186  
 Кениг Э. (König E., 1658—1731), Г. 42  
 Кернер-Марилаун Ф. (Kerner-Marilaun F., 1866—1944), Ав. 130  
 Кеплер И. (Kepler J., 1571—1630), Г. 45, 50, 53, 76  
 Кёрван Р. (Kirvan R., 1733—1812), А. 84  
 Кеферштейн Х. (Kefenstein Ch., 1784—1866), Г. 119  
 Кириллова И. В. (р. 1919) 192, 199  
 Кирхгоф Р. (Kirchhoff G. R., 1824—1887), Г. 142  
 Кирхер А. (Kircher A., 1601—1680), Г. 48, 50, 119, 136, 181  
 Кларк Ф. У. (Clark F. U., 1847—1951), С. 143, 180  
 Кле Ф. (Kléé F., XVIII—XIX), Ф. 121  
 Клейн Л. С. (XX) 189  
 Кленова М. В. (р. 1898) 196, 198  
 Клоос Г. (Cloos G., 1885—1950), Г. 190  
 Клуссман В. (Klussman W., XIX—XX), Г. 179  
 Кобер Л. (Kober L., р. 1883), Г. 166, 169, 171  
 Ковалевский В. О. (1842—1883) 127, 130, 142  
 Козиков И. А. (XX) 164, 165  
 Кол Л. (Cole L., XX), С. 229  
 Кольбе У. Р. (Kolbe U. R., XV—XVI), А. ? 39  
 Колонна Ф. (Colonna F., 1567—1650), И. 45  
 Колонна П. М. (Colonna P. M., XVIII), И. 51  
 Коммонер Б. (Commoner B., XX), С. 231, 238  
 Конибир В. Д. (Conybeare W. D., 1787—1857), А. 99, 117  
 Конрад В. (Conrad V., XIX—XX) 179  
 Конт О. (Kont O., 1798—1857), Ф. 81, 116  
 Кордые Л. (Cordier P. L. A., 1777—1861), Ф. 120  
 Короткевич Е. С. (XX) 209  
 Космат Ф. (Kossmat F., 1871—1938), Г. 182  
 Кост Ю. (Е.) (Coste E., XIX—XX), С. 155  
 Косыгин Ю. А. (р. 1911) 194, 196, 211, 221  
 Котарбинский Т. (Kotarbinski T., XX), П. 3  
 Котта Б. (Cotta B. F., 1808—1879), Г. 4, 59, 73, 77, 86, 111—113, 118, 120, 122, 124—126, 128, 131, 138, 142, 143, 214, 227, 244  
 Кох Р. А. (Koch R. A., XX), ГДР 208, 214  
 Красовский В. И. (XX) 148  
 Крашенинников Г. Ф. (р. 1909) 172  
 Крашенинников С. П. (1711—1755) 67, 82  
 Краус Э. (Kraus E., р. 1889), ГДР 183, 202  
 Креднер Г. (Kredner H., 1809—1876), Г. 115  
 Крейхгауер (Kreichgauer, XIX—XX), Г. 184  
 Кригер Н. И. (р. 1915) 155  
 Криштофович (1885—1953) 149  
 Кронштедт А. (Kronstedt A. F., 1722—1765), Шв. 66  
 Кропоткин П. А. (1842—1921) 145  
 Кропоткин П. Н. (р. 1910) 200, 201  
 Крузь И. В. (р. 1930) 4, 14, 20, 54, 174, 199, 210, 221  
 Крэг Э. (Craig E. H., 1874—1946), А. 154  
 Крюгер (Krueger, XVIII), Г.  
 Крюгер И. Ф. (Krueger I. F., 1770—1836), Г. 95  
 Ксантос Лидийский (до н/э) 28  
 Ксанф (I пол. V в. до н/э) 28  
 Ксенофан (VI—V) 28, 35  
 Кудрявцева И. Л. (XX) 156  
 Кузнецов И. В. (1911—1970) 19, 188  
 Кузнецов И. Г. (XIX—1947) 203  
 Кулон Л. (Coulomb L., XVII), Ф. 50  
 Кумеров Э. (Kumerow E., XIX—XX), Г. 167  
 Куражковская Е. А. (р. 1919) 216, 249  
 Кун В. (Kuhn W., XX) Ш. 180, 203  
 Куторга С. С. (1805—1861) 99, 110  
 Кювье Ж. (Cuvier G., 1769—1832), Ф. 4, 20, 51, 69, 72, 75, 81, 85, 89—101, 103, 104, 106, 109, 113—116, 127, 128, 146—152, 205  
 Кюри М. (Skłodowska-Curie, M., 1867—1934), Ф. 145  
 Кюри П. (Curie P., 1859—1906), Ф. 145, 162, 186, 212, 242  
 Лавуазье А. (Lavoisier A. L., 1743—1793), Ф. 56, 86  
 Лагорио А. Е. (1852—ок. 1925) 143  
 Лазарев Н. В. (1895—1973) 231, 235  
 Лазпус Г. (Lasius G. S. O., 1752—1833), Г. 90

- Лазько Е. М. (р. 1915) 175  
 Ларин В. Н. (р. 1939) 136, 180, 182, 183, 203, 155  
 Лайель Ч. (Lyell Ch., 1797—1875), А. 12, 20, 38, 50, 58, 63, 69, 75, 82, 85, 87, 91, 92, 94, 95, 97—100, 102—107, 109—117, 119—121, 123—128, 132, 135, 140, 141, 143, 152, 153, 161, 164, 166, 167, 169, 195, 196, 198, 205, 206, 208, 240  
 Ламакин В. В. (1904—1971) 15, 199, 201, 246  
 Ламберт У. (Lambert W. D., XIX—XX?), С. 184  
 Ламарк Ж. (Lamarque J. B., 1744—1829), Ф. 49, 51, 60, 75, 80—82, 87, 90—92, 94, 97, 99, 104, 111, 113, 114, 116, 124, 130, 140, 147, 230, 233  
 Ламетри Ж. О. (De la Metherie Mettrie J. O., 1709—1751), Ф. 50, 80, 82, 83  
 Ландес К. (Landes K. K., XIX—XX), С. 183  
 Лаплас П. (Laplace R. S., 1749—1827), Ф. 12, 61, 76, 90, 94, 95, 119, 181  
 Лаубенфельс М. (Laybentfels M. W., XX), Г. 149  
 Лебедев В. И. (XX) 200  
 Левенгук А. (Leuwenhock A., 1632—1723), Н. 42  
 Леверрье У. Я. (Le Verrier U. I., 1811—1877), Ф. 138  
 Левинсон-Лессинг Ф. Ю. (1861—1939) 141—143, 155  
 Левкиш (Лейкиш, ок. 500—ок. 440) 28, 29  
 Лейбниц Г. В. (Leibnitz G. W., 1646—1716), Г. 12, 20, 41, 43, 47, 50, 51, 56, 57, 60—62, 65, 68, 71, 75, 76, 82, 84, 85, 223, 240  
 Лейбензон Л. С. (XIX—1951) 184  
 Лейк П. (Lace P., XIX—XX), А. 117  
 Леман И. (Lehman I., XX), Шв. 49, 179  
 Леман И. Г. (Lehman J. S., 1700—1767), Г., Россия 65, 66, 78, 100, 136  
 Лемери Н. (Lemery N., 1645—1715), Ф. 48  
 Леммлейн Г. П. (1901—1962) 51  
 Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci, 1452—1519), И. 37, 38, 40, 48  
 Ленин В. И. (1870—1924) 5, 6, 21, 35, 123, 124, 152, 215, 229, 240  
 Лепехин И. И. (1740—1802) 67  
 Леруа Э. (Leroi E., 1870—1954), Ф. 230  
 Либби В. (Libby W. F., 1855—1927), С. 189  
 Лийз Д. (? XX), С. 183  
 Лимановский М. (Limanovski M., XIX—XX), П. 175  
 Линда(е) И. Ф. (р. ок. 1920) 155  
 Линдберг Г. У. р. 1894 128, 151  
 Линдгрэн В. (Lindgren W., 1860—1939) 151  
 Линдеман Б. (Lindemann B., р. 1871), Г. 151  
 Линденау (Lindenau, XIX), Г. 103  
 Линк Г. (Linck G., 1858—1946), Г. 95, 96, 180  
 Линней К. (Linné, Linnaei C., 1707—1778), Шв. 4, 37, 41, 49, 51, 56, 58—60, 63, 67, 68, 71, 72, 76—78, 80, 82, 83, 87, 91, 130  
 Листинг И. (Listing I. B., XIX), А. ? 142  
 Ли-Си-цен (X) 33  
 Листер М. (Lister M., 1638—1711), А. 43, 48, 50, 54, 56  
 Литтри (Littré?, XIX), Ф. 137  
 Личков Б. Л. (1888—1967) 51, 136, 149, 151, 152, 157, 158, 181, 184, 199  
 Ловецкий А. Л. (1787—1840) 154  
 Логан У. Э. (Logan W. E., 1798—1875), К. 142  
 Лодочников В. Н. (1887—1942) 136, 180  
 Локк Д. (Locke I., 1632—1704), А. 220  
 Ломоносов М. В. (1711—1765) 20, 37, 45, 51, 52, 58, 66, 69, 74, 76—78, 82, 85, 87, 90—92, 98, 104, 124, 130, 143, 154, 195, 240  
 Лонгвелл Ч. Р. (Longwell Ch. R., XX) 206  
 Лукашевич И. Д. (1863—1928) 137, 143, 149, 179, 181, 182, 191  
 Лукреций Кар (ок. 99—55), Р. 28, 29, 35  
 Лунгерсгаузен Г. Ф. (1910—1966) 200  
 Лучицкий И. В. (р. 1912) 141, 193  
 Лужон М. (Lugeon M., 1870—1953), Ф. 175  
 Люстих В. Н. (р. 1903) 142, 181  
 Магницкий В. А. (р. 1915) 179, 180, 184  
 Май Э. (May E., XX), ФРГ 207  
 Макензи Г. (Mackenzie G. S., XVIII—XIX), А. 84  
 Маккей А. (Mackey A. L., XX), А. 3  
 Мак-Куллох Д. (Mac Culloch J. H., 1773—1835), А. 118  
 Македонов А. В. (р. 1909) 200  
 Маллет Р. (Mallet R., 1810—1881), А. 142  
 Мальтус Т. (Malthus T. R., 1766—1834), А. 124, 238  
 Миддендорф А. (1815—1894) 131  
 Мидоуз Д. (Meadows D. H., XX), С. 239  
 Миковиц А. Э. (1849—1910) 144  
 Миклухо-Маклай А. Д. (1914—1965) 168  
 Милькович Н. З. (XIX—XX) 96  
 Мантель Г. (Mantell G. H., 1790—1852), А. 114  
 Маральди (Maraldi, XVII—XVIII), И. 51  
 Мариотт Э. (Mariotte E., 1620—1684), Ф. 50, 53  
 Марковский Б. П. (1895—1967) 171  
 Маркс К. (Marx K., 1818—1883), Г., А. 5, 8, 12, 16, 21, 140, 225, 230  
 Марсилья А. (Marsilli A. F., 1649—1710), И. 50, 57  
 Мартин П. (Martin P., XVI), А. 39  
 Маршини Е. К. (XX) 155, 192  
 Матейка А. (Matejka A., р. 1898), П. 156  
 Мегенберг К. (Megenberg K., XIV), Г. 34  
 Меглицкий Н. Г. (1828—1857) 135, 203  
 Медунин Е. А. (р. 1929) 143  
 Мейерхофф А. (Meierhoff A., XX), С. 204  
 Мейерхофф Г. (Meierhoff H., XX), С. 204

- Мелле де М. (De Maillet M., 1656—1738),  
Ф. 50, 56, 60, 64, 73, 83, 154, 240
- Менделеев Д. И. (1834—1907) 20, 128, 136,  
154
- Меннер В. В. (р. 1905) 4
- Менье С. (Menier S., XIX), Ф. 72, 99
- Меркати М. (Mercati M., 1544—1593), И.  
38
- Меррей (Мюррей) Д. (Murray J., 1841—  
1914), А. 125, 139, 179, 230
- Мескеляйн Н. (Maskeline N., XVIII—  
XIX), А. 91
- Метери де Ла см. Ламетери
- Микулинский С. Р. (р. 1919) 3, 127
- Милановский Е. Н. (1892—1940) 138
- Милиус Г. (Milius H., XVII—XVIII), Г.  
50
- Милль Д. (Mill J., 1806—1873), А. 207
- Милльхаузер М. (Millhauser M., XX), А.  
75
- Миссаржевский В. В. (р. 1934) 148
- Митчерлих Э. (Mitscherlich E., 1794—1863),  
Г. 94, 121
- Михайлов А. Е. (р. 1916) 193
- Михайловский А. Д. (XIX—XX) 154
- Мичел Д. (Michell J., 1724—1793), А. 66,  
78
- Мишель-Леви А. (Michel-Levi A., 1844—  
1911) 141
- Мойсисович И. (Mojsisovics I. A., 1839—  
1907), Ав. 130, 144
- Монне А. Г. (Monnet A. G., 1734—1817),  
Ф. 100
- Монт (Монте) Ж. (Montet J., XVIII), Ф. 65
- Монтескье Ш. (Montesquien Ch. L., 1689—  
1775), Ф. 72
- Мор Ф. (Mor F., 1824—1892), С. 136
- Моро А. (Moro A. L., 1687—1764), И. 47—  
49, 56—58, 61, 64, 65, 69, 76, 77,  
83—85, 98, 101, 104, 107, 114, 115
- Морозевич И. А. (Morosevič I. A., 1765—  
1941), П. 143
- Морозов Н. А. (1854—1946) 20, 37, 136,  
145, 154, 198, 199
- Москвитин Л. Н. (р. 1898) 209
- Мохоровичич А. (Moxorovičič A., 1857—  
1956), Югославия 137, 179
- Мразек Л. (Mrazek L., 1867—1944), Румы-  
ния 184
- Муассон Г. (Moisson H., 1852—1907), Ф.  
141
- Муратов М. В. (р. 1908) 185
- Мурчисон Р. (Murchison R. I., 1792—1871),  
А. 99, 119
- Мушкетов И. В. (1850—1902) 131, 136, 143
- Мюллер А. (Müller A. G., XIX—XX) Г.,  
118, 149
- Наливкин Д. В. (р. 1889), 171, 173
- Насиреддин (Туси, 1201—1274), Азербай-  
джан 33
- Натхорст А. (Nathorst A. G., 1850—1921),  
Шв. 51, 58, 59, 60, 138
- Науман К. (Naumann C. F., 1793—1873).  
Г. 79, 103, 125, 126, 135, 143
- Неймайр М. (Meumayr M., 1845—1890),  
Ав. 139, 142
- Нейман В. Б. (р. 1918) 183
- Ненадкевич К. А. (1880—1963) 189
- Неринг А. (Nehring A., XIX), Г. 31
- Нидхем Д. (Needham D. T., 1713—1784),  
А. 84
- Никитин С. Н. (1851—1909) 226
- Николаев Н. И. (р. 1906) 67, 157, 203
- Николь В. (Nicol W., 1768—1851), А. 120
- Никольская Г. Л. (р. 1910) 131, 191
- Ноинский М. Э. (1875—1932) 195
- Нортон Т. (Norton T., XV), А. 39, 49
- Ньютон И. (Nevton I., 1643—1727), А.  
41, 44, 45, 48, 53, 54, 57, 65, 76, 82,  
91, 100, 240
- Ньюэлл Н. (Newell N. D., XX), С. 149, 151
- Обручев В. А. (1863—1960) 72, 120, 157,  
173, 182, 185, 227
- Обуэн Ж. (Aubouin J., XX), Ф. 175
- Овидий П. Н. (17 н/э), Р. 28, 29, 52, 65
- Ог Э. (Haug E. G., 1861—1927), Ф. 136,  
138, 173
- Одум Ю. Е. (Odum E., XX), С. 231
- Озерский А. Д. (1813—1880) 135
- Оксениус К. (Ochsenius K., 1830—1906),  
Г. 167
- Олафсон Э. (Olafson E., XVIII), Нрв. 56
- Олдгем Р. (Oldham R., 1856—1936), А. 179
- Оливи (Olivi, XVI), И. 38
- Оливьери А. И. (ок. 1801—после 1850) 119
- Ольберс В. (Olbers W., XVIII—XIX), А.  
87, 90
- Омалиус д'Аллуа Ж. (Omalius d'Hallooy  
J. V. J., 1783—1875), Б. 118
- Омелянский В. Л. (XIX—XX) 17, 18
- Онопrienко В. И. (р. 1939) 210
- Оппель (Oppel, XVIII), Г. 56, 78
- Оппель А. (Oppel A., 1831—1865), Г. 118,  
130
- Орлов А. П. (1840—1889) 143
- Орлов В. (XX) 17
- Орлова А. В. (XX) 200
- Осинова А. И. (р. 1914) 196
- Оствальд В. (Ostwald W., 1853—1932), Г.  
91, 233
- Отто (Otto, XVIII—XIX), Г. 83
- Павлинов В. Н. (р. 1908) 4, 138
- Павлов А. П. (1854—1929) 48, 67, 96, 130,  
136, 142, 144, 147, 152, 163, 185—  
188, 227, 233, 246
- Павловский Е. В. (р. 1901) 180, 203
- Палассу А. (Palassou A., XVIII—1820),  
Ф. 100
- Палисси Б. (Palissi B., ок. 1510—1589),  
Ф. 38, 40
- Паласс П. С. (1741—1811) 41, 49, 51, 58,  
61, 64, 67—72, 74, 76—78, 82, 85—  
88, 90—98, 100, 104, 111, 116, 131,  
163, 240

- Панасюк И. С. (XX) 188  
Паренаго П. П. (XX) 200  
Пассендорфер (Passendorfer E., XX), П. 152  
Пейве А. В. (р. 1909) 173, 184, 195, 201, 203  
Пейдус (? , XIX) 144  
Пейк Х. (Packe H., XVIII), А. 56  
Пенк А. (Penck A., 1858—1945), Г. 139, 170, 187  
Пенк В. (Penck W., 1888—1923), Г. 190  
Перри Э. (Parry E., 1790—1855), А. 119, 139  
Перро П. (Perrolt P., 1611—1680), Ф. 50  
Петифер И. (Petifer J., XVII—XVIII), Ф. 43  
Петр Ломбардский (XI—1160), Ф. 34  
Петрушевский Б. А. (р. 1908) 143  
Пешель О. (Peschel O., 1826—1875), Г. 127  
Пиггот К. (Piggot C. S., XX), С. 189  
Пидопличко И. Г. (р. 1905) 152  
Пикеринг Э. Ч. (Pickering E. Ch., 1846—1919), А. 161, 169, 177  
Пиндар (518/522—ок. 442) 28  
Пинкертон Д. (Pinkerton J., XVIII—XIX), А. 142  
Пифагор (ок. 571—ок. 497) 28  
Пихлер (Pichler, XIX), 143  
Пласе Ф. (? , XVII), Ф. 51  
Платон (427—347) 28, 29  
Плейфер Д. (Playfair D., 1747—1819), А. 85—87, 90, 92, 99, 101, 104, 115, 206, 212  
Плетников Ю. К. (XX) 230  
Плиний Кай (Plinius C., 23—79), Р. 28, 29, 30, 35, 52, 61, 83  
Плутарх (47—ок. 130) 28  
Подкорытов Г. А. (XX) 223, 226  
Поккельс Ф. (Pockels F. K., XIX—XX), Г. 184  
Полибий («из Мегалополиса», 202—120) 28, 32  
Попов В. И. (р. 1907) 130, 149, 152, 155, 173, 174, 182, 183  
Поспелов Г. Л. (1912—1973) 8, 215, 217  
Потонье Г. (Potonie H., 1857—1913), Г. 154  
Пошешный, Пошешни Ф. (Pochepni F., 1836—1895), Ч. 143  
Прайс Д. С. (Price D. S., р. 1922), С. 3  
Прасолов Л. И. (1875—1954) 171  
Пржевальский К. М. (1839—1888) 131  
Пратт Д. (Pratt D., 1809—1871), А. 137, 142  
Прево Л. (Pruvost L. C., 1787—1856), Ф. 98, 99, 104, 107, 109  
Пузанов И. И. (XX) 81  
Пустовалов Л. В. (1902—1970) 130, 151, 152, 157, 171, 195—198  
Пухляков Л. А. (р. 1925) 146, 204  
Пушаровский Ю. М. (р. 1916) 195, 196  
Пэдж (Пейдж) Д. (Page D., XIX), А. 127, 210  
Радкевич Е. А. (р. 1908) 112  
Райков Б. Е. (1880—1966) 71, 72  
Рамза(е)й, Рамзи У. (Ramsay W., 1852—1916), А. 136, 180  
Рандю И. К. (? , XIX), Ф. 119  
Рассел И. К. (Russel I. C., 1852—1906), С. 134, 144  
Расп Р. (Raspe R. E., 1737—1794), Г. 65  
Ребер-Пашвиц Э. (Reber-Paschwitz E., 1861—1895), Г. 143  
Реди Ф. (Redi F., 1626—1697), И. 160, 163  
Резвой Д. П. (р. 1912) 175  
Резерфорд Э. (Rutherford E., 1871—1937) 186  
Резниченко Т. Д. (XX) 215  
Резниченко С. Д. (XX) 215  
Рей Д. (Ray D., 1627—1705), А. 43, 48, 50, 61, 64, 115  
Рейбш П. (Reibisch P., XIX—XX), Г. 149, 184  
Рейер Э. (Reier E., XIX—XX), Г. 141  
Рейприх Р. (Reiprich R., р. 1934), ГДР 213  
Рейх О. (Reich O., XIX—XX), Г. 102  
Рейх Ф. (Reich F., XVIII—XIX), Г. 83  
Рекуперо И. (? , XVIII), И. 87  
Реслер Г. (Rösler H. F., XVII—XVIII), Г. 54  
Реневье Э. (Renevier E., 1831—1906), Ш. 130, 173  
Риттер К. (Ritter K., 1779—1859), Г. 127  
Риттман А. (Rittman A., XX), Г. 180, 203  
Рихман Г. В. (1711—1753) 52  
Рихтгофен Ф. (Richthofen F. P., 1833—1905), Г. 131, 134, 185  
Рихтер К. Ф. (Richter C. F., XIX—XX), Г. 179  
Рихтер Р. (Richter P., 1881—1957), ГДР 158, 159  
Рихтер Ф. (Richter F., р. 1938), ГДР 214  
Рише (Richer?, XVII), Ф. 50  
Робер Э. (XIX) 112  
Робертсон И. (Robertson J. M., XIX—XX), А. 226  
Родный Н. (1908—1972) 3  
Родман Б. Б. (XX) 229, 230  
Роже И. (Roger I., XX), Ф. 33  
Розанов А. Ю. (р. 1936) 148  
Розенбуш Г. (Rosenbusch K. H. F., 1836—1914), Г. 142, 144  
Романова М. М. (р. 1933) 105, 128, 143, 146, 155  
Роме де Лиль Ж. (Romais de Lil J. V., 1736—1790), Ф. 35, 66  
Ронов А. Б. (р. 1913) 134  
Росс Д. (Ross J., 1777—1856), А. 119  
Росси М. (Rossi M., XIX), И. 142  
Рот З. (Roth S., XX), Ч. 206  
Рот И. (Roth J. L. A., 1818—1892), Г. 85, 135, 143  
Ротплетц А. (Rotpletz A., 1853—1918), Г. 175, 182  
Руби В. (Rubey W. W., р. 1906), С. 80

- Рудзский М. (Rudzki M., 1862—1916), П. 139
- Рулье К. Ф. (1814—1858) 122, 127
- Рундквист Д. В. (p. 1930) 215
- Рассель (Руссель И.) (Russel I. C., 1852—1906), С. 131
- Русус Ф. (Rusus F., XVII), Ш. 40
- Руткевич М. Н. (XX) 100
- Туррен М. (Rutten M. G., XX), Гл. 207
- Рухин Л. Б. (1912—1959) 173, 205
- Рюто А. Л. (Rutot A. L., 1847—1933), Б. 130
- Самойлов Я. В. (1870—1925) 143, 163, 190, 195
- Сведенберг Э. (Swedenborg E., 1688—1772), Шв. 4, 51, 53, 59
- Свидзинский Г. (Swidzinski H., ок. 1897—1969) 175
- Севастьянов А. (1771—1824) 82, 83
- Севергин В. М. (1765—1826) 30, 90, 119
- Седжвик А. (Sedjwick A., 1785—1873), А. 108, 117
- Сенека Луций Анней (4—65), Р. 4, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39
- Сент-Илер Ж. (Saint Hilaire J. E., 1805—1861), Ф. 220
- Сент-Клер Девиля Ш. (Sent-Clair Deville Ch., 1814—1876), Ф. 105, 113, 128, 141
- Сечевица А. М. (p. 1937) 180
- Сидоренко А. В. (p. 1917) 229, 230
- Синицын В. М. (p. 1911) 200, 212
- Ситтер Л. (Sitter L. U., XX), С. 177
- Симпсон Г. (Simpson G. C., p. 1878), А. 149
- Скроп Г. (Scrope G. — Poulett G. J., 1797—1876), А. 99
- Скоресби В. (Scoresby W., 1789—1857), А. 119
- Славин В. И. (p. 1914) 168
- Смирнов Г. А. (p. 1909) 112
- Смирнов С. С. (1895—1947) 151, 171
- Смит А. Г. (Smit A. G., XX), С. 202
- Смит В. (Smit W., 1769—1839), А. 43, 89, 100, 131
- Смит Д. Л. (Smit J. L. W., XX), ЮАР 43
- Смолуховский М. (Smoluchowski M., 1872—1917), П. 203
- Соболев Д. Н. (1872—1949) 147, 149
- Соболевский В. П. (1809—1882) 119
- Соболь С. Л. (XIX—XX) 20, 125
- Соколов Б. С. (p. 1914) 4
- Соколов Д. И. (1788—1852) 100, 101, 103, 111—113, 136, 195
- Соколов Н. А. (1856—1907) 131
- Соколовский Л. А. (1808—1883) 145
- Солсбери (Solisberg, XIX), А. 144
- Соловьев В. А. (XX) 194
- Соловьев В. Ф. (p. 1915) 198
- Соловьев Ю. Я. (p. 1931) 130, 246
- Сорби Г. (Sorby G. K., 1826—1908), А. 142, 143
- Сорохтин О. Г. (XX), 183, 203
- Сорский А. А. (1919—1967) 192
- Соссюр Г. (Sausure G. B., 1740—1799), Ш. 77, 80, 82, 87—91, 100, 131
- Спалланцани Л. (Spallanzani L., 1729—1799), И. 100
- Спенсер Г. (Spenser G., 1820—1903), А. 125
- Старик И. Е. (1902—1964) 186
- Стаунтон Г. (Staunton G., XVIII—XIX), А. 27
- Стено(н) Н. (Steno, Steensen N., 1638—1687), Д. 20, 41, 42, 45—49, 53, 54, 61, 67, 78, 85, 86, 92, 118, 130, 135, 214, 240
- Степанов Д. Л. (p. XX) 148, 195
- Стеффенс Г. (Steffens H., 1773—1845), Г. 82
- Стевин С. (Stevin S., 1548—1620), Н. 53
- Стишов С. М. (XX) 180
- Стовас М. В. (1905—1965) 184
- Стойкович А. Н. (XVIII—XIX) 87
- Страбон (Strabo, 60—20), Р. 28, 29, 32, 35, 58, 83
- Странж И. (Strange J., XVIII), А. 65
- Странж(ц) (Strantz F., XIX), Г. ? 119
- Стратон (II—III) 29, 88
- Страхов Н. М. (p. 1900) 4, 80, 134, 151, 152, 173, 195—198, 209, 227, 246
- Стрейчи И. (Strachey J., XVII—XVIII), А. 50
- Стрэ(ет)(тт) Р. (Strutt R. J., XIX—XX), А. 186
- Суворов А. И. (p. 1918) 203
- Суйковский З. (Sujkowski Zb., XIX—XX), П. 176, 177
- Сулави Ж. (Soulavie J. L. G., ок. 1750—1813), Ф. 86
- Супшкин П. П. (1868—1928) 69
- Сцилла А. (Scilla A., XVII), И. 43
- Тамман Г. (Tammann G. H., 1861—1938), С. 180
- Тамразян Г. П. (XX) 151, 180, 184
- Тамс С (Tams S., XIX—XX), Г. 179
- Татищев В. Н. (1686—1750) 51, 67
- Тао Хун-цзин (452—536) 33
- Тацит П. (Tacitus P. K., ок. 55—ок. 120) 52
- Тенцель Э. (Tenzel E., XVII—XVIII), Г. 43, 52
- Тейар де Шарден П. (Teilhard de Chardin P., 1881—1955), Ф. 230
- Тейлор Ф. Б. (Taylor F. B., 1860—1938), А. 177, 184
- Телен (? XII), Шв. 54
- Теодорович Г. И. (p. 1907) 205
- Т(Ф)еофраст, Тиртан (368/372—287/284) 28, 29, 30
- Тертуллиан К. С. (ок. 155—222), Р. 28
- Тетяев М. М. (1882—1956), 130, 151, 182, 184
- Тилас Д. (Tilas D., 1712—1772), Шв. 100
- Тилло А. А. (Tillo A., XIX), ? 136
- Тиндаль Д. (Tindall J., XIX), А. 119

- Тихомиров В. В. (р. 1915) 16, 82, 93, 99, 101, 108, 110, 112, 153, 180, 203, 215, 246
- Токарев В. А. (XX) 32
- Томлин Д. (Tomlin D., XVIII—XIX), А. 84
- Томсон У. (В.) (Tomson W., 1824—1907), А. 137, 138
- Торрель О. (Torrel O. M., 1828—1900), Шв. 145
- Траск П. (Trask P. D., 1899—1961), С. 190
- Траутшольд Г. А. (1817—1902) 130, 131, 138, 139, 144
- Требра Ф. В. (Trebra F. W., 1740—1819), Г. 90
- Трошин Д. М. (XX) 13
- Трусов Ю. П. (р. 1930) 247
- Тугаринов А. И. (р. 1917) 189
- Тутковский П. А. (1858—1930) 76, 131
- Уатт Д., отец (Watt J., 1736—1819), А. 85
- Уатт Д., сын (Watt J., 1769—1848), А. 89
- У(В)ильямс (Williams, XIX), А. 140
- Улиг В. (Ulig V., XIX—XX), А. 175
- Уоллес А. (Wallace A. R., 1823—1913), А. 19, 20, 125
- У(В)олкотт (Walcott Ch. D., XIX—XX), А. 140
- Урри В. (Urqu W. D., XIX?—XX), С. 189
- Усов М. А. (1883—1939) 171, 173, 182
- Ушаков Г. Д. (XX) 193
- У Цзен (XII) 33
- Уэвелл (Юэлл) В. (Whewell W., 1794—1866), А. 105, 114, 117, 123, 124
- Фабрициус И. (Fabrizius G. F., 1533—1619), И. 45
- Фавентис В. (Faventis V., XVI), 40
- Фавр А. (Favre A., 1815—1890), Ш. 141
- Фалес (624—547) 27, 35
- Фаллопий Г. (Fallopio G., 1523—1562), Н. 38, 40
- Фандрих Э. (Gandrich E., XX), ГДР 214
- Федоров Е. К. (р. 1910) 213
- Федоров Е. С. (1853—1919) 142
- Федосеев И. А. (р. 1910) 50
- Фейол Г. (Fayol H., XIX), А. 141
- Ферсман А. Е. (1883—1945) 45, 143, 158, 161, 169, 180, 230
- Фесенков В. Г. (1889—1972) 191, 200
- Филиппи (Filippi de, XVIII—XIX), И. 118
- Филолай (до п/э) 28
- Фишер Э. (Fischer E., ок. 1888—1915), Г. 158, 191, 234
- Флеминг Д. (Fleming J., XVIII—XIX), А. 99
- Флинт Р. (Flint R., XX), С. 120
- Фожа де Сент-Фон (de Sent Fond, Faujas, 1741—1819), Ф. 65, 72, 88, 89, 100
- Фойгт И. К. (И. Г.) (Voigt J. K. W., 1752—1821), Г. 84, 87, 90
- Фома Аквинат (1225—1274), И. 35, 39
- Форбс Э. (Forbes E., 1815—1854), А. 118, 119
- Форрестер Д. (Forrester D., XX), С. 239
- Форскел П. (Forskäl P., XVIII), Шв. 56
- Фортис А. (Fortis A. G., 1741—1803), И. 100
- Фраас О. (Fraas O., 1824—1897), Г. 131
- Фракастро И. (Fracastoro I., 1483—1558), И. 38
- Французова Н. П., (р. 1928) 4, 215, 223, 226
- Фраполли Л. (Frapolli L., XIX), Ф. 120
- Фредерикс Г. Н. (XIX—XX) 176, 204
- Фукс И. (Fuchs J. H., 1774—1856), Г. 120, 143
- Фурне Ж. (Fournet J. H., XIX), Ф. 111, 121
- Фюксель Г. (Füchsel G. Ch., 1722—1773), Г. 66, 78, 80, 89, 139, 173
- Хаарман Э. (Haarmann E., р. 1882), Г. 151, 182
- Хабаков А. В. (р. 1904) 52, 67, 72, 199
- Ханн В. Е. (р. 1914) 16, 93, 103, 138, 151, 153, 157, 173, 175, 181, 193, 201—203, 205, 210, 222, 246, 249
- Ханстен (Hansteen, XVIII—XIX), ? 136
- Хауер И. (Hauer I., ум. 1863), Г. 118
- Хворова И. В. (р. 1913) 196
- Хейл М. (Hale M., 1609—1679), А. 43
- Хейслер (Heisler M., XX), Ав. 230
- Хельдер Г. (Hoelder H., XX), ФРГ 32, 33, 43, 104, 108, 206, 210
- Херасков Н. П. (1909—1965) 173, 196
- Хильгард Э. (Hilgard E. W., XIX), Г., ? 144
- Хильденберг О. (Hildenberg O., XIX—XX), Г. 182
- Хичкок Э. (Hitckock E., XIX), С. 118
- Хладни Э. (Chladni E. F. F., 1756—1827), Ч. 87, 90
- Хлопин В. Г. (1890—1950) 189
- Хойкас Г. (Hooysaas H., р. 1906), Гл. 75, 84, 86, 88, 99, 113, 115, 153, 159, 207, 208, 210, 246
- Холл Д. (Hall J., 1761—1832), А. 72, 78, 86, 88, 89, 141
- Холл Д. (Hall J., 1811—1898), С. 138, 144
- Холмс А. (Holmes A., р. 1890), А. 183, 186, 189, 202
- Хомизури Г. П. (р. 1942) 138, 175
- Хьярне У. (Hjarne U., 1641—1724), Шв. 50, 51
- Цезий Ф. (Cesi F., 1585—1630), И. 40
- Цельс(з)ий А. (Celsius A., 1701—1744), Шв. 51, 59, 83
- Цепритц К. (Zöeppritz K., XIX), Г. 136
- Цивваль Э. (Zivial E., XIX) 190
- Циммерман С. (Zimmermann S., XVIII), Г. 78, 90
- Циркель Ф. (Zirkel F., 1838—1912), Г. 141
- Циттель К. (Zittel K. A., 1839—1904), Г. 33, 56, 86, 88, 103, 119, 140

- Чалоян В. К. (XX) 34  
 Чарыгин М. М. (1894—1969) 205  
 Чекановский А. Л. (1833—1876) 120  
 Чемберлен Р. (Chamberlin R. T., 1881—1948), С. 191  
 Чернышев Ф. Н. (1856—1914) 143  
 Черский И. Д. (1845—1892) 120, 127  
 Черткова Е. И. (р. 1907) 192  
 Чжан-хен (78—139) 32  
 Чжу Си (1130—1200) 33  
 Чижевский А. Л. (1897—1964) 199  
 Чирвинский П. Н. (1880—1955) 141
- Шанцер Е. В. (р. 1905) 195—197  
 Шарапов И. П. (р. 1907) 3, 209  
 Шардт Г. (Schardt H., XIX), А. 141  
 Шарп Д. (Charpe J., XIX), А. 121  
 Шарпантье Ж. (Charpentier J. F., 1738—1805), Г. 78, 90, 119, 120  
 Шатский Н. С. (1895—1960) 68, 107, 108, 122, 129, 146—151, 153, 173, 178, 195, 196, 198, 205  
 Шафрановский И. И. (р. 1906) 46, 47  
 Шварц (Schwarz, XIX—XX), Г. 184  
 Шварцбах М. (Schwarzbach M., XIX—XX) Г. 159  
 Швейнфурт Г. (Schweinfurt G., 1836—1925), Г. 131  
 Швецов М. С. (1885—1975) 133, 196  
 Швиннер Р. (Schwinner R., XIX—XX), Г. 182  
 Шевяков Н. А. (XX) 156  
 Шейнманн Ю. М. (1901—1972) 138, 175, 180, 203  
 Шейхцер И. Я. (Scheuchzer I. J., 1672—1733), Ш. 49, 50  
 Шенбейн Х. (Schönbein Ch. F., 1799—1868), Ш. 120, 138  
 Шенк А. (Schenk A., 1815—1891), Г. 138  
 Шунь-Гуа (1030—1094) 33  
 Шень-Чен (XI) 33  
 Шерли Т. (? , XVII), А. 42  
 Шилова Е. И., XX 164, 165  
 Шиндевольф О. (Schindewolf O. H., 1896—XX), Г. 148, 149, 168, 169  
 Шипунов Ф. Я. (р. 1933) 229, 231  
 Ширакаци А. (VII), Армения 34  
 Шкловский И. С. (р. 1916) 148  
 Шлегель Э. (Schlegel E., XX), ГДР 211, 212  
 Шлотгейм Ф. (Schlotheim F., XVIII—XIX), Г. 79, 103, 104, 118  
 Шмидер К. (Schmieder K., XVIII—XIX), Г. 120  
 Шмидт О. Ю. (1891—1956) 191  
 Шредер К. (Schroder K., XIX), Г. 138  
 Штауб Р. (Staub R., 1890—1961), ФРГ 175  
 Штернберг К. М. (Sternberk K. M., 1761—1838), Ч. 118  
 Штрейс Н. А. (р. 1910) 196  
 Штикер Р. (Sticker R., XX), ФРГ 61  
 Штилле Г. (Stille G., 1876—1967), Г. 85, 119, 127, 128, 146, 147, 149—151, 157, 158, 166, 169, 178, 190, 205, 208, 214
- Штраус Л. (Strausz L., XIX—XX), В. 167, 168  
 Штромаер Э. (Stromer v. Reichenbach E., 1871—1952), ФРГ 167, 168  
 Штудер Б. (Studer B., 1794—1887), Ш. 97, 138  
 Штукенберг А. А. (р. 1868) 131  
 Штур Д. (Stuhr D., 1827—1893), Ав. 143  
 Шульдц (Schulz, XIX—XX), Г. 165  
 Шухардин С. В. (р. 1917) 39  
 Шухерт Ч. (Schuchert Ch., 1858—1942), С. 149, 186  
 Шютт Ф. (Schuett, Schütt F., ум. 1921), Г. 144
- Щуровский Г. Е. (1803—1884) 122, 13
- Эбель И. (Ebel J. G., 1764—1830), Г. 82  
 Эбельманн (Ebelmann, XIX), Ф. 141  
 Эванс Р. (Ewans R. D., XX), С. 189  
 Эгерт Г. (Egert H., XVIII—XIX?), Г. 84  
 Эдьед Л. (Egyed L., XX), В. 182, 183  
 Эйгенсон М. С. (XX) 212  
 Эйхвальд Э. И. (1795—1876) 99, 101, 122  
 Эйхфельд И. И. (ок. 1780—ок. 1828) 99  
 Эли де Бомон Л. (Elie de Beaumont L., 1798—1874), Ф. 47, 85, 86, 98, 103, 104, 107, 111, 118, 121, 127, 128, 136, 138, 143, 146, 150, 151  
 Эльвид Э. (Elwid E., XVII), А. 43  
 Эммонс В. Х. (Emmons W. H., 1876—1948), С. 151  
 Эмпедокл (483—423) 27, 28, 65  
 Энгельгардт М. А. (1861—XX), 96, 106, 114  
 Энгельс Ф. (Engels F., 1820—1895), Г. 8, 12, 71, 96, 106, 140, 145, 230  
 Энглер К. (Engler C. O. W., 1842—1925), Г. 128, 154  
 Эпикур (341—270) 29  
 Эпштейн П. (Epstein P., XIX—XX), Г. 184  
 Эратосфен Киренский (ок. 275—ок. 195) 28, 35  
 Эренберг Х. (Ehrenberg Ch. G., 1795—1876), Г. 118  
 Эренфельд Д. У. (Ehrenfeld D. W., XX), С. 231  
 Эри Д. (Airy D. B., 1801—1892), А. 142  
 Эскола П. (Eskola P., р. 1883), Финляндия 171  
 Эсмарх И. (Esmarch I., 1763—1839), Г. 119  
 Этвеш Р. (Eötvös R., 1848—1919), В. 184  
 Эшотт М. (Echott M. J., XVII), Нрв. 50
- Юаса М. (Juasa M., XX), Япония 244  
 Ювеналий, Ювенал, Д. Ю. (60-е гг.—после 127), Р. 65  
 Юри Г. (Urey S. K., р. 1893), С. 183
- Яблоков В. С. (1901—1972) 156, 196  
 Яншин А. Л. (р. 1911) 173, 195, 196, 205  
 Янь-Чжень-цин (709—784) 33

# ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
Предисловие . . . . .	3
<b>Глава первая. Вводная . . . . .</b>	<b>5</b>
1. О науке вообще . . . . .	5
2. Объект и предмет геологии. Классификация основных наук . . . . .	7
3. Внешние и внутренние факторы развития науки . . . . .	15
4. Проблема приоритета . . . . .	17
5. История науки. Науковедение . . . . .	21
6. Несколько замечаний о методологии науки . . . . .	22
7. Периодизация истории геологии . . . . .	26
<b>Глава вторая. Пранаука . . . . .</b>	<b>27</b>
8. Геологические знания предыстории . . . . .	27
9. Геологические знания в классической древности . . . . .	27
10. Геологические знания в средние века . . . . .	33
<b>Глава третья. Эмбриональная геология . . . . .</b>	<b>37</b>
Подпериод А. Геологические знания в эпоху Возрождения (1500—1650 гг.) . . . . .	37
Подпериод Б. Первые геологические обобщения и «Теории Земли» (1650—1740 гг.) . . . . .	40
11. Методологические идеи к середине XVIII века . . . . .	52
<b>Глава четвертая. Возникновение геологии как отрасли естествознания . . . . .</b>	<b>56</b>
<b>А. Универсальные научные гипотезы (1740—1780 гг.) . . . . .</b>	<b>56</b>
12. Геология 40-х годов XVIII века. Вулканизм Л. Моро . . . . .	56
13. «История и теория Земли» Ж. Бюффона. Базальты и идеи нептунизма в 70-х годах XVIII века . . . . .	61
14. Стратиграфические и минералогические работы середины XVIII века. Геология в России . . . . .	65
15. Необратимое развитие Земли у Ж. Бюффона. Н. Демаре . . . . .	72
16. Возникновение направлений геологии и развитие ее методологии к 80-м годам XVIII века . . . . .	76
<b>Б. Нептунизм и плутонизм (1780—1810 гг.) . . . . .</b>	<b>79</b>
17. Химический нептунизм А. Вернера . . . . .	79
18. Нептунизм Ж. Ламарка . . . . .	80
19. Нептунизм в России . . . . .	82
20. Вулканизм и плутонизм. Д. Геттон (Хаттон) . . . . .	83
21. Ж. Сулави, Э. Вреде и др. Некоторые методологические работы . . . . .	86
22. Геология ко времени возникновения научных гипотез о развитии Земли . . . . .	89
<b>Глава пятая. Становление геологии . . . . .</b>	<b>93</b>
<b>А. Научный катастрофизм (1810—1830 гг.) . . . . .</b>	<b>93</b>
23. «Теория катастроф» и актуализм Ж. Кювье . . . . .	93
24. Отражение катастрофизма в науке. Другие течения в 1810—1830 годах . . . . .	97
25. Актуализм как научный метод. К. Гофф . . . . .	101
26. Выводы . . . . .	103
<b>Б. Научный униформизм (1830—1850 гг.) . . . . .</b>	<b>104</b>
27. Гипотеза униформизма Ч. Ляйеля. К. Прево . . . . .	104
28. Катастрофизм к середине XIX века. Орбиньи и его актуализм . . . . .	107
29. Идеи течения в русской геологии (1830—1850 гг.) . . . . .	110
30. Катастрофизм, униформизм и актуализм . . . . .	113
31. Прогресс геологии за период 1810—1850 годов . . . . .	117
<b>Глава шестая. Эволюционизм . . . . .</b>	<b>123</b>
<b>Подпериоды А (1850—1875 гг.) и Б (1875—1900 гг.) . . . . .</b>	<b>123</b>
32. Эволюционизм и униформизм . . . . .	123
33. Развитие эволюционизма. Катастрофизм, плутонизм и неонептунизм во второй половине XIX века . . . . .	124

	С.
34. Учение о фациях. Палеогеография . . . . .	129
35. И. Вальтер. Геобиология. Термин «актуализм» . . . . .	131
36. Тектоника. Внутреннее строение Земли. Теория геосинклиналей . . . . .	135
37. «Абсолютная» геохронология . . . . .	139
38. Некоторые итоги . . . . .	140
<b>Глава седьмая. Неокатастрофизм. Новые течения в геологии . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>Подпериоды А (1900—1925 гг.) и Б (1925—1950 гг.) . . . . .</b>	<b>146</b>
39. Неокатастрофизм. Неоуниформизм . . . . .	146
40. Монодинамизм и полидинамизм. Неонептунизм и неоплутонизм . . . . .	154
41. Актуализм в начале XX века. Проблема характера современной эпохи . . . . .	156
42. В. И. Вернадский . . . . .	159
43. Дискуссия в Германии о значении актуализма . . . . .	165
44. Учения о фациях и формациях . . . . .	170
45. Вертикальные и горизонтальные движения. Теория геосинклиналей. Мобилизм . . . . .	174
46. Внутреннее строение Земли. Геотектонические гипотезы . . . . .	178
47. Абсолютная геохронология . . . . .	185
48. Заключительные замечания . . . . .	189
<b>Глава восьмая. Современная структура геологии. Некоторые методологические вопросы . . . . .</b>	<b>192</b>
49. Общая характеристика . . . . .	192
50. Литологическая дискуссия 1952 г. в СССР . . . . .	195
51. Геокосмология. Неомобилизм . . . . .	198
52. Актуализм во второй половине XX века. Геологическое науковедение . . . . .	204
53. Законы в геологии . . . . .	213
54. Специфика и система методов геологии . . . . .	216
55. Социальное значение наук о Земле. Геосоциология . . . . .	227
56. Социосфера, экосфера и антропогенные процессы . . . . .	231
Заключение . . . . .	240
Список литературы . . . . .	252
Предметный указатель . . . . .	262
Именной указатель . . . . .	267

ИБ № 764

*Борис Петрович Высоцкий*

**Проблемы истории и методологии геологических наук**

Редактор издательства Л. В. Власова  
Переплет художника О. Е. Евсеевой

Технический редактор А. В. Трофимов  
Корректор С. С. Борисова

Сдано в набор 24/IX 1976 г. Подписано в печать 22/III 1977 г. Т-06143. Формат 70 × 100<sup>1/16</sup>.  
Тираж 1560 экз. Бумага кн.-журн. Печ. л. 17,5. Усл. п. л. 22,57. Уч.-изд. л. 25,11.  
Заказ 1257/6100—1. Цена 3 р. 93 к.

Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете  
Совета Министров СССР по делам издательств полиграфии и книжной торговли.  
196006, Ленинград, Московский пр., 91.

3 р. 93 к.

2096

БЕДРА