

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Б. А. ЛИЧКОВ

ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ
ЗЕМЛИ
И ЛИТОСФЕРА



ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК СССР

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ЗАПИСКИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА СОЮЗА ССР • Том 19

НОВАЯ СЕРИЯ

Б. Л. ЛИЧКОВ

ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ ЗЕМЛИ
И ЛИТОСФЕРА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1960 ЛЕНИНГРАД

Главный редактор
президент Географического общества СССР
акад. *Е. Н. Павловский*

Ответственные редакторы
Н. И. Толстихин и А. В. Шитников

ОТ РЕДАКТОРОВ

Работа профессора Б. Л. Личкова «Природные воды Земли и литосфера» состоит из двух частей. В первой из них на основе изучения истории некоторых идей в области астрономии, географии, геологии и смежных областей знания, а также краткого очерка из истории геотектоники автор приходит к выводам о том, что 1) закон тяготения должен быть основой для понимания истории происхождения и развития Земли; 2) вращение Земли и изменения во времени скорости ее вращения в значительной мере определяет закономерную ориентировку земных деформаций и дислокаций, подтверждением чего является установление существования на Земле критических параллелей и меридианов; 3) огромно значение атмосферы и природных вод Земли в изменении скорости ее вращения, а отсюда и в тектонике Земли, и в других сторонах ее жизни; 4) вращение Земли — один из основных факторов в распределении океанов и континентов, оно определяет движение материков; 5) вращение Земли в значительной мере обуславливает существование больших и малых циклических явлений, происходящих на ней.

Во второй части работы автор стремится обосновать новое направление в геотектонике, положив в основу теории Земли «состояние ее пространства, и именно гравитационное».

Вначале автор рассматривает теорию тяготения как основу геологии. Он отбрасывает, как устаревшие, взгляды на тектоническую жизнь Земли, будто обусловленную ее остыванием и сжатием, ее «саморазвитием».

Жизнь Земли автор связывает с гравитационной перестройкой, с силами тяготения и вращения. Явления, происходящие на Земле, теснейшим образом связаны с закономерностями солнечной системы и Космоса. Особенно большое внимание во второй части автор уделяет движениям материков и циклическим явлениям на Земле.

Заканчивается книга выявлением значения природных вод в процессе изменения «земных тектонических структур».

Вследствие того, что подготовка рукописи Б. Л. Личкова затянулась более чем на три года, а написана она даже в 1954 и дополнялась в 1957 г., он не смог отразить в пей полностью, во-первых, новые идеи, разработанные им самим за три года, а во-вторых, некоторые научные достижения из той же области, докладывавшиеся на трех астрогеологических конференциях Географического общества СССР, основным вдохновителем которых является Б. Л. Личков. Нельзя не отметить, что по той же причине некоторые передовые идеи автора постепенно стали проникать в печатную литературу, к сожалению, помимо их автора.

Несмотря на некоторую дискуссионность ряда положений Б. Л. Личкова, его книга представляет весьма крупное достижение нашей науки в области развития геотектонических идей, теории развития и существования Земли. Читается она с большим интересом и движет мысль читателя далеко вперед, знакомя его с идеями новой отрасли науки — астрогеологии.

При подготовке рукописи к печати редакторы приложили все усилия к сохранению своеобразного слога автора, его разговорной манеры письма. Каждый, кто хорошо знаком с Б. Л. Личковым, читая книгу, как бы беседует с ее автором.

*Светлой памяти жены,
горячо любимого, незабвенного друга,
АННЫ ДМИТРИЕВНЫ ЛИЧКОВОЙ
(21 XII 1890—29 VI 1960)
посвящаю эту книгу*

Глава первая

ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРАВИЛЬНОЙ ТРАКТОВКИ ОСНОВНЫХ ЯВЛЕНИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ОБЩЕГО ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ

О некоторых особенностях ранних фаз развития физической геологии и общего землеведения

В 1939 г. В. И. Вернадский писал: «Земные воды и земной углекислый газ в их точном изучении перевернули все наше миропредставление». По смыслу контекста статьи В. И. Вернадского ясно, что, говоря так, он имел в виду тот переворот в науке, который произошел в XVIII столетии. Однако это можно повторить и для нашего времени.

Сейчас в XX в., если изучать земные воды как комплекс, т. е. строить гидрогеологию комплексных вод, они, взятые в противовес гидрогеологии вод подземных, опять перевертывают миропредставление; полный учет всех фактов, относящихся к водам Земли и их охватывающих, с неизбежностью приводит, как мы увидим, к выводу об огромной роли земных вод в создании структур планеты. Мысль об этом не нова. К ней очень близко подходил Дж. Дарвин. Почти одновременно ее ясно сформулировал Ф. Энгельс, а много позже в нашей литературе ее придерживался Вернадский. Несмотря на это, она большинству представителей современной отечественной геологической науки совершенно чужда, и поэтому введение ее в геологию и явится, по выражению Вернадского, «перевертыванием всего миропредставления».

Дж. Дарвин и Ф. Энгельс первые отчетливо и ясно сформулировали, что в водных приливах океана энергия общего движения нашей планеты вместе с Луной «уступается» (выражение Энгельса) системой «Земля—Луна» тому или иному участку земной поверхности,* поэтому производит деформацию этих участков.

В своих высказываниях по вопросам геологии Энгельс выразил не только эту замечательную мысль, но и ряд других правильных и важных идей. Он понял, как никто, ясно, что «телесные массы на земле» (выражение Энгельса)** связаны с телом Земли силами тяготения, от которых зависит прочность всего тела. Далее, Энгельс еще около 80 лет назад подчеркнул, что в таком большом теле тяготения, как Земля, физико-химические силы в толковании земных явлений и энергетики должны отсут-

* См. Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, М., 1948, стр. 80.

** Там же, стр. 30.

пить на второй план по сравнению с силами тяготения.* Наконец, при толковании явлений на планете, он никогда не забывал о ее вращении и учитывал, что в условиях этого вращения в виде раздвоения единого целого только взаимодействие сил притяжения и отталкивания исчерпывает сущность тяготения. Все эти положения Энгельса привели его в русло того большого течения, которое в современной науке сознательно развивает наследие Ньютона, его идеи.

Известна своеобразная судьба книги Энгельса. Текст составлявших ее незавершенных отрывков был написан автором в 70-х и 80-х годах, но до 1925 г., когда книга была опубликована в Советском Союзе, она не видела света и никому не была известна.

В частности, заметки о Земле, на содержание которых мы ссылались, относятся к 1880—1881 гг., так что возраст их близок к восьмидесяти годам. Давность эта, конечно, порядочная, но эти заметки имеют несомненный и большой интерес злободневности, хотя на них никто из геологов почему-то никогда не обращал внимания.

Говоря о «Диалектике природы» Энгельса в целом, приходится заметить, что в этой книге устарели и не могли не устареть некоторые частные положения, отвечавшие уровню науки 80-х годов, как например понятие мирового эфира. Однако сама методика, примененная Энгельсом в его труде к решению важнейших проблем естествознания, ни в какой мере не устарела. Эта методика и позволила Энгельсу выдвинуть в его книге ряд положений, которые оправдались последующим развитием науки.

В частности, из этой методики выросли и с нею тесно связаны идеи Энгельса о Земле, которые несомненно и сейчас являются передовыми, так что их должны использовать современная геология и география. Некоторые геологи странным образом рассуждают, что представление о вращении Земли, обоснованное Коперником, для внутренних сил Земли не имеет значения, ибо активны сами земные недра, создающие деформацию планеты, они полагают, что подвижность Земли для внутренних ее кризисов не имеет значения, они происходили бы одинаково и при подвижности, и при неподвижности Земли. С изложенной только что точкой зрения это, конечно, несовместимо. Следует сказать, что игнорировать значение движения планеты в целом в отношении изменения ее структур недопустимо, и это хорошо показывают рассуждения современных географов.

Проблема земных вод и литосферы, которую мы ставим здесь предметом нашего изучения, есть часть проблемы взаимодействия и взаимоотношения всех земных оболочек. Мы вправе сказать, что понимание взаимодействия всех земных оболочек А. А. Григорьев правильно выдвинул как важную задачу географа. А. А. Григорьев и его единомышленники, С. В. Калесник, Д. Л. Армаид и др., справедливо считают, что внешние оболочки земного эллипсоида образуют земную географическую сферу, которая есть предмет непосредственного взаимодействия атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы.

Если даже не принимать во внимание выводов, полученных Энгельсом и Вернадским, ясно, что обсуждать взаимодействия без учета движения планеты в целом невозможно, ибо если действие этого на литосфере не видно, то на остальных оболочках оно находится вне сомнения и вычеркнуть его нельзя. А в связи с этим сейчас встает вопрос, а как оно повлияет на литосферу. Если не принимать решение проблемы, четко формулированное Энгельсом и Вернадским, и считать ее нерешенной, все равно

* См. там же, стр. 79.

игнорировать движение планеты в целом при изучении геологических явлений нельзя.

В связи со сказанным мы полагаем, что не только переворот, произведенный в геологической науке новой оценкой роли земных вод, которая была дана Дарвином и Энгельсом, а в последнее время Вернадским, но даже простое и правильное понимание задач географии, к которым примыкает описание земных оболочек, данное Вернадским (1942), требует учета роли движения планеты в целом для основных геологических процессов. Этот учет необходим потому, что изолировать инертную литосферу от других оболочек нельзя.

Изучение природных вод, которыми мы интересуемся, ставит на очередь задачу освещения их отношения к литосфере в аспекте движения нашей планеты в целом. Именно этой задачей мы будем заниматься в настоящей работе.

Мы начали с того, что указали на необходимость всестороннего систематического изучения всех природных вод планеты вместе ввиду того, что они составляют одно целое, а затем пришли к выводу, что водное целое неизбежно должно как-то изменять структуры литосферы, почему способ его действия должен быть освещен геологической наукой. Лишь после того, как геологическая наука подобным образом перестроится с приобретением новой основы, можно будет создать настоящую геологию природных вод нашей планеты: геология вод будет покоиться на правильно понятой общей геологии планеты и будет только с нею связана.

В своей статье о «Научном мировоззрении» Вернадский отмечал, что те элементы, которые составляют содержание науки, распадается на элементы двойного рода: с одной стороны, это эмпирические научные обобщения, с другой, предварительные предположения — прототезы, а равно предположения еще более далекие — гипотезы. И те и другие элементы нужны для развития науки и неизбежны при движении ее вперед, но значение их различно. Основной наиболее ценный фонд науки составляют именно эмпирические обобщения, а различные предположения представляют собой, главным образом, лишь вспомогательные средства для движения науки вперед.

Вернадский впоследствии не раз возвращался к этому вопросу и всегда подчеркивал основную роль эмпирических обобщений, противопоставляя их остальному содержанию науки. Нам представляется, однако, ясным, что при этом Вернадский всегда переоценивал в своих высказываниях роль маленьких эмпирических обобщений и недооценивал роль больших теорий, склоняясь даже к мысли, что это не эмпирия.

Против этого нельзя не протестовать самым энергичным образом: и большие теории могут быть эмпирическими по содержанию, как и малые обобщения, являющиеся частью первых. Теории составляют самый важный элемент науки, суммирующий ее малые мысли. Эти большие обобщения и представляют ее главные, подлинные открытия, складывающиеся из мелочей, но сами составляющие в содержании науки нечто грандиозное. Большие эмпирические теории, таким образом, не следует смешивать с гораздо менее достоверными обобщениями типа прототез и гипотез, которые всегда содержат в себе много предположительного и потому недостоверного и умозраительного.

Прототезы и гипотезы всегда эфемерны. Они в истории науки постоянно исчезают и заменяются другими построениями, когда выясняется их негодность, хотя падо считаться с тем, что иногда они превращаются в теории, обрастая новыми фактами.

Что касается эмпирических элементов науки, составляющих основной ее фонд, то поскольку они основаны на эмпирической опоре, они всегда являются гораздо более прочными. При этом малые эмпирические обобщения и открытия, что несколько не умаляет их значения, тонут и теряются в обобщениях большого масштаба, так что их не видно, большие же теории надолго сохраняются, как светочи, объясняющие множество фактов и явлений и определяющие вместе с тем будущие пути знания. Вместе с тем эмпирическое содержание этих больших теорий, пока они существуют как самостоятельные положения и не поглощены еще более крупными обобщениями, всегда пополняется новыми фактами. Ясно при этих условиях, что большие эмпирические теории, не опираясь на малые обобщения, существовать не могут. В этом прав был Вернадский, всегда отстаивавший малые обобщения, и может быть именно поэтому он сам — творец больших эмпирических обобщений — теорий, значение этих теорий недооценивал.

В качестве примеров больших, но все же целиком эмпирических, обобщений можно назвать периодическую систему Менделеева или теорию тяготения Ньютона и вместе с тем всю его механику.

Периодическая система Менделеева появилась свыше 90 лет назад, но роль ее в науке не снизилась, а, наоборот, возрасла. Она охватила не только химию, но и соседние с нею науки, как например геохимию.

Еще более яркий пример дает теория Ньютона. Знаменитая книга Ньютона «*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*» вышла в свет в 1688 г., т. е. более 270 лет назад, но до сих пор ее основные положения не потеряли своего значения. Книга Ньютона, писал советский астроном Н. И. Идельсон, «есть, по-видимому, единственное произведение в истории физики и механики, в котором ни одной принципиальной ошибки обнаружено не было; основными законами Ньютона мы пользуемся и сейчас, — идет ли речь о явлениях космического порядка, как вечный бег планет и явления морского прилива, или когда решается вопрос по теории движения машин. В этом вся поразительная действенность механики Ньютона» (Идельсон, 1948).

Нужно при этом сказать, что положение в науке эта замечательная концепция приобрела не сразу. Если в Англии она укрепилась быстро, то в других странах идеям этой книги пришлось претерпеть большую борьбу, прежде чем утвердиться в науке. Раньше всего это произошло во Франции, где, однако, идеи Ньютона утвердились через добрых пятьдесят лет после выхода его книги в свет. Еще позже эти идеи были приняты в Германии, после чего в науке началось их дальнейшее развитие и укрепление.

Родились идеи Ньютона в механике и физике, но когда они укрепились, то сразу распространились на астрономию, сделавшись вместе с законом Кеплера ее основой.

Ясно, что это еще не предел развития и применения теории. Она может проникать и в другие области знания. Если закон тяготения оказалось легко широко применить к фактам астрономии, то есть и другие области фактов, которые близко относятся сюда же. Идельсон указал, например, как мы видели, что теория движения машин тоже основывается на истинах механической теории Ньютона. На этой теории, как говорит Идельсон, основывается теория морских приливов. Но морские приливы — явление уже не астрономическое, а планетарно-земное. И это наводит на мысль: не следует ли теорию тяготения положить в основу геологических теорий, поскольку она лежит уже в основе астрономии. Основанием к этому является то, что тело Земли является телом достаточно большой массы, чтобы силы тяготения в нем преобладали над силами сцепления. Но до сих пор

для Земли на этой основе разрабатывалась теория лунно-солнечных приливов как частное явление. Именно так казалось.

Сейчас, однако, мы все больше и больше начинаем понимать, что именно закон тяготения должен быть основой для понимания жизни Земли, о чем подробнее мы будем говорить дальше.

Только что изложенное ясно нам показало, что две больших теории (в области химии теория Менделеева и в области механики закономерности механической теории Ньютона) являются огромными по широте размаха эмпирическими теориями, которые полное содержание развертывают на протяжении столетий в работах не одного, а ряда следующих одно за другим поколений.

Периодическую систему Менделеева и механическую теорию Ньютона мы только что рассматривали просто в качестве примера больших эмпирических обобщений, сложных по содержанию и охватывающих множество фактов, встречающихся в науке. Рассматривая их с этой отвлеченной точки зрения, я имел в виду только подчеркнуть эмпирическую природу этих обобщений, а вместе с тем их устойчивость на протяжении длительных промежутков времени.

Два факта, выяснившиеся в предыдущем изложении (что механическая теория Ньютона есть основа астрономии и что она вместе с тем на Земле применяется к истолкованию лунно-солнечных приливов), заставляют задуматься над тем, почему имя Ньютона и его теория тяготения, говоря образно, не «звучат» в геологии. Причины этого могут быть разные: а) или теория тяготения вообще в качестве основы геологии не годится, б) или это положение представляет только временную преходящую ступень в развитии этой науки. Мы убеждены в правильности последнего. Чтобы пояснить правильность такого нашего мнения, нужно указать на следующее.

В цитированной уже нами работе Вернадского о научном мировоззрении указывалось, что нередко в истории науки бывают такие моменты, когда торжествуют ложные и неправильные идеи, иной раз они господствуют довольно долго. Истина потом торжествует, но это происходит нескоро.

Можно сказать на основании этого, что развитие науки никогда не идет прямолинейно, а всегда довольно извилистыми путями. Очень часто то, что в известный момент развития науки является или представляется главной темой, затем теряется, заслоняясь другими темами, и наука от темы, казавшейся главной, идет совсем в другую сторону, иногда чтобы совсем уже к этой теме не возвращаться, а иной раз чтобы после некоторого временного отхода вновь вернуться, и тогда старая тема предстает в улучшенном, преображенном и более, так сказать, доступном виде, и после эту тему начинают развивать дальше.

Такие возможности надо учитывать и тогда, когда мы прослеживаем развитие большой теории — вроде теории Ньютона или теории Менделеева, которые заведомо нами признаются прогрессивными и передовыми. С ними также случаются, в связи с этими «извилинами» развития науки, замедления в ходе овладения новыми областями, или же происходит полный, хотя и временный, отход науки (в отдельных ее отраслях) из их русла. Взглянем с этой исторической точки зрения на судьбы геологической науки в течение ее истории. Разумеется, теория тяготения, в аспекте которого изучаются в астрономии звезды, планеты, не может не иметь значения и для нашей планеты.

Работники молодой геологической науки тотчас после ее создания этого, однако, не увидели, поскольку главное их внимание было привлечено,

как мы это видим у создателя геологии Ломоносова (1762), к расплавленному состоянию внутренней Земли. Это же расплавленное состояние поставила в центр внимания появившаяся еще раньше «Естественная теория и история неба» Канта (1755). Это была та «извилина» в истории науки, которая отделила геологию от теории тяготения Ньютона.

Эта «извилина» заняла огромный промежуток времени, более чем в полтора столетия, пока она не закончилась в 30-х годах нашего века. Конец этой «извилины» привел к тупику старые геологические теории. Было «доказано», что Земля тело холодное, были отброшены старые «термальные» толкования фактов, а новые еще не создались.

Я полагаю, что мы находимся сейчас накануне своего резкого поворота основных идей в геологии и, если хотите, новой «извилины» в истории этой науки, но такой, которая ведет не в сторону, а возвратит геологию в старое вековое русло ньютоновских идей, давно охватившее механику, физику, астрономию. Предстоящий, а вернее уже происходящий в геологии поворот исторически подготовлен развитием мысли вне геологии в течение двух с половиной веков. Это я стараюсь показать в настоящей работе, посвященной введению в геологию ряда новых руководящих идей, являющихся вместе с тем идеями очень и очень старыми. Исторический ход развития науки вел к обоснованию этих новых идей, о чем излагается ниже.

Кант, как указывал Энгельс, подарил современному естествознанию две основные и важные идеи: идею развития мира и происхождения планетной системы из горячей туманности и идею о замедлении движения Земли приливами вод в океанах. Обе эти мысли находятся в русле ньютоновских идей. Первая расширяет и дополняет систему мира Ньютона, вторая — целиком находится в сфере закона тяготения, на нем покоится. Из этих двух идей геологи подхватили первую. Этой идеей Кант совершил, как известно, огромный шаг вперед: от системы он перешел к истории и показал, что история системе не противоречит.

Кант формулировал теорию генезиса планетной системы из горячей туманности как основное положение начала истории Земли и всех планет, которые, прорываясь из туманности, постепенно охлаждались, причем у каждой планеты сохранились остаточные горячие ядра.

Вот эту идею и взяла геология. Именно на ней выросла контракционная теория горообразования, которая господствовала в течение почти сотни лет и явилась логическим выводом и продолжением теории охлаждения Земли.

Если придерживаться той терминологии, которую мы выше применили, и пользоваться термином «извилина», то можно сказать, что на протяжении более столетия в истории геологической науки развивалась своеобразная «извилина», которая в свое время сделала крутой поворот от идеи тяготения к идее термального охлаждения Земли и сделала эту последнюю мысль центральной.

Однако второй своей идеей Кант указывал на нечто другое. В основе его мысли о приливах и их замедляющем воздействии на вращение Земли лежит идея, что отношения сил притяжения и отталкивания, внутри явления тяготения, в ходе времени, в связи с наличием различных скоростей в разное время у разных светил меняются, что как раз создает приливы.

Хотя геологи на эту мысль внимания не обратили, однако развитие в науке этих, по сути дела, ньютоновских идей продолжалось. Этапом в таком развитии явился труд Ю. Р. Майера в 1844 г., точно сформули-

ровавший закон сохранения энергии. В свете этого закона, который стоит здесь рядом с законом тяготения Ньютона и дополняет его, обязательными и обоснованными стали все те взаимодействия движений, вытекающих из притяжений и отталкиваний, которые пронизательно увидел еще Кант. В частности, действие приливов из гипотезы вскоре стало реальностью, поскольку было доказано, что втуне никакое движение пропадать не может; оно всегда должно иметь какой-то результат. Поэтому должно иметь результат и действие приливов.

Предположение о замедлении вращения Земли, выдвинутое Майером, поставившим его на крепкую основу закона сохранения энергии, доказывалось впоследствии многими учеными: Адамсом, де Лоне, Эри, В. Томсоном и Тэйтом. Оно было к 80-м годам вполне доказано, и астрономами были сделаны из него многочисленные выводы, главным образом в области изучения и толкования флюктуаций планет.

Однако все это происходит вне геологии, и поэтому геологи об этом не знали. Между тем именно здесь шел главный путь движения науки в направлении развития идей Ньютона, в то время как мысль геологов о термальном охлаждении жила в боковой «извилине», отошедшей от основных идей.

Часто представляют дело так, будто только сейчас геофизики, или вернее астрофизики откопали из прошлого идею Канта о влиянии приливов на вращение Земли и возродили ее через двести лет. На самом деле эта не так. Идея Канта, о которой идет речь, не умерла и на протяжении столетия после Лапласа развивалась, совершенствовалась, что было также симптомом движения вперед ньютоновского мировоззрения.

Именно на основе этих успехов теории тяготения Энгельс построил новую теорию Земли, где все основано на теории тяготения и доказывается, что перемены в структурах Земли в своей основе создаются приливными движениями в океанах этой планеты, происходящими в связи с ее вращением.

Широко эти идеи Энгельса, к которым он пришел еще в 1881 г., стали известны лишь в 1925 г., ибо только в указанном году была опубликована «Диалектика природы», где эти мысли содержались. Энгельс, таким образом, примкнул в данном вопросе к течению, шедшему от Канта и Майера.

Учтем указанный выше факт, что в наше время, когда было доказано, что Земля тело холодное, геология зашла в тупик. Старые термальные толкования фактов были тогда оставлены, а новые в этой науке еще не создались. Вот тут, как мне представляется, пришла очередь для признания и геологами второй идеи Канта, а это значит, что теорию тяготения надо было положить в основу геологии, как лежит она в основе астрономии.

Тело Земли является телом достаточно большой массы, чтобы силы тяготения в нем преобладали над силами сцепления. Это дает основание расширить применение сил тяготения к пониманию структур Земли.

До сих пор в смежной с этим вопросом области разрабатывалась для Земли только теория лунно-солнечных приливов. Казалось, что это частное явление, которое не затрагивает всей жизни и структуры Земли. Сейчас, однако, мы все больше начинаем понимать, что закон тяготения должен быть основой для понимания всей жизни Земли, о чем мы будем подробно говорить дальше. Выяснилось, например, на основе векового развития геологии, что ориентировка деформаций и дислокаций Земли или параллельна, или перпендикулярна направлению вращения Земли, что явно связывает их с вращением и силами гравитации.

Важные выводы вытекают для природных вод из гравитационного понимания Земли. Природные воды оказываются, в теории приливов Канта, Майера, де Лоне и др., одной из важных причин геологических перемен в литосфере. Это объясняется существованием на Земле океана, а если искать более глубокое объяснение, то здесь участвуют особые физико-химические свойства воды, определяющие ее повсеместное распространение, по выражению Вернадского, ее «всюдность», исключительную подвижность и легкость ее перехода из одного состояния в другое.

Именно основываясь на этом, можно сказать, что земные воды являются совершенно особыми телами, глубоко отличными как от минералов, так и от горных пород, и, наконец, от всей литосферы в целом. Этим объясняется то, что земные воды мы противопоставляем литосфере.

Вернадский в одной из своих работ подчеркнул, что история науки может быть способом и условием познания нового в науке, орудием достижения истины. Именно это можно применить к нашему случаю.

Разумеется, те новые достижения в области общей теории, к которым подходит в последнее время геология, создавая новые представления, объясняющие изменения структур Земли, рождаются сейчас не на основе данных истории науки, а на основе всех твердо установленных принятых наукой фактов старых и новых. Эти идеи ни с какой стороны не могут быть освящены как реставрация правильных в своей основе главных идей Канта.

Но очень поучительно, что к этим же выводам можно подойти и на основе данных истории науки. С этой точки зрения история здесь помогает подойти к истине, которая, собственно, рождается сейчас иным путем — из фактов теперешнего знания. В дальнейшем изложении на основе анализа хода исторического развития науки показывается, что исторический ход развития науки в сущности уже вел в сторону тех же заключений и выводов, к которым подходит наука сейчас, если ее освободить от шелухи устарелых неправильных понятий.

В этом — смысл того исторического очерка, который я даю в настоящей главе. В следующих двух главах будет дано теоретическое освещение этого вопроса. Таким образом, совершенно сознательно я применяю здесь два подхода — исторический и теоретический. Они помогают друг другу. Таким образом, мы сочетаем в настоящей книге эти два друг друга дополняющие и проверяющие пути движения к истине — к правильному пониманию явлений. Новая идея обретет добавочную прочность, если окажется, что к ней уже подходили наши предки и что она имеет глубокие исторические корни. Эти корни я и стараюсь выяснить в следующем дальнейшем историческом очерке.

Дальнейшее изложение исторической части настоящей работы вначале посвящено, главным образом, Канту и Майеру. Это — предыстория геологической науки, излагающая данные об идеях двух мыслителей, которые, хотя и не были геологами, ибо считают, что во времена первого из них «геологии» еще не существовало, а второй по своей специальности был далек от геологии. Но они дали в своих идеях важные предпосылки для развития этой науки, которые в ходе истории этой науки были постепенно приняты и освоены.

В дальнейшем мы будем говорить уже не о предыстории, а о подлинной истории геологии с конца XVIII в. до наших дней; причем изложение построено так, что в нем сделана попытка сосредоточить внимание не на господствующем течении, а на воззрениях того меньшинства, представители которого отбрасывали обветшавшие легендарные идеи, унаследован-

ные от XVII и начала XVIII столетий о внутреннем тепле Земли, как явлении, объясняющем почти все происходящее на ее поверхности. При применении такого приема, способ осуществления которого будет указан дальше, мы увидим, как, постепенно углубляясь и развиваясь дальше, принципы, введенные Кантом и Майером и основанные на предпосылках Ньютона, вошли и частью входят в геологическую науку и вообще землеведение. За этим последует теоретическое обсуждение основной проблемы этой работы с точки зрения современных научных воззрений, и тогда читателю будет ясно насколько правильно мнение Вернадского о том, что изучение истории науки так же, как подлинное исследование научных фактов природы, может приводить к истине не только в уяснении фактов истории, но и в понимании фактов, которые дает сама природа.

Теория тяготения Ньютона и развитие его идей у Канта («Естественная теория и история неба», по Канту)

В июне 1752 г. в Берлинской академии наук Мопертюи предложил на конкурс 1754 г. тему, сформулированную так: «Имело ли дневное движение Земли всегда ту же скорость. Какими средствами в этом можно убедиться. А если оно было неодинаковым, то какова причина этих изменений». Конкурс был продлен до 1756 г. В этом же году 3 июня аббат Фризе из Пизы подал на конкурс работу и получил премию.

Неизвестно, участвовал ли в конкурсе Кант, но темами Мопертюи он был заинтересован и над ними работал. Позже, в 1754—1755 гг. появились замечательные работы Канта, близкие к этим темам, а частью прямо к ним относящиеся. Можно сказать, что самое интересное и оригинальное решение этих вопросов, хотя и не получившее премии, дали работы Канта.

Он впервые высказал мысль, что приливное трение, т. е. трение между литосферой и гидросферой, возникающее вследствие приливного движения воды, в какой-то степени замедляет вращение Земли. В связи с этим надо указать, что Кант, широко известный как философ, часто игнорируется как естествоиспытатель. Между тем, начав свою научную деятельность в 1747 г., он вначале был именно естествоиспытателем, и эта часть его работы, пожалуй, не менее интересна, чем работа философская. Для нас громадный интерес представляют рассматриваемые ниже работы Канта.

В 1754 г. в одном из своих трудов он указал на значение приливов и отливов, происходящих под влиянием притяжения Луны и Солнца, как фактора, изменяющего скорость вращения Земли вокруг оси. Неуклонно и постепенно, благодаря однообразным движениям океана, независимым от суточного вращения Земли, происходит трение, в результате которого должно замедляться вращение Земли и меняться соотношение дня и ночи. Кант рассматривал эту свою идею как развитие идей Ньютона и всего ньютоновского мировоззрения, говорящего о значении в мире сил тяготения.

Надо сказать, что в науке XVIII столетия, начиная с 1730 г., утверждение теории тяготения становилось все более сильным и глубоким. В это время развивались теория неба и другие идеи и подрастали поколения, всецело воспитанные на этом мировоззрении. Вполне естественно поэтому, что Кант написал в подзаголовке своего труда «Согласно Ньютону».

Работа Канта, о которой идет речь, посвящена вопросу о роли приливов (Kant, 1902a). Я не привожу всего заглавия работы Канта, ибо в этом заглавии 54 слова. Статья занимает всего 33 страницы.

Кант указывал, что Земля непрерывно в своем свободном движении вращается вокруг своей оси, и это движение будет продолжаться бесконечные времена, если никакие препятствия или внешние причины не будут ему мешать: «Я намереваюсь здесь изложить, что внешняя причина действительно сохраняется и она постепенно уменьшает скорость вращения Земли и в течение долгих периодов ее постепенно уничтожает» (Kant, 1754, 19026). В числе препятствий, которые в этом направлении действуют, Кант указал на действие Луны и Солнца.

Нельзя не обратить внимания на то, что небольшая статья Канта о движении планеты тесно связана с изумительным его трактатом по теории и истории неба, который тоже появился до окончания конкурса Берлинской академии наук. В этом трактате Кант говорит об отсутствии у Луны вращения вокруг собственной оси и о том, что к Земле она поэтому всегда обращена одной стороной. Выдвинув в связи с этим идею об изменении скорости вращения планет, Кант указал, что он сбережет свое решение вопроса о скорости вращения для другого случая, так как оно имеет необходимую связь с той задачей, которую поставила Берлинская академия наук на соискание награды в 1754 г.

По этому поводу надо сказать, что Кант сделал к 1755 г. своими несколькими работами такой вклад в развитие науки, с которым, конечно, ни в какое сравнение не идет работа Фризе, написанная на год позже.

«Естественная история и теория неба» вышла в свет анонимно в марте 1755 г. Появилась она по совету друзей Канта с посвящением королю Пруссии Фридриху II. Уже в мае 1756 г. в печати было указано имя автора.

Современниками космогоническая теория Канта была мало замечена. Через шесть лет после выхода книги Канта появилась работа Ламберта «Космогонические письма», в которой упомянут труд Канта. Мы соединяем теперь вместе имена Канта и Лапласа, чтобы сказать «гипотеза Канта—Лапласа». А между тем, когда Лаплас в 1796 г., через 41 год после Канта, выпустил свою «Систему мира» и в ней изложил свою космогоническую гипотезу, построенную на тех же началах, что и у Канта, там никакого упоминания о Канте, как о предшественнике, не было.

Второго издания книги Канта при его жизни не появилось, а лишь в 1791 г. магистр Гензихен при одобрении Канта включил в апреле 1791 г. значительную часть книги в сборник работ Вильяма Гершеля о строении неба. За пять лет до книги Лапласа главная часть работы Канта вышла еще раз. К этому надо добавить, что в 1785 г. Кант написал работу о вулканах Луны. Он признавал их аналогичными земным вулканам, но сравнивал по формам не с нашими вулканами, а со своеобразными замкнутыми горными кряжами, сопоставляя их, например, с горными кряжами, окружающими Чехию (Kant, 1839). Таким образом, вопросами теории и истории неба Кант интересовался и через 40 лет после появления своей первой книги. Это был не случайный, а довольно коренной предмет его интересов.

Огромная интуиция Канта позволила ему связать вопрос о замедлении вращения Земли с землетрясениями. Причину землетрясений Кант связывал с развитием гор, с вулканической деятельностью. «Ближайший повод к землетрясениям он видел в химических процессах, идущих внутри земной коры в зависимости от внутренней теплоты земного шара, ту же самую причину он принимал для вулканов, в которых видел самые поздние проявления остывающей и отвердевающей планеты». Такими словами характеризовал теорию Канта Вернадский (1939). При этом Вернадский

упоминает, что Кант старался распространить на явления вулканизма положения теории тяготения Ньютона, и этот интерес к идеям Ньютона он правильно считал наиболее характерной чертой гения Канта.

Землетрясениями Кант не мог не интересоваться, ибо в его время в несколько минут землетрясение в 1755 г. уничтожило цветущий город Лиссабон, при этом погибли десятки тысяч людей и накопленные вековой культурой ценности человеческого труда. Кант описал это землетрясение как исследователь-ученый.

Через год после «Естественной истории и теории неба» Кант написал три работы о землетрясениях: «О причинах потрясений Земли. По поводу несчастья, которое западные страны Европы претерпели в конце нынешнего года», «История и описание достопримечательных случаев землетрясения, которое в конце 1755 года потрясло большую часть Земли» и «Рассуждение по поводу землетрясений, случившихся на некотором промежутке времени».

Кант действительно связывал землетрясения с теплотой внутренности Земли. «Они создают сернистые испарения через своды Земли». «Огонь подземных ям еще не успокоился» (Kant, 1756, 19026). Но вместе с тем Кант указывал и на другое, а именно: Луна так сильно двигает воды океана, что это должно оказывать воздействие на землетрясения. Если принять в соображение, что притягательные силы небесных тел образуются в недрах материи и что заключенный в глубочайших и извилистых ходах Земли воздух приводится этими силами в движение, то едва ли можно оспаривать влияние Луны на землетрясения. «Эта сила не более как возбуждает находящиеся в Земле воспламеняющиеся (entzündbare) материалы, создает землетрясения, движения воды являются действием этой силы» (Kant, 1756, 19026). При удалении от Луны эти силы постепенно уменьшаются.

Кант отметил при этом, что главной чертой землетрясений является то, что они приурочены к высочайшим горам, поэтому больше всего трясутся районы тех стран, которые находятся вблизи этих гор, особенно же лежащие между двумя рядами гор. Гораздо реже землетрясения происходят в плоских странах, не связанных с горами. «Землетрясения простираются на морское дно, и суда часто попадают в столь энергичное трясение, как будто они находятся на жесткой почве; это общее явление» (там же).

В согласии с этим, во второй из своих работ Кант дает одной из глав заглавие «Землетрясения и движение воды 1-го ноября 1755 года», а другую главу называет «Рассуждение о причине этого движения воды». В основном Кант представлял себе, что приливные волны океана находятся в связи с такими же приливными волнами подземных областей.

Причина землетрясений находит, по Канту, свое отражение в нарушениях атмосферы. Землетрясению предшествует красный цвет неба, беспокойство животных (страх), бегство птиц к своим гнездам и ряд других явлений.

Резюмируя предыдущее, мы можем сказать, что такой связью скреплял Кант движения моря и землетрясения, но вставлял между тем и другим, как промежуточное звено, изменения, происходящие в недрах, для которых дают повод давление воды и ее удар. Исходную силу дают быстрые движения воды, но давление их передается через подземную среду.

Энгельс так отзывался об основных идеях Канта, изложенных в «Естественной истории и теории неба»: «Первая брешь в этом окаменелом воззрении на природу была пробита не естествоиспытателем, а философом. В 1755 г. появилась „Всеобщая и естественная история и теория неба“ Канта. Вопрос о первом толчке был устранен; Земля и вся солнечная сис-

тема предстали как нечто ставшее во времени. Если бы подавляющее большинство естествоиспытателей не ощущали того отвращения к мышлению, которое Ньютон выразил предостережением: „Физика, берегись метафизики!“ — то они должны были уже на основе одного этого гениального открытия Канта сделать такие выводы, которые избавили бы их от бесконечных блужданий по окольным путям и сберегли бы колоссальное количество потраченного в ложном направлении времени и труда. Ведь в открытии Канта заключалась отправная точка всего дальнейшего движения вперед. Если Земля была чем-то ставшим, то чем-то ставшим должны были быть также ее теперешнее геологическое, географическое, климатическое состояния, растения и животные, и она должна была иметь историю не только в пространстве — в форме расположения одного подле другого, но и во времени — в форме последовательности одного после другого. Если бы стали немедленно и решительно продолжать исследование в этом направлении, то естествознание продвинулось бы к настоящему моменту значительно дальше нынешнего его состояния».*

Специально по поводу теории действия приливов на Землю, данной Кантом, Энгельс правильно сказал: «Кант был вправе удовольствоваться этим результатом. Тогда еще отсутствовали все научные предпосылки для более углубленного понимания влияния луны на вращение земли. Ведь потребовалось почти сто лет прежде чем кантовская теория стала общепризнанной и прошло еще больше времени, пока открыли, что приливы и отливы — это только *видимая* сторона действия притяжения солнца и луны, влияющего на вращение земли».**

В другой своей работе Энгельс подчеркивал, что кантовская теория 1755 г. была величайшим завоеванием астрономии со времени Коперника. Им было «впервые поколеблено представление, что природа не имеет никакой истории во времени»*** В старых представлениях «Кант пробил первую брешь и притом сделал это столь научным образом, что большинство приведенных им аргументов сохраняет свою силу и поныне»****

Мы упоминали уже о том, что космогоническая теория Канта не была очень замечена современниками, хотя Кант возвращался к ней не раз: в 1782 г. он писал о кратерах Луны, а в 1791 г. была переиздана часть его большой работы.

Схема его приобрела известность после 1795 г., когда Лаплас в изящной форме вновь создал опыт космогонии в применении его к солнечной системе и ввел его в свою «Небесную механику». Тогда только, по выражению Вернадского (1922), «вызваны были из забвения старинные мысли Канта». Именно с тех пор гипотеза Канта—Лапласа вошла в научное сознание и стала частью научного миропонимания. Она в новом виде овладела сознанием специалистов и астрономов, и особенно геологов. Более того, в геологии она, эта космогония, странным образом легла в основу научных построений и выводов чисто геологического характера, дав основу картины мира. Она держалась в течение всего XIX столетия и даже части XX, так что в геологии до сих пор дают себя знать оставшиеся от нее идеи.

Какую судьбу претерпела у Лапласа идея Канта о роли приливного трения? После четких указаний Канта нельзя было не считаться с приливным трением, и Лаплас с ним считался, но он постарался доказать нулевое

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 10.

** Там же, стр. 78—79.

*** Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. Госполитиздат, М., 1948, стр. 54.

**** Там же.

значение этого фактора, стремясь показать нерушимость и незыблемость современной солнечной системы.

К этому результату Лаплас пришел сначала в отношении атмосферы. «Мы уверены, — писал он, — что в то самое время как ветры одного направления уменьшают движение Земли, другие движения атмосферы, которые имеют место вне тропиков, в том же размере увеличивают его» (Laplace, 1825). Действие атмосферы оказывается, таким образом, равным нулю.

В отношении приливов и отливов Лаплас говорил то же самое. «В общем верно, — писал он, — что воды действуют на Землю или в силу притяжения (*attractio*), или давления (*pressio*), или их трением; различные сопротивления, которые они проявляют, они суммируют воздействием на ось Земли, создавая движение примерно равное тому, которое получилось бы от действия Солнца и Луны на море как часть тела Земли» (Laplace, 1825). Однако Лаплас приходил к выводу, что это тормозящее движение является также равным нулю. К нулю сводятся, в конечном счете, результаты восточного и западного движений моря, ибо они друг друга нейтрализуют.

Лаплас приходил к выводу, что за 2500 лет истории сутки не изменились даже на $\frac{1}{100} - \frac{1}{500}$ секунды, т. е. на одну сорока трех миллионную долю дня, а радиус Земли за это время не изменился даже на 15 см. «Достоверно, что со времени Гиппарха длительность суток не изменилась даже на сотую секунду» (там же).

Это воззрение Лапласа выросло в своеобразную доктрину, которая господствовала в течение всего XIX в. над умами и геологов, и астрономов, а отчасти господствует еще и сейчас. В 70-х и 90-х годах прошлого столетия русский самородок — ученый Е. В. Быханов писал: «В течение долгого времени я безусловно веровал почти во все астрономические заключения и удивлялся способам, по которым производились в этой науке важные открытия. . . Но в одно время вера моя в некоторые из таких выводов, считавшихся учеными за аксиомы, поколебалась» (Быханов, 1877).

Быханову бросилось в глаза несоответствие утверждения Лапласа о постоянстве солнечной системы с открытием факта замедления вращательного движения Земли. Представление о постоянстве солнечной системы принятое Лапласом, ложно, подчеркнул он. Но большинство исследователей стояло в то время на точке зрения Лапласа, считая, что факторы, ускоряющие вращение и замедляющие его, находятся в равновесии, и в результате выявляется постоянство солнечной системы, при котором, естественно, движение планеты и участие ее в движениях всей солнечной системы не может проявлять себя какими-нибудь большими следствиями на Земле.

Однако Быханов решился, не считаясь с воззрениями Лапласа, высказать такой взгляд: «Устройство земного шара, его орбитное движение, вращение вокруг своей оси и даже движение Луны вокруг Земли, вопреки установившимся понятиям, находятся между собой в тесной связи и зависимости» (Быханов, 1894).

Этот взгляд несомненно являлся пророческим, и в наше время его можно считать истиной. В те же времена, когда он был провозглашен, он не мог быть понят, а тем более принят. В дальнейшем изложении мы это положение будем не раз вспоминать и, возвращаясь к его содержанию, покажем, как пришли в науке к утверждению этого положения.

Вернемся к Канту. Создавая свою «теорию неба», а также последующие работы, Кант справедливо полагал, что он развивает теорию тяготения Ньютона.

Надо сказать, что когда в 1727 г. Ньютон умер, то его идеи получили полное признание только в Англии. На континенте же они долго встречали сопротивление со стороны людей науки. Во время своего появления эти идеи находились в противоречии с господствующими философскими системами, особенно с идеями Декарта. А так как Декарт вел борьбу со схоластикой, то многим казалось, что Ньютон вновь возрождает схоластику, в особенности своим дальнедействием гравитационных сил на расстоянии. Поэтому идеи Ньютона, как отметил Вернадский, частично поддерживались теологами и искателями естественной религии, что еще больше осложняло научное торжество этих идей.

В 1743 г., когда Вольтер начал свою борьбу за идеи Ньютона во Франции, он писал, что «сейчас не найдется и двадцати человек, которые понимают Ньютона; но против него спорят и вкривь, и вкось, не прочтя его доказательств».

Борьба Вольтера за идеи Ньютона во Франции была победоносна. Он вел ее в сотрудничестве с хорошим математиком Эмилией Шатле и Клеро. Она привела к торжеству идей Ньютона во Франции, откуда, через упоминавшихся французов из состава Берлинской академии наук, она проникла в Германию. Труды Канта 50-х годов XVIII столетия являются одним из этапов этого утверждения ньютоновских идей.

Стремление осветить все явления открытой гением Ньютона первопричиной — всемирным тяготением — становилось в науке с 30-х годов XVIII в. все сильнее и сильнее. Под этим влиянием Ньютона находился и Кант, который считал себя его продолжателем (см. аналогичное указание Н. И. Идсльсона о Вольтере, 1948).

Резюмируя предыдущее, можно сказать, что в той части духовного наследия, которое Кант оставил в этой области, можно различать две стороны: космогонию и идею о роли водных приливов. Во времена Канта и немного позже казалось, что космогония — это более общее и главное, а океанические приливы являются только некоторой частностью небольшим попутным «узором». Так оно и было в то время, хотя сейчас соотношение этих двух частей духовного наследия Канта изменилось. Как правильно подчеркнул Энгельс в приводившихся нами его высказываниях о Канте, космогония Канта вырвала мир тяготения Ньютона из стационарности, ввела его в историю, разрушив, по выражению Энгельса, окаменелое воззрение XVIII в. на природу.

Это была колоссальная и важная перемена в научном мировоззрении, и сделал ее Кант. Он сам резонно и правильно считал, что его теория есть развитие положений Ньютона и несомненно выдвигаемые им причины движения светил вытекают из общих законов движения материи согласно теории Ньютона.

Что касается второй части, которая, как мы говорили, могла казаться деталью, то Энгельс оттенил ее важность в своем высказывании. Он указал, что для того времени это был важный результат, давший предпосылки для углубленного понимания влияния Луны на вращение Земли.

Судьба этих двух частей наследия Канта была разная. Первая часть была принята, но она, как это ни странно, скоро завела в тупик вследствие догматического изложения и толкования системы мира Лапласа.

Энгельс приводит в «Диалектике природы» интересную выписку из «Популярной астрономии» Медлера: «Весь механизм нашей солнечной

системы направлен, насколько мы в состоянии в него проникнуть, к сохранению существующего, к его продолжительному неизменному существованию. Подобно тому, как ни одно животное, ни одно растение на Земле с самых древнейших времен не стало совершеннее или вообще не стало другим, подобно тому, как мы во всех организмах встречаем последовательность ступеней только одну подле другой, а не одну вслед за другой, подобно тому, как наш собственный род со стороны телесной постоянно оставался одним и тем же, — точно также даже величайшее многообразие существующих в одно и то же время небесных тел не дает нам права предполагать, что эти формы суть только различные ступени развития; напротив все созданное одинаково совершенно само по себе.

Энгельс назвал эти слова «классическими». Они характеризуют, как сказано Энгельсом, «застывший характер старого воззрения на природу».* Если в биологии этот старый взгляд на природу скоро искоренился на основе вхождения в науку эволюционной теории в связи с идеей Дарвина и других, то в астрономии эта стационарная гипотеза продолжала господствовать до конца XIX в.

Геологическая наука твердо восприняла к этому времени то, что говорила астрономия. Это выразилось в следующем. В XIX столетии трудами Эли де Бомона, частично Дэна, а позже — Эд. Зюсса (Suess) и А. Гейма (Heim) выросла теория тангенциально-складчатого образования гор, создавшаяся на основе представления о термальном сокращении ядра Земли, на которое оседает, сминаясь и сжимаясь, земная кора, в результате чего повсеместно возникают горные цепи.

Американский геолог Б. Виллис в работе о тектонике Мертвого моря передал свою интересную беседу с Зюссом по поводу роли сил тяготения в тектонике Земли. Зюсс, оказывается, сказал Виллису, что главной действующей на Земле силой он считает тяжесть. Если это так, то можно подумать, что эта мысль Зюсса так же, как и теория Канта, идет по пути развития положений Ньютона.

Такой вывод был бы, конечно, не верен. Теория тангенциально-складчатого образования вовсе не идет по пути развития идей Ньютона, по которому несомненно шла теория Канта. Теория Канта осветила то взаимодействие гравитационных сил в ходе времени, которое привело к созданию планетной системы. Наоборот, соображения Зюсса о роли тяжести дают представление о чисто механическом применении тяжести в качестве причины оседания горных пород, но никакого развития дальше теории Ньютона, конечно, не дают.

Кант в своей «Естественной истории и теории неба» смог от статики планетной системы, дававшейся Ньютоном в свете действия сил гравитации, перейти, как мы говорили, к динамике на основе изменения соотношений сил притяжения и сил отталкивания, исторически создавшегося при движении планет и Солнца. Это был действительно шаг вперед в развитии идеи Ньютона.

Зюсс сделал другое. Считая действие тяжести важнейшим фактором на Земле и этим самым как бы подчеркивая огромную роль сил тяготения, Зюсс в то же время ни в статике, ни в динамике процессов Земли не нашел тяготению места, а главное действие тяжести увидел только в подчиненном охлаждению сжатии планеты. Когда в начале XX в. было доказано, что огненножидкого ядра в Земле не существует, а к 30-м годам такая точка зрения вполне утвердилась, выяснилось, что эта сторона наследия Канта

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 10.

завела науку в тупик. Как подчеркнул в 1939 г. Вернадский, «астрономическая мысль уже десятки лет развенчала гипотезу Канта — Лапласа в ее основах» (Вернадский, 1939, 1955).

Может показаться, что эта оценка противоречит той, которую давал этой теории Энгельс, ибо суждение о ней Вернадского явно более сурово. Однако противоречия между ними нет, ибо Энгельс оценивал историческое значение теории Канта, Вернадский же говорил о ее значении сейчас.

Кант первый связал, по его словам, космогоническую теорию с теорией тяготения Ньютона (Вернадский, 1922). Несомненно, подчеркивал при этом Вернадский, что теория Канта до сих пор «являлась наименее фантастической картиной былого Вселенной и оказывала многообразное и глубокое влияние на научную мысль и научную работу в геологии, астрономии и соприкасающихся с ними научных дисциплинах в течение целого столетия. В общем во все современные космогонии неизбежно входят многие положения, установленные Кантом, и это тем более естественно, что Кант свои положения строил на идеях Ньютона, охватывающих естествознание и бытие». Так писал Вернадский, и он был прав.

Однако иная судьба постигла другую часть наследия Канта — его идею о задерживающем влиянии приливов на вращение Земли. Она продолжала жить, мало этого, приобрела солидную опору в законе сохранения энергии и из гипотезы превратилась на этой основе в прочную научную теорию. Связано это с именами Ю. Р. Майера (Maier) и его продолжателей.

Несомненно, это было шагом вперед в развитии того ньютоновского мировоззрения, сторонником и продолжателем которого был Кант. В этом смысле Майер продолжал дело, начатое Ньютоном, и тем самым развивал идеи Канта.

Тяготение лишь одна из сил вселенной, но оно — главенствующая сила, причина этого кроется в том, что при больших массах и больших расстояниях поле тяготения сильнее всех других полей; если учесть сказанное, то на основе закона сохранения энергии ньютоновские механические силы объясняют всю механику больших масс.

Теория тяготения Ньютона и закон сохранения энергии (развитие идей Ньютона у Майера)

Касаясь борьбы за приоритет, в вопросе об открытии закона сохранения энергии, происходившей между Майером, Джоулем, Кольдинггом и Гельмгольцем, и отстраняя претензии на приоритет Гельмгольца и др., Энгельс правильно указывал, что сочинение Гельмгольца 1847 г. было превзойдено второй работой Майера в 1845 г. Между тем еще раньше в 1842 г. Майер уже утверждал неумничтожаемость силы, а в 1845 г. он, исходя из своей новой точки зрения, «сумел сообщить гораздо более гениальные вещи об „отношениях между различными процессами природы“, чем Гельмгольц в 1847 г.».*

Статьи Майера, объединяемые темой «Механика тепла», были им собраны и выпущены в свет в 1867 г. в виде сборника. В это первое издание входили четыре статьи. В 1874 г. он выпустил эти статьи вторым изданием, причем в это издание входило уже 10 работ. Наконец, в марте 1893 г. после смерти Майера новое издание было выпущено в наиболее полном виде Вейраухом, и в сборник вошли 13 работ. Это последнее издание

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 54.

(Maueг, 1893а) является наиболее полным и охватывает работы Майера за период с 1842 по 1876 г.

Вопреки существующему о Майере неправильному мнению, согласно которому он дал в 40-х годах основные свои идеи, а затем будто бы больше ничего не делал в области формулировки выдвинутых им закономерностей, нужно сказать, что он основные идеи свои развивал дальше после этого на протяжении 34 лет. Что именно он сделал, это видно будет из дальнейшего изложения. Надо заметить, что Вейраух в том же 1893 г., когда он выпустил «Механику тепла» Майера, напечатал другой сборник, относящихся к нему материалов, — книгу, содержащую его небольшие научные заметки, переписку с друзьями, учеными и женой (Maueг, 1893б), на которую мы в дальнейшем изложении тоже будем ссылаться. Оба эти сборника дают нам возможность составить представления о совокупности воззрений Майера в области теории Земли.

Теперь вполне ясен, как мы сказали, приоритет Майера, чем не отрицаются, однако, очень большие заслуги и остальных названных ученых. Следует оговориться, что хотя приоритет Майера ясен, но все-таки не он первый утверждал закон сохранения энергии. Если посмотреть шире, то нужно учесть, что Ломоносов еще в XVIII в. говорил о превращении и сохранении сил как основном законе мироздания. Однако и через сто лет после этого устаревшие традиционные идеи были достаточно крепки. В чем же заслуга Майера? В том, что, выступив против старых традиционных идей-предрассудков, он показал, что никакая энергия не возникает сама собой, а только превращается одна в другую. Из этого следовало и обратное, что если есть какая-то энергия и порождаемое ею движение, то они не могут пропадать, так сказать, впустую, а должны дать результат.

Вернадский в одной из своих статей по истории науки назвал Майера «гениальным самородком», который смог дать безупречно четкую формулировку закона сохранения энергии.

Нужна была, по выражению В. Оствальда, незаурядная независимость мысли, чтобы в сложных проблемах при этих условиях, т. е. будучи малообразованным самородком, найти до прозрачности простое решение.

Майер, обсуждая выводы Лапласа, в 1848 г. в письме к одному из своих друзей Рейшле сообщал, что он не присоединяется к выводу Лапласа о полной нейтрализации сил притяжения и отталкивания путем воздействия на прилив отлива. Здесь, по его мнению, нейтрализация не получается. Из воздействий Луны и Солнца на приливо-отливной эллипсоид вытекает, по его мнению, вековое нарушение скорости вращения. По Майеру, надо различать следующие процессы:

1. Воздействие Луны и Солнца на сфероид вращения Земли, особенно на положение оси; результат этого воздействия Ньютон обозначил как прецессию и нугацию.

2. Непосредственное воздействие на скорость вращения Земли, которое равно нулю.

3. Воздействие Луны и Солнца на приливо-отливной сфероид в отношении положения земной оси, которое рассматривается как незаметное.

4. То же влияние на приливо-отливной эллипсоид в отношении его вращения.

Лаплас считал значение притяжения ничтожным, но на самом деле оно не так мало. Лапласа это приводит к проблемам сохранения величины дня, объема и температуры Земли. Майер согласился с мнением Лапласа, когда он сводил на нуль действие ветров; но приливы и отливы,

по его мнению, не нейтрализуют друг друга, воздействие их заметно (Maueг, 1893а).

Главными статьями сборника научных произведений Майера, изданного Вейраухом, являлись: «Замечания о силах неживой природы», «Органическое движение в его связи с обменом веществ» и «Очерки по динамике неба». Наличие этих трех главных работ показывает, что по двум путям шел Майер, производя анализ движений в аспекте сохранения энергии, — по пути изучения органического движения и по пути изучения движений «неба».

Нетрудно понять, почему именно эти три работы являются главными среди работ Майера. Первая из них очень кратко и ясно формулирует основные общие положения закона сохранения энергии; вторая работа, говорящая об органическом движении в связи с обменом веществ, развивает идею сохранения энергии в применении к организмам; наконец, третья, посвященная динамике неба, развивает ту же идею в применении к небесным светилам. Нас особенно интересует третья работа, ибо она касается планетарной роли воды. Майер подошел к динамике неба со стороны закона сохранения энергии.

Я считаю необходимым напомнить читателю о том, как благодаря своеобразию мощной почти подсознательной интуиции подошел Майер к открытию закона сохранения энергии. По образованию своему он не был естествоиспытателем, а только врачом. Тем более при этих условиях изумительно, что он охватил своим законом явления очень широко, найдя его проявление и в динамике неба, и в явлениях в океане, и в явлениях органической жизни.

Исходным пунктом соображений Майера по поводу небесных светил, как он показал еще в небольшой заметке 1846 г., являлась мысль, что излучающие и нагретые тела теряют свет и тепло по мере охлаждения, и по мере этого они становятся темными и холодными (Maueг, 1893б).

Применяя это к Солнцу, мы должны допустить, что оно получает непосредственное пополнение, ибо иначе оно тоже постепенно имело бы ослабление энергии. Майер развивает два положения: сначала — что тепло превращается в механический эффект, а затем — что механический эффект порождает тепло (см. там же). В отношении Солнца Майер высказал мысль, что на Солнце падает огромное множество астероидов, которое пополняет запас его вещества. В связи с этим им высказывается гипотеза о своеобразии происхождения Солнца из слияния мелких частей — астероидов и метеоритов, что напоминает современную гипотезу О. Ю. Шмидта.

О Земле он тоже писал в этой работе, что она создалась в определенную эпоху из нескольких частей и что из этих частей одна лишь Луна продолжает оставаться обособленной. «Таким образом, — по его словам, — можно объяснить легко большие революции, которые имели место на планете, как и большую температуру ее глубин». Как общий вывод Майер формулировал, что «эффект механического сродства, т. е. эффект гравитации, на много может превзойти эффект химического сродства известных видов и что этот эффект как причина освобождения света и небесного тепла достоин особого внимания».

На эти идеи Майера было обращено мало внимания и лишь в 1862 г. Фай, отмечая значение идей Лапласа для геологии и физики Земли, указал, что его «по истине научные идеи» пытаются заметить идеями о долго «продолжающейся бомбардировке аэролитов, падающих из пространства на Солнце». Об этих идеях, выдвинутых Майером, Томсоном и Ватер-

стоном, для объяснения солнечного тепла Фай отозвался неодобрительно.

Подробным развитием этих идей и их продолжением явилась большая работа «*Beiträge zur Dynamik des Himmels*» (Mayer, 1893a), которая, вероятно, и Фаю, и Дюма не была известна.

Источники тепла планеты Майер искал в ее механике. Это, по его мнению, главный закон энергетике Земли (см. там же). В конечном счете, Майер пришел к выводу, что существование приливов и отливов приводит к уменьшению скорости вращения Земли. Земля, по Майеру, не всегда имела такой размер, как в современную эпоху, и пополнение ее массы массами второго-третьего порядка происходило постепенно. Тело Земли создано когда-то из отдельных частей. При этом процессе изменялась и температура Земли. Именно такое соединение частей вызвало повышение температуры. Майер полагал, что в течение истории Земли много раз изменялась скорость вращения, и вместе с тем происходили медленные изменения поверхности Земли. Если учесть, говорил Майер, что в определенные времена поднялись из глубины Альпы, Анды, пик Тенерифа и т. п., то придется сказать, что новейшие процессы преобразования планеты представляют слабое отражение старых процессов.

Майер подчеркивал, что в истории Земли можно различать несколько периодов. В ранние времена скорость вращения вследствие быстрого изменения формы Земли возрастала. Это — период увеличения (*Zunahme*) Земли. Позже должен был наступить период ее уменьшения (*Abnahme*), а между ними располагается период стационарного состояния, так что историю Земли можно разделить на три периода. Неизменная скорость вращения может относиться только к промежуточным временам стационарного состояния, которое относится к историческому времени существования человечества.

В 1851 г. была опубликована статья Майера «*De l'influence des marées sur la rotation de la Terre*» (Mayer, 1893b). Эту статью, написанную для Французской академии наук, Майер рассматривал как короткое резюме своих работ, направленных к разрешению вопросов, интересных для астрономии и физики, которые он в 1848 г. разрешил в работе о небесной динамике — о влиянии приливов на вращение Земли.

Приливы — это проявление гравитации, а «гравитация не является двигательной силой и не может сама преодолеть малейшее сопротивление, как и расстояние тел, которые имеют между собой всегда одно и то же притяжение». И далее: «Вращение Земли есть условие прилива. Это — источник, откуда берет начало живая сила, и эта живая сила ослабляется трением приливов». Приливы дают движение, противоположное вращению Земли. Остальные его выводы те же, что и в предыдущей статье, только изложены они более коротко.

Последний раз Майер вернулся к этим вопросам в статье «О землетрясениях» (Mayer, 1893a). В ней он считал Землю, как и раньше, огненножидким шаром и подчеркивал существование у Земли огненножидкого ядра.

Майер отмечал в этой статье, что Кант в решении этого вопроса был не вполне точен и при всей своей правоте не вывел всех следствий, что было им сделано в 1848 г. Те три периода, которые были даны для истории Земли, в этой работе 1848 г. охарактеризованы полнее.

Первый период, как мы уже говорили, является, по Майеру, периодом возрастания скорости вращения. Земная поверхность была в это время

раскаленной или теплой. Во второй период скорость перестала изменяться. Наконец, в третий период эта скорость убывала.

Резюмируя в целом результаты труда Майера в области данного вопроса, можно сказать, что по сравнению с Кантом и Лапласом он продвинул сильно вопрос к его полному и правильному решению.

Как и Кант, Майер большое внимание уделил землетрясениям. Им он посвятил в 1870 г., как мы видели, особую статью. Как и Кант, он исходил из того, что наша планета представляет огненножидкий шар, который прикрыт тонкой коркой, причем бесчисленные наблюдения и исследования показали повышение температуры с увеличением глубины. Землетрясения, как считал А. Гумбольдт, являются реакцией внутренних огненножидких масс на поверхность (Mauger, 1893a).

Механический эквивалент тепла, по Майеру, как следствие закона сохранения энергии дает разрешение загадки о связи землетрясений и охлаждения Земли. Последняя, указывал Майер, на две трети покрыта океанической водой, которая под действием приливов то поднимается, то опускается. Путем расчетов можно обнаружить, что сила приливов — это своего рода затрата энергии при вращении Земли. Она получается вследствие того, что из-за приливов и отливов создается давление на вращающуюся Землю.

Майер указал, что Кант не вполне точно обнаружил это явление и из этой истины не мог вывести всех следствий. За воздействием приливов скрываются обусловливаемые приливами связи тела Земли с другими телами вне Земли. Бросается в глаза принципиально иная, чем у Канта, постановка всего вопроса. У Майера понимание является гораздо углубленным, ибо вопрос связывается с законом сохранения энергии, в силу которого никакая энергия не может исчезать бесследно, а должна или дать новое движение, или временно перейти перед этим в потенциальную форму.

Надо думать, не случайным было то обстоятельство, что в анализе сохранения энергии Майер пошел по пути изучения двух видов движений: органического движения, связанного с обменом веществ, и движений «динамики неба», связанных с силою тяготения. Тяготение и его следствия были поставлены, у Майера, таким образом, на основу закона сохранения энергии. В результате произведенного им анализа выяснилось, что тяготение может быть должным образом понято в своих следствиях именно на основе сохранения энергии. Иначе говоря, это значит, что движения, создающиеся на основе закона тяготения Ньютона и тяготением создаваемых первичных движений, подчиняются закону сохранения энергии, открытому Майером. Оба закона — Ньютона и Майера — оказались имеющими самое прямое отношение один к другому.

Очень поучительно, что в «Очерках динамики неба» Майер связал, правда, не причинной, а временной хронологической связью процессы поднятия Альп, Анд и других гор с изменением приливного трения и приливов. и этим ввел свою мысль в трактовку геологических процессов.

Дальше ему помешала пойти фатальная почти для всех ученых XIX в. вера во внутреннюю энергию Земли, т. е. в существование ее горячего ядра. Только это препятствовало ему понять до конца, что силы, взаимодействующие во влиянии приливов на вращение, являются только гравитационными, что относится одинаково и к самому вращению планеты, и к приливам ее океана.

Познакомимся с высказываниями самого Майера по поводу связи закона сохранения энергии с законом тяготения Ньютона. «Известно

с давних времен, — говорил Майер, — что закон Ньютона в кеплеровских законах содержится как данное и что его можно вывести без труда из третьего закона Кеплера. Подобным же образом, как я показал в 1845 и 1851 гг., закон сохранения силы надо рассматривать как более общий, он является динамическим выражением того, что в статической форме изложено в законе тяготения» (Mayer, 1893б).

В другом месте, в своих автобиографических заметках, Майер писал, что «ньютоновский закон тяготения заключает в себе учение о сохранении силы» (Mayer, 1893б). Поясняя это, Майер говорил: «Как продолжение закона Ньютона для действия тел друг на друга выступает сохранение энергии без того, чтобы это последнее было связано со специальным законом» (там же).

А в «Механике тепла» (Mayer, 1893а), именно в статье «Beiträge zur Dynamik des Himmels», Майер в 1848 г. написал: «Теория тяготения Ньютона, которая из современного состояния Земли позволяет вывести первоначальное агрегатное состояние, учит нас познать источник тепла, который достаточен для того, чтобы тело расплавить; она учит рассматривать огненно-жидкое состояние планет как результат механической связи космических масс и она приводит к гомогенному процессу охлаждения, о чем говорит тепло внутри Земли».

Если у Канта влияние приливов на вращение Земли есть гипотеза, то у Майера на основе его закона сохранения оно обязательно следствие закона сохранения энергии. Вопрос только в величине его действия, которое подлежало изучению. В значительной степени этим объясняется то, что и после Майера эмпирические исследования по этому вопросу продолжались. Попутно на частных фактах они давали своего рода проверку закона сохранения энергии. К этим эмпирическим исследованиям относятся работы Адамса, де Лоне, Эри, Томсона и Тэйта и др. Все эти работы, как писал Энгельс в «Диалектике природы», показали, что к концу столетия действительно «кантовская теория стала общепризнанной».

Редактор сочинения Майера посмертного издания 1893 г. Вейраух ссылается в примечании к письму Майера, адресованному Рейшле, на новейшие исследования Адамса и де Лоне. По Адамсу, Луна отклоняется в каждое столетие на 5—7 суток от того места, на котором она должна была быть, если бы воздействия данной отклоняющей причины не было. Это отклонение происходит вследствие векового ускорения движения Луны, и Адамс теоретически определил величину этого ускорения, которое представляет собой явление соотносительное с замедлением вращения Земли. Именно оно есть его следствие. Таким образом, это явление существования отклонений Луны реально доказывало замедляющее действие приливов. Без последнего его не было бы.

В 1865 г., в 65 томе «Comptes rendus» Парижской академии наук, была напечатана работа де Лоне, в которой он обратил внимание на заметное ускорение среднего движения Луны (De Launay, 1865). Это — следствие прогрессивного возрастания длительности дня. Вековое ускорение движения Луны впервые указано было в XVI в. Галилеем. Лаплас также отметил, что вековое ускорение Луны есть следствие векового эксцентриситета земной орбиты. Лаплас, исправляя расчет векового уравнения, показал, что истинная величина этого векового уравнения невелика. Однако Адамс показал ее гораздо больший размер. Эта величина оказалась по меньшей мере вдвое большей, чем по Лапласу. Вековое уравнение большой величиной своей говорит об изменении длительности звезд-

ного дня и имеет в качестве своей причины замедление вращения Земли (см. там же), хотя этому, казалось бы, противодействует вековое охлаждение Земли. Де Лоне отметил, что им указана новая причина изменения суток — лунные приливы. Действие Луны на массу Земли, включая как твердое вещество, так и океаны, проявляет некоторое отличие результатов по сравнению с тем положением, если бы приливов не было. Это отличие вызывается тем фактом, что существование приливов создает пару сил, которая воздействует на Землю в направлении, противоположном вращению. Приливы-отливы создаются каждый раз одновременно в двух областях Земли, противоположных и расположенных в районе концов того земного диаметра, который соединяет Землю с центром Луны. Основная мысль формулируется так: «Нарушающие силы, которым обязаны периодические изменения поверхности моря (приливам) обуславливают прогрессивное замедление вращения Земли и создают таким образом заметное чувствительное ускорение движения Луны (De Launay, 1865). С выводами Лапласа это находится в несогласии.

В 1865 г. Джордж Биддель Эри (Airy) выпустил работу, в которой он целиком присоединился к взглядам де Лоне в отношении существования единой причины для замедления вращения Земли. Он говорил, что, по де Лоне, ускорение вращения Луны обязано замедлению вращения Земли и это последнее связано с действием приливов. Обработка данных приливов, по Эри, по необходимости весьма несовершенно приложима к реальному движению вод во всех усложненных условиях несимметричных границ, меняющихся мощностей и неизвестных законов трения.

Эри отмечает расхождения между реальной картиной и той, которая дается в работах Ньютона («Principia»), Лапласа («Mecanique celeste»), Эри («Encyclopedia Metropolitana»). Далее, автор старается ввести приливные условия и рассмотреть те затруднения, которые при этом получаются.

Наконец, в 1867 г. Томсон и Тэйт в своей книге (Thomson a. Tait, 1867) еще раз вернулись к изложению данной идеи. Энгельс говорил, что эти авторы выразили кантовскую концепцию в гораздо более общей форме, подчеркнув, что приливы — это «только видимая сторона действия притяжения солнца и луны, влияющего на вращение земли». Из слов Энгельса ясно, что Томсон и Тэйт (Thomson a. Tait, 1879) через 30 лет повторили идеи Майера, которые к тому времени полностью вошли в жизнь, в механику. Поэтому они, оперируя теми же явлениями, значение их видят уже не в движениях воды на планете, а в движениях самих светил и в этих последних усматривают исходные данные для теоретических толкований.

Томсон и Тэйт указывают, что «на всех небесных планетах, у которых как у Земли части их свободной поверхности покрыты жидкостью, имеются благодаря трению, ослабляющему приливные движения, также и косвенные сопротивления» (там же). Эти «сопротивления должны отнимать энергию от их относительных движений. . . Если мы станем. . . рассматривать действие одной лишь Луны на Землю с ее океанами, озерами и реками, то мы заметим, что оно должно стремиться уравнять период вращения Земли около оси и период обращения обоих тел вокруг их центра инерции; ибо до тех пор, пока эти периоды разнятся друг от друга, приливное действие земной поверхности должно все время отнимать энергию от их движения. . .» (там же).

Конечная тенденция приливов состоит в том, чтобы свести движение Земли и Луны к простому равномерному вращению с указанным перио-

дом и моментом вращения вокруг результирующей оси. При этом расстояние Луны от Земли увеличилось бы приблизительно в отношении 1 : 1.46, т. е. примерно до 347 100 миль, а период обращения достиг бы 48 или 36 дней. Если бы во Вселенной было только два тела — Земля и Луна, то они вечно двигались бы по круговым орбитам вокруг своего общего центра инерции, причем Земля вращалась бы в тот же самый период, обращая к Луне всегда одну и ту же сторону, «так что вся жидкость на ее поверхности находилась бы в относительном покое по отношению к твердой части шара. Но благодаря существованию Солнца подобное положение не могло быть постоянным. На Земле должны были происходить солнечные приливы — дважды прилив и дважды отлив в течение суток — связанные с периодом обращения Земли относительно Солнца. Это не могло бы продолжаться без потери энергии, без трения жидкости» (Thomson and Tait, 1879).

Нетрудно понять, что эта своеобразная концепция Томсона и Тэйта есть в сущности развитие идеи Канта о замедляющем действии приливов на вращение массы Земли. Трение является не только тормозом для движения масс, как это выглядело у Канта, но оно является, как и у Майера, формой превращения кинетической энергии в энергию молекулярную. Кинетическая энергия, таким образом, не исчезает впустую, а превращается в тепло и в энергию иного вида, действующую в веществе Земли.

Оценивая эти интересные выводы Томсона и Тэйта, Энгельс указал, что авторы сами не заметили одного важного обстоятельства, именно, что в своей теории приливного трения они выдвинули теорию, исходящую «из молчаливой предпосылки, что Земля является *совершенно твердым телом*, т. е. исключаящую всякую возможность приливов, а значит и приливного трения».*

Указание Энгельса, как будто отмечающее коренное противоречие в теории, говорит, что Томсон и Тэйт не дают никаких ссылок на внутреннюю энергию ядра Земли, о которой много, как мы видели, говорил Кант и уже меньше говорил Майер, причем каждый из них никак в сущности не привлекал эту подземную энергию для объяснения эффекта приливов. Томсон и Тэйт ясно показали, что эта энергия для толкований не нужна, а все можно объяснить, считаясь только с гравитацией.

К 1867 г. относится работа В. Томсона, написанная уже после первого издания предыдущей книги. Автор считал соображение де Лоне правдоподобным, но ссылаясь на Дюфура, который указывал, что запоздание Земли при вращении может быть связано целиком или частично с ростом момента инерции вследствие падения на поверхность Земли метеоритов.

На основании предыдущего мы можем сказать, что на промежутке от половины XVIII и до конца XIX вв. постепенно в физике и астрономии утверждалось положение о замедляющем действии приливов на вращение Земли. Умозрительной гипотезой это положение было у Канта, эмпирически обоснованной теорией сделал его Майер, а затем последовала детализация этого положения у Адамса, де Лоне, В. Томсона и Тэйта, Эри, и др. В 80-х годах этим вопросом стал заниматься Дарвин: им в 90-х годах написана была книга о приливах и их значении в солнечной системе. К этому времени данное положение, как это писал Энгельс в «Диалектике природы», «было общепризнанным среди физиков и астрофизиков», но геологи с ним не считались.

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 80.

Из прошлого геотектоники

Вернадский в своей уже цитированной нами работе о научном мировоззрении писал, что в истории науки мы на каждом шагу видим замену точного и истинного ложным и неправильным. Геология из двух больших идей Канта выбрала себе и, так сказать, облюбовала идею о внутреннем тепле Земли и придерживалась ее более полутора столетий.

В. И. Вернадский указывал, что геологи, исходя из гипотезы Канта—Лапласа и связанных с нею космогоний, пришли к идее длящегося охлаждения Земли и ее сжатия с вытекающими из этого последствиями в виде отражений этого явления на поверхности Земли в процессах горообразования и сейсмике. Он подчеркивал, что это воззрение в течение 140 лет не могло быть обосновано фактами, но именно оно доминировало в геологических построениях и до сих пор продолжает играть в них большую роль, правда, в измененном виде.

Сейчас можно твердо сказать, что хотя существование этого течения растянулось на длительный срок, почти в 200 лет, в основном принципиальном вопросе о бывшей расплавленности Земли и об объяснении этой расплавленностью основных геологических процессов оно заблуждалось и являлось в корне неверным.

Правильно сказал по этому поводу Вернадский: «Мы не видим в действительности в точных данных геологии проявления единого общепланетного геологического длительного сжатия Земли, проявлений единого планетного процесса орогенических и тектонических движений, из сущности этой гипотезы вытекающего» (Вернадский, 1939). И далее, Вернадский говорил, что на основе научных завоеваний последних десятилетий в области радиоактивности можно смело утверждать, что никакого расплавленного ядра внутри нашей планеты нет, а имеется лишь на некоторой глубине слой максимальной температуры не очень большой мощности, выклинивающийся в глубь Земли, и к ее поверхности. Вернадский знал, что идею о ядре уже в конце XIX в. отвергли и астрономы, о чем писал Дарвин. Окончательно пало это воззрение в 10-х годах нашего столетия вследствие успехов радиоактивной физики, в то же время «уже десятки лет, — писал Вернадский, — как астрономическая мысль развенчала канто-лапласовскую гипотезу в ее основах, и научное обоснование ее давно развалилось».

Таким образом, гипотеза о существовании центрального внутреннего ядра нашей планеты являлась научным заблуждением, которое начало свое существование с половины XIX в., проявившись в трудах Канта, Бюффона, Ломоносова, просуществовало все XIX столетие, отражая господствующее представление геологов, и сошло с научной сцены только в начале XX в.

Падение этой гипотезы Вернадский правильно назвал «коренным переломом геологической научной мысли» (Вернадский, 1939). Хотя в сущности, как правильно сказал Вернадский, в основе этого представления лежали «слишком глубоко проникшие в науку космологические построения XVII—XIX столетий» (там же), тем не менее с ними приходилось очень считаться, ибо в XIX столетии оно тесно связалось со всем представлением геологов о структурах. А. Гумбольдт еще в первой половине столетия отметил, что вулканизм есть реакция расплавленного ядра планеты против ее отвердевшей наружной коры, а авторитет Гумбольдта был очень велик. Не меньшим был авторитет двух более поздних сторонников этой

теории центрального огненного ядра, Зюсса и Гейма. Не надо забывать, что Гейм в своем труде о «Механизме горообразования» (1878), а позже в «Геологии Швейцарии» (1929), заложил основы долгое время господствовавшей тектонической теории, а Зюсс, помимо работы в этом направлении об Альпах (1875), в своем труде «Лик Земли» (1885—1914), дал огромный обобщающий синтез структур для всей планеты. Работы Гейма и Зюсса шли в рамках тех источников энергии геологических процессов, которые давали космогенические гипотезы расплавленной некогда планеты. Мудрено ли, что в этих условиях построения XVII—XVIII вв. прочно укоренились в науке, и хотя в принципе они разрушены, как мы сказали, в 10-х годах нашего столетия, но не исчезли из нее в полной мере и сейчас. Они играли и тем более играют теперь реакционную роль.

По указанным выше соображениям, считаясь с тем, что данный взгляд в истории науки, хотя он и держался в ней как господствующий очень долго, был заблуждением, я о нем распространяться не буду. В дальнейшем, излагая историю геологических воззрений, я постараюсь показать, что от этих идей о ядре можно было изолироваться даже в эпоху, когда они пользовались большим весом. Несмотря на это, в ходе истории мы будем видеть рост и развитие представлений об изменениях структур. При этом достаточно ясно выступит преемственность и прогресс в основных структурных геологических представлениях. Мы должны будем также учесть, что хотя большинство геологов и учило, что земля есть тело высокой температуры, на деле она означала тело холодное (Вернадский, 1939).

Между тем следует сказать, что с начала существования геологии не прекращалось и другое течение, не разделявшее этого взгляда и обходившееся при объяснении геологических явлений без тех трех идей, связанных с представлениями об охлаждении и сжатии планеты, которыми оперировало большинство геологов.

Изложив историю геологической мысли без ссылок на ложные объяснения действием огненножидкого ядра, мы тем самым лучше увидим процесс в эволюции идей и преемственность развития нашей науки в области представлений о генезисе структур Земли.

Начнем наше изложение с XVIII столетия, именно с крупнейшего шотландского геолога Дж. Геттона (Hutton), которого правильно считают одним из основателей геологии. В своей «Теории Земли» (1789, 1795) Геттон ничего не говорил о внутренности Земли и определенно не считался с существованием расплавленного ядра. По мнению Геттона, пласты, которые составляют наши материки, когда-то были покрыты морем и возникли из предшествовавших больших материков. Те же силы воздействия моря путем химического разложения и механического разрушения горных пород переносили вещества, их составляющие, в море и осаждали их там вновь, в результате чего образовались рыхлые пласты. Впоследствии подземный жар вновь их поднимал и заставлял местами изгибаться и трескаться.

Чтобы найти общий понятный вид механизма Земли, вследствие наличия которого она приспособлена к тому, чтобы быть обитаемым миром, необходимо различать вещества, из которых складывается целое. Здесь имеется: 1) твердое вещество, 2) водное вещество морей и 3) эластический флюид воздуха (Hutton, 1789, 1795). Образ и расположение этих трех веществ делает Землю обитаемым миром; это — тот способ, которым эти вещества сочетаются друг с другом, и те законы действия, которыми они друг с другом связаны, образуют теорию той «машины», которую мы изучаем в виде нашей планеты.

Гравитация и сила материала, писал Геттон, это — две различные силы нашей системы, и притом силы главные. Добавочные силы — это магнетизм и электричество (см. там же). Главные силы в основном объясняют все процессы на Земле. Геттон первый дал понятие об огромности геологического времени. Все события происходили очень медленно, но распространялись в течение колоссального времени. Геттон, по более позднему выражению Ляйеля, ощущал, как «воображение утомлялось и изнемогало от усилий постигнуть эту громадность времени. . . эти нескончаемые периоды». Ляйель этот взгляд Геттона на громадность «протекших времен» сравнивает со взглядом Ньютона на пространство. «Миры выступают из-за миров на бесконечно далеком расстоянии друг от друга и позади всех их, другие бесчисленные системы слабо обозначаются на границах видимой вселенной» (Ляйель, 1866).

Геттон допускал изменение наклона пород над Землей при вращении по сравнению с тепершними толщами (Hutton, 1789, 1795). В результате этого могли подняться континенты и встать на месте своего создания, но на это потребно и несколько тысяч лет.

В этих указаниях первого издания книги Геттона для нас интересно то, что тяжесть и проистекающие отсюда действующие в материке силы, связанные с вращением Земли, Геттон считал главными силами на Земле. Структура Земли рассматривается здесь, таким образом, в связи со структурой окружающего мира.

В отношении Геттона Вернадский, считавший себя его продолжателем, правильно говорил в своем докладе на Международном конгрессе геологов в 1937 г. (Вернадский, 1939), что Геттон, хотя и являлся плутонистом по современной терминологии, однако не виновен в тех предствлениях, объясняющих явления метаморфизма и высокой температуры концепцией геологически длительного охлаждения когда-то раскаленной Земли и непрерывного сжатия ее коры. Эти идеи, как правильно подчеркнул Вернадский, проистекли из других источников. Он напомнил, что одновременно с появлением второго издания «Теории Земли» в том же 1796 г. вышло блестящее увлекательное «Изложение системы мира» Лапласа, имевшее огромный успех. Лаплас дал в этом труде «общедоступно изложенную. . . теорию образования солнечной системы и нашей планеты» (Вернадский, 1939).

Геттон настаивал очень энергично на том, что геологию не следует смешивать с космогонией, это вещи разные. Задача геологии состоит вовсе не в том, чтобы открыть способ происхождения Земли, как думают некоторые; космологические причины к ее ведению не относятся. Поэтому Геттон утверждал, что геология не имеет никакой связи «с вопросами о происхождении вещей».

Первое издание книги Геттона появилось в 1789 г. В этой книге автор в противность непутонистам впервые конкретно показал образование гранитов из расплавленных масс путем внедрения их снизу и застывания в осадочной коре. Это указание, что базальт является древней лавой, было аналогично более раннему открытию Демаре.

По мнению Геттона, земная поверхность в течение своей истории многократно изменялась и вследствие существования вращения Земли стремилась совпасть, наконец, с фигурой равновесия. Большую роль тут играли воды, которые сносили песок и камни в океаны и разнесли их по дну последних. В итоге, материки подверглись в течение истории Земли разрушению и не раз пересоздавались.

Процесс этот происходил на фоне вращения Земли и во многом от последнего зависел. Полярные материка переносились при этом на эква-

тор. Эти «водяные» причины перемещения элементов суши Геттон не сопоставлял с приливами океана, но, видимо, приливы входили как частный случай в эти движения воды.

Перехожу к Пляйферу, автору большого труда — «Толкование Геттоновой теории Земли» (1802, 1822). Биограф Пляйфера Жефрейс писал, что Пляйфер решил дать к книге Геттона свои комментарии потому, что его «не удовлетворяло изложение самого Геттона».

Пляйфер полагал, что один факт вращения Земли со своей теперешней скоростью должен был привести форму Земли к фигуре равновесия. При этом жидкое состояние Земли вовсе не необходимо, чтобы она приняла сфероидальную форму. Поверхность Земли непрерывно изменялась вследствие накопления детритуса, когда же создавались новые горизонтальные отложения и они опять выдвигались внутренними силами, новая фигура в целом опять совпадала с поверхностью равновесия и была в основном перпендикулярна силе тяжести. Это — результат равновесия между силой гравитации и центробежной. Таким образом, и Геттон и его комментатор Пляйфер оба опираются на Ньютонову теорию тяготения.

При этом Пляйфер говорил о геологии и геологических явлениях и противопоставлял геологическую систему (Playfair, 1822) теории астрономической. Изменения формы Земли, отмечал ранее Пляйфер, должны были происходить при ее вращении. Она должна была быть иной в зависимости от скорости вращения и структуры.

В ходе этого процесса поверхность Земли, какой бы она ни была первоначально, должна была, в конце концов, прийти к равновесию. Он цитирует при этом Дж. Гершеля (сына), который утверждал, что центробежная сила должна была вызвать перемещение воды в океанах от оси. Около полюсов при этом должны были появиться глыбы материков. Кроме того, материки «теряли свой характер неподвижности», главным образом, вследствие размыва. Они «вполне подчинялись произволу водной жидкости».

Полярные материки вследствие этого разрушались, а продукты разрушения переносились на экватор. По истечении некоторого времени «при вращении Земли вода, — как писал Пляйфер, — разрушала полярные материки и переносила их на экватор, пока Земля не приняла форму сплюснутого или сжатого эллипсоида».

Водным причинам Пляйфер приписывал очень важную роль и заслужил даже упрек его продолжателя Ляйеля, что он неправильно излагает Геттона, у которого известную роль играют и «огневые причины» местного характера.

Астроном Гершель (1792—1871 гг.), поддерживал идеи Пляйфера (Гершель, 1861—1862), говорил, что при известной скорости вращения Земли материки должны были скопиться у полюсов, а океаны — около экватора. Гершель подчеркивал, что «при вращении около оси Земля стремится принять именно настоящую свою форму, соответствующую равновесию, и она приняла бы эту форму даже в том случае, если бы первоначально, так сказать, по ошибке она приняла другую форму».

Из этих высказываний Геттона, Пляйфера и Гершеля мы видим, что рядом со взглядом Лапласа определялась и утвердилась другая точка зрения, которая не подчеркивала огненножидкого происхождения формы Земли, а полагала, что даже твердое скопление материи должно было при вращении принять форму сфероида — форму равновесия.

В Германии продолжателем Геттона и Пляйфера был Гофф, как Ляйель был их продолжателем в Англии. Гоффа, как и Ляйеля, считают одним из представителей актуализма в геологической науке. Материал первых

томов его интересных книг (Hoff, 1822, 1824, 1834), посвященных «естественным изменениям поверхности Земли», распределяется так: в первом томе речь идет о взаимоотношениях между сушей и морем, во втором — об изменении твердой части земной поверхности вулканами и землетрясениями.

В предшествующей первому тому постановке вопроса, напечатанной в «Göttinger Anzeiger» в 1818 г., говорится: «Исследования поверхности Земли и различные положения, которые образует окаменелая земная кора, приводят к числу результатов, что не все части образовались одним и тем же способом и одинаково и что частично после первого образования она претерпела различные изменения. Если мы учтем, что относительный возраст некоторых разных частей различен и можно выделить различные большие земные катастрофы, то для нас станет невозможным определить времена, в которых эти образования и преобразования произошли или длительность тех промежутков, которые отделяли друг от друга большие земные революции».

В вводной части первого тома Гофф указывал, что Земля и вода являются двумя обособленными частями поверхности Земли. В первом томе он делает обзор основных земных морей и океанов — Средиземного и Черного морей, Атлантического океана, Балтийского моря, Северного океана и пр. В заключительных замечаниях к книге Гофф писал, что соотношение воды и суши представляют большую загадку физического земледования, еще неразрешенную тайну природы. Он указал на несколько гипотез, которые можно по этому поводу высказать.

Есть мнение, что количество жидкого вещества на Земле умножается и что при образовании твердых тел вода ими поглощается, переставая быть капельно жидкой, ибо ее содержат минералы и органические тела. Стивенсон считал, что вследствие химических процессов количество воды уменьшается. Есть далее мнение, что часть воды уходит в результате испарения, а в полярных областях и горах переходит в вечный лед. Есть, наконец, мнение, что Земля от других небесных тел отличается присутствием жидкой воды, которой на других более мелких телах гораздо меньше.

Неясно, не находится ли количество воды на Земле в каком-то равновесии? Может быть, указывал Гофф, какой-то свет на это явление может пролить распределение воды по телу планеты. Именно южное полушарие гораздо больше погружено в воду, чем северное, причем истинная причина этого не изучена. Это явление стоит, по Гоффу, в тесной связи с положением центра тяжести тела планеты. При этом маленькое изменение в распределении жидкого и твердого вещества, которое существует на Земле, должно оказывать влияние на положение центра тяжести.

Мысли об изменчивости положения центра тяжести, по словам Гоффа, не новы и до него высказывались несколькими авторитетами, и в частности в 1801 г. Бертраном. Что касается различия северного и южного полушарий, то здесь нет ничего случайного, безразличного. Форма частей тела может быть приписана приливной волне, большому приливу, который шел с юга на север. Ему когда-то предшествовала приливная волна обратного направления с севера на юг. В этих вопросах Гофф упоминает о своих предшественниках — Варениусе, Риччиоли, Лулоффе, Бюффоне, Бергмане, Канте и др.

Второй том произведения Гоффа начинается с рассмотрения вулканических явлений и связанных с ними разломов, погружений и поднятий с территорий, которые всегда сопровождаются землетрясениями.

При рассмотрении этих явлений автор подходит к вопросу о причине землетрясений. Они — в разложении окисляемых тел, при посредстве которого воспламеняющиеся вещества показывают неожиданную силу, проявляющуюся в извержении. Причину этого автор видит в разложении проникающей воды (Hoff, 1824). После этого теплые ключи автор сближает с извержениями. Далее, он устанавливает, что явления вулканизма создаются на больших глубинах (см. там же).

В конце своего изложения автор приходит к выводу о закономерном размещении вулканических линий на поверхности Земли. Этот закон, говорит Гофф, подчиняется астрономическому подразделению земной поверхности, подчиняется, таким образом, космическим воздействиям (см. там же). В результате получаются линии землетрясений: Исландская, Австралийских островов, Курильская, Японская, Патагонская, доходящая до Мексико, Карибского моря.

Гофф сближал землетрясения на этих линиях с вулканизмом и образованием гор. Линии те же. Он отмечал, что вулканизм никогда в низах своих проявлений не содержит рудных залежей. Однако Гофф подчеркивал, что это не геогностическая догма. В горных поднятиях эта связь наблюдается, и он приводит в виде примера Алтай, Карпаты, Богемский массив, Саксонские Рудные горы, Кордильеры, Анды, горы Мексики. Во всех этих случаях, по его мнению, имеет место окисление веществ недр, проникающее на большие глубины.

При оценке этих воззрений Гоффа интересно, что хотя он и не совсем тверд в некоторых своих взглядах, например идея о земном магнетизме и его роли (отрицание роли земного магнетизма, и подтверждение ее вслед за Генфсеном во введении книги), тем не менее взгляды ясны и отчетливы: он мыслит широкую связь и взаимодействие явлений на поверхности Земли с металлическим ядром внутри ее тела. Весь ход рассуждений и цикл идей Гоффа очень напоминает Канта, которого Гофф указал в числе своих предшественников.

Очень поучительно в связи с этим, что Г. Верле в 1900 г., приняв работы Канта, где трактуются землетрясения, за работы второй четверти XIX столетия, как это отметил Вернадский в своей статье о Канте, указал влияние на Канта одного из создателей актуализма в геологии — Гоффа, работа которого вышла через 20 лет после смерти Канта (Вернадский, 1922).

В 1834 г. вышел третий том исследования Гоффа. Здесь он написал: «Ни предания, ни наблюдения природных явлений не дают доказательств в пользу катастрофического всеобщего изменения земной поверхности однократного или многократного, сопровождающегося гибелью всего органического мира. Напротив, есть убедительные основания считать, что те изменения, которые мы устанавливаем и в установлении которых на поверхности Земли не ограничиваемся отдельными районами и областями, объясняются не какими-то исключительными природными силами, ныне бездействующими, а только обычными причинами, действием которых вызваны все наблюдаемые ныне явления природы. Чтобы объяснить все изменения поверхности Земли, вполне достаточно допустить непрерывное и постоянное действие как раз этих обычных сил, если только действие их имеет невообразимо огромную для нас продолжительность» (Hoff, 1834). Это буквальное, как мы увидим, повторение мотивов Ляйеля.

Продолжателем Геттона, Пляйфера и Гоффа был Ляйель (1792—1875 гг.). Об этом знаменитом геологе Энгельс сказал: «Лишь Ляйель внес здравый

смысл в геологию, заменив внезапные, вызванные капризом творца, революции постепенным действием медленного преобразования Земли.*

Геттон, точный наблюдатель и глубокий мыслитель, повлиял не только на Пляйфера, но создал целое течение, ярким выразителем которого после Пляйфера был Ляйель.

Характерной чертой всего этого течения являлось убеждение, что все явления на Земле создавались медленными, постепенно накапливающимися изменениями и что катастроф в истории Земли не было. Это — зачатки так называемого актуализма, достигшего полного развития у Ляйеля в его «Основаниях геологии» (1833), которые явились одной из крупнейших работ в истории геологической мысли.

Очень поучительна в связи с этим идея Ляйеля о том, что вулканические процессы не следует связывать с теорией векового охлаждения первоначального жидкого ядра Земли. Первоначального повсеместного жидкого состояния планеты Ляйель не допускал (Ляйель, 1866, 2). К идее о «центральной жаре» планеты Ляйель относился довольно скептически и, во всяком случае, даже если этот жар имеется, он не допускал воздействия его на поверхность. По вопросу о толщине земной коры Ляйель ссылался на необычайно интересную и сейчас серию статей Гопкинса по физической геологии, хотя эта серия напечатана более ста лет тому назад (Hopkins, 1839, 1840, 1842).

Гопкинс первым выдвинул аргументы в пользу отверделости Земли внутри, основанные на силе тяготения. Он ссылался на так называемое «предварение равноденствий», которому дают сейчас название «прецессии» и которое происходит от притяжения Солнца и Луны, и главным образом Луны, на части земного экватора. Гопкинс пришел к выводу, что такая прецессия будет различной для совершенно жидкой Земли, для Земли с тонкой корой и для Земли с корой толстой. В результате расчетов Гопкинс приходит к выводу, что толщина земной коры не меньше $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{5}$ земного радиуса, а, вероятно, гораздо больше этой величины. При такой толщине земной коры центральный жар, по Гопкинсу, конечно, проходить через нее не может.

Ляйель к этому присоединялся. Однако в своих выводах он шел дальше. По его расчетам, законы прецессии и нутации твердого тела, заключающего жидкость, должны значительно отличаться от движения Земли. Отсюда он делал вывод, что вернее всего внутренность Земли не может быть жидкой и расплавленной.

Вместе с Пуассоном (Poisson, 1827, 1833) Ляйель отвергал учение о высокой температуре центральной жидкости (Ляйель, 1866, 2) и подводил к мысли о том, что вулканический жар могут производить химические причины. В то же время он подчеркивал, что «нет никаких положительных доказательств, подтверждающих вековые уменьшения внутренней теплоты, сопровождаемые сжатием объема» (Ляйель, 1866, 1).

По его мнению неубедительны указания о существовании раскаленного ядра. Внутренний жар мы можем приписать химическим изменениям, постоянно совершающимся в земной коре вместо первоначальной центральной теплоты (Ляйель, 1866, 2). Идею же о существовании этой теплоты он считал несообразной с законами, управляющими распространением теплоты в жидких телах. Сфероидальность фигуры Земли, по его мнению, вовсе не доказывает ее первоначального жидкого состояния. Она связана при вращении планеты с действием центробежной силы.

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 11.

Надо еще отметить, что, по взглядам Ляйеля, в течение геологической истории Земли суша и море постоянно менялись своими местами, и материки в течение своей геологической истории изменяли свое положение. Например, нередко «большие объемы суши переносились из жаркого пояса в умеренные широты» (Ляйель, 1866, 1). Или в другом месте он говорит «об изменяющемся положении материков в течение геологического времени, при котором материки постоянно передвигались из одной части земного шара в другую» (там же).

Оценивая все эти идеи Ляйеля, нужно сказать, что они необычайно интересны. Характерной чертой является то, что они близко стоят к эмпирии. Ляйель старается не вводить ничего, что выходит за пределы эмпирии и строго придерживается того, что видно в фактах непосредственно. В этом и сила, и слабость Ляйеля, и вместе с тем отчасти всего этого научного течения. Сила здесь в том, что нет никакой фантастики в построениях этих ученых; слабость же заключается в том, что теории их, ограничиваясь эмпирией, достаточно полных объяснений не в состоянии дать фактам.

Ляйель разделял на Земле то, что создается причинами водяными, от того, что производят причины огневые. При этом напомним, что наличия огненножидкого ядра Ляйель не признавал, но на местные огневые причины он указывал. В результате нетрудно себе отдать отчет в том, что, когда Ляйель анализировал явления поднятий и опусканий, вулканические явления и землетрясения, он не был в состоянии дать их объяснения. Это бессилие в объяснениях характерная черта всего данного направления.

Иногда автор подходил к очень интересным явлениям, к которым его вплотную приводили факты, но объяснения явлений он дать не решался. Вот, например, вопрос о связи землетрясений с изменениями атмосферного давления. Он приводил по этому вопросу ряд фактов, свидетельствующих о воздействии атмосферы, в ходе изменения ее давления, на жидкие лавы в очагах и на подземные движения земной коры. Он выводил закономерность о том, что зимой землетрясения происходят чаще, чем летом.

Однако он присоединялся к Д. Аршиаку в том, что по этому вопросу преждевременно выводить общие заключения относительно законов подземных движений на всем земном шаре (Ляйель, 1866, 2). Единственный вывод, который он себе позволяет здесь, это — вывод о том, что «перемены климата совпадают с замечательным переворотом в первобытном положении моря и суши». Общего вопроса о взаимоотношении оболочек земли в широкой форме он не ставил, хотя повод для этого фактами давался.

Далее, Ляйель рассматривал вопрос о роли движений «больших водяных масс на планете», куда относятся приливо-отливные движения и течения, и видел результаты их, главным образом, в разрушении частей твердой земной коры и образовании новых пластов. Иных результатов воздействия он не видел.

Это очень показательно и интересно, ибо говорит о том, что ни одна из двух идей Канта, которыми он, по словам Энгельса, обогатил современное ему естествознание, не нашла отражения в работах Ляйеля: от идеи об огненножидком состоянии и постепенном охлаждении земного шара он отказался с самого начала, второй же идеи Канта — о приливах как факторе, изменяющем вращение Земли, Ляйель, по-видимому, просто не знал. Однако перемещения больших земных масс водами океана он, как и Гет-

тон, признавал. Это приближает его к мыслям Канта. Признавал он и движения материков в связи с вращением Земли.

Хотя заслуги Ляйеля огромны и правилен в основных чертах его актуализм, или, как называл его Гексли, униформизм, сейчас в него следует внести все же некоторые поправки. Энгельс писал: «Недостаток ляйелевского взгляда — по крайней мере, в первоначальной его форме — заключался в том, что он считал действующие на земле силы постоянными, — постоянными как по качеству, так и по количеству»; * изменений ритма событий в ходе развития Земли для него нет. Следует отметить сходство некоторых идей этой школы геологов с идеями Канта (я имею в виду идеи Ляйеля и Гоффа).

Промежуток между 40-ми и 70-ми годами XIX в. можно отметить как время вхождения второй кантовской мысли в геологию, а через это — внедрение в нее ньютоновских идей. До этого идея Канта жила в геофизике. Внедрение ее в геологию осуществил, главным образом, Майер (1814—1872 гг.), который связал закон всемирного тяготения Ньютона со своим важнейшим законом сохранения энергии, показав, что потеря работы, обусловленная приливами и отливами, должна вызвать уменьшение скорости вращения Земли. Те же выводы затем были повторены Гельмгольцем, В. Томсоном, де Лоне. Они заметно облегчили вхождение этой теории в геологию, что, по нашему мнению, и осуществили в дальнейшем Дарвин (1879, 1898, 1922) и Энгельс.

Следует напомнить в связи с этим слова Вернадского: «Почти через сто лет после Канта, — писал он по поводу Майера, — в 1848 году тот же совершенно верный вывод из механической картины неба был вновь независимо от Канта сделан гениальным самородком Робертом Майером, повторен Гельмгольцем, Томсоном, французским астрономом де Лоне и, наконец, в наше время привел к одной из наиболее оригинальных космогонических гипотез — к гипотезе мироздания Джорджа Дарвина» (Вернадский, 1922).

Идеи Майера имели огромное принципиальное значение. Они создали крупный перелом в наших воззрениях на энергетику планеты и сделали невозможным рассматривать энергетику нашей планеты как какое-то изолированное, внутреннее, замкнутое в себе «самопорождение». Между тем именно так мыслили себе в его время энергетику Земли геологи.

Освоение этих замечательных идей Майера заняло не меньше, чем целое столетие и в полной мере они не освоены еще и сейчас, так что геологи, например, как и в дни Энгельса, по инерции продолжают представлять внутреннее «хозяйство» Земли замкнутым и вхождение туда солнечной энергии считают преувеличением. Однако освоение идей Майера на протяжении столетия, т. е. последней трети XIX и первой половины XX в., все же происходило, и шло оно постепенными этапами.

Здесь небезынтересно отметить, что одним из первых этапов освоения этих идей было принятие теории Майера об усвоении энергии света солнечными лучами растениями и о накоплении в последних запасов энергии. Как говорил Майер, природа облекла земную кору организмами, которые в течение своей жизни сберегали солнечный свет и за счет этого образовывали непрерывно пополняющийся запас химического напряжения. Растительный мир — это склад, в котором лучи солнца задерживаются и запасаются для дальнейшего полезного употребления (Mayer. «Die organische Bewegung in ihren Zusammenhänge mit der Stoffwechsel»).

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 11.

На основе идей Майера К. А. Тимирязев написал и в 1875 г. опубликовал статью «Растение как источник силы», в которой указал, что «Майер первый высказал мысль, что солнечный свет не только. . . затрачивается, расходуется, поглощается растениями», но что «живая сила луча при этом превращается в химическое напряжение» и что «этим запасом солнечной энергии мы пользуемся в нашем топливе, в жизненных процессах в нашем организме» (Тимирязев, 1948а). «Уголь древесный или каменный произошел в растении из углекислоты, разложенной солнечным лучом. . . а солнечный луч это — сила» (там же).

У Тимирязева в той же статье имеются такие интересные слова: «Кроме силы морского прилива, которой пользуются в нескольких портах Европы и которая зависит от притяжения Луны и Солнца, все остальные двигатели, все остальные источники силы прямо или косвенно зависят от силы солнечных лучей».

Отсюда видно, что Тимирязев, следуя Майеру, четко понимал, что, кроме лучей Солнца как источника энергии, на основе закона тяготения происходит и прямая передача от Солнца и Луны механической энергии. Это указание Тимирязева надо надлежаще оценить. Ведь оно относится к 1875 г.

А в 1926 г. Вернадский в первой главе своей «Биосферы» дал широкую картину световых излучений различных светил, и прежде всего Солнца, которые падают на Землю и делают на ней возможным существование жизни. Эти излучения вместе с тем — предпосылка создания биосферы. Лишь мельком автор говорит о движении тел на Земле «под влиянием тяготения». Явно здесь имеются в виду те же приливы, о которых упоминал Тимирязев.

Ни Вернадскому, ни Тимирязеву для их целей сила приливов была ненужна, и потому они на них большого внимания не обратили, но приходится сказать, что мало обратили на них внимания и геологи при анализе земных движений. Только после Дарвина и Энгельса геологи начали эти идеи осваивать.

Однако и поныне они еще не освоили для своих целей и замечательных идей Майера о роли излучений Солнца в жизни земной коры. Долгое время геологи представляли себе, что это большое явление излучений имеет значение только для биологов; геологи же им не интересовались как фактором исчисления энергетики земной коры.

Возвращаясь после всего изложенного к Майеру, очень поучительно сказать, что значительная часть выводов из положений названного учебного была сделана лишь через сотню лет после того, как были формулированы известные уже нам основные его идеи, и вместе с тем поучительно то, что только через такой значительный промежуток времени стало ясным и значение его идей для геологии. Таким образом, в полном своем объеме идеи Майера были поняты геологами очень поздно, в нашем столетии.

Вернемся к основной мысли нашего изложения — к развитию геологических идей после Майера. Развитие того течения в геологии, которое мы выше характеризовали и освещение которого мы закончили Ляйелем, продолжалось и после Ляйеля. Надо отметить, что как раз в эти годы среди ряда геологов начинает консолидироваться то господствующее, я бы сказал, реакционное течение, которое ярко выразило представление об огненножидком содержании земного шара и о том, что именно это огненножидкое содержимое Земли создает дислокации Земли, тектонические землетрясения и вулканические явления.

Яркими выразителями этого направления явились Зюсс и Гейм. Их две книги, как мы уже указывали, представляют собой настольное «евангелие» тангенциально-складчатого образования. Сама по себе теория тангенциально-складчатого образования гор представляет заблуждение, о чем я подробно писал в 1948 г. Заблуждение Зюсса и Гейма возникло неслучайно.

Первая тектоническая теория после М. В. Ломоносова была сформулирована П. С. Палласом (Pallas) в 1777 г., в ней выражена идея о ступенчатом строении гор. Эта теория и сейчас представляет интерес, ибо в ее основу положены факты реальных наблюдений на Урале и Алтае. Теория была сочувственно встречена на Западе. О ней хорошо отзывался Кювье, и ее принял Эли де Бомон.

Против названной теории и против Эли де Бомона, как продолжателя ее идеи, выступил Ляйель, формулировав вместо идеи вертикального поднятия идею тангенциально-складкообразовательного процесса, которую затем подхватили Зюсс и Гейм. Эта теория меньше отвечает эмпирическим наблюдениям, чем теория Палласа, поэтому в конце XIX в. к последней теории Ляйеля пришлось вернуться. Сюда относятся, по указанию Ф. Ю. Левинсона-Лессинга (1902), работы де Геера. Во всяком случае к концу XIX в. было установлено, что именно вертикальные движения создают подъем гор. Роль вертикальных движений еще за 100 лет до Палласа была указана Николаем Стено в 1669 г.

Правильно сказано во вступительных статьях В. В. Белоусова и И. И. Шафрановского к русскому изданию книги Стено (1957), оценивающих его особую роль в истории геологии и кристаллографии, когда считается, что этих наук еще и не существовало. Белоусов и Шафрановский указывали, что представления Стено о природе тектонических процессов, происходящих в земной коре, кажутся современному геологу примитивными. Тем не менее можно с полным правом сказать, что в наблюдениях этого замечательного ученого кроется современная геотектоника.

Ведь именно Стено первым понял, что первоначальное залегание слоев в земле является горизонтальным; только это и позволяет понять последующие деформации земной коры. Огромный интерес при этом представляет указание Стено, что одни из этих слоев «остаются параллельными горизонту, другие становятся перпендикулярными, большинство же образует с ним косые углы, некоторые же, состоящие из вязкого вещества, изгибаются в дугу» (Стено, 1957).

Могут сказать, что эти слова — зародыш представления о том, что сейчас называют *горно-складчатыми структурами*. Но я хочу обратить внимание на то, что Стено определенно подчеркивает ступенчатость гор. Он говорит сначала о «вершинах», затем о «боках», после этого о «противоположных склонах холмов», и затем делает переход к «подошве. . . массива гор». При этом интересно указание, что на вершинах некоторых гор находятся огромные «плоскости» и «множество слоев, параллельных горизонту».

Разве последние слова не зачаток представления о денудационных поверхностях? На этом основании вполне можно сказать, что хотя Стено первый заговорил о горах как горно-складчатых структурах, но затем, ближе ознакомившись с предметом, он определенно подчеркнул, что эта структура является горно-ступенчатой. К сожалению, последователи Стено, которыми являются все геологи, не заметили у него этого последнего взгляда, продолжателями которого в недавние годы был И. Г. Кузнецов, а теперь является Ван Беммелен.

Сейчас ступенчатость горного рельефа доказана в теории двупричинного тектогенеза Ван Беммелена (1956), который показал, что основной тектогенез — это вертикальное поднятие, а далее, как его следствие, создается на поверхности вторичный гравитационный тектогенез, куда входят тангенциальные движения.

Заслуживает внимания, что в тот самый год, когда вышла в свет книга Зюсса об Альпах (Suess, 1875), выдвигающая теорию о создании дислокаций Земли огненножидким ее содержимым, в России была опубликована книга П. А. Кропоткина (1875), идущая в разрез и с этой идеей, и с тангенциально-складчатой теорией образования гор; эту книгу он считал своим главным вкладом в науку. Изучение орографии Восточной Сибири, по мнению автора, не только нигде не указывает «на воздействие расплавленного ядра на земную кору», но даже заставляет безусловно отвергнуть эту фантастическую гипотезу. Для объяснения основных черт строения Восточной Азии «приходится искать разгадку в причинах более общих, теллурических». Не нашел Кропоткин и признаков тангенциально-складкообразовательных движений, а только признаки чисто вертикальных поднятий и опусканий. Работу свою Кропоткин не закончил, а свои общие оригинальные тектонические идеи полностью развить не успел.

К 1877 г. относится выход в свет в г. Ливны работы Е. В. Быханова. Эта книга была издана анонимно, и имя ее автора было выяснено Н. И. Леоновым лишь в 1948 г. Книга называется «Астрономические предрассудки и материалы для образования новой теории образования солнечной системы».

Автор полагает, что «устройство земного шара, его орбитальное движение, вращение вокруг своей оси и даже движения Луны вокруг Земли вопреки установившимся понятиям находятся в связи между собой» (Быханов, 1877). Процессы горообразования автор связывает с воздействием вращательного движения планеты. Раньше Земля, по его мнению, вращалась быстрее, чем теперь. Тогда не было никаких гор, но затем они создались, когда предел ускорению вращения положила «сила Луны». «Горы тем больше обнаруживались. . . , чем больше замедлялось вращение земного шара (там же).

Автор опровергает широко принятые представления о внутреннем огненножидком состоянии Земли. Возрастание температуры в глубину и высокую температуру лав автор объясняет, следуя идеям Фохта, без привлечения жидкого ядра. Фохт объяснял внутреннюю теплоту химическим процессом. Источник теплоты Земли находится, по его мнению, не в центре Земли, а в пластах планеты. Вопрос об образовании гор с теорией планетной системы в целом не имеет ничего общего, а от недр это образование не зависит. Создание гор связано с материками, которые перемещались и на себе несли горы. То, что автор говорит о перемещении материков, очень интересно, а конкретные факты, приводимые им по вопросу о генезисе Атлантического океана, поразительно совпадают с тем, с чем через много лет написал в своих работах Вегенер. Более подробно к этому вопросу мы еще вернемся.

Большое значение Быханов приписывал замедлению вращения Земли и роли в нем приливов. Он, конечно, знал идеи Майера. Изменение положения земной оси неизбежно в связи с изменением положения материков, причиной же последнего он считал вращение планеты. Суточное вращательное движение Земли и приливы вместе определяют движение материков.

В этот период в английской науке конструировалась доктрина о твердости тела современной Земли. Главой этого течения был Вильям Томсон

(Thomson, 1864), который, придя к выводу, что Земля — тело твердое, сопоставлял ее в связи с этим по прочности со сталью и стеклом.

Вторил Томсону Дж. Дарвин — его продолжатель и ученик. Оба они стоя на этой точке зрения считали, что Земля — это твердое тело с большой негибкостью и негибкостью. Земля, по мнению Дарвина, насквозь тверда, и на тысячи миль от поверхности породы тверды, как гранит, и даже крепче гранита. А так как Земля стала твердой, а раньше была иной, то структура ее унаследованная.

В связи с такими взглядами у этой школы создалось представление, характерное именно для английской науки, что когда жидкая фаза Земли превращается в твердую, это — симитом создания новой стадии бытия планеты. В эту позднюю стадию получилась неизменность формы вследствие отвердения.

По Томсону (лорду Кельвину), здесь перестали действовать силы тяготения, заменившись трением. Такое понимание привело к тому, что английские теоретики приравнивали твердость Земли в целом, т. е. твердость огромного планетарного твердого тела к твердости малых конкретных тел в пределах нашей планеты. Отсюда-то и возникли применяемые к Земле термины «негибкость», «негибкость», «окаменелость». Дело дошло до того, что Томсон стал сравнивать Землю «со стальным шаром того же размера без взаимного тяготения частей» (Thomson, 1864).

Перенос на тело планетарных размеров свойства малых тел и не видя в прочности последних никаких указаний на действия сил тяготения, Томсон сделал странный вывод, что и в большом теле, если оно твердо, силы тяготения себя не проявляют. Эта мысль Томсона была быстро подхвачена другими учеными.

Однако, делая такой вывод, Томсон допускал серьезную ошибку, так как Земля одним своим размером оказывает огромное влияние на физические свойства составляющих ее масс. Хорошо позже об этом писал А. Вегенер в своей замечательной книге «Происхождение материков и океанов» (1925). Он говорил: «Маленькая стальная модель шара ведет себя в лаборатории совершенно так же, как твердое тело. Но такой же стальной шар, размерами с Землю, под влиянием своих собственных сил притяжения потечет, если не сразу, то во всяком случае тогда, когда ему для этого предоставим необходимые тысячелетия. Здесь мы наблюдаем переход от преобладания молекулярных сил к силам, обусловленным массами».

Эта мысль здесь хорошо формулирована Вегенером, но она принадлежит не ему, а русскому геологу И. Д. Лукашевичу, который, в сущности, развил дальше идею Даламбера о том, что формы равновесия твердого вещества в больших массах обусловлены теми же силами тяготения, что и формы равновесия вещества жидкого. Поэтому тяготение вовсе не отступает куда-то перед сцеплением, а именно скрепляет твердые большие массы.

Прекрасное сознание того, что прочность Земли определяется ее гравитационными силами, а, отнюдь, не силами сцепления или внутреннего трения, как думают некоторые, видно у Энгельса, и он же указал направление мысли, в котором надо идти, чтобы понять тектонические явления. Энгельс писал: «Возьмем. . . какую-нибудь телесную массу на самой нашей земле. Благодаря тяжести она связана с землей подобно тому, как земля, со своей стороны, связана с солнцем».*

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 50.

Эти слова Энгельса показывают, что он глубоко понимал сущность сил, объединяющих тело Земли в одно целое, и был далек от тех поверхностных и неправильных идей (о внутреннем трении), которые мы только что видели у Томсона.

Еще яснее будет преимущество идей Энгельса, если мы продолжим цитату дальше: «Но в отличие от земли эта масса не способна к свободному планетарному движению. Она может быть приведена в движение только при помощи толчка извне. Но и в этом случае, по миновании толчка, ее движение вскоре прекращается либо благодаря действию одной лишь тяжести, либо же благодаря этому действию в соединении с сопротивлением среды, в которой движется рассматриваемая нами масса. Однако и это сопротивление в последнем счете является действием тяжести. . .». Энгельс указывал, что в нормальных условиях тяжесть и ее давление играют, таким образом, консервативную роль, охраняя целость Земли. Именно, как говорил Энгельс, «. . . на земле. . . притяжение благодаря своему решительному перевесу над отталкиванием стало уже *совершенно пассивным*».* Поэтому «в земной чистой механике отталкивающее, поднимающее движение должно быть создано чисто искусственно: при помощи человеческой силы, животной силы, силы воды, силы пара и т. д.». «Это обстоятельство, эта необходимость искусственно бороться с естественным притяжением, — говорит Энгельс, — вызывает у механиков убеждение, что притяжение, тяжесть, или, как они выражаются, *сила тяжести*, является самой существенной, основной формой движения в природе».** Как видно из контекста, речь здесь идет о природе в рамках «земной чистой механики».

Но что же такое силы извне? Они, конечно, в природе не искусственны, а столь же естественны, как и сама тяжесть на Земле. Найти эти силы, значит объяснить, говорит Энгельс, «откуда берутся „силы“, посредством которых. . . на Земле массы приводятся в движение в направлении *против* силы тяжести»***

По мнению Энгельса, механика принимает существование этих сил как нечто данное, и он напоминал, что «притяжение и отталкивание столь же неотделимы друг от друга как положительное и отрицательное, и поэтому на основании самой диалектики можно предсказать, что истинная теория материи должна отвести отталкиванию такое же важное место, как и притяжению, и что теория материи, основывающаяся только на притяжении ложна, недостаточна, половинчата»****

Таким образом, не притяжение, говорил Энгельс, составляет сущность материи, а притяжение и отталкивание, вместе взятые. Все процессы природы двусторонни: они основываются на отношении между, по меньшей мере, двумя действующими частями, на действии в противодействии. Так как они сопряжены и неотделимы, то они равны между собой. Но когда тело находится в движении, то формами движения являются притяжение и отталкивание. Всякое движение состоит во взаимодействии притяжения и отталкивания, а мы видим их взаимодействие.

Так как, по Энгельсу, преодолеть притяжение может только толчок извне, то вполне понятным является его указание, что «активным движением мы обязаны притоку отталкивания, идущему от солнца». Припомним, как мы говорили выше, что телесная масса на Земле так же связана с Зем-

* Ф. Э н г е л ь с. Диалектика природы, стр. 55.

** Там же, стр. 51.

*** Там же, стр. 198.

**** Там же, стр. 195.

лей, как сама Земля связана с Солнцем. Но, очевидно, сопоставленные друг с другом эти две силы притяжение и отталкивание ощущаются как противоположные по направлению: если одна сила — связь Земли с предметами, на ней находящимися, есть притяжение, то другая сила — связь с Солнцем есть для этих же предметов отталкивание, ибо, как писал Энгельс, «отталкивательная „сила“ . . . действует в направлении *обратном* направлению тяжести».* Отсюда и представление о том, что от Солнца к этим предметам идут силы отталкивания. Идут они и от Луны, и правильность этого толкования подтверждается словами Энгельса, взятыми у Томсона и Тэйта, что «имеется взаимное действие и противодействие притяжения между массой луны и массой земли».** Как есть приток отталкивания, идущий к Земле от Солнца, так же точно имеется такое же «отталкивательное», т. е. противоположное земной силе тяжести, действие Луны на Землю,*** на почве которого возникают приливы; в создании их наряду с Луной участвует, впрочем, и Солнце.

Очевидно, на основании предыдущего изложения и анализа идей Энгельса, когда мы говорим о силах отталкивания, действующих на Землю, Луну и Солнце, — это только примеры воздействующих на Землю отталкивательных сил, противоположных земной тяжести. Ясно, что такой толчок извне, преодолевающий земную тяжесть, может происходить и от других светил, раз они связаны с Землей силами тяготения. По отношению к телам Земли эти светила тоже могут создавать «приток отталкивания»****. Само вращение небесного светила Энгельс объясняет взаимодействием притяжения и отталкивания. Это видно из следующего.

«Таинственная тангенциальная сила» по отношению к «центральной действующей форме движения» состоит в том, что «получается перевес в одном определенном направлении, вызывающий вращательное движение». Энгельс склоняется к тому, что само вращательное движение «какой-нибудь солнечной системы представляется в виде взаимодействия притяжения и отталкивания».

Нельзя не обратить внимания на эти чрезвычайно интересные мысли Энгельса. Из них вытекает, что форма нашей планеты и прочность ее, и следовательно, тем самым сохранение связанной с этой формой структуры обуславливаются силой тяготения вместе с движением (вращением). Наоборот, изменения структуры Земли вместе с изменениями формы могут осуществлять противоположное силе тяжести, т. е. отталкивательное проявление того же тяготения, идущее со стороны других светил. Оно играет роль толчка извне.

Саморазвитие материи Земли требует вовсе не смен в истории планеты сжатия и расширения ее, как думал в свое время М. А. Усов (1945), а обуславливается одновременным присутствием в силе тяготения двух составляющих — тяготения и отталкивания, которые дают изменения структуры и формы.

От чего может меняться это соотношение? Несомненно, оно может иметь место вследствие происходящих в мире движений. Во все не в том дело, что Земля попеременно сжимается и расширяется — этот процесс не доказан, — а в том, что Земля движется, движутся и все окружающие ее светила — Солнце, Луна, все другие планеты, звезды Галактики и т. п., почему и меняется воздействие разнообразных отталкивательных

* Ф. Э н г е л ь с. Диалектика природы, стр. 59.

** Там же, стр. 76.

*** Там же.

**** Там же, стр. 55.

сил на притяжение Земли. Вот тут и проявляется изменяющее действие на Землю окружающих ее отталкивательных сил, взаимодействующих с притяжением и создающих интерференцию сил.

Противопоставляя притяжение отталкиванию и подчеркивая, что они только вместе составляют тяготение, Энгельс увидел в тяготении еще 70—80 лет назад то, чего не видели в нем другие — раздвоение единого, и поэтому он смог тогда еще вывести важное до сих пор незамеченное следствие из раздвоения сил тяготения на силы притяжения и отталкивания. Этим следствием является мысль о толчке извне, который со стороны тел извне может действовать на некоторые явления на Земле, являясь результатом суммирования сил отталкивания.

Эту мысль Энгельса мы считаем исключительно важной. Очень важна она еще тем, что Энгельс умел пользоваться ею. Он рассматривал Землю как тело вращения и применял к ней эту идею именно как к телу вращения в составе планетной системы, и учитывал воздействие на это тело окружающей среды, о необходимости чего часто забывают даже некоторые современные геологи, точно Земля есть тело неподвижное.

Равновесие тела Земли в этом аспекте оказывается равновесием вращающегося тела. Иными словами, это — равновесие внешних и внутренних движений тела в окружающей среде. Так как вращающееся тело сохраняется в условиях своего вращения при определенной величине угловой скорости, то можно сказать, что равновесие зависит от движения вращения и его условий, ими определяясь.

Следует отметить, что Энгельс целиком принимал идею Канта о воздействии приливов на вращение Земли. Он полагал, что «потребовалось почти сто лет, прежде чем кантовская теория стала общепризнанной».*

В теле Земли, как в организме, «во время нормального периода его жизни» сохраняется «постоянное равновесие всего организма», т. е. целого. Такое «равновесие всей массы» имеется даже на Солнце при всей подвижности на нем материи. Как подчеркивал Энгельс, для всех небесных тел, в том числе, конечно, и для Земли, «движение находится в равновесии, а равновесие в движении (относительно)».

Это слово «относительно», стоящее в скобках, у Энгельса поставлено не случайно. Оно поясняется следующими словами: «Для диалектического понимания эта возможность выразить движение в его противоположности, в покое, не представляет никакого затруднения. Для него вся эта противоположность является. . . только относительной; абсолютного покоя, безусловного равновесия не существует. Отдельное движение стремится к равновесию, совокупное движение снова нарушает равновесие. Таким образом, покой и равновесие там, где они имеют место, являются результатом ограниченного движения».**

Что вытекает из этих идей для Земли в выводах науки, ее изучающей, — геологии? Ясно, что именно движение вращения выявляет взаимоотношение сил притяжения и отталкивания в процессе данного движения. При определенной скорости вращения равновесие сохраняется, при некоторых скоростях оно может нарушиться. Так как Земля сохраняется и существует на протяжении не менее двух миллиардов лет, то, очевидно, за это время больших нарушений равновесия не было. Иначе говоря, на этом промежутке равновесие гравитационных сил притяжения и от-

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 78.

** Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, стр. 59, 60.

талкивания было в течение всей так называемой исторической части истории Земли для нее характерно.

За последнюю сотню лет выяснилось, что «приливы и отливы, это — только *видимая* сторона действия притяжения солнца и луны, влияющего на вращение земли». То же притяжение Луны и Солнца действует, по словам Энгельса, «на всю массу Земли», что доказали Томсон и Тэйт, учтя энергетические процессы, протекающие на Земле, как результат притяжения — отталкивания.

Приходится сказать, вникнув в мысли Энгельса, что он один из первых начал постигать всесторонне широкое значение приливного трения для планеты нашей и первый понял, что оно сообщает Земле новую энергию, обусловленную вращением Земли. Это видно из следующего.

По мысли Канта, вращение Земли замедляется приливным трением. Приливы, по его мнению, действуют на всю массу Земли, тормозя ее вращение. В другом месте он определенно заявлял, что «приливное трение бесспорно тормозит вращение земли».

Энгельс говорил: «Открытое. . . Кантом тормозящее действие приливов на вращение Земли понято только теперь».* Эту гипотезу Канта Энгельс назвал гениальной и правильно сказал, что без нее «нынешнее теоретическое естествознание не может ступить и шага».

Энгельс подчеркивал, что данное взаимодействие между светилом (Землей) и спутником «не зависит от физико-химического строения соответствующих тел. . . вытекает из общих законов движения свободных небесных тел, связь между которыми устанавливается притяжением, действующим прямо пропорционально массам и обратно пропорционально квадратам расстояний.**

Энгельс учитывал далее, что при таком воздействии на нашу планету приливов, которое предполагает теория, выдвинутая Кантом, горные породы на Земле «противодействуют приливному движению». Очевидно, в связи с этим, что «часть энергии действует на твердую массу земного шара» и «уступается системой „Земля—Луна“ тому или другому участку земной поверхности».

Указание на уступленную энергию земной поверхности очень важно, ибо говорит, что следствием уступки энергии должна быть тектоника этих участков. Иначе говоря, это значит, что приливы создают тектонику Земли. Эта энергия, как говорил Энгельс, будет выполнять работу «против притяжения центральной массы», в результате чего и должно получиться какое-то структурное изменение Земли. Очевидно, здесь притяжение Луны и Солнца воздействует на вращение Земли, а через него — на самую Землю.

Работа против притяжения Земли ясно означает отталкивание от поверхности Земли вверх, т. е. движение радиальное. Этим способом поднимаются вверх горы. Энгельс определенно этот вид движения земной коры считает самостоятельным, отдельным, так сказать, от движения тангенциального, хотя в реальном ходе событий с ним сочетающимся.

Действие приливного трения на вращение Земли создается на основе влияния на земную кору и на вращение планеты движений, порождаемых взаимодействием сил притяжения и отталкивания. Это взаимодействие происходит по теории сохранения энергии, созданной Майером, как о том Энгельс ясно говорит, и поэтому оно анализируется им как процесс энер-

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 10.

** Там же, стр. 79.

гетический. Выводы из закона Ньютона здесь анализируются на основе закона сохранения энергии Майера и, стало быть, Энгельс здесь идет по пути Майера.

Эти данные совершенно убедительно показывают, что тектонический процесс — творчество новых структур и пересоздание старых — Энгельс толковал как результат, прежде всего, взаимодействия гравитационных сил и отчетливо при этом подчеркивал, что частичные силы Земли здесь ни при чем. «Теория эта совершенно не зависит от физико-химического строения соответствующих тел. Она вытекает из общего движения свободных небесных тел . . .», * т. е. из закона тяготения Ньютона.

Очень поучительно, что нигде Энгельс не говорил о роли термальных процессов в преобразовании Земли. Наоборот, он при этом подчеркивал, что «время, когда планета приобретает твердую кору и скопления воды на своей поверхности, совпадает с тем временем, начиная с которого ее собственная теплота отступает все более и более на задний план по сравнению с теплотой, получаемой ею от центрального светила».**

Это заявление Энгельса очень поучительно и интересно. Как мы видели, он большое внимание уделял энергии вращения Земли и влиянию Луны на это вращение. Часть этой энергии сохраняется как главная действенная энергия Земли, а часть переходит в молекулярное движение, в том числе тепловое.

Из предыдущего видно, что, кроме этой действенной энергии, имеется еще на Земле, по Энгельсу, энергия излучения центрального светила, т. е. Солнца, и, наконец, раньше, пока не создалось еще на Земле твердой коры, на ней можно было считаться с энергией внутренней теплоты Земли. Сейчас она на поверхности, по Энгельсу, почти не проявляется.

Таковы те три вида энергии, которые различал на Земле Энгельс. При этом главную ведущую роль в изменениях структуры вращающейся Земли он признавал за силами тяготения, которые дают взаимодействие сил, и лишь некоторую добавочную роль он приписывал первоначальной фазе развития Земли и термике, допуская, что она могла в отдельные ранние моменты истории планеты дать дополнительное отталкивание.

Энгельс жил в годы, когда среди геологов господствовала теория термального складкообразования, преемственно развивавшаяся в ряде поколений геологов и особенно законченное выражение получившая у Зюсса и Гейма. Реакционная теория Зюсса подразумевала, что горообразование и вообще деформации Земли связаны в происхождении своем с постепенным сокращением внутреннего ядра Земли вследствие его охлаждения. Энгельс объяснял эти явления совсем иначе, а о сокращении ядра не говорил, считая, что горячее ядро слишком удалено от поверхности литосферы, чтобы влиять на явления на поверхности.

К нашему времени теория Зюсса оказалась брошенной именно потому, что никакого расплавленного ядра у тела Земли не оказалось, и термику Земли стали объяснять иначе. Во всяком случае эту теплоту Земли геологи приурочивают к слоям более поверхностным, количество этой теплоты считают не столь большим, как это вытекало в виде логического следствия из гипотезы горячего генезиса Земли по Канту. Некоторые думают даже, как это предполагает теория О. Ю. Шмидта, что генезис Земли был холодным. Энгельс ничего этого не знал и не мог знать, но он близко к этому подошел.

* Ф. Э н г е л ь с. Диалектика природы, стр. 79.

** Там же, стр. 15.

И тем не менее в его построениях и сейчас не приходится ничего менять в связи с этими изменениями воззрений. В своих идеях Энгельс несомненно был крупнейшим новатором, а вместе с тем он входил, формулируя свои мысли, в большое историческое течение, идущее от Ньютона. Если прочность Земли с ее структурами зависит от тяготения и изменять структуры могут только силы гравитации, то это значит, что на основе идей Ньютона надо строить геологию. Энгельс так и сделал.

Рядом с Энгельсом, а может быть раньше его, следовало бы поставить геофизика Дарвина, сына знаменитого биолога, ибо он в первый раз высказывался о приливах в 1879 г., а затем в 1881 г., помогая Томсону работать над той же проблемой. Однако большая книга его о приливах вышла позже, в 1898 г., а третьим изданием — даже в 1911 г., т. е. уже в XX в. Что касается 1879 г., то в указанном году были напечатаны исследования Дарвина об его изысканиях относительно приливов и отливов вязких и полужестких сфероидов, а равно его замечания о теории Кельвина, относящейся к приливам.

Я изложу некоторые черты воззрений Дарвина, опираясь на книгу о приливах, с привлечением данных и других работ автора.

Приливы и жидкость, заменяющую приливы на той или другой планете, Дарвин рассматривал как определенные активные начала действующие на твердое тело планеты. В первом томе своих сочинений, где напечатаны работы, относящиеся к приливам, Дарвин описывает изыскания, произведенные им вместе с его братом Горасом по идее Томсона.

Всякое тело притягивает к себе другое тело: Солнце притягивает Землю, Земля притягивает Луну, но и, наоборот, Луна притягивает Землю и Солнце и т. д. Сила, с которой Земля притягивает тело, находящееся на поверхности, есть вес этого тела; вес — это есть мера стремления тела с некоторого расстояния направиться к поверхности Земли. Однако когда Луна находится в зените, то вызываемое ею притяжение оказывается здесь противоположным притяжению Земли.

Это то взаимодействие, которое Энгельс отмечал как противоположность отталкивания и притяжения. Дарвин отмечает ее как «возмущение тяготения Луной». В 1879—1880 гг. в Кавендишской лаборатории в Кембридже он пытался экспериментально определить отношение этих двух сил — земной и лунной. Эксперимент автор считал неудавшимся. Однако он полагал, что поверхность Земли под влиянием Солнца и, прежде всего, Луны подвержена очень малым «землетрясениям» — непрерывным колебаниям от части минуты до года. Иначе на суше тоже имеются приливы и отливы, вызываемые аналогичными причинами. Однако движения эти очень слабы, что и было подтверждено Геккером.

Во втором томе своих работ Дарвин говорил, что приливы вследствие трения должны вызывать замедление вращения Земли. В связи с этим могут изменяться сутки. Пока период (сутки) вращения Земли будет отличаться от месяца как периода обращения Луны, будет всегда существовать тенденция к уравнению этих периодов, хотя из этого совсем не следует, что сейчас они ближе один к другому, чем в прошлом (Darwin, 1908).

Желая объяснить эти явления, Быханов ссылаясь на мысль геологов о том, что между Европой и Америкой якобы существовал материк Атлантиды, который, как думали, не погрузился, но Быханову, он только отодвинулся дальше на запад и существует под именем Америки. Развивая эту мысль, Быханов указал, что материки могут раздвинуться еще дальше и что от этого могут произойти изменения во вращении Земли.

Ко всем основным выводам данный автор пришел вполне самостоятельно и не мог своих своеобразных идей перенять от других. В частности, Вегенер со своими идеями, очень сходными с идеями Быханова, появился на 35 лет позднее, если учитывать его самые ранние наброски. Основную работу Вегенера Быханов опередил лет на 50.*

В этом же втором томе напечатаны труды Дарвина об его изысканиях относительно приливов вязких и полужидких масс (1879), замечания о теории В. Томсона (лорда Кельвина) и др.

Дарвин рассматривал вопросы о совместном действии в приливах атмосферы и гидросферы, учитывая, что «мы живем на дне громадного океана воздуха, а притяжения Солнца и Луны, действующие на воду, конечно, должны действовать и на воздух» (Дарвин, 1922). И далее: «Хотя настоящие приливы связаны только с астрономическими причинами, но все-таки влияние правильности периодических ветров, изменения атмосферного давления, выпадения дождей настолько тесно связаны с настоящими приливами, что при действительных наблюдениях моря необходимо рассматривать все это вместе...». Прибавление слова «метеорологический» в этом случае в связи с дождями, ветрами и пр. оправдывает применение слова прилив.

Эти влияния, по мнению Дарвина, должны действовать не только на океан, но и на твердую землю, а так как земля не вполне тверда, то «эти притяжения должны производить попеременные деформации Земли» (там же). «Наша планета, — по мнению Дарвина, — способна деформироваться под действием внешних сил», а приливы — это внешняя сила.

Довольно смелой рукой Дарвин рисует те воздействия, которые своими приливами Земля оказала на Луну, но он гораздо более осторожен, когда старается определить воздействие Луны на нашу планету. Дарвин устанавливает, что, когда «прилив поднимается и падает на берегу моря, много миллионов тонн воды попеременно приближается к суше или удаляется от нее» (там же). Получается «эффект меняющейся тяжести приливной волны» (там же). Он делает вывод, что выносящая эту нагрузку поверхность должна искривляться. Береговая полоса суши должна искривляться крайне сложно вследствие приливной волны. Деформация тела земли под совокупным действием силы тяжести и лунного притяжения существует, но происходит она не так, как происходила бы, если Земля сама была бы идеальной жидкостью.

Многokrратно на протяжении книги Дарвин оговаривается, что он не геолог, отказываясь при этом от решения некоторых вопросов. Поэтому он не ставил и не обсуждал общего вопроса о происхождении горных систем в связи с приливами.

Впрочем, он указывал, что экваториальные области Земли подвержены большим силам, чем области полярные, почему меридианы, по его мнению, искривились бы больше у экватора, чем в сторону от него, и это было бы видно, если бы они были окрашены разной краской. Автор оговаривается при этом, что к пластичному телу планеты можно приложить

* До 1944 г. Быханов не был никому известен, и его анонимная книга была забыта. Ее случайно обнаружил у букинистов кристаллограф Г. Г. Леммлейн (Леммлейн и Личков, 1944). Позже Н. И. Леонов выяснил фамилию автора и разыскал его портрет (Леонов, 1949а, 1952). В связи с этим я не могу не отметить статью в 11 томе Большой Советской энциклопедии «Гипотеза перемещения материков», в которой автор утверждал, будто «первые гипотезы перемещения материков» была показана в книге Е. В. Быханова (1877). Это лучше, чем автором идеи движения материков ошибочно считать в истории геологии Вегенера, но это все-таки неверно.

этот вывод прямо и без опасения, а к вязкому это прикладывается с трудом, поэтому к Земле это надо применить с осторожностью.

Нужно сознаться, что такое рассуждение довольно неясно и мало вразумительно. Им Дарвин пытается, как будто, обосновать два обстоятельства: с одной стороны, широтное направление некоторых дислокаций, а с другой, уклон долготных дислокаций от меридионального направления» (там же). Во всяком случае указание на роль экватора неверно, ибо к нему горы не приурочены. Этот вопрос только позже явился предметом особого обсуждения специалистов.

Совершенно определено в третьем томе автор высказывается в пользу движения материков. Он ставит такой вопрос: вправе ли геологи предполагать, что материк всегда находился там, где они лежат теперь и не следует ли им присоединиться к движению материков, отказавшись от всякой гипотезы, допускающей значительные перемещения полюса?

Приведенные выше примеры искривления меридианов, видимо, являются проявлениями движений разных материков под разными широтами. Эти искривления вызваны широтными движениями материков, большей скоростью их на экваторе, но совершенно неизбежным также является движение материков долготное, от полюса к экватору, и обратное при замедлениях и ускорениях вращения Земли. Известно, что полярное сжатие должно увеличиваться при ускорении вращения и уменьшаться при его снижении. Скорость вращения зависит от приливов. Таким образом, от приливов зависит и полярное сжатие.

Важно заметить, что при изменении полярного сжатия Земли в разные эпохи должны происходить большие перемещения масс горных пород, коровые и подкоровые, то к полюсу, то к экватору. Это и есть долготное перемещение материков.

В заключение приведу отзыв Дарвина о гипотезе Канта—Лапласа. В 1898 г. в своей книге о приливах он писал: «В течение почти столетия импозантная картина, которую дает небулярная гипотеза, встрчала почти единодушное признание, и все же приходится, едва ли будет преувеличением, сказать, что каждая стадия, выдвигаемая ею, или содержит какую-нибудь трудность для допущения, или является невозможной».

В нашем обзоре геологических воззрений на тектонические структуры планеты мы прошли путь от конца XVIII в. до конца XIX столетия и можем на основании изложенного сделать некоторые выводы. С самого начала уже у первого защитника геологических структурных представлений мы нашли четкое и ясное убеждение в существовании связи между общей формой и структурой планеты в целом и расположением отдельных структур материков и океанов и их соотношением, причем эти соотношения и расположение диктуются требованиями равновесия фигуры при ее вращении.

Отрицательное отношение к активной роли термики внутренности Земли, таким образом, является характерной чертой всего направления от Геттона до Кропоткина. Оно продолжается и до известной степени завершается в трудах Энгельса и Дарвина. Здесь в полной мере сохраняется идея равновесия общей структуры в целом при всех изменениях отдельных частных горных структур. Следует, однако, заметить, что представители этого направления — Геттон, Ляйель и Майер и другие считались с внутренней термальной энергией. Майер даже приписывал этому фактору некоторую добавочную роль в энергетике планеты.

Если в свете изложенного мы вернемся к приведенным в начале нашего изложения словам Вернадского, что история науки есть орудие достиже-

ния нового и спросим себя, что же нового получили мы из нашего исторического обзора развития структурной геологии в XIX в., то мы можем сказать, что полученный вывод заключается в установлении того, что создание и изменение структур нашей планеты осуществляется силами тяготения, в условиях вращения Земли, без ведущего участия внутреннего тепла в создании структур. Поражает запечатлевшееся в изложенной нами истории науки единство и цельность направления этого течения.

Вся история от Геттона и Пляйфера до Энгельса и Дарвина есть история развития одной основной исходной идеи, движения ее вперед. У Дарвина и Энгельса развитие этой идеи привело к мысли, что нарушения структур Земли создаются приливными волнами гидросферы. Они воздействуют на литосферу вместе с атмосферой. Иначе говоря, нарушение литосферы, или создание гор, образуется никак не самой литосферой изнутри, а воздействием оболочек более подвижных на неподвижную или взаимодействием оболочек планеты.

Следует попутно остановиться на эпизоде, который имел место в 1886 г. при обмене мнений между двумя французскими учеными Файем и Ж. Лаллеманом, причем оба автора последовательно стояли на той точке зрения, что главный процесс на планете нашей — это процесс ее охлаждения. Фай (Faue, 1886) напечатал статью «О строении земной коры», а перед этим в Известиях Парижской академии наук была опубликована в 1886 г. работа Лаллемана о вероятном происхождении землетрясений.

Лаллеман склонялся к тетраэдрической гипотезе строения Земли, Фай — к додекаэдрической, причем для обоих эти формы являлись следствием охлаждения планеты. Весь ход мысли обоих авторов чужд тому течению мысли, которое мы здесь характеризуем в геологии.

Поучительно, что Лаллеман, излагая данные о землетрясениях и их причинах, сделал вывод о «несомненном существовании внутренней перманентной и универсальной силы», которая не может найти объяснения вне гипотезы жидкого ядра, поддерживавшейся во Франции, главным образом, Эл де Бомоном. Землетрясения, по его словам, на основе этой гипотезы получают естественное объяснение, они — «явление производное, отражение непрерывной работы, которая происходит внутри земной коры». Здесь проявляется, по его словам, «внутренняя перманентная и универсальная сила», объясняющая все явления планеты.

Однако поучительно, что в конце статьи автор приходит к выводу о существовании в ядре Земли лунно-солнечных приливов, т. е. что на «перманентную универсальную силу» действуют силы внешние. Хотя автор подчеркивает «непрерывность работы сил внутри Земли, в недрах», но он чувствует, что автоматическими внутренними силами объяснить это нельзя. Он указывает на стремление к разрыву северного и южного полушарий, получающееся при вращении Земли, на резкое по величине перемещение близких к поверхности масс тела в северном и южном полушариях и их отставание к западу в полушарии северном.

Таким образом, Лаллеману при всем его преклонении перед «перманентной внутренней силой» пришлось обратиться к гравитационному воздействию Солнца и Луны. Точно так же Фай, толксивший «об охлаждении общим и единообразным», когда зашла речь об изменении фигуры Земли, связал его не с «охлаждением общим и единообразным», а с «изменениями полярного уплотнения Земли в ходе геологического времени».

Возвращаясь от этого эпизода к основной нити изложения, хочу напомнить, что и Энгельс, и Дарвин, разрешив более или менее одинаково на основе признания взаимного воздействия оболочек проблему дисло-

каций, не смогли указать, где именно географически создаются эти дислокации, и какому порядку они подчиняются.

Первое полное решение этого вопроса в одной его части было дано А. П. Карпинским, в другой — им же совместно с А. И. Воейковым и А. А. Тилло. Из трудов этих ученых мы узнали, что все горы нашей планеты можно разделить на две почти равные группы: а) горы, по направлению своему близкие к меридианам, косвенные по отношению к ним, т. е. субмеридиональные, и б) горы широтные. Первую закономерность установил Карпинский, вторую — Тилло и Воейков.

Работа Карпинского была напечатана в 1888 г. на русском языке в «Горном журнале» и на немецком — в «Известиях Академии наук» (1939). Я писал в моей книге о Карпинском, что его работа не была должным образом понята ее современниками и остается непонятой до сих пор.

В этой книге Карпинский говорил об одностороннем надвигании системы тихоокеанских хребтов вместе с материками, на которых они покоятся, на левую сторону сферы». Если эту «левую сторону» на схеме расшифровать, то получится, что Америка движется на запад, а Евразия на восток.

У различных материков, писал Карпинский, имеется совпадение всех главных элементов, именно для них характерных: а) одинаковое распределение, б) сходные очертания, в) сходные орогенические отношения и г) аналогичное геологическое строение. Все материки имеют треугольную форму, приближаясь и примыкая друг к другу углами. Каждый материк представляет собой нечто среднее между материками его заключающими. Направление очертаний всех главных материков одинаково. Тихоокеанская граница через весь земной шар удерживается как одно направление, хотя оно и различно по отношению к странам света.

Карпинский далее подчеркивал, что сходство в очертании материков не случайно, а обуславливается общей причиной. Он обращал внимание на пояс, расположенный косвенно к меридиану, выражающий направление длинной оси Северной и Южной Америки. Если этот пояс, сохраняя его направление, продолжить в другое полушарие, то его продолжение через район полюса в полушарии встретит другие материки. Это направление на чертеже он отмечал как направление *a*.

Из всего этого видно, что направление материков по обе стороны от полюса можно изобразить почти прямой линией, которая разделит экватор почти на две половинки. Расположение материков при этом остается одинаковым, и очертания их представляют большое сходство, особенно обнаруживающееся в тех местах, которые на первый взгляд представляются несходными. Оказывается, например, что Азия, Австралия, Европа, вместе взятые, очень сходны с Северной Америкой.

Все материки располагаются вдоль одной определенной линии, которая имеет в расположении своем правильность, вытягиваясь по обе стороны полюса вдоль одной линии субмеридионального направления. Такое расположение главной системы горных поясов, по Карпинскому, создает закономерность в распределении мировых океанов. Главных океанов получается два: Тихий и Атлантический со всеми остальными. Эти две системы океанов только в двух местах имеют широкое сообщение. Таким образом, водная поверхность Земли делится линией, создающей правильность разделения структур, на две большие области.

Эти идеи Карпинского о расположении материков и океанов вытекают из ранее высказанных идей Ляйеля. О горах Карпинский говорил, что они являются производными от материков. Чем больше материк, тем сложнее

его горная система. Самый большой горный кряж протягивается вдоль тихоокеанских побережий параллельно их линии.

Этот тихоокеанский пояс, прерываемый кое-где вулканами, образует изогнутое кольцо, опоясывающее Землю. Круг этот Карпинский не называл большим, ибо он не пересекает своим продолжением центр планеты, но указывал, что в него входят вулканы Антарктики, так что полярные полосы он задевает: «Вдоль всего тихоокеанского побережья, следуя одному общему направлению по кругу, не проходящему через центр Земли и несколько деформированному, протягиваются горные кряжи, образовавшиеся через одностороннее надвигание на запад и на восток» (Карпинский, 1939).

Кряжи других направлений являются как бы ветвями этого большого горного круга субмеридиональных хребтов, направление которых параллельно оси, определяющей расположения материков.

Горные кряжи, как подчеркивал Карпинский, образовались после первичных материков. Но в очертаниях их проявляется связь с очертаниями материка, что ясно видно по тихоокеанскому поясу.

Тихоокеанская граница, как наиболее древняя, является и наиболее правильной. Правильность эта есть явление нормальное, но с течением времени оно все более и более затушевывается.

Хотя Карпинский говорит о тихоокеанском направлении как о главном направлении горных поясов, другие же пояса у него появляются путем ответвлений от этого главного, тем не менее на его рисунках выделены так называемые «пограничные горные дуги». Этому, видимо, отвечают широтные горные цепи, которые были суммированы Тилло как цепи направления 35-й параллели. Карпинский отмечал, что хотя он вывел расположение материков из эмпирических фактов вне связи с положением оси вращения Земли, но на деле данное расположение имеет с этой осью определенную и четкую связь и пренебрегать осью вращения нельзя.

Образовались эти отношения «на основе вращательного движения Земли — именно астрономических причин». Но затем «в образовании континентов и горных кряжей стали преобладать внутренние процессы Земли, результаты которых затемнили роль вращения». Но во всяком случае «законное соотношение очертания суши с теперешней земной осью действительно существует». Ярче всего оно сказывается на таких старых границах, как тихоокеанская, но оно ясно и у таких границ, которые мы можем рассматривать как сравнительно новые, например как клинообразное окончание южных частей Гренландии и Индии.

Аналогичная правильность, судя по карте, говорит Карпинский, видна на Марсе, и суша на нем тоже распределяется с известной правильностью, но распространение ее здесь имеет иной характер, чем на Земле, хотя некоторые и находят здесь аналогии. На Марсе, по Карпинскому, больше, чем на Земле, проявляется зависимость правильностей в распределении суши и моря от оси вращения.

К 1888 г. относится и работа Тилло, посвященная широтным горным системам нашей планеты. В противоположность Карпинскому, который почти все внимание уделил нарушениям субмеридиональным, а о широтных упомянул лишь мимоходом, Тилло говорит именно о последних. В таблице, помещенной в книге Тилло и посвященной материкам, видно, что в северном полушарии максимальные высоты находятся между 40 и 30° и равны 1380 м, а в южном полушарии равны 880 м и находятся между 20 и 10°. В морях максимальные глубины расположены в северном полушарии между 40 и 20°, в южном — между 20 и 30°. При этом важно

отметить следующее. По Тилло, пояса с небольшими средними высотами суши и с наибольшими глубинами океанов совпадают, следовательно, в этих поясах сосредоточены наибольшие контрасты рельефа. Важно, что по мнению Тилло, пояса наибольших высот и глубин океана являются вместе с тем поясами наибольшего среднего атмосферного давления, а морские воды в этих поясах обладают наибольшим средним весом в связи с наибольшей соленостью вод. Таким образом, Тилло ясно дал понять, что тектоника и вообще геологические явления не отделимы от явлений в атмосфере и гидросфере, а имеют связывающие с ними общие закономерности.

Несколько позже, в 1892 г., Тилло к этим важным указаниям прибавил новые. Придерживаясь точки зрения учета равновесия в теле Земли, он сравнивал и сопоставлял материки и океаны по их весу и ввел новое понятие об антиподальности. Тилло отметил: «Главное орографическое вздутие Азиатского материка (Гималаи) лежит на одном конце того диаметра Земли, который противоположным концом своим мало отстоит от главного орографического вздутия обеих Америк (Анды Боливии)». Это означает, что они друг друга как бы уравнивают. Тилло и к этому случаю применяет идею антиподальности. Главными антиподами, так сказать, во внеземном масштабе он считал всю площадь океанов по отношению ко всей площади материков. Кроме того, Тихий океан он называл антиподом Азии, Европы и Африки; Австралия своим антиподом имеет Атлантический океан, Северная Америка — Индийский и т. д.

Если учесть приведенные высказывания Тилло, то можно сказать, что в них имеется зародыш представлений об антиподальности структур Земли и об особом значении для тектонических движений некоторых параллелей.

Другой представитель этой школы, А. И. Воейков, заинтересовавшись с 70-х годов циркуляцией атмосферы, выяснил в своих «Климатах земного шара» (1884), каково распределение на поверхности земного шара атмосферного давления и ветров. Естественно, что ему была важна «средняя высота материков и такая же глубина океанов» в их связи с географической широтой, о чем говорил Тилло. Воейков целиком подтвердил вывод Тилло о широтном распределении гор на 35-й параллели (Воейков, 1892). Одновременно для гор субмеридиональных Воейков в тех же «Климатах земного шара» формулировал свои четкие идеи о климатологии тихоокеанского пояса гор.

Возвращаясь к широтным горам, надо сказать, что наиболее высокие горы пояса между 40 и 30°, высота достигает в среднем 1850 м, при максимуме 6096 м (первая цифра дана в таблице ступеней материков у Брокгауза, вторая — в примечании).

Воейков указывал, что в северном полушарии максимальные высоты располагаются между 30 и 40°, а в южном — между 20 и 30°. Поучительно, что оба эти пояса совпадают с поясами наибольших атмосферных давлений.

Атмосферу и воду планеты Воейков рассматривал как планетарные явления, неразрывно связанные с твердым телом Земли и от него неотрывные. Он при этом учитывал, что на планете, кроме твердого тела, есть еще и жидкость, и ею является вода. Воейков писал: «Вода представляет на планете единственное жидкое тело, находящееся в значительных количествах. Кроме нее, можно еще упомянуть о нефти, но количество ее во много миллионов раз меньше количества воды». Это указание напоминает появившиеся позже идеи Вернадского о земных водах. Хотя Воейков

еще не высказывал идеи Вернадского о планетарном значении земных вод, но несомненно близко подходил к этой мысли.

Воейков явно разделял идею Тилло о критическом значении 35-й параллели для литосферы и указывал, что эта параллель имеет также значение для атмосферы. Вместе с тем в своих «Климатах земного шара» он указал на особое значение для атмосферы широт 60—70°.

Резюмируя то, что мы сказали о Тилло и Воейкове, можно отметить, что у них, во-первых, ясно виден критический характер параллели 35°, у Воейкова отводится особая роль параллелям 60 и 70°, и как будто начинает проявляться мысль о связи между воздушной оболочкой Земли и литосферой, и это взаимодействие между ними происходит на основе сил тяготения в виде прямого давления двух активных оболочек на пассивную.

Если Энгельс и Дарвин, решив более или менее одинаково на основе признания взаимного воздействия оболочек Земли проблему происхождения дислокаций, не смогли указать, где именно дислокации создаются, то в 80-х годах прошлого столетия эту проблему в принципе впервые разрешили ученые Карпинский, Воейков и Тилло. Эти ученые продолжали, таким образом, то единое и цельное направление мысли, которое шло от Геттона, Пляйфера и Ляйеля к Энгельсу и Дарвину и привело последних к идее, что нарушения структуры Земли — литосферы создавалось силами и движениями гидросферы. У Воейкова и Тилло эта мысль продолжала развиваться и претворилась в идею о взаимодействии оболочек Земли как факторе изменения структур литосферы.

Далее мы должны коснуться целого ряда работ позднего времени, к их числу принадлежат: работа Крейхгауера (Kreichgauer, 1902, 1925) об экваторе в геологии; работа А. Веронне (Veronne, 1912), послужившая основой работе 1927 г., которая привела в 30-х годах к формулировкам «Рациональной механики» П. Аппеля (Appel, 1937).

Надо упомянуть дальше об очень интересной статье Бёма фон Бемергейма (1910) и в своем роде замечательных двух работах К. Шнейдера. Перечислим еще ряд работ, о которых мы будем говорить дальше: статья П. И. Броунова о причинах ледниковой эпохи (1924); работы Ли Сыгуана (J. S. Lee) с 1926 по 1955 гг.; труды В. И. Вернадского, связанные с водой в содержании их общей части (1932—1936); замечательные статьи Спиталера (Spitaler, 1929—1936), выдвинувшего идею критических меридианов в их противоположности меридианам индифферентным; работы геодезистов Ф. Н. Красовского (1941) и В. А. Магницкого; статья М. С. Эйгенсона (1948) в сборнике о солнечной активности; труды Николая Стойко и, наконец, исследования М. В. Стоваса (1951, 1957). Сюда же надо причислить устные выступления В. А. Цареградского на Астрогеологической конференции в Географическом обществе в Ленинграде в 1956 г., доклады Г. П. Воляровича и С. С. Николаева в 1958 г. в том же Географическом обществе.

К 1910 г. относится интересная работа Л. С. Лейбензона «Деформация упругой сферы в связи с вопросом о строении Земли» (Лейбензон, 1955). По мнению Лейбензона, несжимаемая тяготеющая материя деформируется силами приливного типа. Такое состояние возникает от приливов, действующих на вращение Земли путем создания в теле планеты больших напряжений. Последние, по расчетам автора, настолько велики, что под воздействием приливов кора малой толщины должна полностью разрушиться.

Однако даже при толстой коре возникают деформации, в результате которых создается новое состояние равновесия. Важно, что при этих

деформациях «мера опасности разрушения земной коры не зависит от внутреннего строения ее», как это ясно показывают относящиеся сюда формулы, приводимые автором, в которые величина, зависящая от внутреннего строения земли, не входит. Таким образом, здесь получается действие силы, «которая деформирует Землю извне, вследствие замедления ее вращения».

Лейбензон считает «совершенно невероятным предположение», что «Земля непрерывно изменяет свою форму под действием деформирующих сил, возникающих вследствие замедления вращения приливным трением». Это происходит этапами *прерывисто*. При этом, по Лейбензону, наиболее напряженная область деформаций находится у экватора и у полюсов, наименее напряженная — в средних широтах. Области деформаций зависят от фигуры Земли и определенным образом на этой фигуре планеты ориентированы.

Замедление вращения Земли при тонкой коре, по расчетам Лейбензона, должно было вызвать землетрясения в широтах, близких к экватору, области более слабых землетрясений — полярные области. Наконец, наименее подвержены землетрясениям территории средних широт. О прерывистости нарушений автор говорит следующее.

Он допускает, что после каждого такого пароксизма нарушений целостности земной коры должен наступить период ее «нового состояния равновесия». Через некоторое время должны опять возобновиться деформации и наступить новое нарушение целостности земной коры, снова сопровождаемое усилением ее движений, землетрясений и вулканической деятельности.

Это Лейбензон обосновывал математическими расчетами. Так как все эти процессы он воспринимал на основе идей о расплавленности ядра Земли, которые пользовались тогда большим влиянием, то, по его мнению, промежутки, отделяющие одну эпоху от другой, должны становиться вследствие охлаждения Земли все короче. С веками должна вместе с тем уменьшаться величина приливного трения из-за отвердевания Земли при охлаждении.

Основной смысл высказываний Лейбензона состоит в том, что разгадку сил деформации он находил в гравитационных силах, которые проявляли себя в приливообразующих воздействиях Луны и Солнца. И твердость Земли снаружи, и огненножидкое состояние ее внутренности, и вообще все ее внутреннее строение на эти силы влияния оказать не могут. Поэтому, хотя и землетрясения, и тектоника действуют как будто изнутри, их действие стимулируется силами гидросферы извне на литосферу, как это отмечал еще Кант.

Важно далее, что Лейбензон приходит к выводу о критичности некоторых параллелей, хотя этой терминологии не употребляет. Зоны около экваториальных параллелей, как и около циркумполярных параллелей, являются зонами тектонической активности в противоположность зонам умеренных широт. Отделить экватор по активности от тропических широт, как сделали Тилло и Воейков, Лейбензон не сумел, но это упущение он разделяет с Крейхгауером и позже с Мореном (Morain, 1927). Во всяком случае ко всем этим оригинальным и интересным выводам автор пришел самостоятельно, не зная идей Тилло, Воейкова и Карпинского, но все его выводы вызвали идею о связи деформаций с вращением планеты, хотя места дислокации названные авторы указывали иные.

Большое значение в вопросе происхождения дислокаций Земли сыграли работы французских исследователей — математиков между 1912

и 30-ми годами. В 1912 г. появилась работа А. Веронне (Veronné, 1912), в которой была формулирована закономерность, что широтные дислокации на Земле — высокие горы — приурочены к параллелям $\pm 35^\circ$. Возникновение их автор разъяснял в связи с прецессионными нарушениями, происходящими на планете при ее вращении. Земля при вращении под воздействием Луны и Солнца испытывает колебания в положении своей оси вращения, которая непрерывно отклоняется от основного положения и так же совершает колебания

Автор подчеркивал, что в отношении Земли он не примыкает к какой-либо определенной гипотезе, вроде гипотезы Клеро, и дает только уравнения, охватывающие движения Земли при условии ее нормального строения. Веронне анализировал общий случай эллипсоидов, а затем перешел к их рассмотрению. Для эллипсоидов он рассмотрел те отклонения, которые должно было бы испытать под влиянием прецессионных натяжений жидкое вращающееся кольцо, если его поместить вдоль разных параллелей. Оказалось, что отклонение этого кольца максимально на экваторе и уменьшается до нуля на параллели $\pm 35^\circ$, где оно меняет свой знак.

Затем отклонение опять возрастает к полюсу. Отсюда автор сделал вывод, что поверхностные слои на этой параллели испытывают воздействие соседних параллелей, и к ней приурочены землетрясения, как указывал Парвилль. Эта параллель является, таким образом, преимущественной линией землетрясений. Она проходит через Сан-Франциско, Южную Мексику, Японию, Иран, а в южном полушарии — через Капские горы, район Мельбурна, Буэнос-Айреса.

По этой линии располагаются и все дислокации земного шара широтного направления, причем они для Земли характерны при любом состоянии ее вещества. При создании этих дислокаций все дело в том, что под влиянием прецессии или прецессионных качаний, обусловливаемых известным действием Солнца и Луны, в теле планеты по обе стороны 35-х параллелей создаются тангенциальные напряжения.

Действующая сила перемещений равняется $\frac{4}{951}$, т. е. 0.0041 веса пластов. Это создает поднятие горных цепей и сопровождающие их землетрясения. Веронне говорит не только о трещинах, но и о приливном замедлении, вызываемом приливами. Это замедление, по его словам, является следствием трения приливов. Оба эти действия на Землю — приливы и влияние прецессии — вместе дают объяснение широтных дислокаций Земли.

В работе Веронне изложены выдающиеся геологические идеи, которых геологи не заметили, очевидно, потому что статья была напечатана в издании узко математическом. Автор и позже возвращался к изложению своих взглядов. Однако это тоже не дало ей широкой известности среди географов и геологов. В 1927 г. Веронне опубликовал работу общего содержания, посвященную строению мира, где он свои соображения о влиянии прецессионных напряжений на тангенциальные движения в земной коре, учитывая вращение Земли, связал с движением материков.

Не приобрели эти интересные и важные идеи широкой известности среди географов и геологов и тогда, когда вышел труд П. Аппеля (Appel, 1932), в котором в соответствии с идеями Веронне было отмечено, что геометрическая параллель $35^\circ 16'$, или географическая (для Земли) $35^\circ 27'$, является параллелью сочленения и деформации.

К 1937 г. относится выход в свет второй части четвертого тома, в которой было сказано, что тангенциальные нарушения, вызывающие движение материков, создаются прецессией, а на 35-й параллели имеют место горообразовательные движения широтного направления с верти-

кальной составляющей. Все эти соображения о параллели $35^{\circ}15'52''$ почти приводятся в том виде, в каком они были даны в работе Веронне.

Бём фон Бемерсгейм выдвинул идею о роли вращения Земли в создании ее и параллельно тектонических форм и наметил значение 35-х параллелей как места дислокаций (1910). Эта идея есть и у Швейдара (1926).

Шнейдер в 1917 г. высказал мысль, что Солнце первопричина земной тектоники. Констатируя аномалии силы тяжести на границе материков и океанов, он нашел, что зоны разлома вызваны смещением полюсов; полюсы же смещаются вследствие влияния Солнца на магнитное поле Земли. Смещение полюсов есть причина разломов.

Следует заметить, что к этим тектоническим положениям К. Шнейдер подошел постепенно. Лет за пять до упомянутой работы им была выпущена книга о вулканических явлениях Земли (Schneider, 1912), где он формулировал взгляд, что экваториальная зона есть главное место размещения современных вулканов, и связал их деятельность с колебаниями оси вращения Земли. Указанием, что вулканы располагаются вдоль экватора, как бы утверждается для вулканов линия их критических параллелей, или по крайней мере идея, о таких критических параллелях. При этом Шнейдер указал, что тихоокеанская половина Земли богаче вулканами, чем атлантическая, этим как бы подчеркивалась роль обоих тихоокеанских критических меридианов.

Следует отметить, что к этому тектоническому выводу Шнейдер пришел постепенно через учет фактов о вулканизме; им в особой упомянутой работе был формулирован вывод, что экваториальная зона есть главное место размещения современных вулканов.

Нельзя не сказать об исключительно важной статье П. И. Броунова (1924) о происхождении ледниковых эпох на Земле. Автор полагает, что ледниковые эпохи — это такое явление, которое постепенно сходит на нет. Раньше они проявлялись больше, чем теперь. Автор, рассмотрев ряд гипотез, объясняющих оледенение, отверг их из-за односторонности. Нельзя класть в основу толкования одно какое-нибудь явление, а надо брать целый их комплекс. По мнению Броунова, большое количество осадков связано всегда с восходящими движениями воздуха — циклонами. Последние же связаны с общим барическим рельефом Земли, который характеризуется двумя зональными полосами повышенного давления, расположенными в северном и южном полушариях. По автору, это — затропические барометрические максимумы, приуроченные к широтам $33-35^{\circ}$.

Для северного полушария автор дает поправку, что в Америке и на востоке Азии ось высокого давления отодвинута к северу, доходит в Азии до Байкала, а дальше нарушается такими же областями меридиональными. Броунов связывает эти нарушения с созданием обширных областей трения, возникающих над обширной страной. Для экватора, по Броунову, характерно существование барометрического минимума: существуют затем приполярные минимумы на параллелях $65-70^{\circ}$, где давление слабо; дальше к полюсу оно поднимается вновь. Броунов выделяет параллели $33-35^{\circ}$ и $65-70^{\circ}$, которые намечались у Воейкова, хотя термин «критическая параллель» он не применял. С барическим рельефом планеты Броунов связывает режим ветров, который зависит от скорости вращения Земли и от термического режима атмосферы. Одна причина, следовательно, носит геодинамический характер, другая — термический.

Барический рельеф должен оказывать влияние на твердое тело планеты через приливы, это открыто Кантом в 1754 г., а затем подтверждено Адам-

сом, де Лоне (1865) и Эри. Упоминает Броунов Майера, который, по его мнению, дал объяснение приливообразующей силы Луны и Солнца. К энергетике Земли Майер привлекал, впрочем, также сокращение огненно-жидкого ядра вследствие охлаждения. Это явление должно вызывать ускорение вращения. Перемещение же магмы должно вызывать замедление вращения. Таким образом, по Броунову, данные явления должны протекать сложнее, чем думал Кант.

Резюмируя предыдущее, можно сказать, что, по Броунову, есть два рода факторов: факторы, ускоряющие вращение Земли, — атмосферные волны, и факторы замедляющие — движение магмы, падение метеоритов (это помимо приливов).

Вместе с барическим рельефом должны, по Броунову, меняться климатические зоны. Перед последней ледниковой барической эпохой затропические максимумы были ближе к экватору, циклоны проходили южнее, а затем то и другое по окончании ледниковой эпохи от экватора отодвинулись. Таким образом, ледниковые эпохи жизни Земли создавались от смещений барического рельефа. Автор полагает, что в этот период преобладало влияние внутренней теплоты, причем в воздухе было больше углекислоты.

Нельзя не отметить работы выдающегося китайского геолога Ли Сы-гуана, относящиеся к 1927—1929 гг. В первой работе общего характера он анализировал причины изменений поверхностных черт Земли и прежде всего ее рельефа, во второй, характеризуя основные структурные типы восточной Азии и стоя на точке зрения влияния вращения Земли на структуры, он иллюстрировал выводы по этому поводу рядом экспериментов тех же явлений на модели земного шара.

Из вращательного движения автор выводит идею о движении материков. Для широтных дислокаций он выделяет структуры широт $33-34^\circ$ и $57-58^\circ$, причем к первому типу примыкают структуры широт $41-42^\circ$ и $25-26^\circ$. Горные структуры ученый связывает с материками и их движением. В основе лежит сила вращения, но Ли Сы-гуан отмечает, что «проявляет себя и расхождение в скоростях между поверхностными оболочками и барисферой, так что получается смещение поверхностных масс к востоку, а равно другие движения материков» (Lee, 1927, 1929).

Автор противопоставляет друг другу два процесса, из которых один увеличивает скорость вращения (уплотнение Земли), другой — уменьшает (приливные волны).

В истории Земли Ли Сы-гуан различает два типа эпох: революционные и эволюционные. В течение эволюционных эпох идет конденсация масс, и скорость Земли возрастает, в революционные фазы скорость замедляется. В это время верхние слои континентальных масс перемещаются в низкие широты, и создаются тектонические движения в виде поднятия гор, а одновременно динамометаморфизм и интрузии. Внутренность Земли в это время приспособляется к этой фазе на поверхности.

В 1939 г. Ли Сы-гуан в своей «Геологии Китая» (русск. изд. 1952 г.) высказал еще ряд интересных соображений. Он указал, что создание гор связано с двумя процессами: с приливами и изменением скорости вращения. Деформации земной коры связаны с изменением скорости вращения. Горы широтного направления располагаются на широтах $49-50^\circ$ и $220-25^\circ$.

Автор упоминает о зоне гор между $33-34^\circ$ в северном полушарии и о таком же положении в южном полушарии гор в виде хребта Капских гор в Африке. Теорию движения земной коры, по автору, никак нельзя объ-

яснить, исходя из «неизвестных нам условий, господствующих внутри Земли». Напротив, это явление надо объяснять из явлений земной поверхности, именно из «двух составляющих: движения материков и образования зон широтного направления». Сила вращения Земли действует на создание гор непосредственно и через приливы.

Ряд интересных и важных идей высказал в своих работах 1931—1933 гг. Вернадский. В небольшой статье «Об условиях появления жизни на Земле» (1931) он указал, что приливные волны океана создают дрожание нашей планеты (резонанс) и с ними же связаны тектонические процессы в своем генезисе.

Таким образом, как сказано в вышедшей его «Истории природных вод» (1933—1936), автору нужно считаться с движением масс, жидких и полужидких, на массах твердых, при этом меняется соотношение этих масс.

Большой интерес представляют работы Р. Спиталера (Spitaler, 1929—1936), в которых идет речь о колебаниях оси вращения и влиянии изменения вращения на тектонику (сейсмике), причем Спиталер пришел к выводу о существовании критических меридианов, на которых максимальными являются сейсмические проявления.

В работе 1936 г. Спиталер делил меридианы на критические и индифферентные, т. е. применил терминологию, относящуюся к параллелям Идельсона (1937), и позже Стоваса (1951, 1957). Спиталер учитывал изменение положения полярной оси при вращении планеты. Его заинтересовал вопрос о связи между колебаниями оси вращения Земли и землетрясениями. Начал он с выяснения отношений между колебаниями оси вращения Земли, с одной стороны, и аномалиями воздушного и атмосферного давления, с другой (1929). Затем он перешел к землетрясениям и совершенно твердо обосновал вывод о связи между колебаниями земной оси и землетрясениями (1936).

Исследования, по его словам, показали связь разрешения землетрясений с колебаниями земной оси. Спиталер применяет понятие критические меридианы, противопоставляя его понятию меридианов индифферентных. Землетрясения, по Спиталеру, часто возникают вблизи критических меридианов, но иногда и вблизи меридианов индифферентных. Калифорнийское землетрясение (1934б), а равно землетрясения в Аппенинах и Альпах (1933а) показывают, что они связаны с известными разломовыми трещинами.

Меридиан, в котором располагается полюс вращения, можно объяснить как позитивный и противоположный, а от которого полюс отошел (weggewandert ist) — как негативный. Вследствие изменяющихся сил полета (Plugkräfte) бодрствующие силы давления (Druckkräfte) на поверхность земных глыб и их горизонтальная составляющая в окрестностях положительного критического меридиана севернее 45° широты направлены к полюсу, а южнее — к экватору.

Вертикальная составляющая, направленная вниз, имеет максимум на широте 45° и сходит на нуль к экватору и полюсу, где горизонтальная составляющая имеет максимум. В окрестностях негативного критического меридиана находятся направления давления (Druckrichtungen), как раз противоположные, поэтому позитивный или негативный критические меридианы северного полушария совпадают с негативным или позитивным меридианами южного полушария. Индифферентные меридианы отличаются от критических на 90° .

Долготы полюса λ , по наблюдениям, испытывают циклические изменения, подчиняясь циклу в 10—12 лет. Спиталер приводит по этому по-

воду материалы за 1918—1923, 1924—1929 гг. Изучая связь землетрясений с Солнцем и Луной, он устанавливал максимум частоты землетрясений вдали от Солнца и минимум вблизи его.

Гравитационное действие Луны на землетрясения зависит, в первую очередь, от растущего удаления Луны от Земли. Число землетрясений независимо от положения Луны. Автор приводит таблицы, в которых даются характеристики и частоты землетрясений, в указанных выше промежутках времени для различных районов. Связь с критическими меридианами в отношении частоты землетрясений ясна для севера Тихого океана и Японского архипелага; землетрясения с глубоким очагом располагаются в областях критических меридианов — на севере Тихого океана, а также в Японии и Полинезии.

Располагаются критические меридианы так. Области вблизи $315\text{--}360^\circ$ и $0\text{--}45^\circ$ — это области негативных критических меридианов; восточный индифферентный меридиан $45\text{--}135^\circ$ и западный — $225\text{--}315^\circ$.

В 1941 г. Ф. Н. Красовский в статье «Современные задачи и развитие градусных измерений» указал, что горы располагаются между 20 и 50° . В то же время он отмечал, что Магницкий математически обосновал расположение гор на параллелях $\pm 35^\circ$. В 1953 г. Красовский, рассматривая возможность влияния изменений условий скорости вращения на изменение полярного сжатия земного эллипсоида, писал: «Отсюда вытекает, что наиболее благоприятной областью для тангенциальных смещений земной коры является область, прилегающая к 35-й параллели в северном и южном полушариях».

Для геодезистов существенным является такое заключение: «Земная кора в поясах между широтами $20\text{--}50^\circ$ должна обладать большей приспособленностью к изменению фигуры Земли, обусловленной изменением скорости вращения Земли, чем в остальных частях поверхности земного шара».

Красовский и особенно Магницкий после Тилло и Веронне еще раз открыли 35-ю параллель как место широтных дислокаций Земли. В истории научной мысли это открытие данной закономерности было сделано, по меньшей мере, в третий раз; с этого третьего открытия закономерности только и началось преемственное развитие данной идеи в науке, хотя открыта она была гораздо раньше.

Магницкий — ученик Красовского указал в 1948 г., что замедление вращения Земли должно все время вызывать отклонение от гравитационного равновесия, которое должно постоянно восстанавливаться оттоком вещества от экватора к полюсам, захватывающим в теле Земли довольно большие глубины. Между этими широтами должен возникнуть избыток масс, который вынужден для восстановления равновесия переместиться затем тангенциально в полярные районы.

На чертеже Магницкого в работе 1948 г. движение материка в процессе этой деформации показано стрелками, по которым видно, что деформация проникает очень глубоко в подкорковые области. В другой статье того же года автор, ссылаясь на прежнюю работу, указал, что в ней им было показано, что «максимальное горизонтальное смещение вещества должно происходить на широтах $\pm 35^\circ$ и что именно к этим широтам приурочены примерно так называемые пояса разлома».

В 1949 г. Магницкий в статье «Уравнение градусного измерения в расширенном понимании», рассматривая расстояние между геоидом и принятой поверхностью референц-эллипсоидов, делает заключения, в которых указывает на деформацию экватора на широтах $\pm 60^\circ$ и, наконец,

на достижение максимума трехосности, характерное для параллели $\pm 35^\circ$.

В труде М. С. Эйгенсона с соавторами (1948) отмечены аналогичные закономерности для Солнца, именно для распределения солнечной активности. В ней рассматриваются две группы зон — низкоширотные, от 5 до $35-40^\circ$, и высокоширотные — 80° . Это указано Н. М. Гассанджаном для пятен и факелов Солнца. Согласно Барокасу, низкоширотные протуберанцы лежат между $18-20^\circ$, а высокоширотные — между $45-65^\circ$. Иначе говоря, на Солнце намечается определенная приуроченность к определенным параллелям участков каких-то движений.

К началу 50-х годов (1950—1953 гг.) относится несколько интересных статей Стойко, посвященных вопросу об изменениях скорости вращения Земли как планеты. В частности, им отмечено, что скорость вращения планеты уменьшается зимой и возрастает летом (1951).

Затем автор рассматривает связь изменений скорости вращения Земли с вариациями магнитного поля. Он отмечает, что неправильные вариации магнитного поля можно объяснить изменениями скорости вращения Земли и что вообще каждое тело вращения — Земля, Солнце, звезды и пр. должно обладать магнитным полем, которое в значительной мере происходит от вращения вокруг оси.

Для звезд автор в особой работе (1952) указал, что их магнитное поле изменчиво и зависит от скорости вращения, причем изменение скорости вращения порядка $1/100$ можно объяснить вращением магнитного поля. В этой же работе автор рассмотрел связь между вращением, свободным колебанием и землетрясениями. Он указал, что землетрясения за период с 1905 по 1942 г. дают материал для графика корреляции энергии землетрясений со скоростью вращения планеты с учетом при этом периода Чандлера.

В 1951 г. появилась работа Стюарта «К вопросу о критических параллелях земного эллипсоида». Критическими параллелями автор называет для Земли $\pm 90^\circ$ — полюс, $\varphi = \pm 35^\circ 15' 52''$, $\varphi = \pm 61^\circ$ и $\varphi = 0^\circ$ — экватор. В своей работе Стюарт исходил из факта установившегося колебания угловой скорости вращения Земли и изменения ее полярного сжатия. Автор вывел отсюда принципиально новые уравнения изменений радиусов параллелей вместе с изменением полярного сжатия планеты. Для затухания угловой скорости в итоге ее колебаний автор учел данные Ферреля, де Лоне (1860), де Ситтера, Спенсера Джонса, Клеменса, Раббе и др. Работы последних авторов показали, что колебания угловой скорости вращения происходят в течение короткого промежутка времени, от полугода до года.

Исторический процесс затухания и скачкообразных колебаний угловой скорости вращения Земли должен, естественно, вести к изменению момента ее инерции и, следовательно, в какой-то степени влиять на изменения элементов земного эллипсоида, т. е. на фигуру Земли.

Можно, основываясь только на геометрии двухосновного эллипсоида, дать формулы для зависимостей деформаций фигуры Земли. По этим формулам легко получить абсолютные изменения элементов земного эллипсоида по отношению к изменениям угловой скорости вращения Земли. Процесс затухания угловой скорости вызывает изменения сжатия фигуры Земли, уменьшает экваториальный радиус и увеличивает полярную полуось вращения. При этом происходит перераспределение площадей корового слоя и оттоки подкорового вещества из экваториального вздутия Земли в направлении полярных планет.

Если Земля — двухосный эллипсоид вращения при неизменном объеме, то поверхность его, по Стовасу, меняется при изменениях сжатия незначительно, но при этом происходит большое сопряженное изменение площадей: с одной стороны, от экватора до критических параллелей $\pm 35^\circ$ и, с другой, — от полюса до той же параллели. Вот именно это изменение площадей в ходе тангенциального смещения дает на параллелях $\pm 35^\circ$ горные пояса. Изменение от экватора до $\pm 35^\circ$ происходит с одним знаком, а от полюса до той же параллели — с другим. Это — первое из основных положений Стоваса, которое он установил на базе выведенных им формул.

Второе положение Стоваса гласит: «Максимум изменения площадей при изменении сжатия эллипсоида приходится на экваториальную зону и зону критических параллелей $\pm 61—\pm 62^\circ$, минимальное же изменение площадей падает на зону вблизи критических параллелей $\pm 35^\circ$. Разности площадей эллипсоидов при изменении сжатия возрастают, с одной стороны, от критических параллелей $\pm 35^\circ$ к экватору и, с другой, от критических параллелей $\pm 60—\pm 61^\circ$, меняя при этом знак».

В третьем положении Стоваса сказано: «Величина изменения радиуса вектора при изменении сжатия достигает максимального значения на полюсе и на экваторе и постепенно уменьшается по направлению к критическим параллелям $\pm 35^\circ$, где остается постоянной и не зависит от изменения сжатия».

Сводные горные поднятия Средней Азии — Куень-Лунь, Памир, Тибет, поднятия Кавказа, Альп, а равно опускания во всей Средиземноморской впадине, по Стовасу, фиксируются сейсмическими явлениями, которые прекращаются за пределами этой зоны критических параллелей $\pm 35^\circ$.

В южном полушарии, сюда же относятся Капские (Драконовы) горы, возвышенности Тасмании, Австралии и некоторые узлы Южной Америки. Влияния критических параллелей экватора по $\pm 60—\pm 61^\circ$ являются сопряженными и тоже зависят от угловой скорости вращения фигуры.

В случае затухания угловой скорости, пишет Стовас, происходят поднятия поверхности в высоких широтах, опускание экваториального пояса с максимальной деформацией поверхности на критических параллелях $\pm 60—\pm 61^\circ$ и на экваторе; в случае возрастания угловой скорости картина обратная, т. е. опускание в высоких широтах и увеличение экваториального вздутия Земли с тем же максимумом на этих критических параллелях.

Это ведет к вертикальным колебательным движениям. Стовас относит к 61-й параллели поднятие Скандинавского и Канадского щитов, северных берегов Шотландии, Новой Земли, всего северного побережья Сибири, крайнего северо-востока ее, Аляски, Исландии, всей Антарктиды и опускание литосферы большей части экваториальной области Земли.

В итоге всех изменений на поверхности Земли автор дал характеристику четырех выделенных им зон, по-разному реагирующих на изменения угловой скорости. Эти зоны напоминают зоны карты Б. Л. Личкова, относящейся к работе 1927 г. Карта Личкова составлена на основе эмпирического материала, Стовас же дает математическое обоснование.

Под воздействием приливов и прецессионных качаний фигура Земли изменяется, и попутно меняются структуры и ее рельеф. Поучительно, что в определении параллелей $\pm 35^\circ$ у Стоваса получилось полное совпадение с Веронне. В работе Стоваса дана кривая изменений абсолютного

и эфемерного времени Земли за период с 1681 по 1945 г., что дает картину изменений скорости. Стовас шел дальше по пути, начатому Магницким.

В настоящее время число трудов, написанных Стовасом на данную тему, превысило десяток. В работе 1959 г. он дает полную теорию критических параллелей. Перечень его работ приводится в списке литературы. Все эти труды математически убеждают в том, к чему приводят и эмпирические факты. И теми, и другими методами приходится прийти к выводу, что все горы и широтные, и долготные тесно связаны с вращением Земли и представляют его следствие. Они — производное от центробежных сил, созданных в ходе вращения планеты, как прямое производное изменений ее полярного сжатия при изменении скорости вращения. Если бы не было критических параллелей, горы создавались бы, как это полагал Лейбензон, на экваторе и полюсах. Фактически же они создаются на критических параллелях. Центробежную силу дает отталкивательная составляющая тяготения.

В 1958 и 1959 гг. вышли в свет две работы Г. Н. Каттерфельда, посвященные проблемам планетологии. В первой из них, где освещены основные закономерности планетарного рельефа и структур, автор излагает основы теории критических меридианов, где дается ряд очень интересных положений о них.

Во второй из этих работ автор дает основные черты геологии и геоморфологии Марса. Обе работы являются очень самостоятельными и интересными и дают широкие, ценные обобщения. Это — несомненно выдающиеся произведения автора. Поскольку настоящий труд мой закончен в 1954 г., и после этого в него мною вносились только незначительные дополнения в связи с тем, что его печатание задерживалось, я не предполагал об этих работах говорить, хотя первая из них была мне известна в рукописи. Сейчас о них сказать приходится, но по указанным причинам я не могу этим работам уделить того внимания, которого они заслуживали бы, и говорю о них только кратко. Изложение очень ценных теоретических положений Каттерфельда читатель найдет в первом выпуске «Лекций по землеведению» Л. П. Шубаева, в книге тоже отмеченной печатью оригинальности мысли.

До 40-х годов в нашей отечественной литературе среди ученых только единицы выступали в защиту идеи о связи структур Земли с движением планеты. После 1940 г. число ученых, идущих по этому пути, становится значительным.

Одним из новаторов этого нового направления был А. В. Хабаков, который в 30-х годах на тектонической конференции высказал, что в тектонике нужно считаться с движением планеты и указал на идеи Дарвина по этому поводу. Я не могу в этом аспекте не вспомнить также о своих работах 1927, 1929 и 1931 гг., где говорилось о широтной зональности эпирогенических движений, о связи землетрясений с широтными зонами, о связи, наконец, тектонических движений с вращением и движением планеты в целом. Только, как было указано выше, после работ Красовского и Магницкого, а затем ряда работ Стоваса начинается более широкое внедрение этих идей в жизнь.

Необходимо также назвать ряд книг, вышедших в свет в течение последних десятилетий и выразивших эту планетарную точку зрения. Это, прежде всего, книга Хабакова о Луне (1949), где он развивает дальше свою новаторскую точку зрения 30-х годов, работы К. К. Маркова (1948, 1951, 1956), В. Г. Бондарчука (1949), Д. Г. Панова (1950—1955), статьи Н. И. Леонова (1949, 1952), М. С. Эйгенсона (1954—1957), Б. Л. Личкова

(1942—1956). К ним примыкают основные идеи Магницкого и Сто-васа.

Во всех этих работах развиваются дальше идеи, когда-то начатые Кантом и продолженные Геттоном и Ляйседем. В них дальше развивается дело, начатое очень давно. По возрасту идеи этого течения не уступают термальным концепциям, продолжающим и сейчас зюссовские реакционные традиции, поскольку последние берут начало тоже от Канта. Но сейчас мы берем от Канта на ньютоновской основе более широкий подход, чем тот, который был возможен для Зюсса и его современных эпигонов, идеи которых и сейчас господствуют в геологии.

Выводы из исторических предпосылок

«История науки, — сказал как-то В. И. Вернадский, — является орудием достижения нового». Это совершенно верно. К истории науки приходится обращаться не только для того, чтобы восстанавливать то, что когда-то в ней уже было, и этим устанавливать связь настоящего с прошлым, но также нередко и для того, чтобы найти путь в будущее: брошенные решения иной раз оказываются такими, к которым науке приходится возвращаться иногда в старом, а иногда и совсем в новом аспекте и поэтому, не зная истории, мы нередко отрезаем пути понимания движения науки вперед, в будущее.

В истории науки мы на каждом шагу видим замену в некоторые моменты точного и истинного ложным и неправильным. Только полное знание истории и может помочь найти в прошлом то, что истинно и ограничить его от того, что ложно. Зная это, мы можем истинное ввести в науку будущего и подойти к новому. Именно в этом смысле история науки, как сказал Вернадский, и является орудием достижения нового.

Наш исторический обзор, в сущности цельный по содержанию, распадается на две части: в первой части излагались идеи Канта и Майера, во второй — освещалось развитие геотектоники.

В первой части рассказывалось о том, как Кант и Майер применили основные положения Ньютона о гравитационном характере пространства Земли к пониманию истории ее развития. Считаю необходимым напомнить основные положения идей Канта и Майера, почти неизвестные сейчас.

В своей «Истории неба» Кант подчеркивал, что она построена на принципах Ньютона, в статическое воззрение которого он вносил динамический элемент. Таким образом, принципы Ньютона принимаются Кантом целиком, и в его труде дается историческое освещение. В трактовке землетрясений, изучением которых Кант занялся в 1756 г. и о которых писал в трех своих работах, он ссылаясь на роль приливов в жизни планеты.

Существенно, что, хотя Кант и говорит о теплоте внутренности Земли и происхождении «сернистых испарений», в центре для него стоит воздействие Луны на землетрясения. Хотя лиссабонское землетрясение вызвало большую приливную волну, и, казалось, надо было бы рассматривать землетрясения как причину движения вод, Кант подчеркивал обратную связь и считал воздействие приливов вод на земную кору как причину землетрясений. Кроме того, ученый дополнял действие гидросферы на литосферу воздействием на последнюю также атмосферы, что находило выражение в указанных Кантом изменениях атмосферы до землетрясения. Это может показаться странным, но он близко подходит

к идее взаимодействия оболочек Земли, в котором недра планеты играют только промежуточную роль, а источником силы являются высокие оболочки.

Майер к основанию закона сохранения энергии шел двумя путями, важными для понимания истории Земли: путем изучения органического движения и путем изучения неба. Поучительно, что он, зная о взгляде Лапласа, по теории которого роль приливов аннулируется и сводится на нет отливами, сознательно присоединился к воззрениям Канта, который роли отливов не учитывал.

При толковании происхождения тепла Солнца Кант не мог остановиться на факте существования внутри него жара, а попытался, как мы видим, найти источники пополнения этого жара в падении на Солнце астероидов и метеоритов.

Энергия Земли, по его мнению, тоже складывается из разных источников, одним из которых являются приливные волны. При этом, если у Канта, действие приливных волн есть гипотеза, то, у Майера, оно вытекает из сохранения энергии. Кант и Майер большую роль приписывали землетрясениям, при посредстве которых гравитационная энергия приливов передается планете и ее коре, чем сближается закон тяготения Ньютона с законом сохранения энергии Майера; гравитационная энергия извне в виде отталкивания, по Майеру, тоже передается. На основе всего этого при изучении неба Майер приходит к выводу, что энергетически невозможно изолировать Землю от Космоса.

Этот взгляд Энгельс, как мы видели, позже применил в виде важного вывода о передаче движений системы Земля—Луна отдельным участкам планеты. Но надо иметь в виду, что передача энергии происходит не только «в небе» при посредстве закона тяготения, но это происходит и при передаче излучений, которые «подхватываются» земными существами, а затем передаются земной коре (уголь, каолин и пр.).

Разве из очерка, посвященного истории геотектоники, не видно, что творцы геологии в Англии — Геттон, Пляйфер, Ляйель и в Германии — Гофф, почти не зная Канта, не опираясь на его идеи и на него не ссылаясь, пошли по пути Ньютона, на который звал Кант. Это особенно видно из сопоставления взглядов Канта и Гоффа, сделанного Верле. Последний был убежден, что Гофф влиял на Канта, хотя Гофф писал и действовал на двадцать лет позже Канта. Разве это не подтверждает, что рассматриваемое геотектоническое течение сразу начало (Кант и Майер) развивать основные положения Ньютона о гравитационном пространстве Земли. Они совпадали с идеей Канта о приливных волнах гидросферы.

Что касается идей ученых 70-х и 80-х годов и позже, изложенных в конце второй части нашего очерка (я имею в виду идеи Дарвина, Энгельса и др.), то здесь нельзя не отметить большой связи идей геотектонистов с идеей гравитационного Ньютонова пространства, но не непосредственно, а через Майера. Майер, как мы видели, по своим идеям имел тесную связь с Кантом — естествоиспытателем; этим фактом подтверждается монолитность и единство всей суммы воззрений, изложенных в наших исторических предпосылках.

Совокупность этих воззрений утверждает одно и то же — гравитационный характер состояния пространства Земли, в котором на почве гравитации получается гравитационное взаимодействие оболочек Земли, создающее изменение литосферы. Сущность этого положения выявляется в трудах Воейкова, Тилло, Броунова и др. Оно развивает кантовские идеи о воздействии гидросферы и атмосферы на литосферу и еще больше

подчеркивает монолитность того течения в истории научной мысли, которое мы характеризовали.

Фактически, однако, современное преобладающее течение в науке идей этого меньшинства ученых не осознало, а основывается, в лице большинства своих представителей, на термальной точке зрения, где о состоянии пространства ничего не говорится, а главным ведущим фактом принимается повышенная температура тела планеты. Поэтому нам предстоит не только исторически, что мы уже сделали, но и теоретически обосновать преимущества воззрения, кладущего в основу трактовки Земли состояние ее пространства и именно состояние гравитационное.

Глава вторая

ТЕОРИЯ ТЯГОТЕНИЯ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ОСНОВА ГЕОЛОГИИ

О происхождении Земли и ее тектоники в связи с диспропорциональностью пространства (к характеристике взаимоотношений гравитационного и кристаллического состояний пространства)

Проблема состояния пространства впервые была поставлена в 90-х годах П. Кюри. Подошел он к этому через понятие диссимметрии кристаллов, выдвинутое Л. Пастером. Кюри поставил это понятие по-новому, перенеся его из кристаллографии в область физики и именно физических полей. В 1894 г. он выпустил работу, посвященную симметрии. «Думаю, что представит интерес, — писал он в начале статьи, — внести в изучение физических явлений понятия о симметрии, столь привычной кристаллографам».

В этой статье были сформулированы глубокие идеи Кюри, относящиеся к универсальному значению симметрии. Кюри брал понятие о симметрии и широко рассматривал ее, как состояние пространства, в котором данное явление происходит. Для определения этого состояния пространства необходимо знать не только строение среды и факторы, действующие на данный объект в этой среде, но и понять характер движений указанного объекта.

Значение этих идей о состоянии пространства характеризовала Мария Кюри в биографии Пьера Кюри. В 1924 г. она писала: «Нужно определить особую симметрию каждого явления и ввести классификацию, по которой можно ясно видеть основные группы симметрии. Масса, электрический заряд, температура имеют один и тот же тип симметрии, называемый скалярным, это есть, иначе говоря, симметрия сферы. Поток воды или постоянный электрический ток имеют симметрию стрелы типа полярного вектора. Симметрия прямого кругового цилиндра принадлежит к типу тензора».

Вернадский весьма сочувственно относился к этим идеям Кюри о состоянии пространства. «Природные явления симметрии в научном мышлении явно связаны с пространственными геометрическими представлениями, — писал, развивая эти идеи дальше, Вернадский. — Больше того, изучая их, мы изучаем проявления геометрии в окружающей нас природе. . .». И далее: «То определение симметрии, которое я считаю правильным, отвечающим реальности, и которое проникает всю эту книжку, было дано Кюри. Это представление о симметрии как о состоянии земного, т. е. геологического природного пространства или, вернее, состояниях пространства естественных тел и явлений нашей планеты» (Вернадский, 1940).

«Понятие о разных состояниях физического пространства, нас всюду окружающих и нас проникающих, только что складывается. Оно не от-

точено научной мыслью. Окружающее нас пространство резко неоднородно, и среди природных явлений существуют явления изменения состояний пространства. . . Это основное положение должно быть осознано научной мыслью и не занимает в естествознании даже того положения, которое оно занимает в физико-химических науках» (там же).

В физике и химии мы, по словам Вернадского, «постоянно сталкиваемся с разными физическими пространствами в форме физических полей и неоднородных физико-химических равновесий» (там же).

В основе состояния пространства лежат его геометрические свойства, которые для материальных агрегатов различной величины являются разными. Вернадский в своей статье «О состояниях пространства» указал такие виды этих состояний: пространство биосферы, пространство планетно-глубинное (недра), пространство межпланетного вакуума, такой же вакуум в пределах Галактики, пространство Земли как целого (гравитационное), пространство кристаллическое, пространство звездное. Все это — частные виды состояний пространства.

Есть основание говорить, что эти частные виды состояний пространства зависят от величины агрегатов, находящихся в пространстве. При малой величине агрегатов пространство одно — кристаллическое, а иногда коллоидное; при большей — другое, именно планетарное; при еще большей — звездное и т. д. Все дело в том свойстве пространства, которое можно назвать его диспропорциональностью, или размерностью. Причина диспропорциональности состоит в том, что «чем меньше какой-нибудь объект, тем больше у него отношение его периметра к поверхности и поверхности к объему» (Личков, 1914).

Тогда же по поводу этой формулировки мною было написано: «Эту формулировку я не считаю вполне удовлетворительной, и, на мой взгляд, одной из очередных научных задач является установление общей формулировки этой теоремы». Я взял ее в основном из тех представлений о парусности, которые развивались в работах ботаников, главным образом В. Н. Хитрово (1912), занимавшегося парусностью зачатков растений. Этому автору принадлежит и название — диспропорциональность и размерность пространства.

Хитрово правильно подчеркивал, что закон диспропорциональности и размерности «имеет все права для того, чтобы быть причисленным к разряду важных законов энергетики». Он подчеркивал, что диспропорциональность отношений между объемом, поверхностью и контуром тела есть следствие этого закона.

Частных иллюстраций этого закона и его применения к отдельным случаям можно найти сколько угодно у разных авторов. На них останавливаться мы не будем. Как на важное следствие этого закона, надо указать на то, что было написано мною в 1914 г.

«Лишь только от геометрического пространства мы переходим к пространству эмпирическому, материальному, как количественное отношение периметра к поверхности и поверхности к объему приобретают качественный характер», ибо, как писал Хитрово, «нет подобия тел вне геометрии».

Когда мы представляем себе тела как агрегаты физической материи, созданной разными силами, то изменение диаметра и радиуса тела представляем как переход количества в качество. Эти-то качества определяют состояние пространства.

Рассмотрим прежде всего соотношение состояний пространства кристаллического с коллоидным и гравитационного в пределах нашей планеты. Для характеристики этого соотношения диспропорциональность

пространства имеет, как теперь выяснено, громадное значение, которого прежде не видели. На это надо обратить внимание.

Малые тела в пределах нашей планеты имеют всегда угловатую и даже остроугольную форму. Они представляют бесформенные глыбы, носящиеся в пространстве, что единодушно отмечали и отмечают все исследователи и, может быть, ярче и настойчивее всех это подчеркивал Лукашевич еще в начале нашего столетия.

Угловатость велика у метеоритов, слабее она у астероидов и становится ничтожной у планет, причем у малых планет она больше, чем у больших. Угловатость форм больше у Луны, чем у Земли, так что ее горы и абсолютно и относительно выше земных, а если бы Солнце охладилось, в его рельефе образовались бы лишь невысокие холмы. Мягкоконтурность форм возрастает с ростом величин агрегатов. Это — следствие упомянутой диспропорциональности пространства и перехода тел при росте величины агрегатов и веса их из одного состояния пространства в другое.

Лукашевич в 1911 г. говорил, что в «столь больших накоплениях материи, как наш земной шар, силы, зависящие от гравитации материи, по закону Ньютона, достигают огромного напряжения и дают место явлениям, которые носят название процессов планетарных. Эти силы, совсем незаметные в малых агрегатах материи, создают то, что простые аналогии между телами большими и малыми теряют свою ценность и становятся ошибочными». Это — следствие, как мы уже знаем, вытекающее из закона диспропорциональности. И астероиды, и тем более метеориты всегда угловаты, а когда они вырастают до размеров планет, они становятся мягкоконтурными. Почему это происходит? Попытаемся ответить на этот вопрос.

«Земной шар одним своим размером, — писал А. Вегенер в 1935 г. в своей книге, — оказывает влияние на физические свойства составляющих его масс». Очевидно, это явление возможно только на основе размерности или диспропорциональности пространства. В данном случае земной шар на свои массы оказывает влияние своими гравитационными силами — притяжением и отталкиванием как составными частями тяготения. При данном размере агрегата эти силы заменяют собой сцепление, действующее в агрегатах малых размеров. При данной большой величине агрегата сцепление отступает на второй план, и его сменяет тяготение.

При эволюции от астероида к планете мы определенно отмечаем переход, следовательно, из одного состояния пространства в другое, и это имеет место, как отмечал Вегенер, из-за одного размера земного шара. Ясно, что это говорит за размерность или диспропорциональность пространства, о чем мы сказали выше.

Иллюстрировать такую размерность можно на основе простого примера, взятого из книги того же Вегенера и основанного на идеях Лукашевича, а затем на основе этого возможно сделать важные общие выводы. Пример этого изложим словами Вегенера: «Мы не можем соорудить из стали колонну любой высоты; мы должны ограничиваться некоторыми пределами, за которыми основание этой колонны „потечет“. Если мы представим себе целый край материка, состоящий из стали, то его верхняя часть, останется твердой и, наоборот, глубинные слои под давлением вышележащих масс сделаются пластичными и станут растекаться. При больших размерах твердого земного шара сталь уже не является твердым телом. Мало того, можно сказать, что в этих условиях уже нет твердых тел: все тела обладают вязкостью».

Очевидно, при росте астероида и происходящих на основе этого роста изменениях, а равно при переходе его в планетарную форму — сфероид,

кристаллическое вещество бывшего монокристалла или неправильного скопления кристаллов должно тоже начать растекаться или потечь. Только тогда оно превратится в обладающий мягкоконтурными пластичными формами сфероид.

Вернемся к стальной колонне. Если она стоит вертикально, то «расплывание» ее будет означать, что она или несколько изогнется вследствие своего веса, или из-за слишком большой длины произойдет ее расширение, главным образом, на нижних концах ее вследствие действия веса, или же будет иметь место изменение формы.

Представим себе теперь, что колонна будет занимать не вертикальное положение, а горизонтальное, т. е. она будет лежать на Земле. В этом случае изменение колонны будет заметно только при большой ее длине. Если колонна будет лежать на совершенно выровненной поверхности Земли и иметь при этом огромную длину, допустим, выражаемую километрами, то эта колонна неизбежно поддастся действию веса и изогнется параллельно поверхности Земли. Это, конечно, будет заметно, если эту колонну разрезать на части и каждую из них поставить вертикально: каждая эта часть окажется несколько изогнутой. Это — тоже своеобразное «расплывание».

Что касается астероидов, то мы уже знаем из предыдущего, что они, как и стальная колонна, угловаты и даже очень угловаты. Как и колонна, они также при росте размеров будут «расплываться», теряя первоначальную форму и становясь менее угловатыми, т. е. приобретать округленность. Здесь процесс этот не будет иметь той разрушительной силы, какую он обнаруживает в примере с колонной.

В данном случае рядом с разрушительной ролью — разрушение старой формы — проявится и созидательная роль «распływания», ибо оно произойдет тогда, когда астероид в своем росте достигнет ступени планетарности, т. е. станет планетой. Здесь будет, таким образом, не только разрушение старого, но и создание нового — создание из астероида Земли. Иначе говоря, вес, играющий для предметов Земли только разрушительную роль, будет для агрегатов и предметов вне земных выполнять роль только созидательную. В новых телах, созданных на основе увеличения веса, проявится новое пространственное состояние.

Между стальной колонной и Землей в целом можно отметить еще одно важное вытекающее из предыдущего различие. В распływавшейся колонне из стали при ее наращивании вес колонны начинает превосходить ее прочность, то же характерно для тела планеты: структуры ее весят больше, чем могут выдержать силы сцепления. Но в Земле, в отличие от стальной колонны, сами силы тяготения (вес) обеспечивают при переходе ее от астероида новую основу прочности: планета в целом прочна не сцеплением своих пород, а тем самым весом, который колошну на Земле разрушает.

Как писал когда-то Энгельс, «благодаря тяжести» всякая телесная масса «связана с землей, подобно тому как земля, со своей стороны, связана с солнцем».* Сомневаться не приходится в идентичности обоих процессов — процесса гравитационного разрушения колонны и такого же изменения фигуры астероида при переходе его в планету. Иначе говоря, тот же процесс, который происходит в слишком большой колонне, в огромном масштабе имеет место в астероиде (когда он вырост до большой величины), причем здесь он не ограничивается каким-нибудь участком, а охва-

* Ф. Э н г е л ь с. Диалектика природы, стр. 50.

тывает всю поверхность, а иногда проникает в глубину. В этом процессе при разнородности состава тела, видимо, неизбежно происходит и некоторая гравитационная послойная дифференциация вещества в теле начавшей свое существование планеты.

Процесс гравитационного расплывания и дифференциация вещества тела планеты неизбежны, если принять новые космогонические представления о происхождении планет из пылевого метеоритного облака, должны происходить в теле астероида — будущей планеты — именно тогда, когда этот агрегат, переступивший какую-то грань величины и, следовательно, веса, достигнет размера планеты, постепенно приобретая форму сфероида. О. Ю. Шмидт в начале 40-х годов одним из первых выдвинул мысль о холодном происхождении Земли этим способом. Его точка зрения развивалась много лет и получила широкое распространение и признание.

На основе этой картины ясен основной вывод, сделанный из современных космогонических теорий, но имеющий уже геологическое содержание: сфероидальная форма Земли есть форма, не унаследованная от фазы расплавления, а приобретенная сравнительно недавно. Этот важный вывод дает основу для того, чтобы рационально и правильно понять геологию планеты, к чему мы перейдем дальше.

Оглянемся, однако, на прошлое науки. Раньше, притом совсем еще недавно, все это объясняли иначе. В основе старых толкований лежали идеи А. Клеро, который первый указал на существование планетарности планет и установил понятие планетарности. Он еще в 1762 г. указал, что Земля «должна подчиняться законам гидростатики», что «операции, произведенные для ее измерения, должны дать приблизительно те же результаты, как если бы они производились на поверхности воды, застывшей после того как она приняла форму равновесия». В этих словах подразумевается, и именно это имел в виду Клеро, что Земля когда-то была жидкой, и жидкость впоследствии застыла, поэтому на поверхности Земли такими малыми оказались различия ее рельефа.

Идеи эти созвучны с космогонией Канта, которая появилась вскоре после книги Клеро, и идеи которой доминировали в геологии почти до последних дней. В качестве подтверждения можно указать, что из идей Клеро—Канта в сущности исходил классик геологии Зюсс и на эти идеи много позже опирался знаменитый математик А. М. Ляпунов.

Ляпунов в 1903 г. (1948) писал: «Если принять гипотезу, что небесные тела вначале были жидкими, то их фигуры. . . должны быть фигурами жидкой массы, все частицы которой внезапно притягиваются по закону Ньютона и которая равномерно вращается вокруг неподвижной оси». Он вместе с тем указывал на то, что эта теория является «общепризнанной».

Ляпунов, правда, оговаривался при этом, что эта теория «оставляет желать многого». В более поздней своей работе (1932) он указывал, что каждое небесное тело первоначально было в жидком состоянии, причем настоящую свою форму оно приобрело раньше отвердения, предварительно получивши «вследствие внутреннего трения неизменную форму». Фигура небесного тела должна представлять при этом «одну из тех, которые может принять жидкая вращающаяся масса, частицы которой взаимно притягиваются по закону Ньютона».

Хотя астрономы — математики обычно говорят, что Ляпунов дал безупречное и исчерпывающее решение одной из задач механики, берущей свое начало еще со времен Ньютона, тем не менее с его предпосылками согласиться никак нельзя. Почему «после отвердения» в теле имеется только внутреннее трение и нет сцепления, характерного для кристал-

лического пространства, является неясным. Но главное не это, а неверное указание, будто настоящая форма приобретаетя до отвердения, является унаследованной и «после отвердения» остается неизменной.

Так как никакого отвердения не было, а Земля имеет не огненное, а в основном холодное происхождение и создадалась из твердого вещества и его пылеватых частиц, то вся эта картина неверна, хотя она через Клеро и выводилась из идей Ньютона. Мы в предыдущем изложении тоже исходили через Клеро из идей Ньютона, но выводы у нас на основе фактов, недавно, правда, ставших ясными, получились совсем другие.

На основе концепций современных космогонистов мы в нашем изложении подошли к геологии планеты и указали, что из сделанных на основе диспропорциональности пространства положений можно дальше сделать важные выводы.

Теория Клеро—Канта тоже подошла к геологическим выводам, доминировавшим в геологической науке почти полтора столетия. Они состояли в следующем. Огненножидкое содержимое Земли — наследие прошлого — сокращалось, и вследствие этого сокращалась кора, а при этом коробилась, отчего на ее поверхности создавались горные цепи. Тектоника Земли была, таким образом, по концепции Клеро—Канта, продолженной Зюссом, Геймом и другими, следствием охлаждения планеты.

Сделав эту историческую справку, можно теперь перейти к развитию тех геологических положений о тектонике Земли, которые возникают у нас на основе современных взглядов на происхождение Земли и тех предположений о диспропорциональности пространства, которые выше изложены. Как и идеи Клеро, эти выводы в основе своей имеют закон Ньютона.

Знаменитая книга Клеро «Теория фигуры Земли» (1743, русск. изд. 1947) начиналась с данных, характеризующих картину фигуры Земли, из которых можно было сделать вывод о поразительной плавности этой фигуры и настолько малых различиях рельефа по сравнению с радиусом планеты, что эта незначительность различий навела Клеро на мысль о подчинении фигуры законам гидростатики. Мы целиком принимаем эту картину плавности фигуры, планеты, но объяснение ей, как видно из предыдущего, даем другое. Мы присоединяемся к идее Лукашевича (1911а, б), что «сферическая форма планетных тел не случайна; она обязана гравитационным силам, но не силам молекулярным, от которых зависит сферическая форма капли жидкости». В этой короткой фразе сказано очень многое. Здесь и утверждение доминирующей роли ньютоновского тяготения, и возражение против Клеро на его теорию гидростатики, ибо ссылкой на каплю жидкости сказано, что в создании планетарных форм жидкость была ни при чем. Сам Клеро отчасти это понимал, ибо рядом с этим указанием на роль жидкого состояния он, как и мы, подчеркивал роль силы тяготения.

В дальнейшем я попытаюсь дать новую концепцию причин создания в теле нашей планеты тектонических движений, исходящую из того представления о генезисе самой планетарности, которое выше изложено. Это не давалось никем из геологов, и этого тем более нет в представлениях космогонистов — О. Ю. Шмидта, В. Г. Фесенкова, Л. Э. Гуревича (1950), Э. Шауман и др., которые, дойдя до этого места, останавливались и дальше не шли, что было естественно, поскольку Земля для них была только небесным телом и движения внутри этого тела их уже не интересовали.

Выше изложены наши представления о происхождении Земли на основе диспропорциональности пространства. Теперь, в свете той же диспропорциональности и вытекающей из нее планетарности, постараемся осветить происхождение тектоники планеты с точки зрения перемены состояния пространства.

Тектоники нет, конечно, в метеоритах, нет и в астероидах, поскольку и в первых, и во вторых доминируют силы сцепления и упругости. Она появляется в теле планеты, и ее создание совпадает с фазой расплывания при переходе от угловатой формы к сферической. Ясно, что расплывание стальной колонны, о которой мы говорим, есть прообраз тектоники. Если планетарность тел планет есть не унаследованная, а новоприобретенная форма и приобретает она в фазу, когда силы тяготения получают господство над силами сцепления и упругости и начинают определять общую структуру и форму агрегатов, то тектоника и дислокации — это и есть происходящее при этом изменение структуры и формы возникшего сфероида. Только в теле тяготения могут существовать тектоника и дислокация, ибо лишь в таком теле после его создания начинается борьба сил тяготения с доминировавшими до этого безраздельно силами сцепления.

Об этой борьбе двух родов сил, которая проходит через всю историю Земли, нужно сказать следующее. В теле нашей планеты всегда наблюдаются силы тяготения, но соотношение этих сил в разные моменты борьбы различно: когда преобладание сил тяготения больше, тогда тектоническая жизнь находится в максимуме, когда оно меньше, и тогда создание тектонических форм замедляется или останавливается.

Тектонические движения состоят в том, что ими постоянно преодолеваются силы сцепления, о чем свидетельствуют всякие разрывы, разломы и надломы, создаваемые тектоникой в горных породах. Прежде считали, что Земля, охладившись и перейдя в твердое состояние, утерала изменчивость форм и стала «неизменной», так писал Ляпунов.

По нашей схеме, наоборот, при преобразованиях астероида, когда он доходит до размеров планетарных, он, наоборот, приобретает такую изменчивость формы, которой у него до этого времени не было, ибо впервые после достижения планетарности создалась тектоническая изменчивость формы тела.

Тектоника, таким образом, не есть изменение поверхности тела планеты под влиянием внутренних сил ее расплавленного ядра, а является изменчивостью тела планеты, созданной впервые при росте ее величины вторжением и началом преобладания в ее жизни сил тяготения. Это порождает, как и у стальной колонны, первое ее «расплывание».

Дальнейшие изменения степени «расплывания» этой ставшей уже сфероидальной формы определяются изменением полярного уплощения сфероида, зависящего прежде всего от изменений скорости вращения. «Расплывание» при этом в теле планеты становится повторяющимся явлением, причем процесс регулируется сохранением равновесия тела в целом.

Начальное «расплывание» состоит в данном случае в том, что вся большая масса астероида, превращающегося в планету, изменяет свою форму в результате того, что части этой массы, более или менее прилегающие к поверхности, теряют свою угловатость путем перемещения от полюса к экватору или, наоборот, от экватора к полюсу. В этом и выражается больше всего переход от состояния кристаллического пространства астероидов к гравитационному пространству планеты.

Если бы Земля была неподвижным телом, эта перестройка тела привела бы к образованию шара, но поскольку перед нами тело вращающееся, на сцену должно выступить то или иное полярное уплощение, и в результате должен получиться эллипсоид с большей или меньшей степенью уплощения. Это и явится началом тектонических смещений, которые, однако, никак нельзя отождествить с горной тектоникой; скорее они похожи на смещения подкоровых и коровых масс на большие расстояния, что будет напоминать скольжения материковых площадей вдоль очертаний тела астероида — планеты.

Это перемещение масс должно вызвать равновесие формы массы при данной ее величине и в данных условиях ее движения. Если скорость вращения агрегата меняется, а равновесие массы в этом случае необходимо, ясно, что «расплывание» формы будет меняться и в дальнейшем. Будут иметь место, таким образом, периодические изменения формы этой массы вновь создавшегося гравитационного тела, отражающие периодичность самого вращения.

Таким образом, в противовес мнению Ляпунова, приходится утверждать, что с созданием твердой планетарной Земли достигается не «пеизменная форма», а, наоборот, начало постоянных систематических ее изменений; пока был астероид, их не было, а с созданием планеты, они появляются. В этом и состоит влияние размера планеты на физические свойства масс тела, о котором говорил Вегенер (о влиянии размерности пространства).

Как второе производное на этих первичных производных перестройки тела, сходных с перемещениями материков, должны были создаться горные тектонические изменения, которые, как показал Карпинский (1888), по величине своей всегда зависят от размеров тел материков, к которым они приурочены. При этом появляются характерные направления дислокации, прежде всего широтное и субмеридиональное, и отвечающие им критические параллели (больше всего 35 и 61° и др.), а равно четыре критических меридиана. О тех и других мы будем говорить дальше.

По глубоко продуманной тектонической концепции Карпинского, материки несут на себе горные пояса, при этом величина протяжения и высота горных поясов зависят от величины материков. Карпинский говорит о смещении материков на его схеме влево, т. е. по обе стороны Тихого океана, в противоположных направлениях.

В дополнение к сказанному нельзя не отметить, что в теории критических параллелей Стоваса, которая одно из направлений широтного горообразования приурочивает к 35-й параллели, совершенно необходимым элементом создания материковых широтных гор является тангенциальное перемещение подкоровых масс (1951, 1957). Это и есть движение материков.

Отмечу, кстати, что Бертран еще в 1900 г. в свою тектоническую концепцию вводил движение полюсов. Этот взгляд не был тогда принят. Однако сейчас (1955—1957) все большее число геологов допускает движение полюсов. Можно опасаться, что и сейчас астрономы признают это неприемлемым. Нельзя не вспомнить указание Дарвина о том, что геологам легче допустить движение материков, чем получить согласие астрономов на движение полюсов планеты.

В сравнительно недавно появившейся статье В. Е. Халп (1957) пытается подойти к решению проблем тектоники путем классификации факторов тектогенеза. Он видит четыре фактора в порядке убывающей значимости: а) контракцию, б) дифференциацию — радиоактивный распад, в) враще-

ние Земли, г) изостазис. Причем причину существования этих отдельных факторов он видит в существовании трех видов энергии: а) гравитационной, б) теплоты (радиоактивного распада) и в) механической (вращения Земли). «Было бы неправильно игнорировать какой-либо из этих источников энергии, но совершенно необходимо выяснить их относительное значение». Далее автор дает список факторов по их убывающей значимости.

Нам кажется, что такая постановка вопроса неудовлетворительна: недостаточно перечислить и расставить факторы, необходимо выяснить и осветить механизм, который здесь действует. Ведь в тектогенезе главное — это освещение хода движения, а перечень факторов хода движения не освещает. Поставить ли «изостазис» раньше, а «дифференциацию» позже или сделать как раз наоборот, это хода и сущности действующего механизма не осветит, а между тем именно последнее и нужно. Действующий же механизм тектоники мы видим, как ясно из предыдущего, в перестройке структуры и рельефа планеты при переходе светила из кристаллического состояния пространства в состояние пространства гравитационное, что вызвало перестройку рельефа и структуры планеты при замене ею астероида.

С нашей точки зрения, гравитационная перестройка и есть основной механизм тектоники. Она должна периодически повторяться в ходе вращения и движения тела планеты: именно этого требует установившийся после прекращения существования астероида режим господства гравитационных сил.

Хаин в своей статье приписывает мне ротационную гипотезу. С этим я в полной мере согласиться не могу. «Rotatio», или вращение, — это, конечно, тоже механизм, но объясняет он лишь суточные перемены в жизни Земли (день и ночь), а никак не тектонику. И вот тут главный механизм — это гравитационное расплывание. С Хаином мы расходимся не только в тех моментах, которые я выше осветил, а еще и в другом.

Судя по его перечню факторов тектоники в их убывающей значимости, можно сказать, что главное для него в тектонике — это термика (контракция — дифференциация — радиоактивный распад); для меня же главным является гравитационная перестройка. Термика играет свою роль, но роль эта чисто дополнительная. Термика радиоактивного распада может, конечно, вызывать дополнительные механические явления в виде сжатий и смятий пород, может вызывать ее нагревание, но в тектонике, т. е. в образовании и последующих преобразованиях планеты, это процессы только дополнительные.

Возраст метеоритов по радиоактивному методу сейчас определяется величиной, согласно В. Г. Фесенкову (1956), около 5 млрд лет. Новый рубидиево-стронциевый метод показал величину 4.7 млрд лет, т. е. почти то же самое.

Для возраста Земли, по Фесенкову, цифра неясна, но горные породы Земли имеют возраст не больше 2 млрд лет. Можно думать, что число 5 млрд лет соответствует довольно близко возрасту солнечной системы и, следовательно, формированию вещественного состава планет. Как подчеркивали Ферсман, Гольдшмидт, Дэли и другие, средний состав метеоритов довольно точно отражает средний состав типичной планеты, в том числе Земли. Такой же состав имеют астероиды.

Сейчас, по словам Фесенкова, под эту идею можно подвести научную базу. Он присоединяется к мнению Ури о том, что метеориты когда-то возникли не из одного, а из двух первоначальных тел; Фесенков допускает, что

таких тел могло быть даже несколько. Этот катастрофический процесс рождения всей их совокупности предшествовал их вхождению в состав будущего тела Земли. Одновременно с Землей и другими планетами из тех же ранних метеоритов, т. е. из той же протопланетной среды, возникли астероиды, которые первоначально были немногочисленны, различаясь между собой по составу. Однако надо иметь в виду, что выделялись метеориты, как индивидуальные тела, и позже, поэтому некоторые из них создались всего лишь сотни миллионов лет назад.

От этих цифр, даваемых Фесенковым, несколько отличаются цифры Шмидта (1957). Он подчеркивал, что процесс образования земного тела происходил в начале исключительно быстро и половина массы нашей планеты создалась не больше чем за миллиард лет. Затем произошло замедление процесса, в связи с которым Шмидт определил общий возраст Земли примерно в 7.6 млрд лет, а позже пришел к цифре 6.7 млрд лет, т. е. к величине того же порядка, о которой упоминали выше.

Важно, однако, следующее обстоятельство, поддерживаемое Шмидтом. Если, с точки зрения гипотезы о первичной огненножидкой Земле, процесс образования земной коры был кратковременным и это заставляло считать совпадающим, или почти совпадающим, возраст коры с возрастом Земли, то по метеоритной теории, т. е. при холодном начале нашей планеты, понятие возраста коры становится недостаточно определенным.

Касаясь связи тангенциальных перемещений обширных подкоровых масс с дислокациями, создавшими горы, носящими по преимуществу характер поднятий вертикальных, следует прежде всего заметить, что едва ли приходится сомневаться в том, что дислокации, непосредственно создавшие горы, по отношению к материковым смещениям производны. Но по времени своего создания они вряд ли сильно отстают от первичных материковых смещений. В основном и те, и другие создавались более или менее одновременно, наращивая свою величину по мере роста массы планеты. Однако это нарастание величины нарушений ни для материковых масс, ни для горных мы в геологической истории отмечать не можем; ибо это может быть происходило раньше кембрия, а после него установилась некоторая стабильность.

Нельзя при этом сомневаться и в том, что именно те и другие движения, первоначально незначительные, дали начало тектонике Земли во всем ее объеме и полном развитии. Предполагаемый первозданный жар в этом вовсе не участвовал. На это уже давно указывали астроном Ф. А. Бредихин и геолог В. И. Вернадский. Что касается тепла радиоактивного, то оно, повторяю, в создании этих смещений могло играть только дополнительную роль.

Идеи, изложенные здесь по поводу происхождения тектоники Земли, представляют продолжение и развитие того, что было сказано по этому поводу в моей статье «О связи между изменениями структуры Земли и изменениями климата» (1956). Там говорилось, что «геотектоническая, как и атмосферная деятельность, имеют в основном геодинамическое, а не термическое происхождение; причины этой геодинамики — во вращении Земли». Причины же той геодинамики, которую мы изложили выше, коренятся в диспропорциональности пространства, приводящей к тому, что Земля в условиях вращения одним своим размером диктует физические свойства составляющих нашу планету масс, создавая «расплывание» вещества.

Воды Земли в своем происхождении тесно связаны с происхождением нашей планеты. Своей общей современной структуры, равно как и формы,

Земля не могла унаследовать от того астероида, который ей предшествовал, ибо как раз на грани этого перехода вся структура и форма коренным образом изменились. В отношении же генезиса земных вод действовала некоторая унаследованность: планета, создавшаяся из астероида, получила из его тела не только горные породы, но и связанные с этими породами воды.

Как известно, воды планеты по их связи с породами разделяются на две группы: воды, тесно связанные с породами и с трудом от них отделяющиеся, и воды, которые от пород легко отделяются и в своем движении подчиняются действию притягательных и отталкивательных сил тяготения, поэтому эти свободные или капельножидкие воды называются еще водами гравитационными.

Если учесть изложенные выше данные о первой гравитационной перестройке тела данного агрегата при его превращении в планетарное тело и о последующих перестройках планеты в течение ее существования в зависимости от скорости ее вращения, то есть основание высказать мысль, что начало появления на планете в больших количествах свободных или гравитационных вод произошло одновременно с превращением астероида в планету, т. е. с начала преобладания на планете гравитационного состояния пространства. Иначе говоря, гравитационные воды характерны именно для планетарного или гравитационного состояния пространства. Очевидно, если это так, то для состояния пространства кристаллического вещества характерно, наоборот, преобладание физически и частью химически связанных вод.

Происхождением природных земных вод еще около тридцати лет назад интересовался Вернадский, который этому вопросу уделил внимание в своей «Истории природных вод» (1933—1936). Напомню, что книга его осталась незаконченной и что вышла в свет только описательная часть.

В связи с этим считаю необходимым указать, что дать историю воды в то время, в аспекте господствовавших тогда общих установок в науке, было в сущности невозможно. Эту возможность дала только выдвинувшаяся сейчас новая точка зрения, формулирующая четко и ясно идею о создании самой планеты с ее особенностями в результате гравитационного расплывания астероида, ей предшествовавшего.

Мы пытаемся дать дальше эту теорию начиная с первых ее фаз, но, прежде чем это сделать, приведем фактический материал по вопросу о водах и газах метеоритов, а равно астероидов в связи с составом их вещества.

Вернадский в упомянутом труде, посвященном «Истории природных вод», указывал, что «необходимо, по-видимому, признать. . . нахождение воды в форме воды волосной в метеоритах», хотя «безусловной достоверности эти указания не имеют». «Анализы для огромного большинства камешных метеоритов дают указание на нахождение в них воды, по ни точного изучения этой воды, ни уверенности в невозможности ее позднейшего происхождения уже в пределах нашей планеты пока нет». И далее: «Содержание воды в метеоритах, судя по средним числам анализов (0.75% — потеря от прокаливания, по Мериллю, и 0.2% — потери воды, по Фаррингтону), много меньше содержания ее в горных породах». Вернадский указывал, что в метеоритах нет минералов, содержащих воду, химически связанную, конституционную, и вся вода является здесь волосной.

В более поздней сводке, посвященной метеоритам, Е. Л. Кринов (1948а), однако, указал, что в метеорите, упавшем в районе ст. Борисково, была обнаружена конституционная вода. Но автор счел нужным огово-

риться, что метеориты с конституционной водой составляют большую редкость. Что касается физически связанной воды, то она здесь имеется. Из метеоритов были выделены водород, азот, окись и двуокись углерода. В железных метеоритах преобладает водород, а равно окись углерода, в каменных — двуокись углерода, т. е. углекислота. Весьма вероятно, что газы метеоритов имеют вторичное происхождение и получаются во время их нагревания.

В 1952 г. А. Н. Заварицкий и Л. Г. Кваша указывали, что при нагревании метеоритов из них выделяются такие элементы, как H, C, N, O, S и Cl, т. е. почти все те элементы, которые на Земле выделяются при магматических эманациях. Эти элементы образуют соединения H_2O , CO, CO_2 , CH_4 и др., а также соединения, содержащие серу. Как свободные элементы встречаются еще H_2 и N_2 . В железных метеоритах преобладают слабо окисленные или полностью неокисленные соединения (вода и окись углерода); в каменных метеоритах преобладают продукты окисления тех же элементов (вода и углекислота).

Структура большинства метеоритов кристаллическая. Большое количество связанной воды содержат, по данным Кваша, так называемые углистые метеориты. Радиоактивные вещества в метеоритах встречаются в количестве, на немного порядков меньше, чем в земных породах. Это особенно справедливо для железных метеоритов. Гелий в метеоритах имеется в виде нескольких изотопов, причем преобладает изотоп космического происхождения, которого на Земле очень мало. Гелий, палладий, золото в метеоритах имеются в миллионных долях процента.

Между метеоритами и астероидами имеется тесная связь. «Все данные говорят о том, — пишет Кринов (1951), — что самые малые астероиды представляют собой гигантские метеориты, а крупные метеориты являются самыми малыми астероидами. В межпланетном пространстве те и другие движутся приблизительно по таким же орбитам. Между этими группами космических тел имеется полное единство и границы между ними нет».

Далее, он отмечает, что «сравнение окрасок астероида с земными образованиями показывает, что у астероидов не различаются какие-либо цветовые оттенки. Поверхности астероидов, таким образом, в общем серые, и по сравнению с ними все земные образования имеют больший или меньший желтовато-коричневый оттенок. Среди земных образований таких чисто серых, как поверхности астероидов, не встречается. Это, по-видимому, потому, что на астероидах нет атмосферы, их поверхности не испытывали выветривания и сохранили свой первоначальный цвет».

На основе изложенных фактов попытаемся сделать некоторые обобщения. Прежде всего совершенно ясно, что воды, которые начали свое существование в агрегате метеоритно-астероидном, — это воды волосные, т. е. физически связанные. Поскольку воды конституционные, как мы уже знаем, встречаются редко, можно думать, что они появились позже. Наконец, одновременно с возникновением гравитационного состояния пространства появились воды гравитационные, и ярко развернулось их движение. С этим гармонирует и позднее возникновение атмосферы, которая у астероида еще отсутствовала, хотя некоторые отдельные газы уже были.

Следует отметить особое, на которое указывал еще Вернадский, значение природных вод на планете, характеризуемое: 1) их повсеместностью в земной коре, 2) связью всех видов вод между собою и 3) вырастающим

на основе этого единства водным равновесием планеты, которое могло создаться только при наличии океана и атмосферы. Следовательно, на предшествовавшем планете астероиде этого быть не могло. Ясно, что все три отмеченные явления возникли и могли возникнуть только после гравитационного «распływания» астероида, которое превратило его в планету.

Иначе говоря, это значит, что и галлеевский круговорот поверхностных вод между твердой поверхностью Земли и атмосферой, и более сложные, глубоко захватывающие земную кору круговороты воды между атмосферой и недрами (круговорот, по Лебедеву, по Вернадскому), а равно круговорот между океаном и материком, создались в послеекстероидный период бытия Земли.

Сейчас есть основание говорить еще об одном виде круговорота их между Землей и межпланетным пространством. Этот вид круговорота тоже перешел уже, вероятно, в планетную фазу жизни Земли. Недавно астроном Э. К. Бютнер отметила существование процесса диссипации гелия и водорода, происходящей в верхних слоях земной атмосферы, причем в этом процессе участвует вода, что в конечном итоге может приводить к понижению уровня мирового океана.

Противоположное явление представляет приток воды из межпланетного пространства. В этом отношении представляют интерес старые данные Ф. Н. Шведова, который считал, что часть падающего на Землю града имеет космическое происхождение. В. И. Вернадский указывал позже на неразработанность теории града у метеорологов и считал возможным некоторые случаи градопадения, когда град сопровождается падением камней, связать с метеоритами. На факты этого рода обращал внимание еще Абиш. Нельзя не учесть, далее, случаев, когда метеориты, богатые углеродистым веществом, горят в атмосфере и при их падении создается вода и углекислота. Обмен между молекулами воды (Земли и Космоса) Вернадский считал вполне возможным.

Три состояния воды (твердое, жидкое и газообразное), имеющие громадное значение в существовании водного равновесия и водообмена планеты, а равно обеспечивающие общий круговорот вод, полное свое выражение находят именно после первой гравитационной перестройки, которая превращает астероид в планету.

История природных вод планеты, которую трудно было восстановить на основе прежних кантолапласовских представлений, теперь рисуется схематически следующим образом.

При переходе кристаллического состояния пространства в гравитационное наша планета получила в наследство из предшествовавшего ей астероида физически связанные с его породами воды; позже появились воды химически связанные, причем на Земле максимально развернулись химические реакции. Это не могло, однако, произойти без наличия вод гравитационных, которые охватили оболочки земной коры после гравитационного «распływания» астероида, создавшего планету. Созданием атмосферы и океана характеризуется планетарная фаза жизни планеты в отличие от астероидной.

В заключение следует высказаться еще раз о диспропорциональности или размерности пространства Вселенной. Эту диспропорциональность мы видели на конкретном примере перехода от кристаллического к гравитационному состоянию пространства. Мы уже упоминали о гораздо большем числе состояний пространства: пространстве биосферы, пространстве межпланетного вакуума (такой же вакуум с его пространством в рай-

оне Галактики), пространстве недр планеты, пространстве Земли как целого и т. д. Хочется указать, что причиной этой множественности состояний является неотделимость пространства от той материи, которая пространство наполняет; а она различна в зависимости от величины агрегатов.

Пространственно-временные отношения надо рассматривать как обусловленные общими свойствами материи и законами ее движения. Это естественно, раз они являются формами бытия материи. На фоне множества состояний пространства пространство Земли, которое нас интересует, дает на поверхности один из многих частных случаев соотношений только двух состояний пространства. Можно привести и другие случаи таких соотношений. И мы это сделаем для того, чтобы лучше осветить диспропорциональность как характерную черту пространства вообще.

При рассмотрении дислокаций земного эллипсоида перед нами встали соотношения пространства гравитационного и пространства кристаллического вещества. Оказалось, что агрегаты малых размеров — астероиды и метеориты — имеют формы угловатые, а агрегаты крупных размеров, подчиняющиеся уже не силам сцепления, а силам гравитационным, имеют очертания округленные, планетарные. Иначе говоря, от размеров агрегатов зависит принадлежность их тому или другому пространству, т. е. подчинение тем или другим силам. С этим надо считаться, когда речь идет о соотношениях разных состояний пространства: нет и не может быть подобия между телами, подчиняющимися вследствие своего большего различия по величине разным состояниям материи. Это общее правило.

Очевидно, при этих условиях диспропорциональность пространства должна себя выражать точно так же, если бы мы не только сопоставляли между собой силы сцепления с силами тяготения, как в нашем случае, но, скажем, сопоставляли бы силы атомные и внутриатомные, характеризующие те мельчайшие единицы, которые составляют части атома.

Чтобы это показать, позволю себе сослаться на результаты Совещания по проблемам философии физики (Киев, 1954), труды которого вышли в свет в 1956 г. Я приведу несколько выдержек из напечатанных в этой книге докладов разных авторов.

Так, в докладе К. Д. Синельникова «О философских вопросах современной физики» говорилось, что свойства микроскопических участков пространства не являются суммой свойств микрообластей пространства. А перед этим было сказано: свойства пространства оказались зависимыми от размеров рассматриваемой области.

Другой докладчик, М. Э. Омеляновский, указывает, что микрообъекты подчиняются иным законам, нежели макрообъекты, и далее: ни электроны, ни фотоны не являются уменьшенными подобиями макротел.

Наконец, А. С. Давыдов, М. Ф. Дейген, И. М. Дыкман, С. И. Пекар и К. Б. Толпыго в докладе «Квантовая механика и причинность» говорят, что переход от явлений микромира к атомным явлениям не сводится только к уменьшению масштаба, но сопровождается существенными качественными изменениями, и что частицы микромира вовсе не являются малыми копиями больших тел.

Все эти авторы далеко не во всем согласны между собой в сложных и трудных проблемах физики и квантовой механики, но стоит только вдуматься в приведенные их высказывания, как придется отметить,

что они видят в своей области ту же диспропорциональность пространства, которая ярко себя проявляет в геологии.

Из этого ясно, что диспропорциональность, или размерность, есть важная качественная черта пространства Вселенной, позволяющая выделить в нем разные состояния.

Теплота тела Земли и структура этого тела

Современное преобладающее направление в тектонике, продолжая направление Зюсса, причину тектоники видит в термике и полагает, что динамика земной коры есть производное термики.

«Большая часть тектонических движений, — указывает В. В. Белоусов, — . . . обуславливается энергией радиоактивного распада, дающей радиоактивное тепло» (1948). С этим коренным положением современной тектоники мы не можем согласиться. В своем основном аспекте история геологии есть история постепенного уяснения гравитационного характера поля Земли или состояния ее пространства. В этом пространстве, как целом, сопоставляемом с другими состояниями пространства — кристаллическим, межпланетным, звездным и пр., согласно Клеро и Канту, как мы показали выше, действуют гравитационные силы, определяющие ее прочность и планетарность. В другом аспекте эту их историю мы можем рассматривать как историю постепенного освобождения геологии от идеи о большой роли внутренней теплоты в жизни планеты.

Не так давно Н. В. Белов (1952) напомнил, что около двух столетий назад источником всей энергии (в том числе и в органической природе) твердо считалось внутреннее тепло Земли. Растения извлекают из недр не только химические элементы, но и нужную энергию — «тепло». Бюффон, например, был озабочен тем, что для некоторых эпох жизни Земли поверхность последней должна была греть подошвы наземных тварей. При этих условиях ученые того времени, естественно, привлекали внутреннее тепло и к толкованию даже климатов.

Н. В. Белов правильно указал, что одним из первых, кто резко подчеркнул несостоятельность таких положений, был Роме де Лиль, заговоривший о восстановлении Солнца «в своих правах» (1779). Во втором издании труда (1881), в котором Роме де Лиль это доказывал, он заглавие смягчил и стал говорить «о нулевом действии внутреннего тепла на планете». Белов отмечает при этом, что «как ни странно, но это положение оказалось мало доходчивым для большинства геологов и нашего времени. . . , так и в „Основах геохимии“ В. И. Вернадского и в „Геохимии“ А. А. Саукова утверждается, что лишь 1% материи на земной поверхности, а именно органика, имеет своим источником энергию Солнца, тогда как 99% прочей материи имеет источником энергии внутренние части Земли, ее огненножидкое ядро» (Белов, 1952). Излагаю данные о Роме де Лиле со слов Белова.

По современным воззрениям внутри тела нашей планеты нет центрального расплавленного ядра, а имеются три вида тепла: а) тепло распада радиоактивных элементов, сосредоточенное в определенном поясе, не очень глубоком по залеганию, б) тепло горючих ископаемых и в) тепло каолинового ядра преобразующихся в глубинах глинистых пород. Остановимся на характеристике этих трех видов тепла внутри Земли.

1. Тепло радиоактивное. Впервые на существование в самом веществе Земли источника земной теплоты указал Джоли.

Другой ученый Р. Стреет (лорд Рэлей) в 1906 г. показал, что количество тепла, выделяемого при радиоактивном распаде земных атомов, велико, но оно не распространено во всей толще земной коры в том количестве, как в доступных нам горных породах. Из наблюдений Стрета следовало, что радиоактивные элементы рядов урана, тория, актиния проникают в планету глубже немногих сотен километров (Стреет думал о 300 км).

В 1909 г. Джоли, опираясь на данные Стрета, пытался объяснить этим путем явления горообразования, вулканизма и т. п. Позже, в 1915 г., Хольмс исчислил, что те количества радиоактивных элементов, которые мы наблюдаем в горных породах, не могут проникать глубже 50—60 км. В основном выявился факт концентрации радиоактивных элементов именно в земной коре, а не на большой глубине.

В работе 1925 г. Джоли попытался показать связь радиоактивной энергии с горообразованием, придерживаясь той точки зрения, что энергия эта связана не с кристаллическими решетками и не с молекулярными соединениями, а со свободными атомами, находящимися в состоянии рассеяния. Эту энергию Джоли, а вместе с ним Вернадский, считал совершенно достаточной для объяснения существования раскаленной водной алюмосиликатной кремнеземной магмы, нагретой до 1000—1200° (Вернадский, 1934).

Перейдем к теплу, создающемуся за счет лучистой энергии Солнца. Это именно мы имели в виду, когда говорили о том, что открытия Майера при его жизни не закончились.

Майер указал на роль живого растения, как «склада» тепловой энергии, получающегося за счет излучения. Только после него стало ясным, что подобная же энергия излучений образует запасы и в земной коре.

2. Энергия ископаемых растений. Мне неизвестны ранние работы по учету этого вида энергии в земной коре в естественном залегании горючих ископаемых. Можно лишь отметить, что в 1950 г. энергетик М. С. Григорьев сделал попытку учесть эту энергию. Отсылая интересующихся деталями к первоисточнику, мы отметим здесь лишь основную концепцию автора. Он писал, что «процесс превращения исходного вещества в различные горючие состоит в сочетании процессов постепенных количественных изменений, при которых все молекулы органического вещества претерпевают одно и то же превращение, и влияния процессов, меняющих качественную сторону органического вещества скачком и вызывающих этим переход горючего в другой класс горючих».

При образовании горючих ископаемых освобождается тепло и на глубинах оно отдается телу Земли. Далее процесс образования горючих ископаемых приводит к передаче энергии солнечного излучения глубинам Земли. «Органическое вещество является постоянно возобновляемым источником энергии». Количество выделяющейся при этом энергии автор считает очень большим, способным нагреть огромные толщи пород. Процессы эти протекают при большом участии воды, т. е. подземных вод.

3. Переходим к третьему виду тепла, которое под влиянием лучей Солнца накапливается в породах неорганического происхождения, хотя может быть с участием жизни и живого вещества. Картина накопления этого тепла сходна с картиной накопления тепла органического. Ее осветили для силикатных пород Лебедев и Белов.

Вернадский полагал, что каолиновое ядро — единственное алюмокремневое соединение образуется с поглощением тепла и представляет собой эндотермическое соединение.

Лебедев указал на неправильность этого представления и показал экзотермический характер данного соединения (1946). К идеям Лебедева присоединился Белов и внес свою лепту в освещение данного вопроса.

Лебедев и Белов полагали, что изменение атомного расстояния O , происходящее в глубинах, должно быть связано с изменением энергии, именно с ее освобождением. Наоборот, при превращении изверженных пород в метаморфические и осадочные последние должны насыщаться энергией. «Опускающиеся осадочные и метаморфические породы несут, таким образом, с собой значительные запасы свободной энергии. . .» (Белов, 1952). Этот процесс идет с потерей воды при превращении глин с каолиновым ядром в слюды, а затем в полевые шпаты.

Процесс этот есть нечто, аналогичное преобразованию на глубине углей. Осадочные и метаморфические минералы, таким образом, эндотермичны, изверженные — экзотермичны. Солнечная энергия в этом процессе проникает на значительную глубину при участии влаги.

Белов полагает, что этот процесс способен произвести глубокую переплавку пород, установить ту температуру, которую мы приписываем вулканическим очагам ($1000-2000^{\circ}$) и обеспечить температурный градиент земной коры. Что касается процесса каолинизации, протекающего в больших масштабах на земной поверхности, то он сопровождается аккумуляцией энергии и поглощением тепла (Лебедев, 1946). Возможно участие жизни в этом процессе. Таким образом, на поверхности образуются соединения с большим запасом потенциальной энергии, чем в глубине (Лебедев, 1953).

Таковы те три вида тепла, которые должна учитывать тектоническая теория, если исходить из мысли, что тепло создает движение земной коры. Ясно, что одним радиоактивным теплом ограничиваться нельзя и нужно взять все виды тепла, сделав поправку к приведенному выше суждению В. В. Белоусова (1948). Принципиальной перемены эта поправка не вносит.

Разница оказывается лишь в том, что количество сложенного в виде запасов тепла оказывается больше, чем предполагалось первоначально. Это даже лучше. Ведь еще в 1939 г., учитывая только радиоактивное тепло, Вернадский сказал: «Можно считать эмпирическим обобщением, что количество рассеянной радиоактивной энергии земного вещества достаточно в верхних частях планеты для того, чтобы объяснить все движения твердых масс земной коры — орогенические и тектонические их выражения, все движения жидких и газообразных масс» (Вернадский, 1955).

Мне думается, что эти слова авторитетного ученого соблазнили многих, и в том числе Белоусова, на продолжение того же пути, по которому шло направление Зюсса и Гейма, т. е. пути освещения тектоники на основе термики. Еще до сих пор большинство геологов так объясняет тектонику. Сюда относится, в частности, радиомиграционная теория Белоусова, разработанная им в 1942—1943 гг.

В старой термальной теории Зюсса все было ясно или, по крайней мере, казалось ясным на уровне тогдашних знаний: ядро сжимается, кора оседает на это сжимающееся ядро. Но теперь этой ясности нет, ибо сжатия субстрата для создания тектоники недостаточно. Толкование процесса ищется «в глубоких зонах Земли, лежащих за пределами 70-километровой толщи»;

«влиянию каких-то явлений, развивающихся на очень большой глубине в недрах планеты, как раз и обязана правильная периодичность тектонических явлений» (Белоусов, 1948, 1954). Говорить о каких-то неведомых причинах и неведомых явлениях и их привлекать к объяснению, значит ничего не объяснить. А именно так поступает Белоусов в своей радио-миграционной гипотезе.

В заслугу этой теории автор ставит то, что его гипотеза «предусматривает . . . простой случай развития интрагеосинклинали» (Белоусов, 1948). «Задачей этой теории автор считает учет и объяснение в максимально широкой степени . . . закономерности тектонических движений . . .» (там же). Что касается «предусматривания» гипотезой простого случая интрагеосинклинали, то это не значит, что в основных чертах гипотеза описывает то, что творится в геосинклинали, и отнюдь не объясняет, почему в том или ином месте создаются геосинклинали, а нужно именно последнее.

Думается, не случайно, что на тепле, находящемся на «неведомых глубинах» (выражение Белоусова), не удалось построить объясняющей тектонической теории. Это было совершенно неизбежно и не могло быть иначе. Ведь термальная тектоническая теория не дает путей для объяснения возникновения движений из того фонда тепла, который находится в Земле.

В. Л. Комаров в статье «Жизнь и творчество К. А. Тимирязева», напечатанной в предисловии к первому тому его «Избранных сочинений» (1948) привел излагаемое Майером мнение одного из его противников, что животная теплота передается животному по наследству. Майер говорит, что в награду за такое открытие можно было бы пожелать его автору «печку», которая передавала бы по наследству нестоимую теплоту своей прародительнице — «печки».

По поводу этих слов Майера можно вспомнить о том очаге, существование которого постулировали геологи внутри Земли для объяснения ее тектоники, землетрясений, вулканов и пр. В такой очаг верили в свое время Зюсс и его школа. Этот очаг в центре Земли давно ликвидирован, но забыть его геологи никак не могут и создали ему на смену другой очаг — периферический. И вот такой очаг сейчас возобновляют.

Но «наследственная печка», на которую сослался Майер, а позже Комаров, периферическая или центральная, создать горообразования, конечно, не может, ибо она всецело подпадает под схему того «самопорождения», которое отрицал Энгельс, вводя вместо него «толчок извне», когда говорил о геологии.

Если после сказанного мы отбросим термику, то должны будем отметить, что структуру и форму Земли в целом, в смысле размеров полярного сжатия и строения отсюда протекающих горных структур, создадут в первую очередь силы тяготения, а не силы нагрева периферических частей Земли радиоактивным, органическим и иным теплом. Последнее может играть только вспомогательную роль, которая не искажает основного хода процессов, создания структуры силами тяготения.

Таким образом, пространство Земли есть пространство планетарного поля тяготения, и мы можем констатировать, что в этом состоянии пространства рождаются и должны рождаться закономерности существования широтных критических параллелей $+35$ и $+61^\circ$. Этот вывод обоснован всем предыдущим ходом развития геологической науки от Геттона и Канта через Дарвина и Энгельса до современности.

Материки и океаны как мегаструктуры и теория движения материков

«Материки и океаны, — как писал Хаин, — являются не только крупнейшими элементами рельефа земной поверхности, но и крупнейшими структурными элементами земной коры» (1957). Вегенер тридцать пять лет назад (1925), говоря об их взаимоотношении, отмечал, что «во всей геофизике нет второго такого ясного и точного закона, как закон о двух не связанных друг с другом, имеющих наибольшее распространение ступенях, а именно: ступень материковых плато и ступень океанических впадин». Смысл этого, по Вегенеру, в том, что эти две ступени являются двумя разными по составу оболочками нашей планеты. Явно горные породы под океанами тяжелее, нежели под материками. Позже принципиальное отличие строения материков и океанов подчеркнул П. Н. Кропоткин (1950, 1953). К этому же выводу пришел В. Б. Нейман, разгадывая «географический смысл гипсографической кривой» (1954). Различие в строении материков и океанов подтверждают также в своих сводках Магницкий (1953) и Бончковский (1953).

Казалось бы, на основе убедительных указаний ряда исследователей и содержащихся в их работах фактов вопрос ясен и можно твердо говорить, что материки и океаны являются действительно самыми большими структурами земной коры — мегаструктурами. Мы это считаем несомненным. Из этого следует дальнейший вывод, что существует относительное постоянство этих структур, которое было выдвинуто Дэна, принималось Вернадским и разделяется Кропоткиным.

Однако в современной науке продолжает держаться с этим взглядом и другая идея. Ряд геологов утверждает молодой возраст океанов (В. В. Белоусов, Д. Г. Панов, Ш. Шухерт). Эту точку зрения Хаин считает традиционной для европейской геологии. Другие же (А. Н. Мазарович и Г. Штилле) делят океаны на древние, или первичные, и молодые, или вторичные.

Если сопоставить эти точки зрения, то станет очевидным, что правильной является только первая — древность океанов. Но почему же держится в науке и вторая?

Думается, что это происходит из-за неправильного подхода исследователей к данной проблеме: они ставят проблему узко, и в этой постановке проблема кажется неразрешимой, а надо поставить ее шире, и тогда она решится легко и до конца. В своей знаменитой книге Вегенер (1925), обсуждая проблему соотношения материков с океанами, привлекал к делу разные доказательства: а) геофизические, б) геологические, в) биологопалеонтологические, г) палеоклиматологические и д) геодезические. В последнее время верили только доказательствам геологическим, остальные же просто отбрасывали, что, конечно, неправильно.

Это особенно проявилось в 1946 г. при обсуждении проблемы движения материков, когда Н. С. Шатский отбросил геодезические и биологопалеонтологические доказательства.

Он указал, что долготные наблюдения в Гриниче и Вашингтоне показали некоторое уменьшение расстояния (около 0.7 м в год) между этими пунктами. Однако Шатский, хотя сам и привел этот факт, считается с ним не счел нужным.

Что касается фактов биологических, то о них у Шатского сказано, что они дают «исключительную стройность доказательств и легкость

объяснения самых сложных явлений». Кроме того, добавлено, что движение материков «сравнительно легко и просто объясняет большое количество географических и геологических особенностей в строении нашей планеты». Надо учесть, дальше, что эта гипотеза как вполне обоснованная теория широко применяется в смежных с геологией науках — палеоклиматологии, зоо- и фито-географии и др. Более того, эта теория «среди палеоклиматологов, географов, зоогеографов. . . является ведущей в представлениях о развитии фауны и флоры». Эта теория «весьма хорошо объясняет верхнепалеозойское оледенение, а также не только географическое распространение растений и животных древнего материка Гондваны, но и ряд загадочных явлений из зоогеографии и фитогеографии современности» (Шатский, 1946).

Из приведенных характеристик теории ясно, что такая теория, если верить этим словам Шатского, заслуживает большого внимания. К сожалению, Шатский эту теорию и все связанные с ней факты отверг.

Не пора ли сейчас пересмотреть для теории движения материков значение тех факторов, которые были в свое время им отброшены? В частности, подчеркнем еще раз, что без всяких мотивов Шатским был отброшен геодезический факт; факты же биологические, говорящие в пользу теории движения материков, не были приняты во внимание потому, что автор теории, о котором говорил Шатский (Вегенер), якобы игнорировал теорию геосинклиналей. Последнее не верно, ибо о теории геосинклиналей говорится в книге Вегенера (1925), а, кроме того, в отечественной литературе был ученый, который сочетал теорию геосинклиналей с движением материков. Я имею в виду палеонтолога акад. А. А. Борисяка, широко использовавшего биологические факты. Полагаю, что за последние годы обстановка сильно изменилась и теперь можно подойти к вопросу шире и правильно разрешить проблему соотношения материков и океанов как двух несомненных мегаструктур и проблему движения материков.

Хотя Хаин решает проблему соотношения этих структур правильно в утвердительном смысле, но он указывает на существование еще двух взглядов, ни один из которых несовместим с представлением, что материки и океаны являются довольно постоянными крупнейшими структурами земной коры. Эти два взгляда надо, наконец, из науки устранить, хотя они упорно живучи. Вернадский в книге «История природных вод» (1933—1936), как и Хаин (1957), придерживался, следуя Дэна, взгляда, что материки и океаны являются двумя структурами и в силу этого довольно постоянны. Но одновременно он упоминал о «другом решении», согласно которому «море и суша могут перемещаться в любой точке земной коры без всякого соотношения с распределением суши и моря». Он имел в виду здесь, главным образом, теорию Зюсса и подчеркивал, что эта теория «современное распределение суши и моря рассматривает как поверхностное явление, в корне свободно меняющееся в течение геологического времени».

Взгляду Зюсса, по его мнению совершенно неприемлемому: будто «океан и суша — поверхностные явления — появляются свободно и непрерывно в одном и том же географическом месте планеты многократно в течение геологического времени», — он противопоставлял до сих пор не вошедшее в сознание геологов эмпирическое обобщение, согласно которому «распределение океанов и суши является не палеогеографическим явлением, а связано с определенной структурой земной коры, идущей далеко вглубь, на многие километры, лежащей глубже большинства тектонических смещений» (Вернадский, 1933—1936). Эти слова Вернад-

ского чрезвычайно важны и находятся в полном согласии с приводившимися нами указаниями Карпинского о производности горных структур от материковых.

В дополнение к этим словам Вернадского приведу интересные высказывания Кропоткина (1951) на I Совещании по вопросам космогонии в апреле 1951 г., где он говорил: «Выясняется глубокая противоположность не только в строении, но и в геологической истории океанических впадин и материковых массивов», и далее: «В области океанов земная кора построена из материала, значительно более плотного, чем в области материков и на островах. Это подтверждают данные распространения сейсмических волн».

Кропоткин отмечал, что «ровные океанические пространства, имеющие поверхность ниже 4000 м, по-видимому, никогда не были сушей и не испытывали интенсивной складчатости. Если учесть оба эти факта, то придется сказать, что едва ли океанические участки на промежутке от докембрия до наших дней становились сушей и едва ли, наоборот, материк на том же промежутке делался океаном. Если бы то или другое имело место, не было бы той противоположности по составу материков и тектонике материков и океанов, которая отмечается повсеместно сейчас». «Даже небольшое, на 10%, изменение объема океанических впадин сейчас же резко отразилось бы на контурах суши и моря в виде всеобщей регрессии (отступления) или трансгрессии (наступления) моря, способной захватить 40% современной площади суши. Известные по геологическим данным изменения площади моря не подтверждают распространенного представления о том, что Атлантический и Индийский океаны могли образоваться за счет погружения обширного гипотетического материка Гондваны на глубину 4—5 км» (Кропоткин, 1951).

В этих словах Кропоткина отрицается возможность появления океанов на месте былых гигантских материков, как Гондвана, или части их. Значит, одно из двух: или этих гигантских материков — мостов между теперешними материками — вовсе не было, или если они были, то должны быть следы их погружений в виде потрясающих по величине колебаний уровня моря трансгрессий и регрессий. Историческая геология утверждала и утверждает, что эти погружения были. Но тогда почему не было этих гигантских трансгрессий и регрессий и та же историческая геология не может их найти?

Кропоткин отметил это неотвратимое противоречие и тем самым выразил мнение, противоположное тому, что говорит современная геология. Кропоткин совершенно прав, но он не сторонник движения материков: сужу потому, что никогда по этому поводу он не высказывался. Однако Кропоткин пришел к выводам, которые можно широко обосновать лишь при принятии движения материков. По моему убеждению, продумать вопрос до конца могут только биологи, и в этом смысле интересны суждения биологов и палеонтологов Борисяка и Криштофовича, к которым мы дальше обратимся. Но, прежде чем сделать это, я еще раз вернусь к Вернадскому для того, чтобы установить один важный факт и дать более полную характеристику его идей, изложенных в «Истории природных вод».

Упомянутые выше идеи Зюсса Вернадский категорически отвергал и счел приемлемым в трактовке отношений материков и океанов две гипотезы — гипотезу Дэна о постоянстве материков и гипотезу Вегенера об их движении. Нетрудно, внимательно читая его книгу, увидеть, что между этими двумя воззрениями он колебался, решительно отвергая третье,

как сказано, связанное с Зюссом и его концепцией огромных материков.

Из этого совершенно ясно, что взгляды Вегенера он принимал как одну из возможных гипотез. Вернадский всегда делал различие между гипотезой и эмпирическим обобщением, и вот взгляд Вегенера был для него приемлемой гипотезой, в связи с чем он даже обсуждал в своей книге возможные количественные пределы смещения материков. Он указал, что «астрономические наблюдения», «со смещением координат отдельных точек суши связанные», «начали обращать на себя внимание, и первые результаты не являются неблагоприятными для теории движения материков» (Вернадский, 1933—1936).

Далее, он говорил о существовании зональности климата во все эпохи истории Земли, причем «как бы перемещался на поверхности планеты полюс этой зональности». При этом Вернадский сослался на построения Вегенера и В. П. Кеплена. Он допускал, что «могут открыться смещения континентов, независимые от тех передвижений, которые предвидел Вегенер». Это Вернадский дополнял затем указанием, что теория движения материков «стоит в согласии со многими биологическими фактами и, по мнению такого крупного геолога-тектониста, каким является Арган, с совокупностью современных представлений о создании в геологическое время тектоники континентов» (там же).

Из совокупности высказываний Вернадского о движении материков ясно, что он был сторонником гипотезы о движении материков, но так как не любил гипотезы, а стремился заменять их эмпирическими обобщениями, то ему хотелось эту гипотезу превратить в эмпирическое обобщение, что и видно в некоторых из приведенных его высказываний.

Идею Дэна об устойчивости материков он именно и считал таким твердым эмпирическим обобщением, но при этом подчеркивал, что и в теоретических представлениях Вегенера, а также Дэна наша суша и наш океан являются в общем геологически неизменными массами, строящими земную кору: может идти речь (для главной массы их вещества) о перемещении, но не об их переходе друг в друга.

Таковы были воззрения Вернадского по данному вопросу. Нельзя не указать, однако, что в этих идеях он пошел гораздо дальше, чем Дэна. В своей «Истории природных вод» он дал замечательное обобщение, которое назвал «диссимметрией земной коры».

Сущность диссимметрии состоит в том, что океаны сейчас на Земле по своей площади больше чем в два раза превосходят материки. Вернадский подчеркивал, что это явление не случайно и что ему отвечают не одни внешние очертания суши и океана, но также состав подстилающих пород на дне океана и в теле материков. Сопоставляя вес пород там и здесь и размеры площадей, он указывал, что соотношение размеров площадей океанов и материков не случайно, а отвечает их известному весовому равновесию, что совершенно естественно и необходимо, поскольку Земля есть структура равновесия сил тяготения.

Вернадский правильно полагал, что это равновесие очень устойчиво и выдерживается во все геологические периоды. Материки и океаны — это структуры земной коры. Структуры эти Вернадский, учитывая гравитационность земного пространства, сопоставлял между собой по весу океанов, вес же он сопоставлял с их площадями и приходил к правильному выводу, что в целом они друг друга уравнивают, что в последней своей еще не напечатанной работе он формулировал как «правило Ромье». Из правила Ромье вытекает диссимметрия соотношения материков и океа-

нов, эти две закономерности (уравновешивание материков и океанов и их диссимметрия) можно считать тесно связанными и друг друга дополняющими.

Правило Ромье говорит, что на Земле происходят переливания единой массы воды, но они связаны с постоянным сохранением коренного соотношения материков и океанов (1 : 2.4). «Можно говорить только о колебаниях вокруг этого числа» (Вернадский, 1933—1936). Но это же число есть количественное выражение диссимметрии. Дополняя эту мысль, Вернадский сказал: «Выведенная путем сложного и трудного векового наблюдения геологов эта устойчивость соотношений между поверхностями суши и моря подтверждается всем эмпирическим материалом геохимии, указывающим на малую вероятность, если не невозможность, быстрого его изменения» (Вернадский, 1924).

Придерживаясь воззрения, что материка очень устойчивы в своих очертаниях, Вернадский их подвижность в пространстве, т. е. их движения тангенциальные, принимал лишь как гипотезу.

Нетрудно показать, однако, на основе всех относящихся сюда фактов, что из теории неподвижности земных материков, которая тоже по-своему старается объяснить события геологической истории, если ее проводить последовательно до конца, вытекают абсурды, суммируемые картами реконструкции материков. В разные геологические периоды, дающие огромные материка с узкими океанами, подобными проливам, существование таких материков и океанов, а затем, «экстренное» погружение материков никак принять нельзя, ибо то и другое абсурд.

Не ясно ли на основе этого, что и в данном случае надо отвергнуть самую теорию, из которой следуют все абсурды. Ведь справедливость всякой теории познается по вытекающим из нее выводам, а если абсурдны выводы, то значит абсурд представляет сама теория. Это мы целиком относим к идее о неподвижности материков, которой предопределена поэтому участь, общая с идеей о неподвижности Земли, которая давно из науки изгнана. Фантастикой давно уже называем мы теорию неподвижности Земли Птоломея, и фантастикой скоро все назовут точно так же теорию неподвижности материков. Идея об устойчивости очертаний материков только в сочетании с мыслью о диссимметрии Земли и правилом Ромье может дать решение проблемы строения земной коры, но это неизбежно требует признания подвижности материков.

Современная историческая геология, стоящая на точке зрения неподвижности материков, наполняет карту прошлого Земли, на промежутке от докембрия до начала третичного времени, гигантскими материками, как Гондвана, Пацифик, Северная и Южная Атлантиды. Ясно, что дело тут не в одной Гондване, как это следует из приведенного выше рассуждения Кропоткина (1951). Если все эти материка, ныне не существующие, нанести на карту мира, то получится гигантское развитие материков и представление о крайне узких океанах — проливах между ними. Сейчас океаны больше чем вдвое превосходят свою площадью площадь материков. В этом и состоит диссимметрия земной коры, по Вернадскому. Не то было, если верить построениям господствующего течения исторической геологии.

Взгляните на реконструкцию древних материков в любом курсе исторической геологии (у Лаппарана, Ога, в третьем томе у Лукашевича, у Арльдта и др.), посмотрите на карты древнего мира, в промежутке от докембрия до третичного времени. Всюду вы увидите одну и ту же картину, которая сводится к тому, что будто бы по данным исторической

геологии на всем промежутке от конца докембрия до третичного времени соотношение материков и океанов было якобы таким, что существовали гигантские материки и узкие подобные проливам океаны между ними. Эта картина неправдоподобна.

Не менее неправдоподобно и другое: будто бы на рубеже между меловым и третичным периодами внезапно все это изменилось. Будто бы гигантские материки — Пацифик на месте Тихого океана, часть Гондваны между Австралией и Африкой, Северная Атлантида между Европой и Северной Америкой, Южная Атлантида между Южной Америкой и Африкой — сразу погрузились, и наступило таким образом современное соотношение между океанами и материками: материки стали маленькими, а океаны гигантскими.

Изложенные мною выше два положения составляют то, что утверждает современная историческая геология, если она стоит на точке зрения отрицания движения материков. Для нее иной возможности истолковать факты нет. Но такое истолкование есть абсурд.

Надо очень внимательно продумать то, что в этих двух положениях утверждается, и тогда ясно будет, все это представляет нечто, что совершенно нельзя допустить. Убеждения в этом вытекают из следующего.

1. Нельзя допустить одновременного погружения четырех огромных материков, которые являлись мостами между современными материками. Ведь Земля, как вращающееся тело, имеет известное равновесие, и оно нарушилось бы от одновременного погружения на глубину до четырех километров сразу четырех материков.

2. Нельзя подобрать, далее, причин для такого погружения ни на самой планете, ни вне ее; если бы это произошло, оно было каким-то чудом, но чудес наука не допускает.

3. Допущение в недавнем прошлом погружения сразу четырех материков и создания вместо них новых океанов означало бы допущение катастрофы в недавнем прошлом Земли. Но современная наука на основании фактов для прошлого Земли вообще отрицает катастрофы и особенно отрицает их, в частности, для мелового и третичного периодов, ибо факты, касающиеся этих периодов, известны хорошо.

Из трех положений приходится сделать вывод: очевидно, погружения материков-мостов в прошлом не было. Но если не происходили погружения, которые нужны были для объяснения прекращения расселения фаун и флор, для чего эти погружения и выдумали геологи, то значит, что не было и самих мостов, по которым расселение до этого будто бы шло.

Очевидно, при таких условиях расселение континентальных фаун по материкам происходило не вследствие наличия мостов между ними, а вследствие сокращения расстояний между материками и их сближения вплоть до полного слияния. Если отрицать материки-мосты и исключить возможность их погружения, то для объяснения расселения флор и фаун остается одна только возможность — допустить, что в одни эпохи были сближения, а в другие — раздвижения материков. Иначе говоря, если отбросить материковые мосты и все связанные с ними погружения, как недопустимые абсурды, то придется признать движение материков за истину. Многие в деталях этих перемещений материков неясно, и детали надо исследовать, но самый факт не подлежит сомнению. Исторически мы видим, что в промежутке от работ Натгорста (Nathorst, 1888) и Неймайра (1886) до исследований А. Н. Криштофовича, Борисяка и Вульфа (30-е годы нашего века) по подбору палеобиологических фактов была проделана

огромная работа, которая привела к тому, что эти факты умножились и усложнились.

Это приходится констатировать и признать, что прежде всего именно в этом выразилось огромное развитие самой теории: она, так сказать, обросла огромным материалом биологических фактов. Например, не обратить внимания на то, что лица, добросовестно освещающие биологическую историю живых существ, тщательно продумав ее, обязательно приходят к идее движения материков.

Из наших специалистов, работавших по этой линии в течение последних десятилетий, можно назвать, кроме уже упоминавшихся, В. В. Алехина (1944), Н. В. Павлова (1948), Б. К. Штегмана (1936), И. И. Пузанова (1938), Н. А. Бобринского (1946), И. А. Рубцова (1940). В связи с этим списком биологов, придерживающихся мысли о движении материков, не могу не вспомнить золотых слов Н. С. Шатского о том, что у биологов идея движения материков уже не гипотеза, а теория, и притом очень стройная и продуманная. Вспоминая вместе с этим указание Шатского о том, что наблюдения в Гриниче и Вашингтоне подтвердили факт смещения материков, а еще больше, считаясь с правилом Ромье и диссимметрией земной коры, доказанной В. И. Вернадским, я нахожу возможным сказать, что идею движения материков уже нужно считать доказанной.

Мною была написана книга «Движение материков и климаты прошлого Земли» (1931—1936), выдержавшая четыре издания. В ней я изложил идею, главным образом, на основе учета биологических данных. Думаю, что последние сыграли немаловажную роль в том, как сложились воззрения таких сторонников движения материков, как Н. Н. Зубов, М. В. Кленова и Д. В. Наливкин.

Мне представляется, что биология — это именно главное направление, в котором сказался прогресс теории. Именно здесь накаплиются в неисчислимом множестве мелкие факты, которые своей лавиной делают совершенно невозможным сохранение теории неподвижности материков и заставляют подыскивать геофизические доводы против их неподвижности.

Еще ярче этот прогресс теории виден в построениях о широтной и меридиональной зональности. У нас широко распространено мнение будто представление о движении материков, нашедшее яркое свое выражение в ряде работ 20—30-х годов нашего столетия, создано Вегенером и им впервые введено в науку, что это — «мода», проникшая к нам свыше 30 лет назад с Запада.

Идея о движении материков не только гораздо старше Вегенера, но она старше, например, и самой геологической науки.

Геологическая наука как отдельная область знания родилась в XVIII в. Между тем, в XVII в., во времена Ньютона и Лейбница, когда геологии, говорят, еще не было в науке (по существу это не так), существовало много интересных и ценных геологических мыслей, выразителями которых были Лейбниц, Гук с его трактатом о землетрясениях, Стено, Бернар Паллесси, Галлей, Пласе, Кирхер и другие. Пласе в 1668 г. написал книгу «La corruption du grand et du petit monde ou il est montrée que devant le déluge l'Amérique n'était point séparée d'autres parties du monde», в которой речь идет о том, что раньше, до «потопа», Америка соединялась в одно целое с Африкой и Европой, а позже обе группы материков раздвинулись.

Отсюда ясно, что еще за 250 лет до Вегенера Пласе пришел к основным его идеям. Геологии как науки в это время еще не было, но идея движения материков уже появилась. В знаменитой работе М. В. Ломоносова

«О слоях земных» (1763) имеются следующие указания. В северных странах находят остатки животных и растений, свойственных теплым и даже тропическим странам. Сюда относятся бивни мамонтов, некоторые моллюски и др.

Ломоносов предположил, что большие участки поверхности Земли, несущие на себе эти остатки, «насильством подземного действия», были принесены на новые места, где сейчас холодный климат. Он, впрочем, указывал, что некоторые дают этому и иное объяснение. Оно может быть связано с нечувствительным наклоном всего земного глобуса — изменением расстояния эклиптики от полюса. Если принять первое из двух объяснений, выдвинутых Ломоносовым, то речь идет о смещении полюсов земной коры, а не всего тела Земли, к чему и сводится перемещение материков. Данная мысль имела в то время большое значение, и иногда ее, видимо, смешивали с передвижением полюсов Земли. О перемещении земных полюсов писал в своих лекциях по физической географии Кант в 1802 г., причем результатом этого перемещения он считал присутствие в Европе «индийских зверей, двустворчатых раковин и растений». Кант не упоминал при этом о перемещении материков.

Интересны высказывания Лапласа, который говорил, что «всякая гипотеза, основанная на значительном перемещении полюсов» по поверхности Земли, должна быть отброшена как несогласная с только что охарактеризованной особенностью земного эллипсоида». Лаплас считал, что это перемещение полюсов придумано для того, чтобы «объяснить существование слонов ископаемых, кости которых в огромном количестве находим в климатах севера, где современные слоны жить не могут» (Laplace, 1825). Возражая против возможности этого, Лаплас указал, что «ископаемые слоны имели тело, покрытое густой шерстью» (речь идет явно о мамонте),* что эти слоны, очевидно, были приспособлены не к тропикам, а к холодам севера.

Следует заметить, что вообще геология, возникшая на западе позже, чем в России (в конце XVIII столетия), имела тогда еще мало фактов, которые она могла бы противопоставить точке зрения Лапласа. Но затем эти факты стали собираться все в большем и большем количестве, и тогда в начале XIX в. создался довольно четкий конфликт между геологией и астрономией: в геологии все в большем количестве стали накапливаться факты, необъяснимые в свете астрономических теорий. Именно в ходе развития этого конфликта все более укреплялась идея движения материков.

Некоторые признаки этой идеи видны у Геттона, Пляйфера и астронома Гершеля (Herschel). Последний указал, что при известной скорости вращения Земли материка должны были скопиться у полюсов, при другой — они могли от них отойти, что указывает на наличие движения материков. Он подчеркивал, что «при вращении Земля стремится принять форму равновесия, и эту форму она приняла бы даже в том случае, если бы первоначально, так сказать, она имела другую форму» (Гершель, 1861 — 1862).

Идеи Гершеля, Геттона и Пляйфера во многом продолжал Ляйель. В его книге «Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей» (1866) очень хорошо выражена мысль о движении материков. Книга эта относится к 1833 г., в ней он говорил о материках, «передвинувшихся в течение следовавших одной за другой эпох» (там же).

* То, что это действительно мамонт — животное, отличное от африканского и индийского слона, было доказано, позже Кювье.

Он принимал упоминавшийся взгляд Гершеля, что при быстром вращении Земли материка должны были собраться у полюса, а у экватора должны были бы находиться океаны. Он считал возможным перенос объема суши из жаркого пояса в умеренные и арктические страны обоих полушарий (там же).

Существования расплавленного ядра Ляйель, как мы уже знаем, не признавал. Он полагал, что те явления, которые связывают с этим ядром, являются порождением химических процессов в теле Земли. Он признавал наличие в твердой Земле только отдельных озер и морей расплавленной материи, которые при вращении Земли двигались вместе с земной корой. Поэтому жидкое вещество не играло у него роли основания, по которому происходило движение материков.

О расположении материков Ляйель писал следующее. Существует два широтных пояса материков, которые в основном симметричны. Но вместе с тем имеются и долготные их пояса. «Справедливо, — говорил Ляйель, — что Земля покрыта океаном, посредине которого находится два больших острова» (Ляйель, 1866). Эти острова имеют долготное направление и это, толкуя мысль Ляйеля, — Старый и Новый Свет.

Идеи Ляйеля продолжили его ученики, В. Д. Саулл (Saul, 1849) и Дж. Леббок (Lubbock, 1849). Первый из них в 1849 г. сказал, что «полосы Земли не зафиксированы и не неизменны в своем положении, как всегда предполагают астрономы, но имеют непрерывное движение». На этом автор основывал «изменения климатов и перемены в уровнях морей и суши, наблюдаемые геологами». Леббок также пришел к мысли о движении материков.

Лаплас, по мнению Леббока, упустил две группы фактов: дислокацию слоев вследствие охлаждения Земли и трение поверхностных частей о более глубокие. В связи с тем и другим могут возникать, по его мнению, отклонения при вращении Земли от оси ее фигуры.

Идею Лапласа о неизменности положения оси вращения Леббок противопоставил идеям, высказанным в «Небесной механике», где Лаплас говорил о неравенствах, которые он допускал в связи с трением и которые пропорциональны расхождению между осью вращения и осью фигуры и могут исчезнуть, если они обе совпадут. В связи с этим ось вращения в разные времена может занимать различные географические положения. Земля, подчеркивал Леббок, «является не шаром, а сфероидом, и если мы предположим, что ось вращения ее в разные времена занимала различные места и не совпадала с осью фигуры, то в этом можно найти причину изменений морей и суши в их относительном положении».

Из изложенного видно, что на промежутке от начала XIX столетия до конца 40-х годов идея движения материков не сходила со сцены и появилась она на основе представлений о скольжении земной коры по ядру, причем отчленение ядра от коры произошло при охлаждении. Это относится к идеям Лапласа.

Иными совершенно являются у Ляйеля и его предшественников причины расчленения коры и ядра. Они считают причиной расчленения — вращение Земли (расхождение всей фигуры и оси вращения). Однако это течение не было господствующим. Наоборот, все больше и больше представление об огненножидком ядре становилось господствующим и особенно четко оно определилось в дальнейшем, начиная с 50-х годов.

В 1856 г. Ш. Шредер (Schroeder) выпустил работу, в которой отметил, что физическое различие между сравнительно тонкой земной корой и лежащим под ней жидким магматическим поясом должно вести к тому, что

угловые скорости должны стать различными, поэтому получатся самостоятельные тангенциальные движения земной коры и тогда можно понять движение материков и разрывы их.

В 1856 г. Снейдер (Snidere), доказывал, что путем разрыва материков создан Атлантический океан. Это было своего рода продолжение идеи Пласе. По мнению автора, до этого разрыва Европа и Африка, с одной стороны, и Америка, с другой, плотно смыкались, о чем говорит и соответствие очертаний их побережий.

К 1860 г. относится несколько интересных статей Г. Джемса (James) в журнале «Атенеум». Автор пришел к выводу, что если геология будет придерживаться идеи о неизменности положения оси вращения, она неизбежно зайдет в тупик. Геологи безусловно придут к мысли, что поднятие материков должно производить перемещение оси вращения. Джемс подходит к идее перемещения материков. По его мнению, «каждая часть поверхности Земли в разные периоды проходила через различные климаты от тропического до арктического». Это явление он связывает со своеобразным перемещением полюсов Земли и называет его, следуя Ньютону, эвагацией полюсов. Под эвагацией разумеется перемещение полюса по отношению к эклиптике от положения $23^{\circ}30'$ до вертикального. В виде примера Джемс указывал на перемещение северного полюса до магнитного. Автор писал, что он вместе с Ляйелем стоит на точке зрения изменения очертаний материков и океанов в связи с созданием гор и в этом отношении указал, в частности, на материк Южной Америки и на значение в его очертаниях Анд, а равно на роль Гималаев в создании очертаний Азии.

Концепция Джемса безусловно интересна, хотя в условиях того времени она могла еще быть истолкована в смысле катастрофизма. Однако кое-что интересное она дает и для современных идей. Идея движения материков здесь была, что видно из предыдущего, но это движение было скрыто среди других движений земной коры. Статья Джемса весьма поучительна как протест против лапласовских идей о неподвижности оси вращения, которые были характерны для геологов того времени. Джемс если и не очень ярко, то все-таки определенно выразил мысль о движении материков уже одним тем, что присоединился к идеям Ляйеля. Статьи Джемса интересны еще и тем, что вызвали ряд откликов. На них отозвались геолог Бете Джюкс и астрономы Эри, Гиксон и Генесси. При этом Гиксон напечатал три письма, Генесси и Эри — по два, Бете Джюкс — одно. На содержании некоторых из этих писем следует остановиться. Они напечатаны в том же «Атенеуме».

Геолог Джюкс (Jukes) сомневался в том, чтобы горы, имеющие по сравнению с радиусом Земли небольшой размер, могли произвести смещение оси. Он полагал, что при толковании геологических фактов надо опираться на локальные причины. Взгляду Джемса о периодических вымираниях Джюкс противопоставил свою точку зрения, что изменения обитателей земного шара были очень постепенны, как постепенным было и появление новых форм. Взгляду Джемса о том, что поднятие гор вызвало смятие пластов, кливаж и скольжение масс, Джюкс противопоставил мысль, что, наоборот, поднятие само явилось результатом нарушающих действий.

Астроном Эри (Airy) признал принципиальную правильность соображений Джемса, но высказал большое сомнение в достаточной значимости той причины, которая, по его мнению, должна вызвать большие эффекты. Он целиком усомнился в действительности выдвинутой Джемсом причины изменения положения оси Земли для случаев полного отвердения. Во вто-

ром письме Эри высказался еще раз по поводу внешних влияний на положение оси. Он рассматривал явление прецессии и нутации, а равно условия наклона оси вращения к плоскости эклиптики и пришел в отношении влияния этих процессов к отрицательному выводу.

Астроном Генесси (Henessy) указал на ошибку Джемса в его понимании Ньютона по поводу эвагации полюсов. Устранив эту ошибку, он пришел к выводу, что эвагация полюса относится к шару, но не к сфероиду, каким является Земля. В другой, более ранней, работе Генесси отмечал свое изумление по поводу этих двух статей Джемса. Он указывал на мнения по поводу ничтожности воздействия геологических причин на вращение Земли, о чем говорил еще Пуассон, и подчеркивал, что статья Леббока (1849) была возражением против мнений Пуассона.

Джемс, по мнению Генесси, продолжает Леббока. Именно он физические изменения, происходящие на Земле, выдвигает в качестве причин, сдвигающих ось. Генесси против этого возражал и ссылался на свою работу 1851 г. и на статью сардинского математика Плана. В обеих работах учитывался момент инерции и было доказано, что положение оси очень устойчиво. Сдвиг оси мог произойти только при отвердении Земли, если оно нарушало вращение и изменяло угловую скорость. Воздымательные действия, подобные образованию гор, могли произвести эффект смещения оси только в сочетании с этим явлением. Автор ссылался на свой очерк «Земные климаты в разные геологические эпохи» (1858—1859), основанный, по его словам, «на новых и точных данных геологической науки».

Третьему оппоненту, Гиксону (Nixon), принадлежат три письма. Он так же уделял внимание «внутренним силам» и «внутренним причинам». Что касается распределения суши и моря, куда входит и распределение близких к поверхности горных масс, то это скорее эффекты, а не причины. Гиксон совсем не касался движения материков.

Перед нами прошли три автора периода 50-х годов прошлого века, Шредер, Снидер и Джемс, а равно ряд оппонентов Джемса. У первых двух большую роль играла мысль о скольжении коры по жидким расплавленным массам. У Джемса это соображение не играет роли, и о нем не говорили и оппоненты его.

Для этого же десятилетия надо упомянуть о работе Эри (Airy, 1855). Идеи Эри выросли в тесной связи и на основе измерений силы тяжести: они ведут свое происхождение от Буге, который еще в 1749 г. вычислял поправку, вызываемую массой Чимборазо в Андах. У него впервые возникли представления о дефектах масс и их компенсации, появились топографические поправки, и родилось представление об изостатической компенсации. В 40-х годах такие исследования производились В. Я. Струве в 1848 г. Швейцером, Праттом, а позже, уже в 70-х годах, И. И. Стебницким. Много этими вопросами в ряде работ занимался Пратт с 1855 по 1861 г. Для нас же большой интерес представляет статья Эри.

В ней дано теоретическое объяснение влияния больших масс. Куски земной коры он рассматривал как плавающие на более плотной жидкой магме. Континенты сложены из пород более легких, и потому плавают именно они. По мнению математика-механика Апеля, идея Эри напоминает мысль о расползании материков, выраженную Вегенером.

Если идеи Джемса продолжают направление, идущее от Ляйеля, то работа Эри по своему направлению в отношении учета роли жидких масс примыкает к работам Шредера и Снидера. 60-е и 70-е годы были годами особенно большого расцвета идеи движения материков.

В 1866 г. геолог Эванс высказал гипотезу, основанную на предположении о существовании сравнительно тонкой коры над жидким ядром, на котором скользит земная кора. По Эвансу, происходит следующее: а) осадочные толщи переносятся из одной части земного шара в другую, при этом имеет место баланс поднятий и депрессий; б) при скольжении коры по ядру трение получается очень большим в связи с тем, что Земля не совершенная сфера, а сфероид. Величина этого трения создает наклоны (bending) и разрывы (rending) в породах. То, что большие изменения климата имели место в северном полушарии Земли, это — один из наилучше установленных, по мнению Эванса, фактов геологии; такие же изменения должны быть и в южном полушарии, но они менее изучены.

Возможность некоторого изменения оси вращения Земли определенно отвергалась Лапласом и всеми последующими астрономами как теория, заключающая такие изменения, которых нельзя допустить, почему мысли эти, в конце концов, геологами были брошены как нечто, что защищать невозможно. Однако заслуживающими упоминания Эванс признал незадолго до него высказанные сомнения Джемса, а равно давние указания Леббока. По его мнению, если имеется сравнительно тонкая пегибкая кора, сочетающаяся с расположенным внутри жидким ядром, состоящим из расплавленной минеральной материи, то хотя эта кора не может быть причиной большого нарушения равновесия, но все же могут иметь место изменения в относительном положении твердой коры и жидкого ядра по отношению к оси вращения.

Автор иллюстрировал движение материков и аргументировал его многочисленными фактами нахождения в прежнее время экваториальных растений в нынешней арктической области. Эванс вновь вернулся к этому вопросу через десять лет в 1876 г. В речи в Геологическом обществе он говорил, что «опасна мысль о том, что географическое положение полюса могло быть постоянным в течение всего геологического времени» (Ewans, 1876).

Следующей необычайно яркой фигурой, к которой мы вновь вернемся, является Дарвин. Он был сторонником движения материков, а возможность движения полюсов Земли, вслед за астрономами, очень ограничивал. Рассматривая проблему ледникового периода, Дарвин в связи с этим обсудил и возможность смещения полюса. Он поставил при этом такой вопрос: «Так ли необходима геологам гипотеза перемещения полюса и не заменят ли они ее предположением о новом положении материков» (Darwin, 1910). Это было написано еще в 1877 г., т. е. одновременно с выходом в свет работы уже упоминавшегося Быханова, и за десятки лет до Вегенера.

В другом своем труде, относящемся к 1879 г., Дарвин приводил большую выдержку из работы французского ученого Жюлья Каре, где автор прямо говорил о том, что под влиянием воздействия Солнца и Луны «кора земная» должна скользить по пластической внутренности (Darwin, 1879, 1908). Она захватывает часть эту внутренность, ибо «остаётся параллельной себе, допуская лишь незначительные отклонения». И далее: «Существует неравенство движения коры и внутренности, откуда возникает перемещение полюса по сфере».

Надо заметить, что сам Дарвин, обсуждая эту проблему в 1879 г. уже высказался иначе по поводу перемещений земной коры в отношении полюса, называя их не вековыми перемещениями коры (displacement of the Crust), а незначительными приливными искривлениями (Darwin,

1898). Он давал при этом конкретные примеры названных структур и движений.

Общая конфигурация материков (широтная складчатость земной поверхности) кажется, по его мнению, интересной в сопоставлении с этими результатами. Здесь может возникнуть сомнение по поводу того, что высокие горы являются экваториальными и что общее простирание большого материка протягивается на север и на юг от этой области. Однако это тоже теоретические направления береговой линии, они не столь хорошо отмечены в частях, отодвинутых от экватора. Большая линия берега от Северной Африки через Испанию к Норвегии имеет северо-восточное направление, и длинный китайский берег имеет примерно ту же тенденцию. То же можно наблюдать в линии, идущей от Гренландии к Мексиканскому заливу, но здесь мы встречаемся с неблагоприятным для данной теории случаем отклонения в Панаме, Мексике и с длинной Калифорнийской береговой линией.

Вследствие малого количества суши в южном полушарии указания там не столь ясны, но тоже очень благоприятны для идей об этих соответствиях, связанных с экватором. Большая линия поднятия, которая проходит от Борнео через Квинсленд к Новой Зеландии, рассматривается как пример северо-западного простирания. Кордильеры тянутся близко к северо-южному направлению, но несомненно северо-западный поворот в Тьерри дель Фуего; другой слабый изгиб такого же характера имеется в Боливии.

Но если это та причина, которая определяет характер земных пространств, то должен быть принят взгляд, что общее положение континентов всегда примерно такое же, как сейчас. При этом раньше, чем образовалась складчатость, поверхность достигла значительной прочности, так что неравенства могут создаваться в течение продолжительной выработки форм равновесия Земли, относящихся к каждому периоду удлинения. Ввиду важности этого положения следует отметить мнение многих геологов о том, что континенты всегда занимали более или менее теперешнее положение в смысле простирания с севера на юг. Иными словами, это значит, что Дарвин допускает большие тангенциальные смещения с севера на юг и ограничивает возможность этих смещений с запада на восток.

Далее Дарвин отметил (1908), что фигура Земли всегда приспособлена к данной скорости вращения. «Более глубокие области, — писал он, — под влиянием вращательной скорости, должны были подвергаться большим натяжениям, т. е. влияние вращения должно было распространяться и на них» (там же). Это говорилось Дарвином в 70-х годах, и то же самое он неустанно повторял до своей смерти. В геологии его идеи остались мало замеченными. Будучи геофизиком и математиком, Дарвин стоял в стороне от основного движения геологической мысли. Его не знали ни геологи, ни географы.

Л. С. Берг ссылался на него как на механика-математика, который показал невозможность смещения земной оси и тем самым сделал беспредметным разговор о движении материков. А между тем он был сторонником этого движения и в полной мере его признавал. Этому очень многие не знали и не подозревали, например тот же Берг, приводивший его соображения против идеи движения материков.

Назовем еще двух сторонников движения материков, Жюля Каре и Пероша. Об их идеях здесь говорить не будем.

Продолжателей в Англии Дарвин не имел, и после него из английской школы не выходило больше ярких представителей данного направления.

Может быть, причина этого в том, что течение, к которому принадлежал Дарвин, идущее от знаменитого английского физика Томсона (лорда Кельвина) зашло в вопросах строения Земли в известного рода тупик. Томсон явился одним из инициаторов перехода к взгляду на Землю как на тело твердое в противность господствовавшему до этого представлению о большой роли в теле Земли жидких масс. Томсон прочность Земли сопоставлял в связи с этим с прочностью стали и стекла.

Дарвин вторил Томсону в этом отношении. Он тоже считал, что Земля — это твердое тело с большей негибкостью (Darwin, 1908 а, б). Земля, по его мнению, насквозь тверда и на тысячи миль от поверхности породы тверды, как гранит, и даже крепче гранита. Это высказывание Дарвина подтверждает мнение Томсона, что теперь Земля целиком тверда. А так как Земля тверда, то ее структура только унаследованная.

Из высказываний Томсона, Дарвина, Лева и других английских исследователей этой школы получается впечатление, что в связи с изложенными идеями у англичан создалась определенная доктрина, что, когда жидкая планета превращается в твердую, создается новая фаза бытия планеты — поздняя форма твердого тела резко отделена от ранней фазы жидкости. В эту позднюю фазу получилась неизменность формы вследствие отвердения. Здесь, по Кельвину, перестали действовать силы тяготения, их заменили силы трения. Это и выразилось в совершенно неправильном стремлении английских теоретиков приравнять твердость Земли к твердости малых конкретных тел на нашей планете, о чем мы уже говорили, касаясь истории геотектоники.

Дарвин позже, не дойдя до такой крайности, все же говорил, что Земля есть тело с очень большой негибкостью (Darwin, 1879, 1882).

Против этих взглядов приходится возразить и сказать, что процесс развития и для твердой Земли неизбежно ведет к изменениям формы, в связи с которыми создается фигура равновесия. Между тем, английские мыслители запутались в этом вопросе.

Современником Дарвина был уже упоминавшийся русский исследователь Быханов (1877, 1894). Содержание книги Быханова охватывает строение планетной системы Солнца и нашей планеты. Основное обстоятельство, которое заставило автора написать книгу, — это противоречие между выведенным и доказанным Лапласом постоянством солнечной системы и эмпирическими данными, противоречащими этому постоянству, указывающими на замедление вращения Земли и, следовательно, других планет.

Процесс горообразования автор связывал с вращением Земли, именно с его замедлением. «Горы тем более обнаруживались на поверхности Земли, — говорил он, — чем больше замедлялось вращение земного шара». По мнению автора, центробежная сила должна была при замедлении вращения уменьшиться, а центростремительная — увеличиться. Отсюда вытекает вывод об уплотнении вещества планеты во всех ее частях, кроме околополярных стран, о создании гор вследствие усиленной химической деятельности в земной коре. Источники тепла в земной коре находятся в пластах, и не следует их искать в каком-то земном ядре.

Быханов объясняет теплоту слоев химическими процессами в пластах и отвергает мысль, впервые высказанную Гумбольдтом, будто вулканы — это реакция расплавленного ядра планеты против отвердевшей земной коры. Быханов настаивал на том, что о ядре Земли мы ровно ничего не знаем и что толщина земной коры невелика, а вулканические явления

гнездятся в коре земной близ самой ее поверхности. Далее он доказывал несостоятельность доводов в пользу существования центрального огня.

При вращении Земли ось вращения никогда не проходит через центр тяжести точно, а всегда обращается около него по малому кругу с запада на восток. Быханов видел большую зависимость отклонений оси от распределения суши и воды на земном шаре.

Все эти мысли необычайно интересны, и хотя не все они верны, но многие из них далеко опережают свое время и примыкают к взглядам, появившимся гораздо позже. Далее, касаясь материков, он описывал побережья Атлантического океана и затем делал сопоставления восточного берега Австралии именно с западным берегом Южной Америки. Автор при этом описании особенно для Атлантического океана вполне убедительно доказывал сходство обоих берегов и совпадение их очертаний. Его предшественником в этом, как мы уже отмечали, был аббат Пласе, который, как мы знаем, в XVII в., именно в 1668 г., дал схематическую карту Атлантического океана, где совпадения очертаний обоих берегов ясно видны, и это повторил Снидер в 1856 г.

Особенно важны следующие выводы Быханова: а) его указание на связь генезиса гор с вращением земного шара; б) указание на то, что о земном ядре мы ничего не знаем, поэтому не можем противопоставить ядру кору; в) указание на несостоятельность утверждения о существовании «центрального огня» и г) конкретное впервые в мировой литературе сделанное указание на соотношение в очертаниях материков, говорящее о древних связях материков.

О его первой, весьма важной идее, мы говорили несколько выше. Но не менее интересна вторая мысль автора о том, что о ядре мы ровно ничего не знаем и что вулканические явления — это явления в земной коре.

На этом основании автор пришел к третьему из тех своих положений, которые мы считаем важными, что нет никаких данных утверждать наличие у нашей планеты «центрального огня».

Особенно для нас интересно четвертое утверждение автора, в котором дается описание побережий материков, и указывается на сходство их побережий между собой и где они друг с другом соединялись. Однако дело не в простом сходстве очертаний берегов. В 1868 г. А. Б. Гортон (Horton, 1868) указал на поразительное сходство геологии Бразилии и Золотого Берега Африки и отметил, что эти факты дают уверенность считать, что впоследствии, когда ресурсы алмазов Золотого Берега будут использоваться полнее, то они будут найдены не только в восточных разрезах, но также в Азомах и Дагомее. В Африке действительно были найдены алмазы, а черты сходства тектоники и стратиграфии Африки с Южной Америкой последующие после Гортон геологи продолжали отмечать, не понимая причин этого сходства. Эти наблюдения Гортон, хотя в них нет никакой теории, тем не менее представляют большой интерес, ибо это реальные факты, подкрепляющие ту теорию, которую выдвинул по отношению к Атлантике Быханов, а затем подробнее развил Вегенер.

После Быханова развитие идей о движении материков произошло в России, где мы назовем двух более поздних ее представителей, А. П. Карпинского и П. Н. Чирвинского. Имеет большой интерес совершенно оригинальная мысль Карпинского о тихоокеанской границе материков, о чем мы подробно писали выше. Если движение «на левую сторону», применительно к данным им в 1888 г. широко известным схемати-

ческим изображениям горных кряжей земного шара, расшифровать, то получится, как мы отмечали, движение Америки на запад, а Евразии и Австралии с Африкой на восток.

Если продумать указанное «надвигание», ясно станет, что это — движение материков. В таком виде идея относится к 1888 г. Данные движения материков в статье Гортоня рассматриваются в соотношении с осью вращения планеты.

Вращательное движение Земли или внешние астрономические причины могут, по его мнению, влиять на образование материков, так что известное законное соотношение очертания суши к земной оси существует. Вместе с тем влияние внутренних сил привело к тому, что Земля не сохранила правильной формы эллипсоида вращения. Границы моря, наоборот, больше сохранили зависимость структур материков от оси вращения. Надо сказать, что данный вопрос освещен Карпинским не совсем ясно, ибо оказывается, что клиновидные формы материков, направленные на юг, созданы вращением Земли и в то же время являются новыми.

И заметьте, что, несмотря на «негибкость» Земли, о которой в то время сказали свое слово англичане и которая должна была спать, по их представлениям, в одно целое вращающуюся Землю, не допуская движения в ней при вращении отдельных частей, Карпинский допускал такое самостоятельное движение верхних слоев по отношению к остальному телу. Русская школа пошла иным путем, чем английская. Таким образом, Карпинский является замечательным выразителем мысли о важной роли вращения Земли в создании и движении самых больших земных структур — материков.

Правильность способных к движению материков, по его идее, связана с положением оси вращения. Данное нормальное для нашей планеты явление на Земле с течением времени все больше ступшевывается, что Карпинский объясняет внутренними причинами, которые все сильнее затемняют влияние вращательного движения Земли на ее структуры. Все же закономерное взаимоотношение очертаний материков и земной оси имеется, по его мнению, и сейчас. Проявляется оно в существовании тех самых двух материковых долготных «островов», на которые указывал еще Ляйель. Карпинский только добавил к этому свою «правильность».

Карпинский подчеркивал производность горных хребтов по отношению к материкам и указывал, что «правильность» в расположении материков отражается и на горных хребтах. Материки несут на себе горы и последние тем выше и сложнее, чем более значительны по величине является материк. Некоторые горные хребты Земли являются широтными и параллельными экватору, другие закономерно отвечают направлению «правильности» и близки к меридиональному направлению, располагаясь по деформированному кругу сечения поверхности Земли, не проходящему через центр.

Созданы они движением материков в левую сторону, т. е. на запад, в группе материков Нового Света, и на восток, на материковом «острове» Старого Света. Хотя Карпинский этого сам не подчеркивал резко, но из его идей вытекает, что основа материков, по которой они движутся, находится на Земле гораздо глубже основания зоны горных тектонических процессов, чего не учел в своей теории Вегенер. Такие идеи Карпинского несомненно были еретичными для своего времени, непонятые современниками, они не поняты и сейчас, поскольку их до сих пор не заметили.

Эти идеи заслуживают исключительно бережного к себе отношения. Изложенные в небольшой сравнительно статье 1888 г. они дальнейшего развития не получили у самого автора и не нашли продолжателей.

Следующим нашим отечественным исследователем, так сказать, до вегенеровского периода, который вполне оригинально выразил идею движения материков, является П. Н. Чирвинский. От Карпинского он вполне независим, и его идеи к построениям Карпинского не примыкают. Из факта неоднородности вещества послышного состава земного шара, с которым оперировали в это время на разные лады англичане, он сделал не вывод о том, что Земля «окостенела» и движения отдельных зон в ней остановились, а как раз противоположный, что как следствие этого должна была получиться неодинаковость угловой скорости разных зон земного шара при его вращении. В 1923 г. он повторил свою идею о неодинаковости угловых скоростей, которой объясняются некоторые грандиозные геологические явления» (Чирвинский, 1923). Земной шар, подчеркнул он, не закостенелое целое, так что «у самой земной коры в руках находится рычаг для собственного поворота. В правильности этих воззрений я не сомневаюсь», заключил автор свои рассуждения.

В первой работе 1909 г. П. Н. Чирвинский подчеркнул, что фактически существующая неоднородность в послышном составе Земли должна следствием своим иметь угловые скорости разных зон земного шара, отчего между ними могли возникнуть напряжение и разрывы, так что каждая зона, подобно кольцам Сатурна, могла начать обращаться с иной скоростью. Я позволю себе отметить отличие этой точки зрения от взглядов Дарвина и Томсона. Последний рассматривал шар «без взаимного тяготения частей» (Thomson, 1864), а Дарвин называл это «большой негибкостью». У Чирвинского, наоборот, огибающие шар сферы, охватывающие шар и движущиеся с разными угловыми скоростями, зависящими от вращения и связанные между собой явно силами тяготения, а не сцепления, и потому негибкости у них нет. Значит «части», в противоположность предположению Томсона, взаимно тяготеют, и это тяготение преодолевает силы сцепления.

Чирвинский указывал, что напряжение в поверхностных зонах может быть одной из причин создания выгибающейся цепи мировых гор, делящих лик Земли на северный край и южный, как представлено в работе Карпинского. Это напряжение, по мнению автора, могло особенно сильно проявиться между полупластической массой подкорковой магмы и неравномерно толстой твердой земной корой на границе Тихого и Атлантического океанов, а равно материков, ими омываемых; оно усугубило изломы, сдвиги, складчатость. Как и Карпинский, Чирвинский отмечал, что по обе стороны океана, у Азии и Америки, горные цепи расползены различно относительно широтного давления. Именно по этому у Андов отличаются крутизной западные склоны, а у восточных азиатских гор — восточные. Так как Чирвинский в то время стоял на точке зрения контракционной теории, он принимал сжатие Земли как следствие охлаждения. Поэтому он вводил сюда представление о складчатобразовании.

Вторая работа Чирвинского (1912) дает применение идее перемещения материков к событиям четвертичного времени. Перемещение здесь сводилось к передвижению более легкой, но и более плотной наружной оболочки, ей подлежащей. Автор большое значение приписывал погружению Северной Атлантиды как фактору, сместившему земную поверхность в новое положение.

Третья из работ Чирвинского (1923) посвящена образованию солнечных пятен. Она дальше развивает идеи автора о движении материков. Здесь вновь говорится о различии угловых скоростей вращения разных зон земного шара. Автор писал: «В угловой скорости вращения земной коры и пиросферы как промежуточной огненножидкой зоне, отделяющей кору от твердого ядра, угловые скорости, вероятно, несколько отличны как от коры, так и от ядра».

По мнению Чирвинского, весь земной шар распадается на несколько зон, каждая из которых при вращении имеет разные скорости. Автор признавал погружение Атлантиды и полагал, что оно обуславливает создание рычага, с помощью которого подкорковая магма сместила полюсы. Это не столько смещение полюсов по отношению ко всему земному шару, сколько перемещение их по отношению к земной коре. Подобные явления в истории Земли должны были возникать неоднократно, они являлись причиной или одной из причин асимметрии Евразии (складчатость смещалась в Азии и Европе от севера к югу).

Обе эти работы Чирвинского были напечатаны задолго до появления теории Вегенера. Даже третья работа, относящаяся к 1923 г. и составляющая продолжение двух предыдущих работ, хотя и была опубликована после первых набросков Вегенера, однако ее происхождение было до появления в свет его главного труда. Ни в какой мере труды Чирвинского не отражают влияния мысли Вегенера и являются совершенно оригинальными.

Книга Быханова, замечательная статья Карпинского и три статьи Чирвинского — все это вполне самостоятельные произведения оригинальной отечественной научной мысли, несомненно прокладывающие новые пути.

Несмотря на то, что все эти работы отделены друг от друга промежутками времени в десятилетие и больше, тем не менее в направлении их есть нечто общее. Они чужды тому направлению научной мысли, которое мы выше наблюдали у англичан Томсона и Дарвина и для части которого типично смещение сцепления с притяжением. У наших теоретиков движения материков этого смещения нет.

Не случайно, что именно в нашей литературе появились труды И. Д. Лукашевича (1908), где были ясно разграничены молекулярные и гравитационные или молярные силы и указано, что именно последние определяют прочность планетарных тел и в сотни раз превосходят в них по величине сцепление. Хотя Лукашевич сам не был выразителем идеи движения материков, тем не менее его работы о силах, действующих в теле Земли, многое дали для изучения этого вопроса другими авторами.

Естественно, что позже Вегенер, опираясь в обосновании своей теории на Лукашевича, ряд остроумных мыслей (1925) от него заимствовал.

Вернемся от русских исследователей к исследователям западным. На Западе развитие идеи движения материков в 80-е годы не прекратилось, а только приостановилось, да и то лишь в Англии. В других странах мы найдем в 80-е годы и позже много сторонников этой идеи движения материков.

К 80-м годам в Германии сторонниками движения материков были геологи Неймайр и Натгорст. У обоих их мобилизм вырос на стратиграфо-палеонтологической почве. Это было начало нового течения, которое позже развилось в Советском Союзе (А. А. Борисьяк, А. Н. Криштофович, Е. В. Вульф и др.). Более поздним выразителем этого течения на Западе был Э. Кайзер (Kayser, 1918).

Ветшттейн (Wettstein) в 1880 г. высказал мысль о широких перемещениях и одновременных с ними деформациях материков. Это перемещение он объяснял, как и раньше Жюль Каре, волнами движений, вызываемыми Солнцем в вязком жидком ядре и, следовательно, в значительной мере примыкал к течению, берущему начало от Лапласа.

В 1886 г. Лёффенгольц фон Кольберг (С. F. Löffelholz von Colberg) выдвинул идею перемещения материков при сохранении взаимного расположения их частей.

К 1901, 1905, 1907 гг. относятся труды Н. Рейбиша, который в нескольких небольших статьях развивал мысль о движении материков и вообще земной коры около ядра, выдвигая наряду с этим положение о том, что твердая оболочка Земли, кроме перемещений, должна испытывать еще маятникообразные качания.

Близок к идеям Рейбиша Зимрот (Simroth), который в 1907 г. выпустил книгу, где высказал так называемую пендуляционную гипотезу о передвижении всей земной оболочки по отношению к полюсам и о маятникообразном ее качании, как у Рейбиша, то в одну, то в другую сторону. Зимрот этими качаниями объясняет изменения климата отдельных мест, которые в противоположных квадрантах идут в противоположных направлениях.

Итальянский геолог Ф. Сакко (Sacco) в 1895 и 1906 гг. сделал попытку формулировать основные законы горообразования. Он подчеркнул поразительные совпадения в очертаниях взаимнопротивоположных берегов материков, ярко изображенных им на цветных схематизированных рисунках, из которых вытекает былая связь этих материков. Берега Атлантического океана и их взаимное соответствие Сакко изобразил совершенно так же, как до него это сделали Снيدر и Быханов, а после него — Вегенер. Из текста и из этих схем Сакко ясно вытекает идея об устойчивости материков.

К 1910 г. относятся работы Ф. Б. Тайлора (Taylor) о движении материков, в идеях у которого он опередил Вегенера. Тейлор для третичного времени принимал большие горизонтальные перемещения материков, сочетавшиеся с образованием грандиозных складок.

Но особенно следует остановиться на произведениях Крейхгауера, Вегенера и Дю Тойта. Крейхгауер (Kreichgauer) в 1902 г. сделал очень остроумную и интересную попытку разобраться в горизонтальных перемещениях материков. По этой идее, земная кора может под действием центростремительной силы скользить по внутреннему ядру Земли и вызывать тем самым смещение всей системы материков. При этом части, движущиеся к экватору, вследствие расширения Земли на экваторе растягиваются, а у полюсов они, естественно, сжимаются. Экватор в связи с этим играет роль той границы, на которой встречаются два противоположных движения. Здесь, по мнению автора, должна возникать мульда, которая углубляется, а перед экватором, с одной и с другой стороны, должны создаваться горы. Для восстановления изменившегося вследствие полярного сжатия Земли должны, по Крейхгауеру, создаваться при каждом горообразовании и цепи меридиональных гор. Восстанавливая расположение гор для известного геологического периода, можно установить, где в этот период был полюс, т. е. с каким участком оболочки он совпадал. Крейхгауер попытался для разных периодов истории Земли восстановить начиная с докембрия это положение полюса. Наиболее, пожалуй, интересным в построениях Крейхгауера является то, что он связал перемещение участков земной коры с горообразованием и этим создал основу для ши-

рокого толкования связей движения материков с другими явлениями на планете.

К 1912 г. относится работа Веронне, основные идеи которой были нами рассмотрены в начале книги и в которой дается математическая теория вращения Земли как гетерогенного эллипсоида. Автор близко подходит к мысли о движении материков в меридиональном направлении, но еще не формулирует этой мысли. В 1924 г. Вегенер совместно с климатологом В. П. Кеппенем (русским по происхождению) выпустил свою широко известную книгу «Die Klimate der geologischen Vorzeit» (1924).

Однако необходимо заметить, что первые свои идеи о движении материков Вегенер дал в 1912 г.; отдельная его книга по этому вопросу появилась в 1920 г. Книга этих двух авторов настолько шумела и вызвала большие споры и дискуссии, что едва ли нужно подробно пересказывать ее содержание.

Сам Вегенер о роли своего соавтора, Кеппена, говорил, что вся его теория носит следы совместной работы с Кеппенем (предисловие к третьему изданию книги «Происхождение материков и океанов»). Кеппен и самостоятельно писал о движении материков, а в только что названной книге ему принадлежит обширный последний раздел, посвященный четвертичному времени.

Первые две главы знаменитой книги Вегенера о происхождении материков и океанов содержат краткую характеристику пути теории перемещения материков, причем автор начинает с такого же описания берегов Атлантического океана, какое было в свое время дано Быхановым; далее, Вегенер сопоставил теорию перемещения с теорией сжатия и дал предварительные выводы.

Затем начинается раздел «доказательства», который делится на доказательства геофизические, геологические, палеонтологические и биологические, затем палеоклиматические и, наконец, геодезические. Следующий раздел — «объяснения и выводы». Здесь даются основные положения теории, которые свою опору имеют в идеях Лукашевича, что и видно по первой главе этого раздела «О вязко-жидком состоянии земного шара». Это — основа всей книги.

Большим недостатком книги Вегенера является то, что из его изложения выпал вопрос о вертикальных движениях и создании гор.

Силы, вызывающие вращение, освещены в последней главе. Нечетко, неярко и недостаточно обрисована связь этих сил с вращением планеты. Не показано, что тяготение вместе с центробежной силой — причина всего, и поэтому глава первая о вязко-жидком состоянии оказалась оторванной от главы последней о движениях, а они должны были бы быть спаяны тесно.

По всему ходу изложения Вегенера видно, что для него глубины движения материков и глубины тектонических процессов были одни и те же. Ему непонятно было то, что почти за сорок лет до него понимал Карпинский, что горные цепи имеют гораздо менее глубокую основу, чем материки, и что материки с океанами — это главные наиболее крупные структуры Земли, что силы, вызывающие вращение, освещены были им нечетко и неярко. Он не смог ясно отграничить движение материков от движения полюсов всей планеты, тогда как движение материков говорит лишь о движении полюсов облоочки планеты.

Вместе с тем для него были неясны основы зональности тектоники земного эллипсоида, в связи с чем он не понял, что главным движением материков является движение северо-южное, а восточно-западное движе-

ние имеет несколько меньшее значение. Несмотря на все эти большие недостатки, книга Вегенера представляла собой выдающееся явление и объясняла ряд явлений геологии, палеогеографии и палеонтологии, которые без нее не имели объяснения.

Следует заметить, что Аппель (1936) поддерживал представления о движении материков, считая, что на это движение большое воздействие оказывают постоянные ветры, «зацепляющиеся» за неровности поверхности материков. Если земные процессы — результат взаимодействия оболочек Земли, как формулировал Григорьев, то учет роли не только прецессионных качаний земной коры и гидросферы в движениях материков, но и атмосферы, вполне естествен. Аппель говорил по этому поводу, что преобладание восточных ветров должно было оказать гораздо значительное влияние, чтобы увлечь европейский и африканский материки к западу. Подобным же образом дело обстоит с Америкой. Различие их зависит от высоты гор.

В работах Дю Тойта (Toit, 1937) особенно детально разработана история движения материков южного полушария, причем перемещения материков автор изобразил на весьма показательных и убедительных чертежах, где между прочим, видно, что для Африки и Южной Америки совпадают не только очертания материков, но и тектоника на обоих берегах. В построениях Дю Тойта получили свои толкования старые, упоминавшиеся нами колебания Гортонa. Своеобразное отличие Дю Тойта от Вегенера состоит в том, что вместо единого материка Пангеа, с которого начинается Вегенер историю материков, он принял существование двух групп полярных материков — Лавразию у северного полюса и Гондвану у южного. Это та же первоначальная зональность материков, о которой говорил Лукашевич, и то, о чем писал Ляйель для эпох ускорения вращения нашей планеты, когда материки должны собираться у полюсов.

Не могу не отметить интересные работы китайского геолога Ли Сыгуана, который, несмотря на некоторые сомнения, присоединился к концепции движения материков. Начиная с 1927 г. до настоящего времени Ли Сыгуан поддерживает идею движения материков, а равно мысль о большой роли вращения Земли в создании тектонических структур. Сюда относится его «Геология Китая», переведенная в 1952 г. на русский язык, нельзя не упомянуть также о его труде о вихревых структурах Китая.

К числу отечественных исследователей, продолжавших идеи Вегенера, как мы упоминали, относятся А. А. Борисяк (1918 и др.), Е. В. Вульф (1933, 1944), А. Н. Криштофович (1941), Б. Л. Личков (1931—1936) и в последнее время Н. И. Леонов (1949 б, в). Борисяк стремился показать совместимость теории Вегенера с теорией геосинклиналей Ога. Личков движение материков связал с зональностью структур вращения Земли, которое нужно положить в основу их движения. Криштофович и Вульф дали блестящие палеофитологические доводы в пользу движения материков.

В 1949 г. Леонов в двух работах, посвященных движению материков, указал, что тектонику можно объяснить лишь на основе вращения Земли и что современная тектоника об этом вращении забыла. Движения материков и их расположение он связывал с вращением. Леонов в сущности повторил старую мысль Ляйеля о зонально широтном расположении материков и указал, что материки группируются в две околополярные зоны — Арктогею и Антарктогею (площадь примерно 140 млн кв. км, обе группы по величине равны между собой).

Автор объясняет генезис этой площади силой не только вращением, но также и тем, что из тела Земли по экватору была вырвана лента суши, составившая затем Луну. Ее площадь, если ее считать между 45° северной широты и 45° южной, составит около 360 млн кв. км. Это и есть площадь океанов, которая таким образом в два с лишним раза превышает величину материков. Леонов главным движением материков считает движение по меридиональному направлению, а широтному придает третьестепенную роль.

В. Ф. Бончковский в своей книжке о землетрясениях (1949) уделил много внимания перемещениям подкорового вещества Земли. Сейчас имеет место замедление вращения Земли, при котором совершается отток подкоровых масс от экваториальных областей к полярным. В более поздней своей работе (1953) он также допустил широкие возможности тангенциального перемещения земной коры, и в частности движения материков от полюса к экватору.

По словам Бончковского, несомненно, что горизонтальные движения в земной коре и в подкоровом веществе являются одной из главных причин формирования рельефа поверхности Земли. Он приводил данные Датской долготной экспедиции 1907 г. в сопоставлении с материалами наблюдений 1870 г. как доказательства изменения расстояния между Гренландией и Европой. Сопоставление наблюдений 1926 г. с наблюдениями 1933 г., по его мнению, также подтверждает происшедшее изменение расстояния между Европой и Америкой, хотя, как известно, эти изменения расстояний произошли в обратную сторону. Однако прямо о движении материков Бончковский почти не говорит. Лишь в одном месте мельком упоминается «движение континентов», но определено как одно из реальных явлений бытия Земли.

К 1951 г. относится уже упоминавшаяся работа Стоваса, тесно связавшая движение материков с вращением Земли. Не касаясь критических параллелей, о которых мы уже говорили, отметим, что Стовас допускает движения материков и больших подкоровых перемещений масс, предшествующих на поверхности планеты каждому новому положению критических параллелей и экватора.

В 1956 г. о движении материков писал в своей книге «Учение о фациях» акад. Д. В. Наливкин, причем в самом начале он отверг идеи Вегенера, указав, что он понимает это явление иначе.

Предыдущее изложение с полной очевидностью показало, что идея о движении материков родилась гораздо раньше официального рождения геологической науки. Когда же эта наука появилась, данная идея сопровождала каждый ее шаг вперед. Говоря конкретно, для каждого хронологического этапа геологической науки на промежутке в 200 лет, от М. В. Ломоносова до наших дней, можно без труда назвать по несколько имен ученых, придерживавшихся именно такой точки зрения. При этом данная идея не была чуждой науке, как говорил В. В. Белоусов (1948). То была мысль, связанная с самыми недрами науки, связанная с решением больших, глубоких ее проблем. Исторически она возникла при самом построении геологии, когда последняя отмежевывала место своим проблемам и завоевывала им положение.

Если для геологии исторически исходным был учет движений Земли, ее вращения вокруг оси, а равно учет ее генезиса в аспекте представлявшегося тогда огненножидкого происхождения всех небесных тел, то после возникновения всех этих новых идей идея вращения Земли в дальнейшем представлялась непосредственно за ними следующей, из них вытекающей.

Она выросла на основе именно таких предпосылок и поэтому представлялась опорой всех других геологических идей и построений. Такую роль она сохраняла и в дальнейшем, вплоть до наших дней. У изложенной идеи было развитие, в котором она претерпевала изменения, несомненно все глубже вникая в факты исторического бытия.

Идея о движении материков все глубже, теснее и определеннее связывалась в ходе своего исторического развития со всеми очередными проблемами науки, притом так, что количество ее связей становилось все более значительным, а самые связи делались все более конкретными и короткими.

На первых порах теоретики движения материков опирались на сходство очертаний береговых линий, указывающих на разрывы материковых структур (Пласе, Снидер и др.) и на распространение теплолюбивых фаун и флор в приполярных районах (Ломоносов, Эванс и др.). Позже методика исследования расширялась.

Я указывал на то, что палеогеографические и палеонтологические доказательства данной идеи являются самыми важными, а что геофизические лишь дополняли их гораздо позже. По поводу теории движения материков мне пришлось вести, в свое время, большие словесные споры с Вернадским, который до конца жизни отрицал теорию движения материков, но вместе с тем на протяжении ряда лет сделал ей большие уступки и, во всяком случае, признал большую ценность теории Вегенера как одной из возможных гипотез.

Так вот, Вернадский всегда убеждал меня, что самое главное для теории движения материков — геофизические аргументы. Фактически же это, конечно, не так. Поставили проблему именно палеоклиматологические и палеогеографические данные, а довершили ее решение данные геофизики. Хорошо помню относящийся к 1925 г. доклад Борисяка о движении материков, сделанный в Ленинграде. Против основных идей доклада выступал тогда математик акад. В. А. Стеклов, утверждая, что движение материков, с точки зрения геофизики, абсурд, и поэтому сообщаемые Вернадским факты ничего не стоят. Борисяк на это отвечал: «Мы предъявляем вам факты биологические. Они вот такие-то, и объяснить их без допущения движения материков нельзя. Вам, геофизикам, придется произвести новые исследования и найти ту форму геофизической основы, которая была бы с вашей точки зрения приемлема и объясняла в то же время наши фактические данные».

Акад. Стеклов в этом споре был, конечно, неправ. Во-первых, когда он высказывал свое суждение, уже существовало мнение Дарвина, который, как мы видели, приглашал, говоря упрощенно, геологов «не трогать полюсы, но попробовать двигать материк». Во-вторых, доказательства все-таки требовали именно земные палеонтологические и палеогеографические явления, которых сбрасывать со счетов было нельзя. Учитывая это, можно утверждать, что Вернадский был также неправ, когда отводил второстепенную роль палеонтологическим и биогеографическим аргументам. В серии доказательств они более важны, чем аргументы геофизические. Ведь именно они ставят проблему, а геофизикам остается после того, как проблема поставлена, искать как ее лучше решить.

Исторически мы видим, что на промежутке от Ломоносова до работ Криштофовича и Вульфа через Натгорста (1888) и Неймайра (1902) по подбору палеобиологических фактов была проделана огромная работа, которая привела к тому, что эти факты умножились и усложнились бес-

конечно. Приходится констатировать и признать, что прежде всего именно в этом выразился огромный рост самой теории: она, так сказать, обросла огромным материалом биологических фактов.

Здесь нельзя не обратить внимания на то, что лица, добросовестно освещающие биологическую историю живых существ, тщательно продумав ее, обязательно приходят к идее движения материков. Из наших специалистов, работавших по этой линии в течение последних десятилетий, можно назвать Криптофовича, Вульфа, Алехина, Н. В. Павлова (1948), Б. К. Штермана (1936), И. И. Пузанова (1938), Н. А. Бобринского (1946), И. А. Рубцова (1940). Нельзя не подкрепить вывода о правильности идеи о движении материков новыми относящимися сюда фактами.

Сейчас, например, большое значение приобрели данные о намагничивании горных пород, образовавшихся в разные геологические эпохи. Остаточное намагничивание пород имеет в природе гораздо большее распространение, чем думали до сих пор. На основе данных об остаточном намагничивании можно нарисовать картину движения магнитных полюсов в геологические периоды. Ведь частицы осадочных пород ориентируются по направлению земного магнитного поля, которое существовало в момент их осаднения. Направление магнитного поля было явно иным в прежние эпохи и менялось от периода к периоду. Именно поэтому многие исследователи заговорили сейчас о передвижении полюсов (А. Дай, С. Рункорн, И. Госперс, Л. Рухин, А. Хабаков, Е. Ирвинг), все они допускают движение полюсов как магнитных, так и полюсов вращения. Укажу на интересную статью А. Г. Комарова об остаточном магнетизме горных пород и движении полюсов (1957).

Однако всем этим ученым (кроме Ирвинга) надо напомнить приведенное уже нами указание Дарвина, что геологам легче «двигать» материки, чем полюсы, ибо на допущение движения полюсов требуется, грубо говоря, согласие астрономов, и поэтому геологи самостоятельно выносить решения по этому вопросу не имеют права. Ирвинг же говорит о движении именно материков.

Во всяком случае на основе только что сказанного можно прийти к выводу, что и данные «о расплывании» Земли при создании планеты из астероида и последующий ход изменений положения магнитных полюсов говорят в пользу движения материков.

Еще Борисяк в 20-х годах нашего столетия доказывал полную совместимость теории геосинклиналей и теории движения материков. Он был совершенно прав. Если Вегенеру в рамках его изложения геосинклиналей были мало нужны, и он в своей книге этим понятием почти не пользовался, то во всяком случае, как мы видели, он его не отвергал. Противоречия между этими двумя идеями нет.

Учитывая приведенные данные по истории развития идеи движения материков на протяжении более 200 лет, мы можем сказать, что за это время данная идея входила в сочетание с разными тектоническими теориями и проявила достаточную гибкость, чтобы, ничем основным не жертвуя, быть с этими теориями в согласии.

Соответственно этому даже и обсуждать серьезно вопрос о противоречии между современной тектоникой и идеей движения материков не приходится. Наоборот, только на идее движения материков можно эту тектонику построить.

Геологические циклы, современные циклические явления на Земле и ее движение

В науке есть проблемы, которых нельзя решить усилиями одной какой-нибудь отрасли знания, а только совместными усилиями ряда смежных научных дисциплин. В геологии к числу таковых принадлежит не только проблема движения материков, но и проблема о связи циклов развития нашей планеты с ее движением. С одной стороны, движение как нашей, так и других планет изучается астрономией, с другой, рассказать о циклах жизни планеты в истории Земли правильнее всего может геолог.

Ясно из этого, что при сопоставлении этих двух явлений совершенно неизбежно приходится воспользоваться данными геологии и астрономии. Однако нетрудно показать, что усилий этих двух наук совершенно недостаточно.

Когда на протяжении геологического времени осуществляются и развертываются геологические циклы, ход их развития определяется физической природой вращающегося тела планеты, поэтому при изучении данного вопроса необходимо также участие и геофизики. Далее, в связи с тем, что Земля и в особенности ее кора — это мозаика разнообразных веществ, потребуются участие и геохимической науки, и, наконец, своя точка зрения на эту проблему существует у механики. Словом, большая и сложная проблема о взаимоотношении геологических циклов с движением Земли, и в частности с ее вращением, требует совместной работы нескольких научных дисциплин. Мы это далее рассмотрим с позиций геологии, однако с учетом достижений ряда других отраслей знания.

До очень недавнего сравнительно времени, как известно, геология стояла на той точке зрения, что Земля внутри расплавлена и прошла огненножидкую фазу, во время которой разделилась на железное ядро и силикатные геосферы. От этого взгляда понемногу отказываются. Однако такое мнение привело к большим и чрезвычайно важным последствиям. Пока считалось, что огненножидкое ядро существует, именно к нему апеллировали геологи для объяснения всех так называемых эндогенных явлений на Земле: этим объясняли и тектонику, и землетрясения, и вулканизм. Но эта трактовка стала невозможной, когда такое предположение отбросили.

Господствующее направление геологической науки в объяснении тектонических явлений и горообразования, а следовательно и геологических циклов, находится сейчас у разбитого корыта. Доказано, что Земля тело холодное, и поэтому апеллировать для объяснения тектонических фактов ныне к огненножидкому ядру не приходится.

Теория радиогенного тепла также ничего не объясняет, за исключением констатации того факта, что в земной коре на некоторой глубине концентрируются радиоактивные элементы. В результате, господствующее течение в геологии сейчас не дает объяснений тектогенезу, а только описывает тектонические явления, подводя их под рубрику структур разных типов. Равным образом в вопросе о ходе геологических явлений это направление создало пульсационную теорию, которая констатировала последовательное чередование в истории Земли пульсации разных типов, но причин этого не выяснила.

Кроме этой теории, сейчас в нашей отечественной геологии есть еще теория радиомиграционная, идущая дальше теории пульсационной в том,

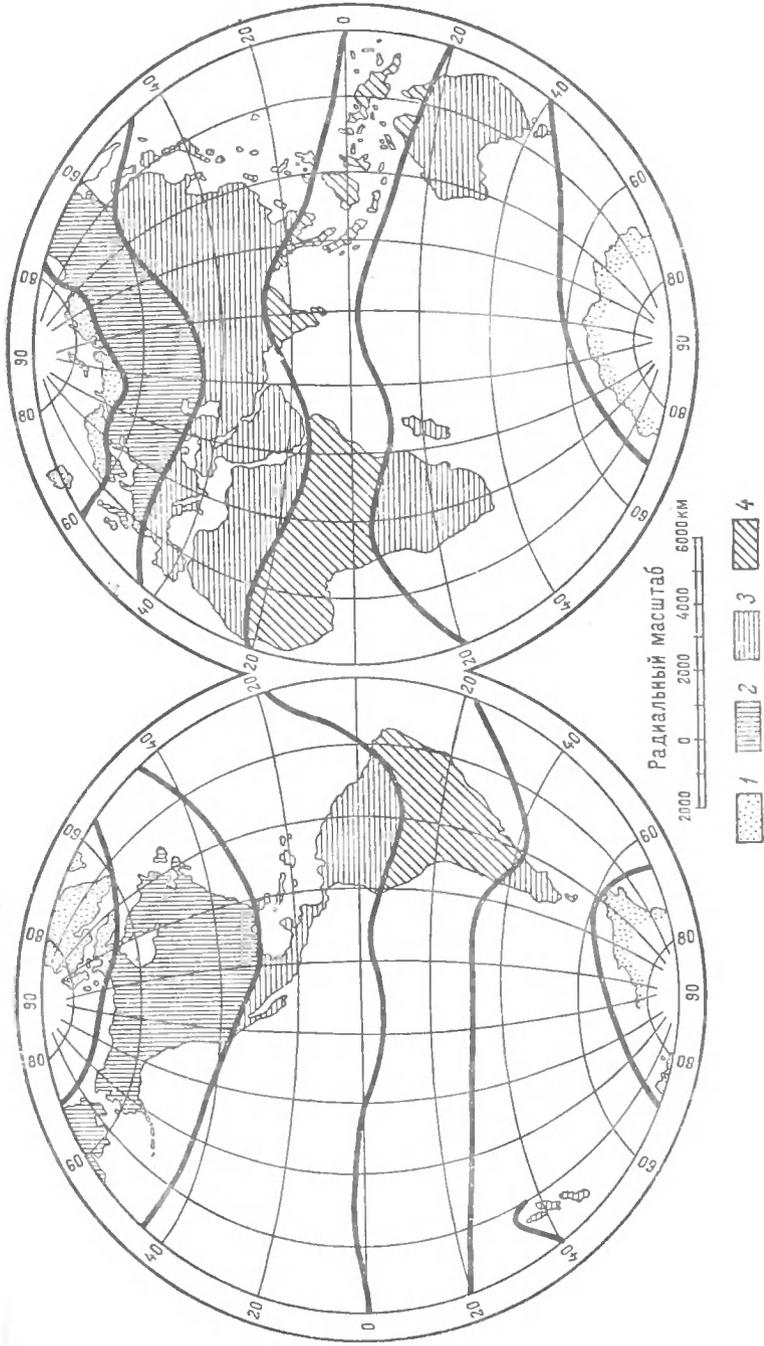


Рис. 4. Схема зон эпиглетических движений земного шара (по Б. Л. Личкову).

Зоны: 1 — центральнo-лещиковая; 2 — периферическая; 3 — субстроническая; 4 — экваториальная.

что стремится объяснить пульсации миграциями радиоактивного вещества внутри тела Земли именно из ее глубин к поверхности. Однако и она причин миграции не объясняет, и апеллируя к миграциям из центра к поверхности, в сущности ссылается на то же внутреннее ядро, представление о котором было недавно отброшено. К тому же, если даже будет доказан приток эндогенного тепла из глубин, он никак не объясняет причин определенного географического распределения на Земле горных и платформенных структур, ибо от нагрева до создания движений дистанция огромного размера.

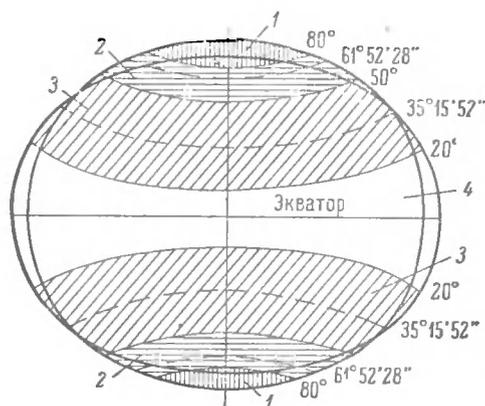


Рис. 2. Зоны поверхности Земли (по М. В. Стовасу).

1 — зона полярных шапок, которые мало меняются по площади и больше меняются по вертикали (ширина зоны от 80° до полюса); 2 — зона критических параллелей $\pm 61^\circ - \pm 62^\circ$ является зоной максимальной деформации земной поверхности со смещениями по вертикали (ширина зоны от ± 50 до $\pm 80^\circ$ северной и южной широт); 3 — зона критической параллели $\pm 35^\circ$, ширина зоны от 20 до 50° северной и южной широт, смещения по вертикали максимальные; 4 — зона экваториальная, зона максимальной деформации планеты, ширина зоны от $+20^\circ$ северной широты до -20° южной широты.

Прежде всего перед нами встает вопрос о воздействии на Землю ближайшего соседа — Луны и центрального тела нашей планетной системы — Солнца. Луна и Солнце воздействуют на вращение Земли при ее движении: а) путем создания прецессии, б) путем создания нутации, в) путем создания в океане приливных поднятий воды и г) посредством атмосферной циркуляции.

Отклонение, связанное при вращении Земли с прецессией, как показал Веронне (Véronné, 1912, 1927), неодинаково на различных параллелях. Оно ощущается как расширение и сжатие на разных параллелях, за исключением параллели $35^\circ 15' 52''$. Выяснено, что этот эффект прецессии не зависит от состояния вещества Земли. Он остается одним и тем же, будь это вещество твердым, жидким, и, наконец, таким же остается, если оно состоит из разных слоев — жидких и твердых.

Величина параллели, на которой прецессионное отклонение сходит на нет, также установлена Веронне, отметившим, что к этой широте приурочиваются также так называемые складчатые горы. В одной работе

Таким образом, общепринятых объяснений причин тектонических явлений, таких же объяснений цикличности этих явлений, а равно связанных с этим геологических циклов ни пульсационная, ни радиомиграционная теория не дают, и теорию этих явлений приходится строить иными путями. Поскольку Земля представляет собой движущееся, а не неподвижное тело, ключ к раскрытию ее явлений, и, в частности, тех твердо установленных смен событий в ее истории, которых называют пульсациями, следует искать в движении Земли и в его условиях (рис. 1).

Известно, что на движение Земли и на ее вращение не могут не влиять окружающие Землю условия среды. Это — прежде всего охватывающие Землю условия планетной системы Солнца, а также условия того более крупного целого, к которому планетная система принадлежит. В этом аспекте мы и будем подходить здесь к освещению жизни нашей планеты.

Красовского (1941) упоминается об указании Магницкого на то, что горные поднятия располагаются вдоль 35-й параллели. К этому выводу присоединился и Красовский.

Ранее мы уже отмечали, что в 1951 г. Стовас показал, что к 35-й параллели приурочены широтные дислокации Земли (рис. 2). Он, не зная работы Веронне, сделал свои исчисления точного положения этой параллели и получил ту же величину, $35^{\circ}15'52''$, которая ранее была определена Веронне. Веронне в упомянутой работе привел схему (рис. 3), показывающую, как на 35-й параллели сходятся воздействия со стороны полюсов и экватора, создающие чередующиеся расширения и сжатия пород, дислокации и зоны разлома земной коры. Об этой схеме мы скажем дальше.

Отклонение, по расчетам, создает тангенциальное ускорение в меридиональном направлении величиной в 4 см/сек.^2 , давящее на породы с силой, равной $\frac{4}{981} \approx 0.004$ веса пород.

Эти сходящиеся с двух сторон боковые давления дают, по Веронне, результирующую, направленную согласно лучу вектора, как волна суточного прилива. В течение 24-часового суточного вращения различные параллели имеют тенденцию сжиматься в сторону 35-й параллели с тем, чтобы затем в последующие 12 часов от нее оттягиваться в противоположную сторону. Это и показано на схеме (рис. 3) косым положением экватора, как и параллелей более близких, чем 35-я. Связь прецессии с суточным движением обусловлена тем, что она вызывается действием Луны и Солнца. Суммируясь за длительные промежутки времени, прецессия может создать большое тангенциальное движение поверхностных частей земной коры.

Другими проявлениями воздействия Солнца и Луны на земную кору являются приливные движения океана. Тормозящее влияние океанов на вращение Земли было указано еще Кантом. Затем оно в течение XIX в. было подтверждено рядом автором (Адамс, де Лоне, Томсон, Тэйт, Дарвин, Ньюкомб, Браун и др.).

Энгельс указывал, что приливы разлагают вращение Земли на силы, вычитающиеся из скорости вращения и действующие на отдельные участки Земли; они оказывают на них давление, отчего и создаются дислокации. Он подчеркивал, что это объяснение дислокаций у Томсона и Тэйта вовсе не требует апелляции к огненножидким силам внутреннего ядра Земли, они обходятся без этого.

Если из эклиптики выводить ускорение Луны, являющееся следствием замедления вращения Земли, создаваемого приливами, то величина этого ускорения даст разрыв в 5 2 по отношению к той величине ускорения, которую можно объяснить приливами. Полное ускорение, по Ганзену, равно $12''$, даже $12''.56$. Ньюкомб в 1912 г. уменьшил его до $10''.9$ и даже $8''.4$. Между тем, приливное ускорение равно всего 6 и $6''.1$. Есть основание думать, что остальное падает на прецессию и еще на какие-нибудь другие причины, в числе которых находятся нутация, а равно циркуляция атмосферы. Н. Н. Парийский (1945) пришел к выводу, что свободная нутация трехосной Земли приводит к очень небольшому изменению угловой скорости ее вращения, совершенно неощутимому для наблюдения.

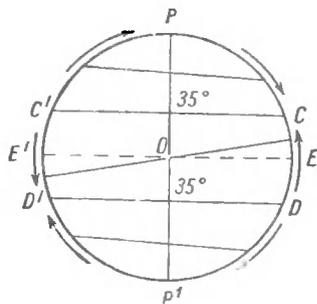


Рис. 3. Прецессия и ее следствия (по Веронне, 1912).

О роли циркуляции атмосферы можно сказать следующее. На основе принципа, введенного Майером, о том, что всякое движение на планете, возбужденное движением самой планеты в целом, должно на последнее как-то воздействовать, есть основание думать, что и циркуляция атмосферы подобно приливным движениям должна замедляюще действовать на движение Земли. Размер этого действия подлежит изучению.

Парийский в 1953 г. собрал данные, начиная с 1935 г., относительно годовых изменений хода кварцевых и маятниковых часов с годовым и полугодовым периодом. Оказалось, что быстрее всего Земля вращается в августе и наиболее медленно в марте. Годичный период изменения хода часов оказался реальностью. Большинство исследователей связывает этот ход изменений с действительной неравномерностью вращения Земли. Какова причина такой неравномерности? Группа бельгийских ученых ее происхождение приписывала сезонному перераспределению воздушных масс. Однако Парийский пытался показать, что это предположение неправильно, ибо расчетное перераспределение атмосферных масс дает эффект в 3000 раз меньший, чем эффект наблюдаемый, и поэтому заметного влияния на скорость вращения Земли оно оказать не может.

Парийский показал также, что на скорость вращения Земли не влияют вертикальные движения — перемещения масс сезонного характера: изменения растительного, снегового и ледяного покровов, изменения влажности атмосферы за счет водных резервов на той же географической широте. Отрицательный вывод приходится сделать о переменном нагревании поверхностей суши и океана; оно также заметным образом на скорость вращения не влияет. Очевидно, причину изменений скорости вращения приходится искать в других факторах.

Еще в 1926 г. Джеффрейс указал на роль изменений количества движения разных частей атмосферы в общей ее циркуляции. Эта проблема сезонных изменений циркуляции обсуждалась Старром и Уайтджером. В данном явлении может играть роль поверхностное трение между атмосферой и субстратом, а затем его различие по разные стороны меридионально расположенных горных хребтов. Речь идет, таким образом, о влияниях этого трения и гор. Первое во много раз больше водного.

По заключению Парийского, еще нельзя сделать уверенного вывода о том, что неравномерность вращения Земли в течение года полностью объясняется движениями атмосферных масс, но вывод этот, по его мнению, можно считать вероятным. Далее, Парийский считает, что не исключена и другая возможность, т. е. что изменения угловой скорости вращения Земли связаны не только с изменениями в атмосфере, но и с какими-то изменениями внутри Земли или у ее поверхности, с изменениями силы тяжести годового периода. Сезонные изменения в циркуляции атмосферы играют существенную роль в объяснении годичной неравномерности вращения Земли. По-видимому, они все же не могут объяснить всего наблюдаемого явления в пределах года. Прецессия с нутацией вместе, приливы, движения атмосферы — вот три фактора, влияющие на движение планеты. Исчерпываются ли ими все виды воздействия на это движение или имеется еще какой-нибудь фактор, эти результаты изменяющий, мы не знаем. Далее мы не знаем, нет ли причин исторически или, может быть, периодически изменяющихся в течение истории развития Земли соотношения названных факторов.

В связи с ничтожностью роли нутации, дополнительной к роли прецессии, о ней мы говорить не будем, считаясь лишь с остальными факто-

рами. Из последних неясна роль атмосферной циркуляции. Она возможно гораздо больше, чем пока выяснено точными исследованиями. На это, по сообщениям Аппеля, быть может, намекает указанная им роль атмосферной циркуляции в движениях материков. Надо думать, что значение этих движений выходит за пределы только годовых циклов и как-то суммируется с приливами. Этим общим указанием нам здесь придется ограничиться.

Обратимся к прецессионным колебаниям, а также к приливным движениям гидросферы, которые вместе с циркуляциями атмосферы воздействуют на литосферу. Прецессия, как мы указали, создает тангенциальные перемещения в земной коре. Это, говоря словами Аппеля, «горизонтальная сила, вызываемая Луной на поверхности Земли» (1936). Что касается приливов, то они, видимо, дополняют это вертикальной составляющей дислокаций.

Аппель полагал, что фазы тех и других дислокаций, их максимумы одни и те же у изменений, созданных прецессией, и у изменений, созданных приливами, а то, что фазы обоих видов нарушений совпадают, это, по-видимому, так, относительно же совпадения их максимумов можно, как мы увидим дальше, сильно сомневаться. Возможно, что максимумы — это разные эпохи жизни планеты. Первые движения, т. е. движения, связанные с прецессией, проявляются в скольжениях, которые могут, как правильно говорит Аппель, привести к тому перемещению полюсов земной поверхности по отношению к точкам планеты, которое объясняет наблюдения над положением древних ледников в районах, ныне близких к экватору. Скорость этого перемещения полюсов по ядру близка, по Аппелю, к 5° (за период в 2 млн лет). В известный момент эти тангенциальные перемещения приводили к вертикальным движениям в земной коре, создающим горные пояса. Как это происходит — неясно. Но самый факт установлен достаточно хорошо.

Что касается движений вертикальных, создаваемых приливами, то есть основание думать, что приливы океанические, суммируясь на больших промежутках времени, создают в земной коре внутренние приливные движения. Ими объяснял Перре землетрясения, для которых он вывел три закона на статистической основе, связывающие с землетрясениями частоту критических положений Луны и Солнца, дающих вместе с тем и максимальные приливы. Сходные идеи по поводу землетрясений развивал Э. Рате.* К аналогичным результатам пришли Парвиль и Г. Фламарьон.

Чтобы вертикальные движения земной коры могли полностью осуществиться и образовать всю систему высоких широтных гор, примыкающих к ним геосинклинальных впадин и пр., нужно, чтобы движения смещения параллелей и полюсов прекратились. Если учесть это обстоятельство, то мы должны эти движения, связанные с прецессией или обусловленные приливами, различать, ибо они имеют разные результаты. Именно это и наводит на мысль, что происходят они, возможно, в разные фазы земной истории.

Известно, что горные поднятия в историческую фазу жизни Земли, т. е. начиная с кембрия, повторялись шесть раз. Эти короткие фазы всплесков поднятия гор — салаирская (саянская), каледонская, варисцийская, древнекиммерийская, новокиммерийская и альпийская — отделены одна от другой длинными фазами перерывов, когда поднятий гор не было.

* Автор эту работу в подлиннике найти не имел возможности.

В то же время можно отметить, что места нахождения древних гор различных фаз горообразования если и совпадают, то лишь частично, а в основном они различны. А так как в каждую фазу горные пояса должны были располагаться на 35-й параллели, становится ясным, что эта параллель в течение геологической истории меняла свое положение. Если признать, что соотношение фактов во времени и пространстве было именно таким, то придется констатировать, что если в короткие фазы всплеск горообразования происходили вертикальное поднятие гор и погружение впадин, осуществлявшееся в виде приливных движений земной коры на подобие приливов океана, то в длительные фазы перерывов ярко проявлялись вызванные прецессией тангенциальные перемещения земной коры. Именно в ходе перемещений создавались новые положения полюсов, а с ними и новые положения 35-й параллели, после которых перемещение полюсов коры и ее параллелей приостанавливалось, и этим обуславливалось новое положение широтных поясов горообразования.

Горы на материках близ границ их с океанами, как ни смотреть в деталях на их генезис, представляют собой поднятия, и в этом смысле они неизбежно должны быть тоже результатом толчка извне, ибо нет, как мы выяснили, опираясь на Энгельса, другой силы, которая противодействовала бы тяжести, кроме отталкивательных сил тяготения.

На основании изложенного нам рисуется неоднократное повторение в истории Земли двух фаз: длинных промежутков, в которые происходили очень незначительные тангенциальные перемещения земной коры и коротких эпох поднятия гор на основе тех же, но более глубоких и сильных тангенциальных движений. Есть основание к этим двум фазам добавить третью. Когда перед началом эпохи нового горообразования подходил к концу этап горизонтальных перемещений, сходили на нет прежние контрастные формы рельефа, унаследованные от предыдущей горообразовательной вспышки. Это выделяло конец длительной фазы, лишенной горообразования, еще в особую фазу. Так получились три фазы развития рельефа и поднятий земной коры.

В первой фазе развитие рельефа и структур происходило энергично, и горы поднимались в эту фазу высоко, при слабом развитии в ту же эпоху тангенциальных движений земной коры — это фаза ледниковая.

Во второй фазе происходили снижение и денудация ранее возникших гор и вместе с тем усиление тангенциального перемещения земной коры; это — фаза денудации гор. Наконец, в третью фазу горы снижались до минимума, и тангенциальные движения начинали замедляться. В свое время эту фазу я назвал ксеротермической.

Таким образом, геологический цикл начинается ледниковой фазой, затем следует долгий промежуток денудации, который сменяется третьей фазой — ксеротермической.

Ясно, что хотя в ходе развития нашей планеты, который был до сих пор во все эпохи развития нашей планеты, насколько мы знаем, поступательным, имелись элементы повторяемости, когда некоторые явления, говоря словами В. И. Ленина, как бы повторяли пройденные ступени, но повторяли их на более высокой фазе «отрицания», ввиду этого получается развитие не по прямой линии, а по спирали. Хотя контур спирали не может быть замкнутым, тем не менее извилистые элементы повторения в силу этого становятся видными в истории Земли, хотя это и не буквальное повторение. Имеется основание эти периоды времени, по окончании которых развитие как бы повторяется, но на наиболее высокой базе, называть геологическими циклами. В течение той части геологического

времени, которое относится к исторической фазе жизни Земли, таких циклов было шесть, и они в совокупности своей охватили около пятисот миллионов лет, что видно из приводимой табл. 1.

Таблица 1

Исчисление абсолютной длительности разных геологических периодов (в миллионах лет)

Эра и периоды	По Шухер-ту и Ден-барру (1933)	По Гольмсу (1937)	По Белоусову (1948)
Четвертичный	1	1	1
Третичный	60	62	70
В том числе:			
Неоген	28	—	30
Палеоген	32	—	40
Кайнозойская в целом	61	63	71
Меловой	60	43	40
Юрский	40	45	40
Триасовый	29	36	35
Мезозойская в целом	129	124	115
Пермский	40	38	40
Каменноугольный	75	52	50
Девонский	85	36	35
Силурийский	85	50	80
Кембрийский	90	88	65
Палеозойская в целом	375	264	270
Итого:	565	451	456

Действующие на Земле силы меняются по фазам геологического цикла. Есть фазы, когда эти силы увеличиваются, есть такие, которые, наоборот, ослабляются. Так, в истории Земли фазы горообразования были фазами увеличения энергии Земли, возрастания геологических сил. Поскольку, как мы сказали, в исторической фазе жизни Земли имело место шесть фаз горообразования, то можно утверждать, что эта историческая часть включала в себя шесть геологических циклов. Последняя из фаз горообразования, относящаяся к альпийскому времени, по примерному расчету, если считать, что она началась во второй половине миоцена, длится уже 7 млн лет. Но она еще не окончилась и сколько продлится — неизвестно.

Можно думать, что полный максимум развития этой фазы достигнут был тогда, когда наибольшим было оледенение. Теперь оледенение идет на убыль и становится явно меньше, чем было в период распада так называемой ледниковой эпохи. Раз это так, то мы можем предположить, что переживаемая нами ныне фаза может продлиться еще 3—7 млн лет, и всю ее длительность можно оценить не больше чем в 10—15 млн лет. Это, конечно, только предположение, но оно довольно вероятное.

Едва ли длительность этой последней фазы горообразования существенно отличается от длительности предыдущих горообразовательных фаз — каледонской, варисийской и пр. Если мы примем, что все одинакового типа фазы были более или менее равны, то также равными окажутся и промежутки между фазами горообразования. Приняв каждую фазу горообразования в истории нашей планеты равной 10—15 млн лет,

для промежуточных между ними фаз получим 60—65 млн лет. Общая же продолжительность всего цикла вместе с фазой горообразования в нем окажется равной 70—80 млн лет. Эти соотношения частей геологического цикла выражены мною в табл. 2, причем я пришел к этой таблице через данные табл. 1, где указана была длительность геологических периодов.

Таблица 2

Геологические циклы и фазы горообразования в исторической фазе жизни Земли (в миллионах лет)

Этапы горообразования		Продолжительность этапа	Порядок удаленности от современной эпохи	Этапы горообразования		Продолжительность этапа	Порядок удаленности от современной эпохи
I.	Альпийское горообразование (плиоцен—четвертичное время вплоть до современной эпохи)	10—15	VI	IV.	Варисцийское горообразование (конец каменноугольного периода — пермский период)	10—15	III
	1.	Фаза между двумя горообразованиями: Третичный период		60	4.	Фаза между двумя горообразованиями: Каменноугольный период (43) Девонский период (28)	
II.	Новокиммерийское горообразование (конец мелового периода—начало палеогена)	50—60	VI	V.	Каледонское горообразование (начало девонского периода)	10—15	II
	2.	Фаза между двумя горообразованиями: Меловой период (33)		10—15	5.	Фаза между двумя горообразованиями	
III.	Древнекиммерийское горообразование (начало юрского периода)	57—66	V	VI.	Верхне-Саянское (салаирское) горообразование (кембрий, часть силура)	10—15	I
	3.	Фаза между двумя горообразованиями: Триасовый период (33)		—	6.	Фаза между двумя горообразованиями	
	Конеч пермского периода	70—75	IV				

Если это соотношение геологических циклов и периодов выразим на рисунке, то увидим на промежутке от конца кембрия до наших дней шесть правильно вздымающихся больших волн поднятий гор. Промежутки между максимальными пиками волн поднятия, т. е. полные геологические циклы, составляют 60—70 млн лет, причем они получаются так, что волна поднятия делится на две половины между двумя циклами. Полная волна поднятия, равная 10—15 млн лет, — это критическая фаза или фаза тектонической революции — диастрофы; длинный промежуток между волнами равен 50—55 млн лет — это органическая эпоха в жизни Земли. Термины «органический» и «критический» взяты у Сеп-Симопа.

Обратимся к проблеме тектонических движений на Земле в связи с явлениями в нашей Галактике. По указанию Х. Шепли (1947), при расстоянии нашей солнечной системы от центра Млечного Пути в 30 тыс. световых лет для полного оборота солнечной системы вокруг своего космического центра при скорости 300 км/сек. (Шепли) или 250 км/сек. (Боки, 1948) требуется около 150—200 млн лет. Если смотреть с галактического полюса, то очертания системы Млечного Пути и положения в ней планетной системы Солнца будет выглядеть так, как это изображено на рис. 4. Вид сбоку показан на рис. 5.

Боки полагают, что начало исторического времени жизни Земли — кембрий — было два с половиной космических года назад (Боки, 1948).

Сопоставим относящиеся сюда цифры. Историческое время жизни Земли равняется, как мы видели, 456 млн лет, а полный оборот Солнца, т. е. космический год, — 150—200 млн лет. Если для выражения величины полного оборота остановимся на цифре 140—150 млн лет, то в историческое время жизни Земли уложится три полных оборота Солнца. Мы берем цифру 140—150 млн лет вот по каким соображениям.

Полный геологический цикл, как мы видели, составляет около 70 млн лет, т. е. примерно равен половине галактического года. Учитывая это, для галактического года берем не 200, а именно 150 млн лет. Если наше предположение о связи галактического года и геологического цикла верно, то в каждом галактическом году уместится два геологических цикла. За три космических года их было шесть: предсаянский, предкаледонский, предварисский, преддревнекеммерийский, предновокеммерийский и предальпийский.

Прилагаемая картина дает соотношение геологических периодов, геологических циклов и космических лет в масштабе геологического времени.

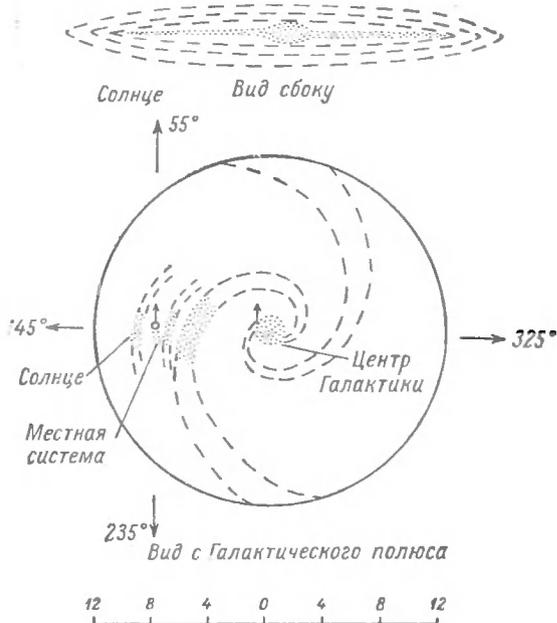


Рис. 4. Схематические очертания системы Млечного Пути (по П. П. Паренаго).

Если мы говорим о планетной системе Солнца, что она находится в динамическом равновесии, то тем более в равновесии находится система нашей Галактики — Млечный Путь. Это равновесие тоже подвержено изменениям. Астрономы отмечают, что для промежутков времени, равных миллиардам солнечных лет, очень заметным становится влияние случайных встреч отдельных проходящих мимо друг друга светил.

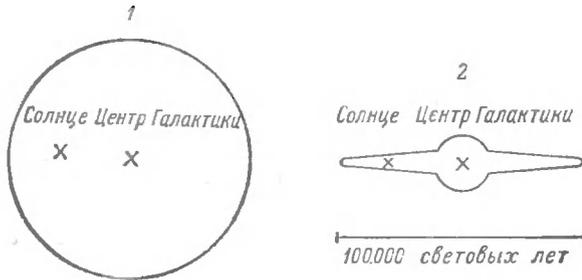


Рис. 5. Схематические очертания системы Млечного Пути (по Б. и П. Бокам).

1 — вид сбоку; 2 — вид с галактического полюса.

Откуда могут получиться такие случайные встречи? Если планеты движутся с разной скоростью, то и в Галактике близкие к ее центру звезды вращаются быстрее более далеких. При таком положении сближения светил каждый раз получают во все новых и новых условиях, что вызывает и новые условия резонансов гравитационных колебаний. Постепенно периодически меняются и формы светил, и характер их движений. Влияние соседних светил в виде взаимодействия между собой их гравитационных воздействий и гравитации планетной системы, определяющей ее форму и прочность, в состоянии заметно изменить направление движения данного светила в пространстве и его скорость (меняются и скорость, и орбита). Дело здесь не в близких встречах светил, для которых рассчитано, что они на расстоянии ста космических единиц могут сблизиться в среднем один раз в двадцать триллионов лет, или в сто тысяч лет космических (Боки, 1948), а в воздействиях более далеких.

Известно, что «орбита Солнца постоянно изменяется под влиянием более далеких соседей. Отдельная звезда, проходящая на расстоянии в один световой год, изменит направление движения Солнца меньше чем на одну минуту дуги, но число таких встреч довольно велико» (Боки, 1948). В течение космического года, как говорят Боки, полный эффект от всех встреч с другими звездами будет в среднем примерно тот же, как от указанной выше одной встречи на расстоянии ста космических единиц.

Иначе говоря, эти далекие действия будут очень эффективны. Если они сильно отражаются и на самом Солнце, то не может не быть отражения их и на планетах системы Солнца. Обмен гравитационной энергии должен, конечно, распространяться и на планеты, в том числе на Землю.

Тектоника, согласно представлению Энгельса о толчке извне, есть результат борьбы, сочетания и взаимодействия двух гравитационных сил: силы тяжести — притяжения самой Земли и тяготения других тел, прежде всего Земли и Солнца. Соотношение этих двух сил меняется в ходе движения нашей планеты и в ходе движения других небесных тел по отношению к ней. Первая сила, по Энгельсу, создает притяжение, вторая — отталкивание. Они, в основном, уравнивают друг друга. Но внешняя сила в зависимости от расположения светил усиливает свое воздействие, подобное тем воздействиям, которые Солнце производит в приливообразующей силе Земли.

Когда же мы говорим о тектонике, периодически повторяющей свои энергичные движения примерно через 70 млн лет, то ясно, что здесь имеется в виду долгосрочно ритмично повторяющееся воздействие. Это — проблема нерешенная, но решить ее можно только совместными усилиями нескольких наук. Геология дает точную хронологическую шкалу для распределения в геологическом времени тектонических диастроф (рис. 6).

Добавим к этому следующее. Если, говоря о приливных водах океана, мы их создание можем приписать только факторам, происходящим внутри планетной системы Солнца, но вне Земли, то изменения скоростей могут диктоваться и гравитационными силами вращения, имеющими источник в Галактике, вне системы Солнца. Это очень важно в связи с тем, что периодичность тектонических всплесков в истории нашей планеты такова, что объяснить ее приливными воздействиями планет невозможно, поэтому надо искать другие причины. Этими причинами и являются изменения движения светил, логически принуждающие выйти за пределы планетной системы в нашу Галактику — Млечный Путь.

Возможно, однако, что эти силы, если они проявляются, воздействуют на планетную систему и Землю не непосредственно, а через Солнце и Луну, изменяя через них прецессионные качания и приливное трение. Здесь мы находимся все-таки в области гипотез, и признанным фактом, который пока надо объяснять гипотезами, является повторяемость шести геологических циклов в 60—70 млн лет каждый. Это достоверно. Согласование же циклов с космическими годами менее достоверно, но очень вероятно.

Б. Ю. Левин недавно указал, что в течение существования Земли климат на ней почти не изменился (1954). Это утверждение не совсем верно. Климат Земли изменялся много раз, но все изменения его носили не поступательный, а циклический характер. История климата планеты в целом показывает, что изменения его носили характер лишь колебаний — временных, хотя и длительных, отклонений от некоторого среднего уровня. Таким образом, и те большие геологические циклы, которые нами выше охарактеризованы, носят характер больших климатических колебаний от ледниковой фазы через фазу умеренную к фазе засушливой, ксеротермической, после которой климат вновь возвращается к ледниковой фазе.

Мною в свое время подробно были освещены геологические циклы (1945б), причем черты их характеристики относились именно к климатическим и биологическим условиям частей цикла. Там же была применена схема соотношения геологических циклов и периодов, которая повторяется в данной работе с тем лишь отличием, что здесь геологические циклы сопоставлены с космическим, чего я не делал ранее (1945б). Зато там много говорилось о биологической стороне вопроса, и было показано, что с фазой засушливой, или ксеротермической, совпадают одновременные большие сплошные вымирания не всех, но определенных органических форм.

Очевидно, сейчас, учтя сопоставление геологических циклов с космическими годами, можно указать соотношение фаз вымирания живых существ с оборотами Галактики, что дает возможность дать впоследствии более определенную характеристику относящихся сюда частей этих оборотов.

Обращаясь к характеристике климатической стороны геологических циклов, можно отметить следующее. Ледниковые фазы каждого геологического цикла отличаются холодным климатом, обилием вод на суше и сокращением трансгрессии в океане. В умеренную фазу количество воды

на суше начинает постепенно убывать, а в океане — увеличиваться, отчего происходит трансгрессия. Наконец, в засушливую фазу воды на суше меньше всего, а в океане ее имеется в достаточном количестве. Ясно, что геологические циклы характеризуются не только определенными чертами структурно-тектонических изменений, о которых мы уже говорили, но могут быть охарактеризованы как большие климатические изменения.

В 1941 г. я указал, что эти две стороны природных явлений тесно связаны между собой — поднятие высоких гор, создание контрастного рельефа (высокие поднятия и сильные опускания), и оледенение. Л. С. Берг (1946) не согласился с моей точкой зрения и указал, что оледенение имеет свои отдельные причины, которые кроются в понижении температуры воздуха, причем по поводу этого понижения температуры «можно в настоящее время высказывать только догадки» (там же). Берг (1938) полагал, что «почти не может быть сомнения в том, что причина внезапного охлаждения лежит или в деятельности Солнца или в каких-то других более отдаленных космических фактах».

Нужно признать, что это сказано весьма неопределенно, и получается, что поднятие гор зависит от каких-то внутренних причин и с факторами космическими, внеземными, никак не связано, а вот оледенение вызывается воздействием внеземных причин. На самом же деле и то, и другое, т. е. изменение структур и рельефа, с одной стороны, и изменения климата Земли, с другой, достигается одними и теми же причинами — воздействием на вращение Земли движений и сил, вызываемых телами, находящимися вне Земли, и прежде всего Луной и Солнцем. Мысли о внеземных силах, которые привлекает Берг, надо распространить не только на климаты, но и на земную геоморфотектонику, и тогда получится тот параллелизм горных поднятий и климатических изменений, на который я указываю с 1941 г.

Этот параллелизм и неотрывность геоморфотектонических и климатических изменений, которые мы только что указали, позволяют, когда видимы только изменения климатические, указывать по ним соответствующие им явления геоморфотектонические, и, наоборот, когда видны только геоморфотектонические стороны цикла, по ним восстанавливать проявления климатические. Из всех трех фаз геологического цикла наиболее заполнена цикловыми проявлениями того и другого рода фаза ледниковая, являющаяся вместе с тем и фазой горообразовательной. О фазах умеренной и ксеротермической можно сказать, что там эти цикловые проявления были минимальными и, надо думать, сходили на нет к концу цикла.]

В исторической части жизни Земли было, как указано, шесть циклов, и поэтому горообразовательная фаза повторялась шесть раз. Ближе всего — альпийская горообразовательная фаза, которая является последней. Поднятия этой фазы происходили, как уже говорилось, на промежутке от второй половины миоцена, именно от эпохи верхнего сармата включительно, до современности. Они длятся уже 7 млн лет и, возможно, продолжатся еще столько же, если судить по аналогии с другими горообразовательными фазами. Именно поднятия этой фазы создали на Земле высокие горы последней вспышки горообразования.

При суждении об этих горных структурах надо иметь в виду следующее. Главные самые большие структуры Земли, ее мегаструктуры, — это материки и океаны. Что касается гор, то они — производное материков и океанов и являются макроструктурами. Находясь на материках, на краях их с океаном, горные пояса всегда являются производными взаимо-

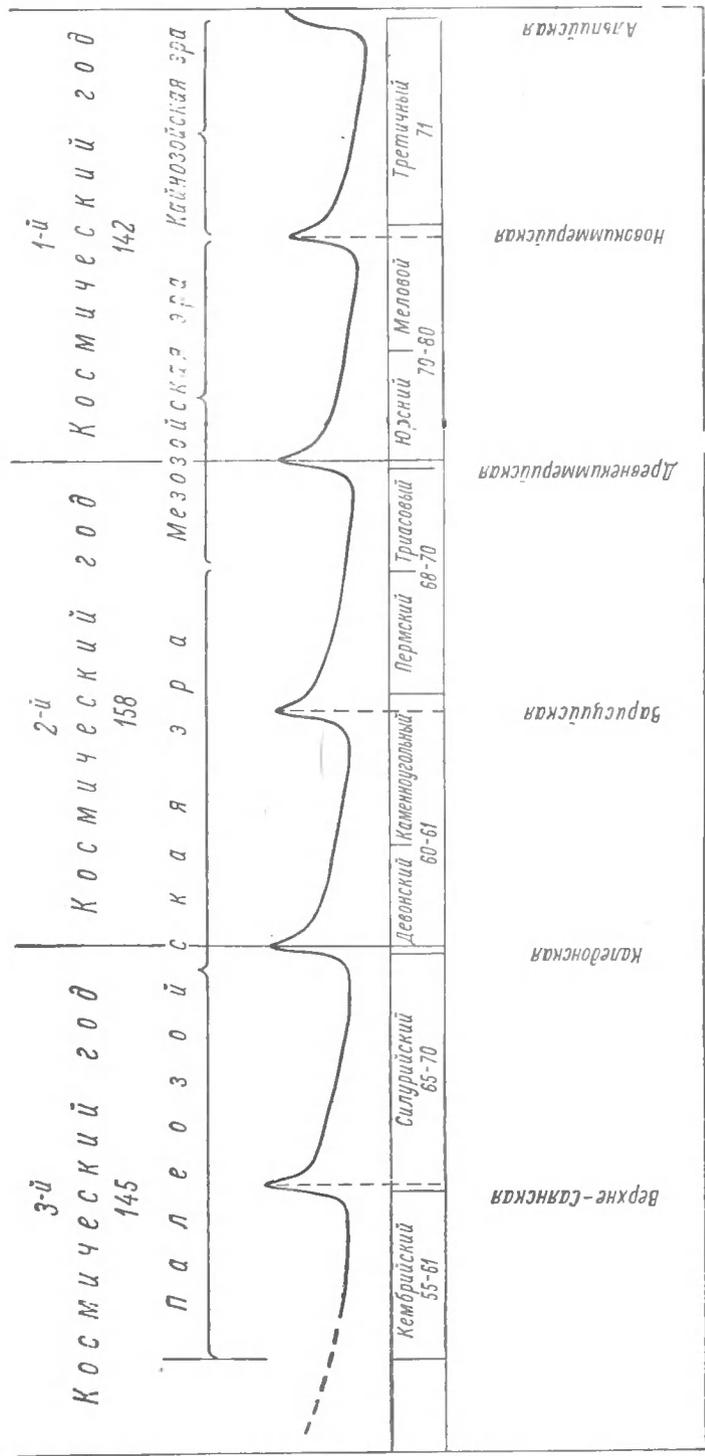


Рис. 6. Космический год и фазы горообразования за так называемое историческое время жизни Земли, после докембрия (в миллионах лет).

действия океанов и материков. Как правильно указывал Карпинский, они тем сложнее и выше, чем больше несущий их материк. Этому отвечает и то, что в сейсмике движению материков отвечают сейсмы глубиной в 150, 300, 700 км, а горным поясам — движения в 30—70 км.

В моих работах о современной геологической эпохе (1940, 1941) было сказано, что горообразовательные омолаживающие рельеф материков движения миоценово-четвертичного времени являются движениями вертикальными — прямыми поднятиями и опусканиями. Эти движения, конечно, не самостоятельны, и поскольку, как мы видели, они связаны с величинами материков, то и зависят от тех глубоких тангенциальных движений земных оболочек, в которых участвуют несущие их материк в целом. Вместе взятые и вертикальные поднятия гор, действующие против действия силы тяжести, и попутно порождающие их вместе с вертикальными же опусканиями мощные тангенциальные перемещения толщ земной коры, конечно, являются производными отталкивательных сил, т. е. того толчка извне, идею о котором так давно выдвинул Ф. Энгельс; это — следствия прецессии и приливных воздействий.

Таким образом, именно толчок извне производит изменение гравитационного сжатия Земли во времени. Но это изменение сжатия, если его принять, возникает не автоматически, само по себе, а под действием сил извне, которые могут закономерно и зонально создавать под определенными широтами поднятия лежащих выше масс. Это и является симптомом происходящего изменения гравитационного сжатия нашей планеты на определенных площадях, вызванного отталкивательными силами, действующими при движении Земли и противостоящими силе тяжести.

Следовательно, не сжатие Земли в глубинах играет роль в создании тектоники Земли, а изменения полярного уплотнения во времени, а они, если следовать мысли Энгельса, лишь производные силы тяготения в ее «отталкивательной» части.

Есть полное основание утверждать, что в начале этой фазы существования гор они были созданы прямым поднятием. Иными словами, каковы бы ни были подготовительные процессы к горообразованию — это подготовило глубокое тангенциальное перемещение земной оболочки — само поднятие горных поясов создано было больше всего вертикальными силами.* Если учесть, что это вертикальное поднятие, будучи прерывистым, запечатлено рядом уровней высоких горных денудационных поверхностей в количестве от 6 до 10, то можно сделать вывод, что эти уровни молодых денудационных поверхностей являются этапами поднятия горных поясов.

Остановимся на возрасте молодых денудационных поднятий. Самые высокие из этих поверхностей создались раньше всего и относятся к верхнему миоцену. Остальные восемь уровней поверхностей размещаются между концом миоцена и бакинским ярусом Прикаспия и его аналогами других мест, относящимися уже к фазам четвертичного времени или частью к концу плиоцена. Для высоких гор Средней Азии, Европы эти уровни приведены в табл. 3. Если ввести в общую картину еще материк Австралии и суммировать поднятие или высоту гор в альпийское время

* Этот вывод сделан на базе того большого фактического материала геоморфологических наблюдений над горными структурами, который был мною собран в течение ряда лет, с 1942 по 1950 г., в горах Средней Азии, особенно в Ферганской и Таджикской впадинах (1945а, 1948а, б, в). В этих материалах дается критика теории поднятия гор по теории складкообразования.

Уровни поднятия денудационных поверхностей высоких гор Земли (в метрах)

Стратиграфия	Понто-Каспийская область				Средняя Азия			Юг Сибири	
	Западная Европа	Хр. Эльзбург, Иран (по Шгалю и Овчинникову)		Гиссарский хр. (по Личкову, 1945)	Алтайский и Туркестанский хр. (по Личкову, 1945)	Киргизский Алтай (по Федоровичу, 1928)	Занкайский Алтай (по Федоровичу, 1928)	Алтай (по В. А. Обручеву, 1915)	Танну-Туvinская область (по С. В. Обручеву, 1952)
Альпы (по Личкову, данные Гейма, 1922)	Северный и Центральный Кавказ (по Кузнецову и Лиценбергу, 1935, 1937, 1957)	Дагестан (по Хаину и Гроссгейму, 1958)	Хр. Эльзбург, Иран (по Шгалю и Овчинникову)	Гиссарский хр. (по Личкову, 1945)	Алтайский и Туркестанский хр. (по Личкову, 1945)	Киргизский Алтай (по Федоровичу, 1928)	Занкайский Алтай (по Федоровичу, 1928)	Алтай (по В. А. Обручеву, 1915)	Танну-Туvinская область (по С. В. Обручеву, 1952)
Верхне-сарматский	4000	3700—4000	3500—4000	4000—4500	4000	3500—4500	4000—4500	4600	3900
Мэотический	2500	2800—3100	2900	3000	3000	2000—3000	2400—2600	4000—4200	3000—3200
Понтийский	?	2100—2400	2200—2500	?	?	?	?	?	?
Ачкагыльский	?	1500—1600	1300—1500	1500—1700	1600—1900	1400—1600	1300—1700	1700	1100
Балаханский	1100—1280	1200—1300	1100—1200	1200—1270	1100—1200	1100—1300	1100—1250	—	1300
Апшеронский	900—1000	(940—1000)	900—1000	900—1000	?	900—1000	900—1000	—	—
Бакпийский	750—800	800	780—850	730—813	?	800	730—875	700	?
Послеландский	?	590	500—600	?	?	600—650	?	?	600

Примечание. Знак вопроса означает, что в показанных наблюдениях наблюдателей уровень в данном хребте не отмечен.

для Азии, Европы и Австралии, то мы получим картину, показанную в табл. 4.

Таблица 4

Сопоставление уровней денудационных поверхностей самых высоких гор на трех материках (в метрах)

Стратиграфия	Азия (Средняя Азия, Сибирь)	Европа (Альпы)	Австралия
Верхне-сарматский .	600 780—800	600	—
Мэотический	950—1000	900—1000	300—600
Акчагыльский	1100—1300	—	900—1200
Балаханский	1500—1700	1400	1200—1500
Апшеронский	2600	1900—2100	1400—1700
Бакинский	3000	2400—2700	1800—1900
Современный	4500—5000	3100—4000	2000—2200

Недавно Н. И. Кригер (1954), исследуя явление образования речных и морских террас, пришел к выводу, что террасообразование есть колебательный цикловой процесс изменения вертикального положения дна долин относительно водораздела. Вследствие этого разнообразие комплексов уровней таких колебаний ограничено в связи с условиями, связанными с видом террасового ряда. Террасы в большинстве случаев не локальны, а являются отражением колебаний для данной полосы. Это сближает, по Кригеру, геоморфологию и климатологию. Колебательное движение литосферы здесь совпадает с таким же колебанием климатического характера в атмосфере. Денудационные горные поверхности и такие же поверхности платформенные представляют собой древние дочетвертичные террасы, и с этой точки зрения их тоже можно рассматривать как циклическое явление, высотные характеристики его денудационных уровней можно дополнять климатическими. Этим путем получим циклы промежуточные по величине между геологическим циклом, с его ледниковой и другими фазами, и одними из самых больших многовековых периодов — пятитысячелетними.

Если циклы денудационных поверхностей исчисляются миллионами лет, то циклы террасовые — сотнями и десятками тысяч лет. Это — большие циклические части последней фазы геологического цикла, имеющие свою климатическую характеристику, в которую входит такое большое явление, как оледенение, и его этапы.

Приведенные данные о поднятиях гор альпийской фазы позволяют нам взглянуть и на этапы поднятия горных систем как на циклическое явление. Отдельные части поднятия представляют собой отдельные циклы. На указанном промежутке альпийского поднятия гор мы видим, таким образом, не меньше шести этапов поднятий, индикаторами которых являются денудационные поверхности, и пять промежутков между ними.

Мы не знаем, конечно, скоростей, с которыми происходили эти поднятия. Если представить себе, что каждое предыдущее поднятие отделено от следующего за ним одинаковыми или близкими по величине интервалами времени статического состояния рельефа и структур, то можно было бы сказать, что каждый этап, отделяющий цикл от одного этапа поднятия до следующего, равен примерно одному миллиону лет.

Когда мы изучаем поднятие гор, нам кажется, что начинаем ясно чувствовать климатический момент тогда, когда оно приводит к оледенению. Фактически это не так, и о климатическом моменте при поднятии гор говорит еще и денудация — работа и роль воды при поднятии. Изучая горообразование, мы, конечно, обязаны обращать внимание и на эти моменты, находящиеся с поднятием гор в неразрывной связи.

Поэтому если мы это осознаем, то в полной мере поймем, что циклическое явление поднятия гор идет наряду с тоже циклическим явлением изменения климата. Те промежутки времени, которые отвечают в поднятии гор одному периоду и вмещают в себе, как только что сказано, миллион, а может быть и два миллиона лет, являются не только этапом поднятия гор, но своеобразным климатическим циклом.

Как известно, для современной климатической фазы климатология знает ряд коротких климатических колебаний, климатических циклов, продолжительностью около 3, 6, 11, 16 и 30—35 лет. Среди этих коротких циклов, связанных с колебаниями деятельности Солнца, особенно выделяются так называемые брикнеровские «периоды» и «одиннадцатилетние» циклы, связанные с колебаниями солнечной активности.

Эд. Брикнер в 1890 г. обратил внимание на повторяющиеся 30—35-летние циклы, причем он проанализировал два явления почти за 200 лет, начиная с 1700 г., и частично привлек более ранний материал начиная с XIV в.

В отечественной литературе над проблемой брикнеровских «периодов» работал М. А. Боголепов, который обратился к русским летописям и в ряде работ с 1907 по 1929 г. использовал данные о климате за период с IX—X вв. по наше время. Во многом он не был согласен с Брикнером. Постановка вопроса Боголеповым учитывает гораздо более сложные обстоятельства, но в основном он подтвердил существование этих периодов. Позднее эти циклы показал А. В. Шнитников (1949, 1950, 1957), установив их реальность вплоть до последних лет, с продолжительностью в пределах 25—35 лет.

Весьма широко распространенными являются циклы 11-летние. Они стали широко известны с 1873 по 1881 г., когда были опубликованы в Германии обширные труды В. П. Кепшена, в которых отмечалось существование климатических 11-летних циклов. В 1873 г. он обработал данные по 250 станциям за годы с 1820 по 1870. Он выделил несколько 11-летних циклов, но не мог не указать, что эти периоды не выдерживаются все время, так что если брать длинные метеорологические ряды, то получается большая разноречивость результатов. Несмотря на это, идея Кепшена не была забыта и получила подкрепление, когда Вольф открыл 11-летний цикл солнечных пятен, что позволило связать эти циклы непосредственно с деятельностью Солнца.

Сейчас 11-летний цикл находит в СССР много сторонников. К нему склонялся М. А. Боголепов, его поддерживали и поддерживают В. Б. Шостакович (1931, 1934), В. Ю. Визе, С. Хромов, М. С. Эйгенсон (1948), Б. М. Рубашов, Н. С. Токарев, А. В. Шнитников (1951). Гелиофизики Смитсоновского института Карнеджи в США также присоединились к этим идеям. В течение 40 лет развивал идею об этой цикличности Аббот. Имеются, однако, работы Бергенмейера, Баура, г-жи Паранджи, в которых этот цикл резко критикуется и отвергается. Если есть периоды, когда этот цикл виден отчетливо, то имеются другие годы, когда он совершенно не проявляется, что, видимо, является следствием весьма малой активности Солнца в такие годы.

Несмотря на эти последние высказывания, реальность проявления 11-летнего солнечного цикла настоящему времени не подлежит сомнению.

Несколько по-иному обстоит дело с другими климатическими циклами — 16-летними, 6-летними, 3-летними и пр. Они не всегда четко проявляются на больших промежутках времени, а иногда вовсе теряются, причем причина этого до сих пор невыяснена.

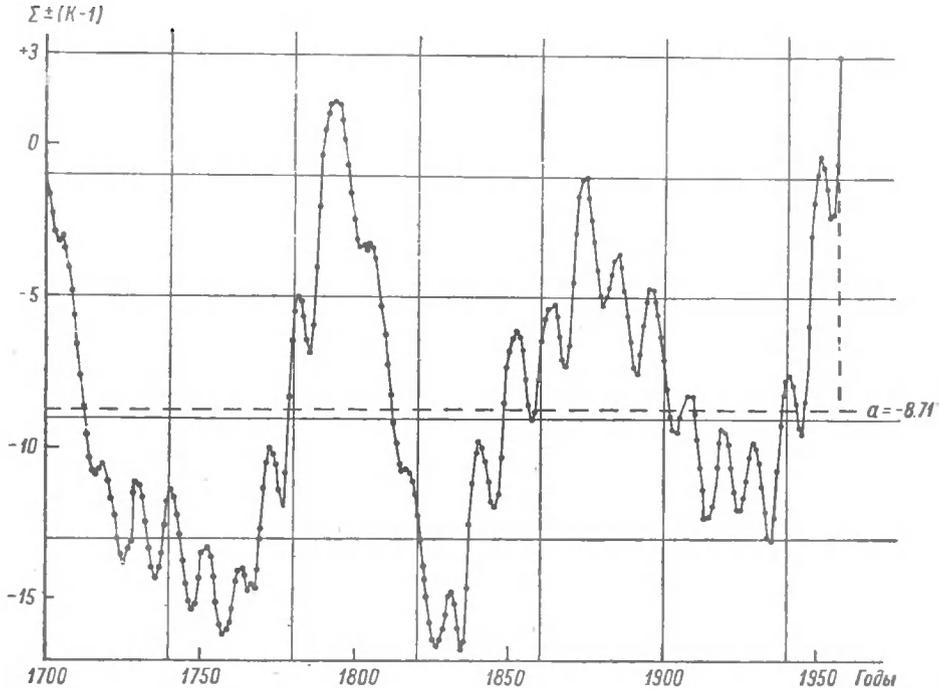


Рис. 7. Солнечная активность в отклонениях от нормы за период с 1700 по 1957 г. (вековой цикл солнечной активности по А. В. Шнитникову).

Самыми малыми колебательными явлениями представляются год и сезонные климатические колебания (весна, лето, осень и зима), имеющие чисто периодический характер. Они сомнениям не подлежат и полностью выдерживаются, хотя и причудливость вариаций у характеристик года и фаз года очень велика.

Кроме коротких циклов и периодов типа, очерченных выше, современная наука знает значительное количество циклов более длинных, вековых и многовековых (80-летние, 111-летние, 500—600-летние, 2000-летние и т. д.). Необходимо сразу подчеркнуть, что некоторые из них имеют явно «солнечное» происхождение, т. е. являются следствием колебаний солнечной активности. Примером таких циклов является вековой цикл солнечной активности, показанный Шнитниковым (рис. 7) и приводимый в книге Эйгенсона (1957), а также и других авторов.

Происхождение иных циклов еще недостаточно или не всегда ясно. Однако реальность подтверждается их существованием в различных геофизических явлениях. Так, в 1868 г. Фриц, а в 1883 г. Рейс показали 110—112-летние циклы, в 1928 г. их же установил Брукс. Он выдвинул циклы 75—80-летние. Известны циклы в 500 лет, обнаруженные Бруксом,

Турковским и др. Наконец, Предтеченским выдвинуты периоды в 1600 лет, Шнитниковым — в 1800—2000 лет. Имеется и еще целый ряд других циклов и периодов. Соотношение вековых и многовековых ци-

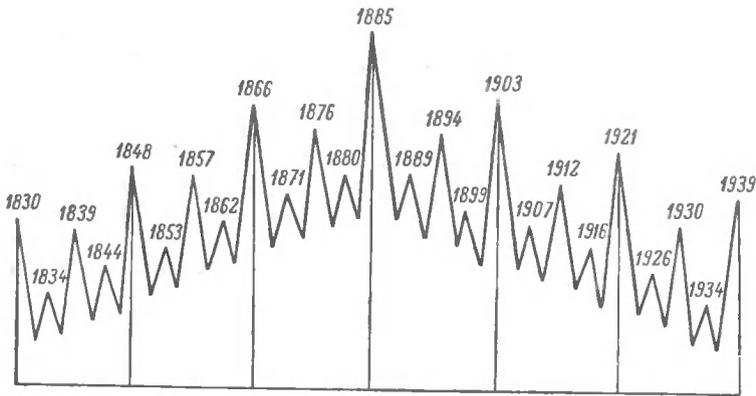


Рис. 8. Теоретический график векового прилива (по Ле Дануа).

клов таково, что вековые циклы или периоды складываются из соответственных малых циклов как своих частей.

На схемах, взятых из Э. Ле Дануа (Danais, 1950), можно видеть, как 111-летний цикл складывается из 11-летних циклов (рис. 8) или как цикл тысячелетний складывается из 111-летних (рис. 9). На этом рисунке



Рис. 9. График климатов истории Франции с 990 по 1885 г. (по Ле Дануа).

изображено, как потепление конца первого тысячелетия нашей эры переходит постепенно в похолодание климата, достигающее максимума к половине XV в. (к 1436 г.), после которого начинается потепление, продолжающееся до наших дней. То же самое кратко резюмировано, с исключением мелких колебаний, на рис. 10, где показаны изменения сплошности льда у полюсов. На нем обрисованы две теплые эпохи. Центры каждой отстоят одна от другой на 1300—1500 лет. Это указывает на существование цикла, близкого к циклу в 1800 лет, который выдвигал и убедительно с большим талантом обосновывал А. В. Шнитников.

Схема, которую он давал в 1949 г., очень интересна, но еще убедительнее, показательнее та схема, к которой он пришел в 1957 г. в своем большом труде. В этой схеме он объединяет такие климатические явления и процессы, как водоносность рек, состояние озер, изменения внутренних

трансгрессий морей и суммирует все это, как изменения общих условий увлажнения. Мы воспроизводим эту схему на рис. 11. Он показывает несколько циклов в 1800—2000 лет. От 3500 до начала современной эпохи таких циклов два с половиной. Он показал хронологическую связь этих явлений с приливными явлениями.

Даже самые большие из ныне известных многовековых циклов, циклы двухтысячелетние, мизерно малы по сравнению с циклами геологическими. По отношению ко всей ледниковой части геологического цикла они составляют их пятнадцатимиллионную долю.

В отношении геологических циклов мы в предыдущем изложении видели связь их с вращением, доводом в пользу чего является их примерное равенство, очевидно, соответствующее периодичности и правильности вращения, а затем кратность геологических циклов с космическими годами, что связывает их с вращением Галактики.



Рис. 10. Кривая климатических изменений с 420 г. до н. э. до 3280 г. (кривая изменений сплошности льда).

Что касается обычных климатических циклов современной эпохи, а равно многовековых климатических циклов, то в связи с большим отличием их величин от размеров геологических циклов распространить вывод о их связи с вращением планеты нельзя. Однако эта связь с вращением планеты у обычных климатических циклов современности несомненна и ее легко показать.

Так, И. В. Максимов (1953) отметил, что «одиннадцатилетние колебания солнечной активности испытывают восьмидесятилетние циклические колебания, в ходе которых значения периода и амплитуды одиннадцатилетнего цикла солнечной активности испытывают значительные изменения. При этом увеличение средней величины солнечной активности связано с уменьшением периода и увеличением амплитуд одиннадцатилетних ее колебаний, а уменьшение — с увеличением периода и уменьшением размеров одиннадцатилетнего цикла солнечной активности».

Существует, видимо, и другой закон вековых изменений периода и амплитуды 11-летних колебаний солнечной активности. На основании периодографического анализа изменений средней толщины годовых колец секвой в Калифорнии, как указал тот же Максимов (1954), выяснено, что размеры 80-летних колебаний климата северного полушария Земли испытывали в течение трех тысячелетий значительные изменения.

Максимов указывает на изменение 11-летнего цикла в пределах от 6 до 16 лет, причем амплитуда колебаний солнечной активности менялась за то же время от 51 до 153% своей величины. Характеристики колебаний этих малых циклов являются еще более значительными в ходе развития 600-летних циклов. Эти изменения малых циклов в ходе развития больших отнюдь не должны настраивать нас на скептический лад и заставлять отвергать на этом основании существование 11-летних и других мелких циклов.

М. А. Боголепов интуитивно предчувствовал существование материального носителя климатических колебаний, когда говорил, что они связаны с возмущением всего тела Земли. Мы можем сейчас на основе имею-

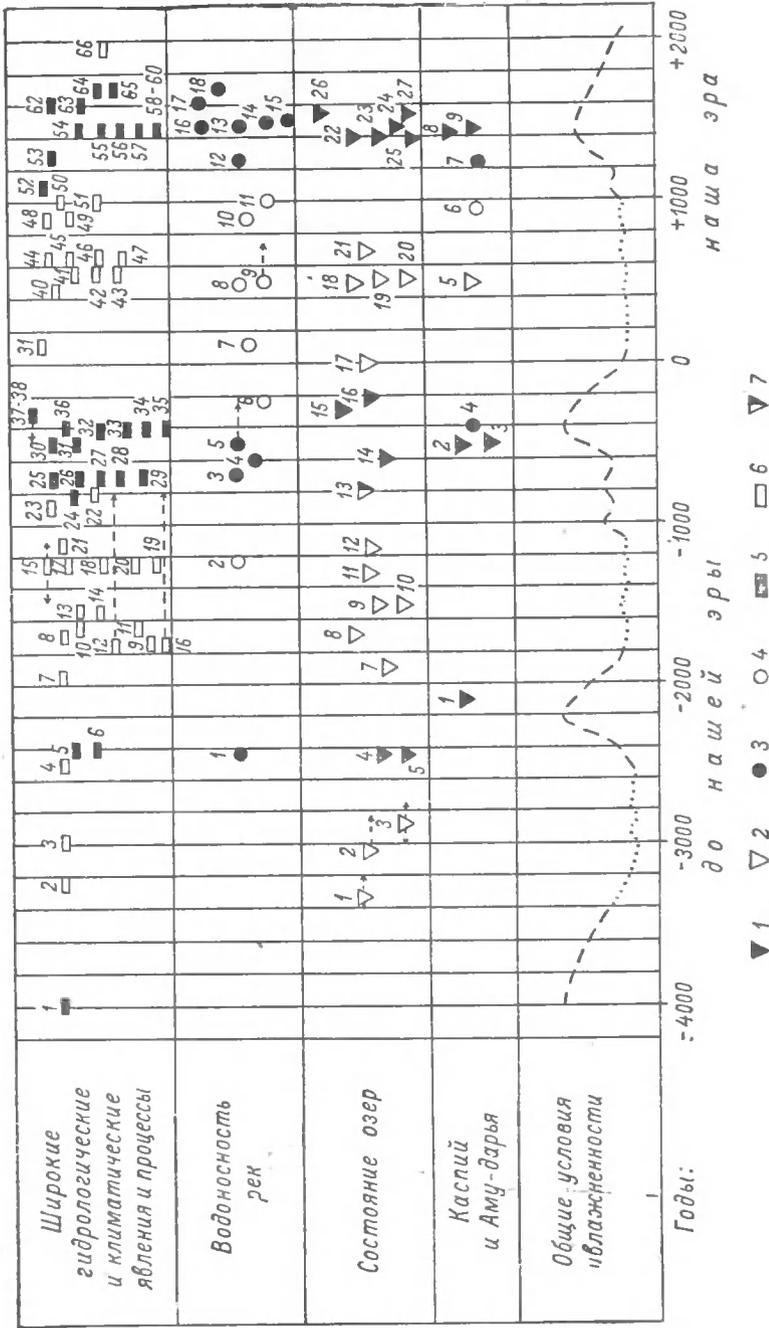


Рис. 14. Приближенные многовековые циклы общей увлажненности материков северного полушария (по А. В. Шнитникову, 1957).

1 — высокий уровень озер; 2 — низкий; 3 — многоводье на реках; 4 — маловодье; 5 — влажные или многоводные периоды; 6 — сухие периоды и явления сухости; 7 — условия, близкие к современным, т. е. переходные.

щихся новых фактов выразить это более конкретно и связать их с вращением Земли и ее изменениями.

Как указал Стовас (1951), сопоставление кривой среднего значения амплитуды 11-летних колебаний средних годовых чисел Вольфа с кривой вращения за большой, почти 300-летний, период приводит к совершенно неожиданному результату, т. е. к совпадению их 80-летних максимумов и к общему единому характеру поведения кривых, что не случайно и указывает на единую причинную связь между ними. Он отметил, что в 1949 г. к совершенно аналогичным выводам пришел Ю. Д. Калинин. Последний, сравнивая эпохи скачков в геомагнитных вариациях по наблюдениям за 60 лет в обсерваториях Павловска и Бомбея с эпохами скачков в угло-

вой скорости вращения Земли, писал, «что те и другие скачки представляются имеющими общую причину».

Прилагаемая кривая (рис. 12) это хорошо иллюстрирует. Она составлена Стовасом для средних значений амплитуд 11-летних колебаний среди годовых чисел Вольфа с кривой угловой скорости вращения Земли. Из кривой, дополненной геомагнитными данными Калинина, получается определенная зависимость и геомагнитных вариаций, и климатических циклов мелкого калибра от колебаний угловой скорости вращения Земли.

То же самое можно видеть, если сопоставить графики изменений приливов на протяжении последнего столетия с графиком изменения скорости вращения планеты за то же время (рис. 13).

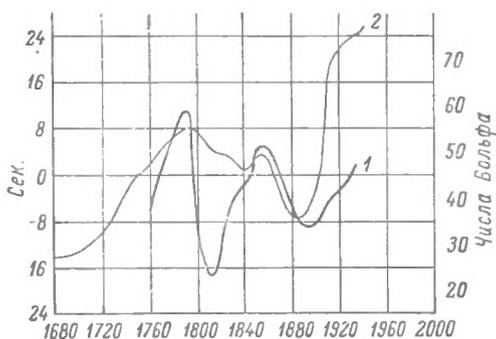


Рис. 12. Связь изменчивости климатических циклов солнечной активности в вековом ходе в сопоставлении с вращением Земли (по И. В. Максимуму и М. В. Стовасу).

1 — среднее значение амплитуды 11-летних колебаний среднегодовых чисел Вольфа; 2 — кривая угловой скорости вращения Земли.

Э. Ле Дануа указал, что большое значение в истории приливов имеют 111-летние лунные периоды.

Поэтому на графике мы берем для сопоставления не точно столетие, а именно такой 111-летний период. В нижней части графика сравниваются вершины векового прилива за 111 лет, с 1828 по 1939 г., и график изменений скорости вращения Земли на то же время. График изменений скорости вращения показан в двух видах. График б дает впечатление прямой пропорциональности векового прилива и скорости вращения.

Но это впечатление, если посмотреть на правой стороне чертежа обозначение размеров скоростей в пространственных секундах, является ложным: они убывают и являются отрицательными к вершинам поднятых пиков и положительными в опущенных местах кривой. Наоборот, на графике в эти скорости показаны так, что их максимальные значения находятся сверху.

Если график б нужен для того, чтобы показать взаимную связь приливов и скоростей вращения, то из графика в видно, что приливы, как это полагал Энгельс, вычитаются из скорости, так что чем выше прилив того или иного года, тем ниже скорость вращения Земли. Эти две величины таким образом антагонистичны. Видно, что вековой прилив растет за

счет уменьшения скорости вращения, и поэтому там, где он достигает большой величины, скорость ничтожна (1885 г.), а там, где он мал (1830, 1939 гг.), — скорости велики. Максимум одной из этих величин отвечает минимуму другой.

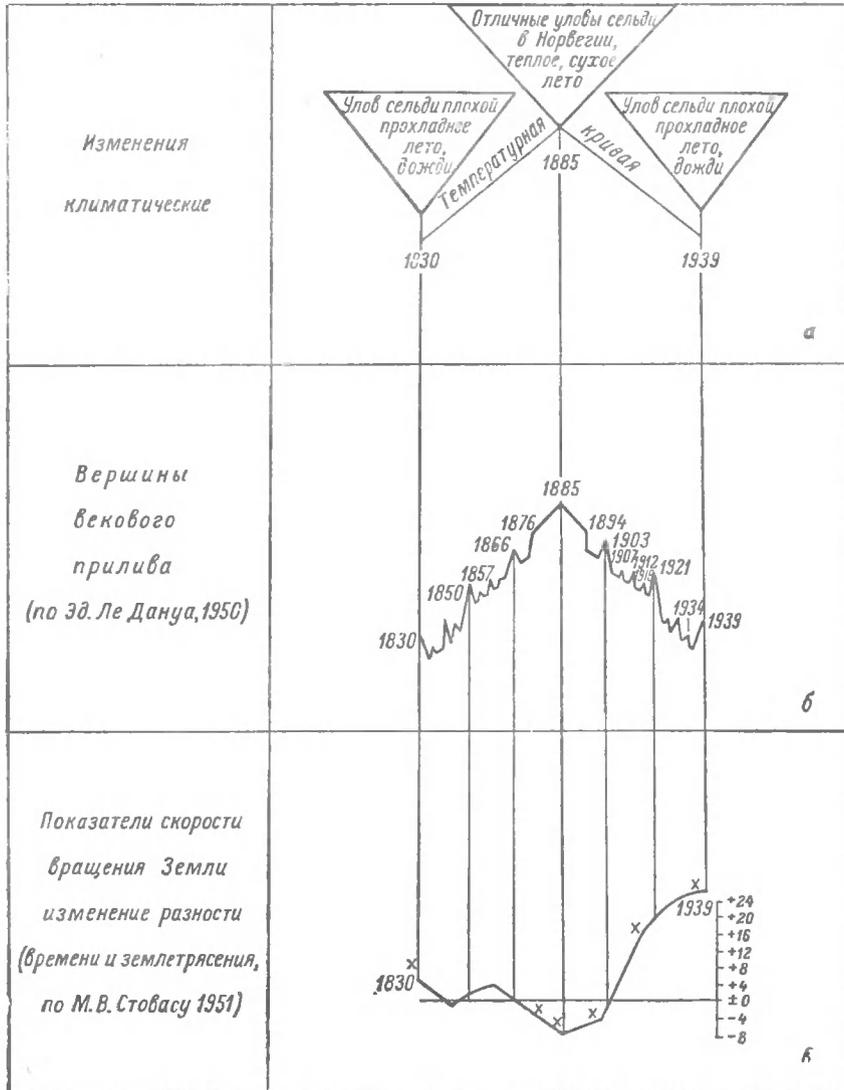


Рис. 13. Связь приливов со скоростями вращения Земли, землетрясениями и климатом (по Б. Л. Личкову, 1956).

Мы проанализируем два графика. На первом была показана зависимость геомагнитных и климатических колебаний от угловой скорости вращения Земли, на втором — связь приливов с той же угловой скоростью. Оба графика вместе связывают климатические колебания с приливами и скоростью вращения. Если на рис. 12 показана непосредственная связь 80-летних климатических циклов с вращением Земли, то на рис. 13 изо-

бражена связь скорости вращения с 111-летним климатическим периодом. Для указания более точной связи вверху этого графика даны изменения среднегодовых температур от 1830 до 1885 г. и от 1885 до 1939 г. Это дает картину повышения температуры на первом промежутке и ее понижения на втором.

Нетрудно видеть, что от изменений высот векового прилива зависят и биологические явления в океане. С высокими приливами 1885 г. совпали сказочные уловы сельди, и, наоборот, в 1830 и 1939 гг., когда приливы были низкими, улов сельди был невелик. Улов сельди сам по себе не есть биологическое явление, но он связан с последним, так как определяется условиями размножения. А это явление, которое прямо связано с уловом, представляет явление биологическое. Очевидно, биологические явления тоже зависят от приливов, т. е. связаны со скоростью вращения Земли. Видимо, в теплые годы высоких приливов размножение сельди повышается, в результате чего достигаются прекрасные уловы. Наоборот, в годы холодные ухудшаются условия размножения сельди и снижается улов. Даже не анализируя этот вопрос глубже, можно констатировать, что те же приливы, которые обуславливают, как мы только что видели, геотектонику, являются вместе с тем причиной и климатических колебаний.

Мы пришли, таким образом, к большому и важному выводу об единстве факторов, определяющих динамику тропосферы, динамику твердой земной оболочки — литосферы, гидросферы и наконец существование жизни.

Как ни толковать два предыдущих графика в деталях, основное их содержание определенно говорит за то, что климатические циклы (11-, 80- и 111-летние) обнаруживают через приливные поднятия океана определенную связь с вращением Земли. Можем ли мы этот вывод перенести на циклы большой длительности (600-, 1000- и 2000-летние)? Доказать их исторический ход, шаг за шагом, как это сделано для более коротких колебаний, мы не можем. Однако эту характеристику, видимо, надо распространить и на многовековые циклы, в особенности на 2000-летние, как доказано Шнитниковым.

Выше мы отмечали, что короткие циклы, являясь составной частью многовековых и находясь под их влиянием, также испытывают изменения. Восемидесятилетние колебания средней величины солнечной активности в среднем через 570 лет испытывают усиления, и то же самое относится к вековым изменениям одиннадцатилетнего цикла.

Если это учесть и считаться с тем, что в кратных числах выражается связь коротких циклов многовековых, то можно сказать, что многочисленные циклы земных климатов современной эпохи — это не разрозненные явления, а части согласованного целого — единой системы циклов. Каждый из 500-, 1000-, 1800—2000-летних циклов складывается из 11-, 80- и 111-летних циклов и, следовательно, на всем протяжении каждого из них должна проявляться зависимость климатических колебаний и приливов от скоростей вращения. Это же необходимо распространить на всю современную эпоху (последледниковое время), которая охватывает период в десяток тысяч лет или около того. Следовательно, сюда войдет пять-шесть 2000-летних циклов, которые, возможно, сведутся к двум приблизительно 5000-летним циклам, мысль о которых была выдвинута недавно.

Вся система циклов таким образом тесно связана и имеет единую основу с вращением Земли. Если вращение, как мы видели, лежит в основе геологических циклов, то оно же, если от крупного перейти к мелкому, лежит в основе сезонных подразделений года, т. е. влияние вращения распространяется и на все промежуточные циклические явления. Иначе

говоря, это значит, что вся система циклических явлений, от космического года и геологического цикла до цикла годового, имеет единое основание. Система циклических явлений едина по своей сущности.

Чтобы пояснить эту мысль, взглянем на рис. 9, где показаны две половины 1000-летнего цикла. Видно, что эти обе половины складываются из 111-летних циклов. В каждой из них происходят те явления, которые описаны на графике рис. 13: вычитание приливов из скоростей вращения и изменение вследствие этого скорости вращения Земли.

Но так как 111-летние периоды образуют своего рода ряд ступеней, спускающихся к наиболее холодному времени (XVI в.), ясно, что и скорости вращения должны от максимума к максимуму сильно меняться, ибо самые большие приливы, судя по исследованиям Отто Петтерсона, наблюдались в XIV—XV вв., затем они в обе стороны убывали, но не прямо, а через 111-летние циклы. Для скоростей вращения здесь должна получиться такая же «лестница ступеней» только в обратном направлении: если приливы XIV—XV вв. были огромными, то скорость вращения должна была быть очень малой.

Во сколько раз должна увеличиться величина этой лестницы, если в общую картину изменения скорости вращения уместить ледниковую форму цикла и вслед за этим дать картину изменений скорости вращения для всего геологического цикла? От этого мы очень еще далеки, но необходимо идти именно в эту сторону на основе того общего положения, что всегда существовавшие на Земле океаны постоянно, но по-разному, своими приливами уменьшали и скорость вращения нашей планеты и вместе с тем оказывали на ее тело давление, создавая поднятия и опускания.

В заключение, возвращаясь к малым циклическим колебаниям, следует сказать следующее. Если выше мы говорили, что за поднятием гор надо видеть происходящие одновременно с этим климатические изменения, то сейчас можно отметить, что за климатическими циклами малых размеров нужно разглядеть и сопровождающую их геотектонику. Те и другие изменения всегда идут параллельно.

Общие выводы, к которым мы пришли в этой главе, являются следующие.

1. В истории развития нашей планеты в геологическом времени неизбежно наблюдаются элементы некоторой повторяемости, которые находят свое выражение и в больших геологических циклах большой длительности, и во вмещающихся в эти циклы, как их части, многовековых, вековых и малых климатических периодах, и циклах как современной эпохи, так и эпох более ранних.

2. Вся совокупность циклических изменений условной существования планеты разной длительности (больших и малых), определяющая детали спирали ее развития, составляет единую взаимно связанную стройную систему явлений, укладываемых друг в друге и имеющих общее подчинение.

3. Для больших геологических циклов и малых климатических периодов и циклов характерны их взаимная неотрывность и параллелизм в ходе развития структурных изменений литосферы и климатических изменений атмосферы и гидросферы.

4. Каждое структурное изменение подразумевает происходящее параллельно ему в ходе времени изменение климатическое, и наоборот.

5. Циклические климатические колебания современной геологической эпохи и эпох прежних, с одной стороны, а равно системы, представляющие собой тектонические движения (*in statu nascendi*) и новейшие тектонические движения, именуемые неотектоникой, с другой, создаются ол-

ними и теми же причинами, что определяет неразрывную связь между этими двумя группами явлений.

6. При взаимной зависимости и параллелизме структурных и климатических изменений невозможно применить к объяснению структурных явлений действия внутренних сил Земли, ибо это оторвало бы структурные явления от климатических, поскольку к последним внутренние явления планеты явно не имеют отношения. Таким образом, принятие только внутренних причин для объяснения изменений планет лишило бы возможности разъяснить одни и те же причины для тех и других изменений.

7. Поскольку в ходе изменений климатов и структур Земли увеличение ледников на материковых площадях и на горных поднятиях развиваются параллельно с изменением структур, то нельзя для объяснения этих двух групп явлений применять разные причины. Эти причины являются едиными. Нельзя поэтому к изменениям структур применять внутренние силы, а оледенения объяснять силами внеземными. Причины и того, и другого одни и те же. Эти причины определяются теми гравитационными силами, которые создаются при движении Земли, в частности при ее вращении. Это относится как к изменениям циклических проявлений современной эпохи и эпох прежних в структурах и климате, так и к тем изменениям, которые создаются в ходе данного геологического цикла.

8. Только на основе движения Земли, в целом, можно понять кратное соотношение тектонических периодов развития планеты с космическим годом, а равно только на этой основе понятными становятся прецессионные и приливообразующие воздействия Солнца и Луны на тело нашей планеты, создающие деформацию коры планеты, т. е. ее тектонику.

9. Для объяснения цикличности горообразования и движения материков в истории нашей планеты приходится учитывать не только вращение Земли, но и ее поступательное движение.

10. Неясно, нужно ли при толковании геологических циклов вводить непосредственное действие Галактики на планету или это действие передается через Солнце и Луну; во всяком случае связь больших циклов с галактическими влияниями едва ли можно оспаривать.

11. Поднятие гор проще понять быть может как прилив твердых масс, аналогичных приливу водному. Напряжения, его создающие, накапливаются постепенно в течение больших промежутков времени.

12. На основании установленной прочной связи климатических и структурных изменений никак нельзя тектонические явления считать явлениями только литосферы. Они являются результатом взаимодействия литосферы коровой и подкоровой с другими оболочками Земли — гидросферой и атмосферой.

13. Изменения в ходе развития фаз геологических циклов суммируются тем, что два конца геологического цикла — начало и окончание имеют следующие совпадения тектонических и климатических явлений:

	Начало цикла	Конец цикла
Тектонические явления . . .	Горообразование	Отсутствие гор
Климатические явления . . .	Оледенения горные и материковые при обилии вод на материках	Засушливые явления на материке как следствие недостатка вод
Атмосфера	Обилие влаги в атмосфере	Недостаток влаги в атмосфере
Гидросфера	Уменьшение количества воды в океанах	Большое количество воды в океанах

14. Вымирание больших групп животного мира и связанные с этим смены семейств и родов приурочены к концам геологических циклов; вымирание растений происходит немного раньше. Есть основание предполагать, что природные судьбы животного и растительного миров планеты определяются фазами геологических циклов. Они были бы иными, если бы планета была неподвижной.

15. Вращение Земли в современную эпоху и изменения ее скорости во многом определяют судьбы животного и растительного миров.

16. На основании данных об изменениях отношений гидросферы и литосферы в ходе геологического времени пора признать, что следует отказаться от термальных толкований тектонических изменений планеты, а перейти к динамическому ее толкованию на основе взаимодействия оболочек Земли.

17. Это значит, что тектонические явления рождаются в пульсациях вращательного режима Земли, а вовсе не в ее термике, которая играет только второстепенную роль.

В итоге всего вышеизложенного, можно сказать, что при анализе изменений геологических явлений во времени нами в полной мере выяснены три важных момента: а) надо признать неотрывность климатических и структурных изменений в ходе геологического времени, б) надо признать невозможность, в силу этого, объяснить изменения в теле планеты одними внутренними причинами и, наконец, в) признать надо участие природных вод во всех циклических изменениях Земли, от коротких климатических периодов через многовековые до геологического цикла и его фаз.

Последний факт особенно важен, поскольку он говорит о связи жизни литосферы с природными водами, мысль о котором поставлена в заглавии этого труда. Мы подошли к мысли, о влиянии приливов на геотектонику; а это значит, что приливы не только уменьшили скорость вращения планеты, но создавали давление, действующее на тело Земли и создающее в нем нарушения, приводящие к поднятиям и опусканиям. Иначе говоря, изменения структуры литосферы создаются с участием в основном приливных волн океанических вод. Об этом следует постоянно помнить.

Климатические же изменения Земли, с которыми мы познакомились выше, дали нам представление о том, что в этих изменениях имеется целая иерархия изменений начиная от суточного цикла до огромного геологического цикла и его фаз. Краткосрочные изменения носят название современных климатических периодов, или циклов. Поднимаясь по этой иерархии вверх от малого к более крупному, мы приблизимся к фазам геологического цикла и, наконец, к суммирующему все эти фазы самому циклу — геологическому году, охватывающему огромное геологическое время.

Как мы убедились выше, если характеризовать фазы цикла, то никак нельзя ограничиваться только явлениями в литосфере, ибо цикл, как и меньшие периоды, охватывает и литосферу, и все другие оболочки Земли. Могло бы казаться, что цикл и фазы относятся к литосфере, а более мелкие периоды ее не касаются, а отражаются только в изменениях атмосферы и гидросферы. Но это не так. Как малые циклы, именуемые климатическими периодами, так и большие геологические промежутки колебаний затрагивают все земные оболочки.

Именно поэтому была неудачна попытка Э. Ога объяснить цикл только причинами, относящимися к литосфере.

Об этом я писал 30 лет назад. Не повторяя целиком развитой тогда аргументации, изложу ее в основных чертах.

У Ога получилось деление на три фазы: орогенезис, литогенезис и глиптогенезис. Но эти фазы накладываются во времени друг на друга, а не четко разделяются: поднятие гор требует одновременного отложения осадков, т. е. литогенезиса, а когда на одних местах Земли происходит отложение осадков — литогенезис, тогда на других происходит глиптогенезис. Именно поэтому я предложил широкое деление фаз цикла: ледниковая, умеренная и ксеротермическая. Нетрудно отдать себе отчет в том, что здесь основой характеристики фаз являются природные воды и их количество на поверхности Земли в разные фазы.

Далее, неопровержимым является сейчас положение о связи и единстве всех видов вод нашей планеты, и земные воды мы должны представлять себе как единое целое. Поэтому указанные изменения количества вод на поверхности могут происходить только за счет перераспределения вод этого целого. В последнее время в основу гидрогеологии поставлена проблема формирования подземных вод.

Проследить формирование подземных вод удобнее всего на основе единства всех природных вод. Это обстоятельство удостоверяет неразрывность связи подземных вод с материковыми и океаническими. С другой стороны, материковые воды, наземные и подземные, неотрывны от вод океанических, и убыль вод в океане приводит к увеличению их на материках, и наоборот. Без знания этих основных положений нельзя понять судеб природных вод на Земле и вместе тем геологических циклов. Природные воды оказываются здесь, таким образом, основным индикатором различий геологических фаз, определяя разную их увлажненность, что дает и климатические, и биологические характеристики.

Понятие увлажненности, введенное в науку Шнитниковым, имеет чрезвычайно важное значение. Шнитников ярко и убедительно обрисовал в своей книге (1957) увлажненность для малых колебательных периодов, от годового цикла до циклов многовековых. Охарактеризовать и индивидуализировать их можно тоже только учитывая увлажненность, т. е. состояние природных вод Земли. Я ссылаюсь здесь на факты, изложенные в его прекрасной книге. Повторять и перелагать здесь связанные с этим факты было бы неуместно. Но общий вывод еще раз повторить можно; это третье положение, которым мы закончим изложение главы: во всех изменениях в «жизни» Земли, от коротких периодов через многовековые до смен фаз геологического цикла и смен циклов во времени, обязательно участие природных вод, которыми определяется количество фаз.

Если разъяснению третьего из трех положений, выдвинутых в этой главе, мы посвятили ее конец, то к положению второму и первому мы вернемся в дальнейшем. Второе положение говорит о невозможности объяснить изменения планеты одними внутренними причинами. Разъяснение его позволит нам вернуться к положению первому — о неразрывности изменений климатических и структурных — и сделать из него надлежащие выводы о причинах изменения структур Земли.

Глава третья

О ТАК НАЗЫВАЕМЫХ ВНУТРЕННИХ ПРИЧИНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

В аспекте космогонической гипотезы Канта Земля рассматривается как охлаждающееся тело, возникшее из расплавленной туманности, в котором в связи с его охлаждением действуют физико-химические силы, в том числе силы сцепления; в этих силах и находит свое выражение результат охлаждения. На точке зрения признания Земли охлаждающимся телом, в котором больше всего проявляют себя физико-химические силы, геологическая наука стояла на промежутке от момента ее официального создания в эпоху Ломоносова до начала XX в. — времен господства классической теории Э. Зюсса, т. е. в течение 150 лет.

Как указывал Вернадский (1939), геологи XIX в. из канто-лапласовских идей взяли три рабочие гипотезы: а) дрящееся в течение геологического времени сжатие планеты; б) предполагаемое существование медленного охлаждения огненножидкой когда-то нашей планеты; в) отражение земной поверхности в геологических явлениях процессов, идущих внутри планеты (Вернадский, 1939, 1955). В этот период теория развития Земли все время стояла на точке зрения преобладания внутри тела Земли огненножидкого ядра.

Однако в начале XX в. благодаря успехам в изучении радиоактивности пришлось отказаться от огненножидкого ядра и объяснить это тепло распадом радиоактивных элементов, имеющихя внутри планеты, не очень далеко от поверхности.

Далее, Вернадский отмечал, что количество рассеянной радиоактивной энергии земного вещества в верхних частях планеты достаточно для того, чтобы объяснить все движения твердых масс земной коры, орогенные и тектонические, и все движения жидких и газообразных масс.

Это высказывание имело чрезвычайно важное значение. Оно было продолжено В. В. Белоусовым (1948, 1954) и многими другими геологами. Все они отказались от центрального жидкого ядра, но в полной мере сохранили представление о первенствующей роли в теле Земли сил физико-химических. Последние без всякого сомнения были связаны силами внутренними. И так как многие наши геологи еще не отрешились от того наследства, которое получили от старой геологической школы последних десятилетий, они все еще толкуют о силах внутренних.

В чем же основа прежних геологических представлений? Этой основой является мнение о том, что в теле Земли, о хватающем твердую поверх-

ностную кору литосферы и то, что находится под нею глубже, главными действующими силами выступают силы физико-химические, вырастающие на основе взаимодействия и отношений между молекулами, а частью атомами, составляющими это тело. Именно представление о первенствующей роли в теле планеты частичных сил и было той основой, на которой выросла и создалась господствующая школа геологической науки.

Она с самого начала своего существования игнорировала силы гравитации. Эти положения о первенствующей роли частичных сил выросли и определились как основа геологии в качестве спутника тех воззрений на Землю, которые возникли из кантовской концепции космогонии, игравшей в геологии на протяжении упомянутых выше 150 лет огромную роль, причем было доказано, что это тепло не занимает всей внутренности Земли, а приурочено к определенному поясу, расположенному не очень глубоко от поверхности Земли.

Эта перемена геологических воззрений связана с именами Джоли и Вернадского. Последний еще примерно с начала столетия отвергал внутреннее огненножидкое ядро Земли и доказывал, что наша планета является телом изначала холодным. Когда появились положения Джоли, Вернадский (1939) примкнул к ним и указал, что отмечаемые им связанные с канто-лапласовскими представлениями гипотезы «противоречат опытным данным радиogeологии и в то же время за 140 лет не могли быть обоснованы на фактах геологии. Они свободно, если нужно, могут быть отброшены» (Вернадский, 1939, 1955).

Логически геология — это, конечно, продолжение и развитие науки астрономической, которая появилась в новом виде официально раньше геологии, еще во времена Коперника в XVI в. К нашей планете геология должна была применить и развить то, что астрономия открыла для всех планет. Создалась астрономия после Кеплера, Галилея и после Ньютона.

Первые ростки геологии создались во время расцвета идей Ньютона и астрономии, когда строилось здание небесной механики. Однако в геологии имя Ньютона не звучало, и идеи Ньютона с самого начала этой науки в ней не применялись. В то же время ясно, что тяготение, в аспекте которого и изучаются, и рассматриваются другие планеты, конечно, имеет значение для Земли. Но работники молодой геологической науки не осознали этого еще и сейчас в применении к Земле при толковании ее процессов оперировали, как мы видели, с силами физико-химическими вместе с взятой у Канта—Лапласа теорией термального сокращения Земли. Эта идея Канта создала в начальной истории геологической науки своеобразную «извилину».

Сейчас после падения теории термального сокращения нашей планеты, мы, очевидно, подошли к новому повороту в геологии, если хотите, к новой «извилине» в истории этой науки, но такой, которая должна и геологию направить, наконец, в старое, веками существующее русло ньютоновских идей, давно охватившее механику, физику, астрономию.

Если учесть ту роль, которую на протяжении указанных 150 лет геология приписывала внутренним причинам развития Земли, то можно сказать, что в эти годы для геологии был характерен автогенез. Это подтверждает указание Маркса, который сказал о геологии своего времени, что она рассматривала Землю как самодовлеющее, замкнутое в себе целое. Такая точка зрения и является автогенезом. О самопорождении в гео-

логии до сих пор мало говорили, но зато об автогенезе в биологии говорили многие.

Когда в биологии сложилась материалистическая теория Дарвина, объясняющая эволюцию формы и изменения организмов на основе борьбы за существование и отбора, многие биологи не могли с этим примириться. Вот, например, современник Дарвина Негели (1866) полагал, что рядом с принципом полезности, лежащим в основе дарвинизма, должен быть поставлен принцип усовершенствования, по которому «организму присуще стремление преобразовываться в более сложную форму». Очевидно, и автогенистам-геологам тоже рисуется стремление «внутри» Земли «совершенствоваться» и изменять ее форму.

В биологии автогенез продолжал существовать почти до наших дней, однако к настоящему времени спор о нем наукой решен не в пользу автогенеза. Не является ли автогенез в геологии чертой также не постоянной, а типичной только для известной стадии в науке, которая со временем обязательно исчезнет?

Если это так, то автогенез в геологии мог казаться естественным в ту пору развития науки, когда последняя признавала существование огненножидкого ядра и понимала деформацию Земли как результат ее сокращения.

Чтобы преодолеть автогенез, что составляет очередную задачу в геологии, надо было перейти от сил сцепления в тектонике Земли к силам тяготения. Энгельс указывал, как мы уже отмечали, что Кант подарил современному ему естествознанию две идеи: космогоническую гипотезу и идею о роли приливов в замедлении вращения Земли. Если первая идея была в полной мере воспринята геологами, то на вторую они внимания не обратили.

Однако было бы ошибкой думать, что эта идея тогда же умерла. Она продолжала жить, но далее ее развивали не геологи, а геофизики и астрономы. На протяжении XIX в. можно отметить шедшие в этом направлении работы Адамса, де Лоне, Майера, Эри, Томсона и Тэйта, Томсона, Дарвина и, наконец, Энгельса. Это было целое течение, шедшее от Ньютона через Канта и применявшее к фактам идеи тяготения. Предпосылкой понимания приливов и их значения является правильное представление для этого случая тяготения, и его дал Энгельс, который через приливы с тяготением связал свою тектоническую теорию.

В противоположность своему современнику Зюссу, который в термальном сжатии Земли увидел причину изменения ее структуры, Энгельс указал, что изменять структуры могут только силы тяготения. По мнению Энгельса, всякая телесная масса на Земле прикреплена к планете теми же силами, которыми Земля прикреплена к Солнцу и к планетной солнечной системе. Энгельс учитывал, что при воздействии на нашу планету водных приливов горные породы противодействуют приливному движению.* В связи с этим часть энергии действует на твердую массу земного шара, и «уступается» системой «Земля—Луна» тому или иному участку земной поверхности.

Это указание на уступку энергии очень важно, ибо говорит, что следствием этой уступки должна быть деформация этих участков, их тектоника. Она, как говорил Энгельс, будет выполнять работу «против притяжения

* См. Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 80.

центральной массы», в результате чего и должно получиться какое-то структурное изменение Земли. Энгельс подчеркивал при этом, что явления эти «не зависят от физико-химического строения соответствующих тел», а вытекают «из общих законов движения свободных небесных тел».*

Из этого видно, что внутренние физико-химические силы Энгельс ставил на второй план, а главную роль в изменениях структур приписывал тяготению.

Эти взгляды Энгельса мы считаем очень важными и полагаем, что геологическая наука должна к ним присоединиться, отказавшись вместе с тем от признания исключительно внутренних причин эволюции нашей планеты. Неизбежную связь этих сил со структурой показать нетрудно.

Как сказал Кант, нельзя считать, что тяготение сводится к притяжению. Оно, как подчеркнул Энгельс, состоит из притяжения и отталкивания. Перед нами, по взглядам Энгельса, типичный случай раздвоения единого. Единое — это тяготение, а притяжение и отталкивание являются двумя членами этого раздвоения. Земные процессы Энгельс толковал как раздвоение единого, т. е. как борьбу между двумя частями этого раздвоенного целого.

Поучительно, что В. И. Ленин, не будучи знаком с «Диалектикой природы» Энгельса (эта книга была напечатана после смерти Ленина), именно так и полагал, что при раздвоении единого речь идет о двух противоречивых частях одного целого.** Комментируя это свое положение, В. И. Ленин ссылаясь на замечательное положение Филона о том, что «единое есть то, что состоит из двух противоположностей, так что при разрезании пополам эти противоположности обнаруживаются»***

По В. И. Ленину, раздвоение единого и познание противоречивых частей его есть суть диалектики, и поэтому это — закон познания объективного мира, но отнюдь не «сумма примеров». Единство противоположностей можно назвать тождеством противоположностей.**** Но надо при этом помнить, что их тождество есть вместе с тем «борьба» их. Ленин указывал далее, что имеются два понимания развития: одно, по которому оно есть увеличение или уменьшение, и другое, по которому оно есть раздвоение на взаимопроникающие противоположности.

Подойдем диалектически к вопросу о развитии Земли. Энгельс разглядел раздвоение единого тяготения на две части — отталкивание и притяжение; при этом он имел в виду роль отталкивания и притяжения как двух частей тяготения в изменении форм Земли, т. е. в создании деформаций ее тела. Если следовать Ленину, то можно в этом случае применить к эволюции Земли то понимание, где развитие есть уменьшение или увеличение (интеграция и дифференциация), или как раздвоение единого. Ясно, что при диалектическом подходе надо стать на вторую из этих двух точек зрения и следует помнить, как указывал Ленин, что «единство. . . противоположностей условно временно, преходяще, релятивно. Борьба взаимоисключающих противоположностей абсолютна, как абсолютно. . . движение».*****

* Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 77, 79.

** См. В. И. Ленин. Философские тетради. Госполитиздат, М., 1947, стр. 327.

*** Там же, стр. 295.

**** См. там же, стр. 327.

***** Там же, стр. 328.

Эти слова Ленина разъясняют вопрос до конца. Очевидно, он так же, как и Энгельс, в соотношении отталкивания и притяжения главным считал не их единство, а борьбу. В самом движении Земли, по Ленину, двигательная сила должна быть находима в раздвоении единого. Надо, значит, отбросить в отдельности те части, которые получаются, если целое «разрезать пополам», по Филону, а следует брать это целое во всем его единстве. А раз так, то в этом целом должны быть выявлены противоположности, ибо «развитие есть „борьба“ противоположностей».*

В другом месте, именно в статье «Карл Маркс», Ленин говорил о внутренних импульсах к развитию, даваемых противоречием, столкновением различных сил и тенденций, действующих на данное тело.**

Эти слова Ленина особенно интересны. Он говорит о внутренних импульсах к развитию, но подчеркивает, что они создаются при участии сил извне, действующих на данное тело. Это и есть в нашем случае взаимодействие сил отталкивания и притяжения, отнесенное к телу Земли, на которое указывал Энгельс.

Если учесть, что это взаимодействие происходит в пределах тела Земли, то опрометчиво сказать, что это только внутреннее взаимодействие, но, с другой стороны, также ясно, что именно внутри Земли проявляется борьба внутреннего с внешним.

Можно в связи с этим отметить, что раздвоение тяготения вне Земли создает внутри земного тела эту борьбу, в рамках которой идет эволюция, или развитие Земли. На этом пути вовсе не видно чисто внутренних сил, создающих эволюцию; ее создает противоположность внутренних и внешних сил, из которых только, если они взяты вместе, в их борьбе и взаимодействии создается целое.

Разумеется, с точки зрения диалектики случай влияния «внешнего толчка», о котором говорят некоторые авторы (комментируя Ф. Энгельса) и который фактически, логически, и физиологически совпадает с «толчком извне», о котором писал Ф. Энгельс, осуществляется через внутренние противоречия вещей, и кажется, что он действует изнутри.

Этим самым толчок извне (внешний толчок) как бы входит внутрь вещей и создает в них, по мнению некоторых авторов, внутренние противоречия их (противоречия притяжения и отталкивания), которые оказываются таким образом присущими самой вещи.

Это и есть раздвоение единого, о котором говорит диалектика. Таким образом, как говорят эти авторы, диалектика отнюдь не исключает внешних причин, а требует их.

Ленин, как мы знаем, не ограничивался указанием, что единство противоположностей есть тождество; он считал, что главное здесь — борьба двух частей. Ясно, что единство противоположностей относительно, борьба же безусловна и абсолютна. Так понимали этот вопрос Ф. Энгельс и В. И. Ленин.

Из высказываний Энгельса и Ленина нетрудно увидеть, что совершенно недопустимо рассматривать только чисто внутренние причины в эволюции нашей планеты. В самом деле, если причиной эволюции Земли является раздвоение силы тяготения, то ясно, что в силе тяготения взаимодействуют две силы — притяжение и отталкивание. Одну из них — внутреннюю, т. е. притяжение, можно охарактеризовать так.

* В. И. Ленин. *Философские тетради*, стр. 327.

** См. В. И. Ленин. *Соч.*, т. 21, стр. 38.

Энгельс, как мы видели, говорил о притяжении в применении к Земле, что оно «получило уже значительный перевес над отталкиванием» и благодаря этому «стало уже совершенно пассивным».* Выходит, что если бы осталась одна сила притяжения и не было противодействующего ему отталкивания, то никаких изменений на Земле при пассивности притяжения не было бы. Но при раздвоении единого тяготения появляется еще вторая сила — отталкивание, и ясно, что «активным движением мы обязаны притоку отталкивания».**

Можно ли при этих условиях говорить об общих внутренних причинах развития? Не все, что происходит внутри тела Земли, является внутренним и по происхождению, ибо существуют внешние факторы, которые проявляются через внутренние. Иначе говоря, борьба раздвоенного тяготения проявляется внутри тела Земли, и потому кажется только внутренней силой, а на деле оно результат раздвоения единого, где обязательно сочетается внутреннее и внешнее.

Именно это яснее ясного вытекает из изложенных данных Ф. Энгельса о Земле и общих соображений В. И. Ленина.

Для геологии это означает то, что она должна в полной мере учесть указания о ней Маркса, приведенные выше, и повернуть на путь, указанный Энгельсом, выйдя таким путем из той «извилины» исторического пути, в которую она волею судеб попала. Я хочу в связи с этим еще раз напомнить мысли академика Лейбензона (1955), который, не зная идеи Энгельса, как мы указывали выше, самостоятельным ходом мысли еще в 1910 г. правильно поставил и решил этот вопрос.

Следует напомнить, что в физике применяют термин «внутренняя энергия» и говорят, что это — энергия данного тела, зависящая от его внутреннего строения. Внутренняя энергия вещества в его данном агрегатном состоянии (газ, жидкость, кристалл) является суммой энергий межмолекулярных и внутримолекулярных взаимодействий, а равно энергии теплового (хаотического) движения молекул, определяемого температурой. Если речь идет о многофазной системе или системе ряда тел, то сюда включается еще энергия молекулярного взаимодействия, которая сосредоточена в тонких пограничных слоях между этими телами, т. е. их поверхностная энергия.

Известно, что не все уменьшение внутренней энергии может быть превращено в одну из форм энергии полезной, а только часть ее. Вот эта часть называется свободной энергией, а остальная часть — это энергия, связанная, определяемая произведением абсолютной температуры на энтропию. Соответственно этому, в Большой советской энциклопедии, в статье «Внутренняя энергия» сказано: «Не все уменьшение внутренней энергии может быть превращено в одну из форм полезной работы. . . например в механическую работу или в энергию электрического тока, а только часть ее». Возрастают внутренняя энергия может «либо вследствие возрастания свободной энергии, например при деформировании системы внешними силами (энергия упругих деформаций), либо вследствие уменьшения энтропии, либо за счет обоих этих факторов». Из этого следует, что свободная энергия во вне непрерывно может проявляться только при деформировании внешними силами; без этого она рано или поздно эти силы растрачивает.

* Ф. Э н г е л ь с. Диалектика природы, стр. 55.

** Там же.

В нашем случае дело ведь не во внутренней энергии Земли, самой по себе. Ее никто не отрицает, как никто не отрицает внутренних процессов в организме. Речь идет о внутренних причинах развития, о том, можно ли их считать ведущими в эволюции тела планеты. На этот вопрос приходится ответить отрицательно, ибо внутренняя энергия может себя проявлять непрерывно только при деформации системы взаимодействием внутренних и внешних сил. Иначе говоря, нисколько не отрицая внутренних процессов в теле Земли, следует сказать, что и с философской точки зрения, и с точки зрения физики нельзя, как это делает, например, Д. С. Коржинский (1955), искать внутри Земли, да еще почему-то на недоступных ее глубинах, ведущее начало изменений земной коры.

Надо думать, во-первых, что эндогенные силы находятся на глубинах, так или иначе доступных изучению, ибо при недоступности о них ничего нельзя было бы сказать, а во-вторых, мы уже отмечали, что если в глубинах есть внутренняя энергия, выражающаяся в известной прочности и устойчивости структур, то она может себя проявлять только при противодействии сил извне. А это значит, что причины основных земных процессов, создающие эволюцию планеты, никогда не могут быть причинами чисто внутренними.

Поэтому, во-первых, давно пора отказаться от поисков причин эндогенных процессов в глубинах, недоступных геологическому исследованию. Их нужно искать во взаимодействии поверхности и глубин с явлениями вне планеты и, прежде всего, с гравитационными отношениями, создающимися для планеты в связи с ее движением. Это положение построено как антитезис выводов Коржинского, весьма критически относящегося в данном случае к геологам, готовым отказаться от поисков энергии эндогенных процессов в глубинах, недоступных научному исследованию (Коржинский, 1955).

Во-вторых, несомненно, что влиянию определенных соотношений сил гравитации, возникающих вне Земли, на ее недра обязана правильная периодичность тектонических процессов в горных поясах и платформах. В-третьих, от той же причины зависят и закономерности расположения тектонических структур.

Иначе говоря, чисто внутренних причин развития Земли существовать не может, и внутренние явления Земли при своей, подчеркнутой Энгельсом пассивности, никак не могут играть ведущей роли. Их пассивность приводит к тому, что они находят свое выражение в виде определенной структуры Земли и ее производных, которые инертно оказывают сопротивление; это строение изменяет поэтому приток отталкивания. В этом преодолении сопротивления строения или структуры именно и находит свое выражение взаимодействие притяжения и отталкивания.

Указанное Энгельсом обязательное взаимодействие притяжения и отталкивания, необходимое для понимания развития Земли, имеет, по-видимому, общее значение. Всюду, во всех явлениях, важно это взаимодействие.

Те, кто спорит против этого, ссылаются на саморазвитие материи, на то, что она из себя производит силы. «Молекула, одаренная присущими ей свойствами, — как говорил в 1770 г. Д. Дидро, — сама по себе есть сила активная». Но он же счел нужным отметить, что «молекула воздействует на другую молекулу, которая, в свою очередь, воздействует на первую» (там же).

В общей форме Дидро формулировал свою мысль так: «Атом двигает мир, нет ничего вернее этого положения; это так же верно, как и то, что атом движим миром; поскольку у атома есть собственная сила, она не сможет оставаться без действия». Во всяком случае к числу действий, одушевляющих всякую молекулу, по мнению материалиста Дидро, надо причислить «действие всех других молекул на нее». Этот общий принцип в данном частном случае применяем к нашей планете. Пока допускалось существование расплавленного огненножидкого ядра Земли, могла иметь место и некоторая иллюзия, что существуют внутренние причины развития Земли. Но даже и тогда это была только иллюзия, ибо жидкий внутри шар подчиняется тем же закономерностям, что и целиком твердое тело.

Глава четвертая

О ПРИЧИНАХ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР И ЗНАЧЕНИИ ПРИРОДНЫХ ВОД В ПРОЦЕССЕ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

В предыдущем изложении мы осветили очень важные проблемы: проблему движения материков и проблему циклических явлений на Земле.

Что касается движения материков, то здесь выяснились огромная роль этой идеи в истории геологической науки и очень высокая вероятность того, что эти явления, т. е. указанные движения, реально имели место, ибо некоторые события в прошлом истории Земли нельзя объяснить без допущения этого движения. Мы признали, что движения материков представляют возможную и вполне допустимую научную гипотезу. В настоящей главе мы пойдем дальше и покажем, что данная мысль есть правильная научная теория, эмпирически обоснованная, которой современная наука должна пользоваться.

В отношении циклических процессов на Земле в атмосфере, гидросфере и литосфере мы осветили соотношение циклов разной длительности, их иерархию и подчинение современных внутривековых климатических циклов вековым, последних — многовековым и еще более крупнее, далее, подчинение многовековых и тысячелетних климатических периодов геологическим циклам, а последних — космическому году. Все эти циклические движения нераздельно связаны и взяты вместе составляют единство. В их ходе единство проявляют структурные изменения литосферы и климатические изменения гидросферы и атмосферы. При взаимной связи и нераздельности этих явлений невозможно для объяснения хода их принимать разные причины. Они едины. Нельзя поэтому в объяснении изменений структур литосферы опираться лишь на действие сил только внутренних, а в объяснении изменений в гидросфере и атмосфере опираться на силы внеземные.

Причины тех и других одни и те же, и в них одинаково участвуют внеземные силы, причем одним из важных моментов является связь этих сил с вращением Земли.

В одной из предыдущих глав мы особо проанализировали вопрос о так называемых внутренних причинах развития Земли и показали, что они нереальны, звать к их обязательным поискам неправильно и предаваться иллюзиям об их существовании методологически неверно, ибо иллюзии эти могли существовать лишь тогда, когда верили в наличие у Земли внутреннего расплавленного ядра, да, в сущности, и тогда они были неосновательны.

Теперь, опираясь на данные, изложенные в последних трех главах, можно дать совершенно конкретный ответ на вопрос о причинах измене-

ния земных тектонических структур, и в частности о причинах горообразования, и во всей широте обсудить вопрос о соотношении литосферы и природных вод.

Самым ярким явлением в изменении структур Земли является горообразование, и поэтому о нем следует сказать более подробно. Известно, что старинные термальные объяснения горообразования давно устарели и от них надо отказаться. Что же касается радиомиграционной гипотезы, которой упорно придерживается большинство геологов, то и она не дает объяснения ни одному из вопросов геотермики и геоэнергетики.

В противоположность большинству современных геологов, которые считают вопрос о вращении Земли далеким от вопросов геотектогенеза и горообразования, мы определенно полагаем, что горообразование есть прямое порождение и следствие вращения планеты и без последнего оно не имело бы места. Сущность горообразования, с нашей точки зрения, является очень простой, если учесть факты, относящиеся к географическому распределению горных систем.

Как мы уже знаем, эти факты состоят в том, что горные пояса и системы имеют правильное геометрическое расположение: часть их расположена субмеридионально (Карпинский, 1888), а часть широтно (Тилло, 1888; Воейков, 1884, 1892). Эти факты говорят о подчинении горообразования вращению планеты. Горные пояса созданы центробежными силами эллипсоида Земли, и отсюда — не беспорядочность и бессистемность, а геометричность их расположения.

Горообразование — это часть процесса переформирования планетарной фигуры Земли при изменении скорости ее вращения. Само изменение фигуры планеты при сохранении ее объема состоит в изменениях ее планетарного полярного сжатия в сторону увеличения или уменьшения. Если это учесть, то можно сказать, что изменение планетарного, т. е. полярного сжатия, именно и создает, как прямое свое следствие, горные структуры на определенных параллелях и меридианах, которые можно назвать параллелями и меридианами критическими; именно эта перестройка фигуры есть причина горообразования.

Этими словами мы формулируем совершенно новую теорию горообразования, хотя исторические корни этой теории глубоки, и она давно, так сказать, предчувствовалась. Однако строгая формулировка ее дается впервые. Для того, чтобы понять это явление переформирования фигуры Земли, которое я назвал «расплыванием» тела, я приведу выписку из старой, но не потерявшей своего значения книги замечательного нашего геолога Лукашевича, который в 1908 г. писал так:

«Если бы Земля была из твердого вещества и имела кубическую, цилиндрическую, коническую или иную угловатую форму, то эта форма была бы неустойчивой для такого огромного скопления вещества, как Земля. Взаимное тяготение частиц преодолело бы их молекулярное сцепление; в своем стремлении к центру они бы изменили первичную форму в шаровидную, причем выступы и угловатости остались бы высотой всего около 9 километров. Шаровидная форма крупных небесных тел не есть случайность — она обязана молярным силам, а не молекулярным, от которых зависит шаровидная форма капель жидкости» (Лукашевич, 1908).

Если вдуматься в ту картину, которую нарисовал Лукашевич, и разобратся, что происходит при вращении с большими массами твердого вещества, если они имеют коническую, цилиндрическую или кубическую форму, то станет ясным, что это и есть расплывание, ибо фигура превратится в шар или сфероид и потеряет черты угловатости. Таким образом,

можно отметить, что примененный нами термин «расплывание» является вполне уместным и подходящим.

По этому поводу могут возразить, что если для случаев, указанных Лукашевичем, термин «расплывание» вполне подходит, то для нашего случая перестройки форм при небольшом только изменении скорости вращения планеты этот термин неуместен. Однако это возражение неосновательно. В том и в другом случаях перед нами все-таки расплывание.

Самым убедительным примером расплывания является та перестройка тела планеты, которая происходила при ее создании. Как известно, согласно принятой сейчас теории происхождения, она создалась из пылевого облака, в котором большую роль играли разных размеров метеориты, которые, постепенно слипаясь, переходили в тела более крупные — астероиды, а затем эти последние, увеличиваясь, превращались в тела планетарные. Так объяснял происхождение планет Шмидт. Против этой точки зрения много возражал астроном Фесенков, но и он в 1956 г. присоединился к этому взгляду. Теория Шмидта имеет много общего с более ранней теорией Мультона.

Согласно этим сейчас почти общепринятым представлениям в телах астероидов, для которых, как и для метеоритов, характерна угловатая форма, когда они достигают определенной величины, начинает преобладать сила тяготения, и происходит изменение этой формы в сфероидальную. Вследствие этого они расплываются и в ходе расплывания все больше принимают форму сфероидальную, т. е. близкую к шару. Этот процесс можно назвать созданием планетарности.

Первым заговорил о планетарности для Земли Клеро, который в 1743 г. написал книгу «Теория фигуры Земли, основанная на гидростатике» (русск. изд. 1947 г.). В ней он указал, что в пределах нашей планеты различия рельефа настолько невелики, что привели Клеро к выводу, что «фигура Земли должна подчиняться законам гидростатики». Она производит такое впечатление, «как если бы это была поверхность воды, застывшая после того, как она приняла форму, соответствующую условиям равновесия». Этот взгляд Клеро долгое время был общепринятым, особенно среди астрономов. Его считали согласованным не только с общими теоретическими взглядами Клеро, но и с популярной гипотезой Канта—Лапласа.

Знаменитый математик Ляпунов тоже принимал, что «небесные тела», и в том числе наша Земля, «в начале были жидкими», поэтому их фигуры «должны быть фигурами жидкой массы» (Ляпунов, 1948). Соответственно этому Ляпунов, как и Клеро, полагал, что вопросы гидростатики лежат в основе теории фигуры Земли и что фигура Земли унаследована. По мнению Ляпунова, как и Клеро, Земля приобрела свою окончательную форму «раньше отвердения» и, отвердев, больше уже не изменялась.

Эта точка зрения, воспринятая Ляпуновым от Клеро и им развитая, хотя математики и считают ее классической, является безусловно ложной и сейчас никак не может быть принята в современной науке. На деле форма Земли есть форма приобретенная и приобретенная тогда, когда Земля впервые получилась как планета из предшествующего ей угловатого астероида.

Нужно в связи с этим различать два понятия — знакомое уже нам расплывание и то расплавление, о котором думали Клеро и Ляпунов. По Клеро и Ляпунову, Земля получилась из тела расплавленного и от него унаследовала свою фигуру; с современной же точки зрения Земля создалась путем расплывания из угловатой предшествовавшей меньшей

по величине формы. Напомню в связи с этим, что, как указывал еще Лукашевич, малые тела типа метеоритов и астероидов являются телами, фигура которых определяется не силами гравитации как у Земли, а силами молекулярными, создающими неровности, почему данная фигура является угловатой, а не планетарной (Loukashevitch, 1911a, б). Точно так же, как Лукашевич, характеризует различие между малыми и большими телами, в данном случае между планетами, с одной стороны, метеоритами и астероидами, с другой, современный исследователь Кринов.

Для Земли первое расплывание ее тела произошло таким образом тогда, когда предшествовавший Земле астероид впервые приобрел планетарную фигуру, т. е. когда Земля впервые стала планетой. Однако процесс расплывания у Земли на этом не мог совершенно прекратиться, он продолжался и периодически повторялся вместе с изменениями скорости вращения планеты. Эти последующие расплывания не были так велики, как первое расплывание при создании планеты, но все-таки оно происходило. Если первое расплывание было связано с первым образованием планеты, с созданием полярного сжатия, то последующие расплывания — изменения сжатия при неравномерном, в связи с приливами, вращении планеты.

Разложив происходившее при расплывании движение на составные элементы, можно сказать, что более или менее близкие к поверхности массы вещества планеты должны были вдоль поверхности перетекать на новые места и этим изменять своим движением фигуру тела. Если господствующих направлений этого движения было два: одно, параллельное вращению планеты, а другое, ему перпендикулярное; то в результате этих движений должны были создаться два типа горных нарушений: близкий к широтному направлению и близкий к долготному.

Стовас (1951), характеризуя современное горообразование, писал, что при изменении полярного сжатия возникают напряжения, которые создают зоны оттока или притока субстрата из экваториальной зоны в полярную и обратно.

Если каждое большое изменение полярного сжатия, именно его сокращение, вызывает новую фазу горообразования, то это значит, что предпосылку горообразования составляет расплывание тела в виде приливов и отливов подкорового субстрата по широтному и субдолготному или долготному направлениям. Это новое образование гор по месту расположения не повторяет в точности старого, а всегда несколько смещается.

Напомню, что Бертран в свое время указывал, что горы в Европе в течение ее геологической истории смещались к югу: архейские были севернее, южнее располагались каледонские, еще южнее варисцийские и, наконец, самыми южными являются горы альпийские. Бертран считал это определенной закономерностью.

Такие же или сходные закономерности имеются и для других территорий Земли. С чем они связаны? Очевидно, с перемещением территорий перед горообразованием — смещением материков. Хочу пояснить, что при доказанной сейчас ступенчатости гор и при том условии, что становление гор состоит, как теперь ясно, из вертикального поднятия, тангенциальное смещение территории только и может быть тем движением материков, меридиональным или широтным, которое смещает территории расположения гор.

При таком взгляде получается, что материки на себе несут горы. Карпинский именно так и рассматривал соотношение материков и горных поясов, и систем: материки несут на себе горы, почему величина и высота горных систем зависят от величины лежащих в их основе материков.

Мы должны, таким образом, сказать, что оттоки подкорового субстрата, входящие в состав расплывания, — это и есть то движение материков, в котором многие сомневаются, но которое совершенно достоверно. Одно движение материков, меридиональное, подготавливает создание широтных гор на критических параллелях $+35$ и $+61^\circ$, другое, широтное, подготавливает создание гор субдолготных, связанных с определенными критическими меридианами. Обе группы нарушений возникают не очень далеко от предшествующих им нарушений, но все-таки всегда на чуть-чуть новых местах.

Маленькое пояснение по этому поводу. В 1927 г. мною была дана схема зон эпигенетических движений (см. рис. 1), а в 1951 г. на выраженной на этой схеме зональности, почти не изменяя ее, Стовас, исходя из математических расчетов, результаты которых он прибавил к эмпирическим наблюдениям, дал свои зоны, близко совпадающие с зонами 1927 г. (см. рис. 2). Ясно, что они могут быть созданы движениями меридиональными и субмеридиональными, и поэтому сами зоны являются широтными.

Полагаю, что из сказанного по отношению к горам широтного направления ясно, что создание широтных гор только и может быть следствием изменения полярного сжатия, влияние которого передается меридионально на широтные критические параллели, проявляясь в виде горообразования.

Хочу напомнить, что к данному взгляду на горообразование был близок Лейбензон, взгляды которого мы уже дважды освещали. Он, однако, не знал еще критических параллелей и поэтому считал, что следствием переформирования планеты при изменениях полярного сжатия должно быть чередование гор на полюсе и экваторе. Он не учел того, что имеются критические параллели и не предусматривал, что они должны, грубо говоря, перехватить перетекающие массы. По сути дела Лейбензон стоял на той же точке зрения, на которой стою в этой работе и я, — это связь горообразования с изменениями полярного сжатия планеты.

Приуроченность горных поясов широтного направления к 35-й и 61-й параллелям полностью доказана исследованиями Веронне (1912, 1927) и Стоваса (1951 и др.). Что же касается горных поясов, направление которых близко к меридиональному, то это те горные цепи, которые связаны с правильностью расположения материков, выдвинутой, как мы видели выше, Карпинским. Они располагаются по обе стороны полюса так, что их направление по одну сторону полюса составляет продолжение направления по его другую сторону. Однако это направление не точно меридиональное, а несколько от меридиана уклоняющееся, хотя и близкое к нему. Связывается оно с вращением Земли, очевидно, не непосредственной связью, а связью косвенной. Однако существование связи с вращением Земли, как увидим из дальнейшего, едва ли можно будет и для этого случая отрицать.

Связь субмеридиональных горных хребтов с вращением Земли выражается в их антиподальном по отношению друг к другу расположении. Они располагаются парами на противоположных концах одного и того же диаметра планеты (рис. 14).

Насколько мне известно, первый указал на эту антиподальность расположения горных хребтов в 30-х годах Спиталер, а затем астрофизик Г. Н. Каттерфельд. Два антиподальных диаметра исчерпывают расположение субмеридиональных горных хребтов северного полушария: диа-

метр, соединяющий Атлантический вал с Курило-Японской грядой, и диаметр, соединяющий Урал—Большой вал Русской плиты с Кордильерами. Получаются две пары субмеридиональных горных хребтов

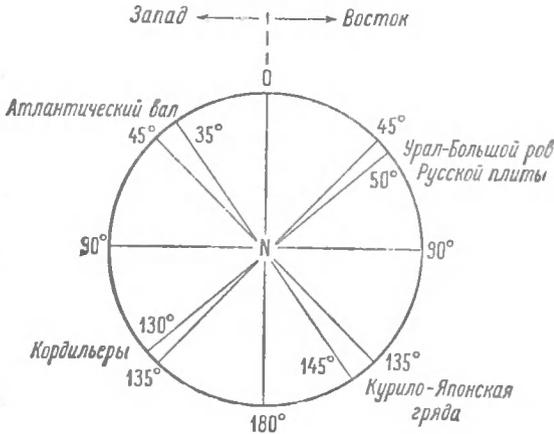


Рис. 14. Антиподальное расположение основных меридиональных возвышенностей в северном полушарии (по Г. Н. Каттерфельду, 1953).

метрией по отношению к северному полушарию; это выражается и в форме южных материков, и в их расположении, и, наконец, в размещении горных хребтов. Это нам придется расшифровать. В южном полушарии антиподальность также имеется, но имеется не два антиподных или антиподальных направлений, а три: Атлантический вал — Меланезийская гряда (5—10°)—(170—175°), Анды — Филиппино — Зондская гряда (60—120°) и Австралийские Кордильеры — Большой ров Африканской плиты (Большой Африканский грабен, 150—30°, см. рис. 15).

Антиподальность горных поясов можно объяснить только тем, что каждая пара горных поясов субмеридионального направления построена так, что они друг друга уравновешивают, это имеет важное значение при вращении Земли. Эту антиподальность и уравновешивание горных поясов можно понять только как следствие вращения Земли. Если бы Земля не имела самостоятельного движения или не вращалась, или, если бы вращение, как это думает Белоусов, мало отражалось на ее структурах, не понадобилось бы взаимного уравновешивания и они располага-

северного полушария: Атлантический вал—Курило-Японская гряда (35—145°) и Кордильеры—Урал с Большим ровом Русской плиты (130—50°). Если сложить 35 и 145°, с одной стороны, 130 и 50°, с другой, то получится 180°, что говорит об антиподальности расположения пар горных хребтов. Это антиподальное расположение субмеридиональных горных поясов можно проверить на глобусе.

Южное полушарие, как это отмечал Карпинский, характеризуется по причинам, в полной мере нам пока неясным, некоторой диссим-



Рис. 15. Антиподальное расположение основных меридиональных возвышенностей земного эллипсоида. Южное полушарие.

лись бы на поверхности Земли без всякой закономерности, как это предполагал еще Зюсс. Раз этого нет, уже одно это говорит за то, что движение планеты в целом и ее вращение играют огромную роль в расположении структур.

Суммируя расположение на планете систем субмеридиональных горных цепей, или правильнее, горных поясов, можно сказать, что каждая из их больших систем приурочена к определенным антиподальным по расположению меридианам, которых можно назвать критическими. Последним аналогичны критические параллели, на которые указал Стовас. Горы, располагаясь здесь по параллелям, тоже до известной степени уравнивают при вращении друг друга.

Мы приходим таким образом к выводу, что обе господствующие группы гор — горы субмеридиональные и широтные тесно связаны с силами тяготения. Одновременно они есть проявление действия центробежных сил. Оба эти положения, взятые вместе, приводят к заключению, что действующие центробежные силы, производящие распыление Земли, являются проявлением отталкивательной составляющей тяготения, которая влияет частью непосредственно, а частью через промежуточную среду гидросферы (приливы) и атмосферы (ветры).

В оценке роли приливообразующих сил я, по-видимому, совершенно схожусь с А. В. Шнитниковым, который в большом своем труде 1957 г. написал, что «мы с большой уверенностью» можем утверждать наличие тесной взаимосвязанности между комплексом физико-географических явлений (см. рис. 11), изменчивость которой имеет ритм около 1800—1900 лет, и «изменчивостью приливообразующей силы, имеющей тот же ритм и являющейся следствием определенных взаимоотношений Земли, Солнца и Луны». Совмещение тех и других явлений во времени «представляет собой совершенно несомненный факт» (Шнитников, 1957).

Если же две главные критические параллели совпадают для гидросферы и литосферы, то такое совпадение можно констатировать между атмосферой и литосферой. К тому же, Тилло статистически показал приуроченность гор к 35-м параллелям для литосферы, а Воейков выявил активную роль широт $\pm 35^\circ$ и $60-70^\circ$ для ветров. При учете всех этих фактов, относящихся к гидросфере и атмосфере, неизбежно приходится считаться с тем, что, очевидно, все три оболочки — и литосфера, и гидросфера, и атмосфера должны быть во взаимодействии и при подвижности вещества в двух из них, и относительной инертности вещества в третьей, первые две должны на последнюю воздействовать. Это воздействие было мною расшифровано в двух работах 1954 и 1956 гг. Думается, что это воздействие и его важная роль для процесса горообразования теперь не вызывают сомнений.

В заключение необходимо расшифровать главное в этом воздействии оболочек друг на друга; это будет завершительным моментом и основным выводом предлагаемой книги, отвечающим на основной вопрос, который стоит в ее заглавии.

Если гидросфера и атмосфера движениями своих масс воздействуют на литосферу и создают в ней напряжения, завершающиеся созданием гор на критических параллелях и меридианах, то главную роль здесь несомненно играют природные воды и именно их приливы в океанах. Их действие несомненно должно быть несравненно больше действия ветров атмосферы, ибо последние захватывают только верхушки материков, тогда как приливы могут действовать и на недра, так как дно океана расположено глубже по сравнению с верхними поверхностями матери-

ков. Можно сказать, что воздействие приливных волн на материковые территории есть динамическое соотношение двух самых больших структур нашей планеты — ее мегаструктур; характер же этого соотношения самых важных и крупных структур определяют природные воды.

Если это учесть, то можно сделать вывод, что именно природные земные воды представляют собой в ходе воздействия на тело планеты подвижных ее оболочек важнейший фактор изменения земных тектонических структур. Именно этот фактор, если его дополнить влиянием ветров атмосферы, создает в земной коре то боковое давление, которое определяет оттоки и притоки субстрата и все расплывание фигуры, приводящее к ее переформированию, что и вызывает образование горных структур.

Как общий вывод можно констатировать, что горообразование в условиях вращения Земли есть результат воздействия океанических приливов на твердую земную кору через воздействие на тела материков. Ясно, что этот фактор должен влиять и на полярное, и экваториальное планетарное сжатие вместе с действием прецессии, являясь его причиной. Природные воды Земли дают, таким образом, ключ к пониманию и разгадке геотектогенеза, которого нельзя, как мы сказали в начале, отделить от вращения планеты.

Полагаю, что мы достаточно полно осветили вопрос о так называемых внутренних причинах изменения земного эллипсоида и выяснили, что не эти причины вызывали изменения структур земной коры. Так как Земля есть гравитационная система, не изолированная от внешних сил, то изменить ее структуру может только взаимодействие внешних и внутренних оболочек. Об этом ясно говорит совпадение критических параллелей и меридианов у литосферы с критическими меридианами и параллелями у гидросферы и атмосферы. Это совпадение не случайно, а результат определенных процессов взаимодействия между собой данных оболочек.

В предыдущем изложении мы лишь два раза упоминали имя знаменитого исследователя и ученого Гумбольдта и не излагали его идей. Произойти это вследствие того, что мы условились в самом начале нашего исторического обзора говорить лишь о тех ученых, которые видели причину изменений тектоники нашей планеты не в термике: Гумбольдт же во главу угла ставил активность внутреннего нагретого земного ядра. Нужно сказать, что, по мнению Гумбольдта, активность внутреннего земного ядра в значительной мере создается внешними обстоятельствами. «Наша планета, — писал он, — имеет две оболочки: одну общую — воздушный круг, атмосферу, окружающую планету со всех сторон упругим током, и другую частную — океан, только местами распространенную, ограничивающую твердую Землю и через это обуславливающую фигуру этой последней.

Эти две планетные оболочки, воздух и океан, составляют вместе с твердым телом Земли одно целое природы, распространяющее все разнообразие климатов соразмерно относительного распределения океана и суши, расчленения и очертания твердой Земли и направления и высоты горных кряжей. Из этого познания взаимных действий море — воздух и море — земля выходит, что великие метеорологические показатели без геогностических показателей не могут быть понятны» (Гумбольдт, 1848).

В итоге получается, как это ни странно, что Гумбольдт приходил к идее взаимодействия трех оболочек, из которых верхние более подвижные передают оболочке более неподвижной воздействие гравитационного от-

талкивания. Это подтверждают такие слова Гумбольдта: «Слово „климат“ означает прежде всего без сомнения специфические свойства воздушного круга; но это свойство зависит от непрерывного взаимодействия морской зыби, полной движений и бороздимой течениями, и суши, испускающей лучистую теплоту, многообразно расчлененной, поднятой и окрашенной, обнаженной или покрытой лесами и травами» (там же). Далее, он писал о двух покровах твердой земной поверхности «капельнотечной» и «воздухообразной», под которыми лежит оболочка твердая. В результате взаимодействия трех оболочек, воздействия оболочек друг на друга и создаются те новые структуры Земли, которые являются как бы подчиненными линиям критических параллелей и критических меридианов. Ясно, что в их создании определяющую роль не может не играть воздействие природных вод на литосферу.

Взаимодействие морской зыби, полной движений и бороздимой течениями, и суши, испускающей лучистую теплоту, о чем говорил Гумбольдт, — это и есть соотношение природных вод и литосферы. Те процессы, которые показал Гумбольдт, мы признаем и вместе с ним можем сказать, что природные воды являются важнейшим фактором изменения структур нашей планеты.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- А л е х и н В. В. География растений. Госиздат, М., 1944.
- А п п е л ь П. Фигуры равновесия вращающейся однородной жидкости. ОНТИ, М., 1936 (пер. Н. И. Идельсона части «Рациональной механики» П. Аппеля).
- А р м а н д Д. Л. О некоторых теоретических положениях физической географии в связи с критическим разбором взглядов А. А. Григорьева. Изв. АН СССР, серия геогр., № 3, 1951.
- А р х а н г е л ь с к и й А. Д. Геология и гравиметрия. Горно-геолого-нефтяное изд., Л., 1933.
- Б е л о в Н. В. Геохимические аккумуляторы. Тр. Инст. кристаллографии АН СССР, т. 6, 1952.
- Б е л о у с о в В. В. Общая геотектоника. Госгеолиздат, М.—Л., 1948.
- Б е л о у с о в В. В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолиздат, М., 1954.
- Б е м м е л е н В а н. Горообразование. Изд. иностр. литер., М., 1956.
- Б е р г Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР, ч. 1. Изд. Акад. с.-х. наук, М., 1930.
- Б е р г Л. С. Основы климатологии. Учпедгиз, Л., 1938.
- Б е р г Л. С. О предполагаемой связи между великими оледенениями и горообразованием (1946); О предполагаемом движении материков (1948). Сб. статей Л. С. Берга «Очерки физической географии», Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.
- Б о б р и н с к и й Н. А., З е н к е в и ч Л. А. и Б и р ш т е й н Я. А. География животных. Госиздат, М., 1946.
- Б о г о л е п о в М. А. Возмущения климата и жизнь Земли и народов. Берлин, 1923.
- Б о г о л е п о в М. А. Периодические возмущения климата. Изд. «Новая деревня», М., 1928.
- Б о к Б. и Б о к П. Млечный путь. ОГИЗ, М.—Л., 1948.
- Б о н д а р ч у к В. Г. Тектоорогения. Изд. Киевск. ун-в., 1949.
- Б о н ч к о в с к и й В. Ф. Землетрясения и методы их изучения. Изд. АН СССР, М., 1949.
- Б о н ч к о в с к и й В. Ф. Внутреннее строение Земли. Изд. АН СССР, М., 1953.
- Б о р и с я к А. А. О палеогеографической карте. Природа, № 1—3, 1918.
- Б о р и с я к А. А. Происхождение континентов и океанов. Природа, № 1—2, 1922.
- Б о р и с я к А. А. Тектоника Азии. Природа, №№ 4 и 12, 1927.
- Б о р и с я к А. А. Курс исторической геологии. Гос. научно-техн. изд., М., 1-е Изд., 1921; 2-е изд., 1931.
- Б р о у н о в П. И. О причинах ледниковых эпох. Природа, № 7, 1924.
- Б ы х а н о в Е. В. Астрономические предрассудки и материалы для составления новой теории образования солнечной системы. Ливны, 1877.
- Б ы х а н о в Е. В. Нечто из небесной механики. Ливны, 1894.
- В е г е н е р А. Происхождение материков и океанов. Госиздат, Л., 1925.
- В е р н а д с к и й В. И. О научном мировоззрении. Сб. по философии естествознания, Изд. «Творческая мысль», М., 1906 (перепечатано: Очерки и речи В. И. Вернадского. Пгр., 1922).
- В е р н а д с к и й В. И. Кант и естествознание (1904). Очерки и речи В. И. Вернадского. Пгр., 1922.
- В е р н а д с к и й В. И. Биосфера. Научно-техн. изд. ВСНХ СССР, Л., 1926.
- В е р н а д с к и й В. И. Об условиях появления жизни на Земле. Изв. АН СССР, Отд. истории естеств. наук, 1931.
- В е р н а д с к и й В. И. История природных вод. Госхимтехиздат, Л., 1933—1936.
- В е р п а д с к и й В. И. О значении радиогеологии для геологии. Тр. XVII Международн. геол. конгресса, т. 2, 1939 (см. также: В. И. В е р н а д с к и й, Избр. соч., т. I, Изд. АН СССР, М., 1955).
- В е р н а д с к и й В. И. О правизне и левизне. Пробл. биогеохимии, вып. 4, Изд. АН СССР, М.—Л., 1940.

- Вернадский В. И. О геологических оболочках Земли. Изд. АН СССР, серия геогр., 1942.
- Вернадский В. И. О состояниях пространства и геологических явлениях Земли на фоне роста науки XX столетия. Пробл. биогеохимии, вып. 3, 1943.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии (1934). Избр. соч., т. I, Изд. АН СССР, М.—Л., 1955.
- Вительс Л. А. Бюллетень Комиссии по исследованию Солнца, № 1, 1949.
- Воейков А. И. Климаты земного шара (1884). Избр. соч., т. I, 1948.
- Воейков А. И. Земля (в физико-географическом отношении). Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона, т. 22, 1892.
- [Вольтер]. Статьи и материалы о Вольтере. Под ред. В. П. Волгина. Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
- Вульф Е. В. Введение в историческую географию растений. Сельхозгиз, М., 1933.
- Вульф Е. В. Историческая география растений. История флор земного шара. Изд. АН СССР, М.—Л., 1944.
- Гаккель Я. Я. Наука и освоение Арктики. Изд. «Морской транспорт», Л., 1957.
- Гаккель Я. Я. Признаки современного подводного вулканизма на хребте Ломоносова. Природа, № 4, 1958.
- Гаккель Я. Я. Природное моделирование тектонических деформаций на ледяной коре. Изв. Географ. общ. СССР, т. 91, 1959.
- Гершель Дж. Очерки астрономии, тт. 1 и 2. М., 1861—1862.
- Григорьев А. А. Основы теории физико-географического процесса. Тр. II географ. съезда, 1948.
- Григорьев А. А. Современные задачи физической географии. Тр. II географ. съезда, 1948.
- Григорьев М. С. Вопросы геологии и энергетики процессов образования горючих ископаемых (Автореф.). Изд. Энергетическ. инст. им. Г. М. Кржижановского АН СССР, М., 1950.
- Григорьев М. С. О процессах образования и свойствах горючих ископаемых. Изд. АН СССР, М., 1954.
- Гумбольдт А. Космос, ч. 1. Пер. Н. Г. Флорова. СПб., 1848.
- Гуревич Л. В. Происхождение и развитие небесных тел (достижения советской космогонии). Изд. Всесоюзн. общ. по распротр. полит. и научн. знаний, Л., 1950.
- Давыдов А. С., Дейген М. Ф., Дыкман И. М., Пеккар С. И. и Толпыго К. Б. Квантовая механика и причинность. Сб. «Философские вопросы современной физики», Киев, 1956.
- Дарвин Дж. Приливы и родственные им явления в солнечной системе. Пгр., 1922 (1-е англ. изд., 1898; 3-е англ. изд., 1911).
- Докучаев В. В. Учение о зонах природы. М., 1948. (Статьи о зональности, написанные в 1898—1900 гг.).
- Заварицкий А. Н. и Кваша Л. Г. Метеориты СССР. Изд. АН СССР, М., 1952.
- Идельсон Н. И. Вольтер и Ньютон. Сб. «Вольтер», Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
- Калинин Ю. Д. Вековые геомагнитные вариации и изменения длины суток. Метеорология и гидрология, № 3, 1949.
- Карпинский А. П. О правильности в очертаниях, распределении и строении материков (1888). Соч., т. 2. Изд. АН СССР, М.—Л., 1939.
- Каттерфельд Г. Н. Основные закономерности планетарного рельефа. Уч. зап. Лeningr. гос. пед. инст. им. А. И. Герцена, Кафедра географии, т. 151, 1958.
- Каттерфельд Г. Н. К вопросу о тектоническом происхождении линейных образований Марса. Изв. Географ. общ., т. 91, 1959.
- Кленова М. В. Геология моря. Госиздат., М., 1948.
- Клеро А. Теория фигуры Земли, основанная на началах гидростатики (1743). Изд. АН СССР, М.—Л., 1947.
- Комаров А. Г. Остаточное намагничивание горных пород и их возраст (геомагнетизм и движение полюсов). Изв. АН СССР, серия геол., № 10, 1957.
- Комаров В. Л. Жизнь и творчество К. А. Тимирязева. Избр. соч. К. А. Тимирязева, т. I, Сельхозгиз, М., 1948.
- Коржинский Д. С. Преувеличение роли солнечной энергии в энергетике земной коры. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1955.
- Красовский Ф. Н. Современные задачи градусных измерений. Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., вып. 3, 1941.
- Красовский Ф. Н., Избр. соч., т. I, 1953.
- Кригер Н. И. Террасовые ряды, методы их нахождения и перспективы практического использования. Матер. по инженерной геологии, вып. 1. Изд. «Гипроцветмет», 1951.

- К р и н о в Е. Л. Метеориты. Изд. АН СССР, М.—Л., 1948а.
- К р и н о в Е. Л. Сихотэ-Алинский метеоритный дождь. Изд. АН СССР, М.—Л., 1948б.
- К р и н о в Е. Л. Планеты-карлики (астероиды). Изд. АН СССР, М.—Л., 1951.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Ископаемые леса как показатели положения стран света в геологическом прошлом и теория Вегенера. Изв. АН СССР, Отд. истории естеств. наук, 1932.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Третичные флоры северной и полярной области и теория Вегенера. Изв. Всесоюз. геологоразведочн. объедин., вып. 51, 1932.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Ботанико-географическая зональность п этапы развития флоры верхнего палеозоя. Изв. АН СССР, № 3, 1937.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Ботанико-географическая и климатическая зональности в конце палеозойской эры. Природа, № 2, 1937.
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. Палеоботаника. Госгеолиздат, М., 1941 (4-е изд., 1956).
- К р и ш т о ф о в и ч А. Н. География растений и теория Вегенера. Природа, № 3, 1957.
- К р о п о т к и н П. А. Общий очерк орографии Восточной Сибири. Зап. Восточно-Сибирского отдела Географ. общ., т. 5, 1875.
- К р о п о т к и н П. Н. Космогоническая теория О. Ю. Шмидта и строение Земли. Изв. АН СССР, серия геогр. и геофиз., № 1, 1950.
- К р о п о т к и н П. Н. Выступление на I Совещании по вопросам космогонии. Тр. Совещ. по вопросам космогонии, 1951.
- К р о п о т к и н П. Н. Современные геофизические данные о строении Земли и проблема происхождения базальтовой и гранитной магмы. Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1953.
- К р о п о т к и н П. Н. Современные геофизические данные о строении Земли и проблема происхождения базальтовой и магнитной магмы. Сб. по изуч. магматических пород, Изд. АН СССР, М., 1955.
- К р о п о т к и н П. Н. Происхождение материков и океанов. Природа, № 4, 1956.
- К у з н е ц о в И. Г. Колебательные движения на Кавказе. Пробл. советск. геологии, № 7, 1932.
- К у з н е ц о в И. Г. Тектоника, вулканизм и этапы формирования структуры центрального Кавказа. Тр. Инст. геол., вып. 131, 1951.
- Л а п л а с П. С. Изложение системы мира, тт. 1 и 2. СПб., 1861.
- Л е б е д е в В. И. К проблеме каолинового ядра. ДАН СССР, т. 51, № 1, 1946.
- Л е б е д е в В. И. О возможности поглощения солнечной энергии кристаллическим веществом Земли. Изв. АН СССР, серия геол., № 8, 1953.
- Л е б е д е в В. И. Основы энергетического анализа геохимических процессов. Изд. Ленингр. унив., 1957.
- Л е в и н Б. Ю. Космогония планетной системы и эволюция Солнца. Вопр. космогонии, сб. 3, М., 1954.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю. Основные проблемы геологии. Дневник II Съезда естествоиспыт. и врачей, СПб., 1902.
- Л е й б е н з о н Л. С. Деформация упругой сферы в связи с вопросом о строении Земли (1910). Собр. тр., т. 4, Изд. АН СССР, М.—Л., 1955.
- Л е м м л е й н Г. Г. и Л и ч к о в Б. Л. Идея одвижении материков в русской научной мысли в 70-х годах прошлого столетия. Изв. АН СССР, серия геогр., № 4, 1946.
- Л е о н о в Н. И. Новое имя в истории русской науки. Огонек, № 34, 1949а.
- Л е о н о в Н. И. Новые идеи о горизонтальном перемещении материков. Фергана, 1949б.
- Л е о н о в Н. И. Горизонтальные перемещения материков и геосинклинали. Фергана, 1949в.
- Л е о н о в Н. И. Русский самородок — Евграф Быханов. Тр. Инст. истории естеств., т. IV, 1952.
- Л и С ы - г у а н. Геология Китая. Пер. под ред. А. Н. Криштофовича, Изд. иностр. литер., М., 1952.
- Л и С ы - г у а н. Вихревые структуры и другие проблемы, относящиеся к сочетанию тектонических схем северо-западного Китая. Госгеолиздат, М., 1958.
- Л и ч к о в Б. Л. Границы познания в естественных науках. Киев, 1914.
- Л и ч к о в Б. Л. Основная закономерность вековых поднятий и опусканий земной коры. Природа, № 11, 1927.
- Л и ч к о в Б. Л. О зональности землетрясений. Природа, № 3, 1929.
- Л и ч к о в Б. Л. Некоторые черты геоморфологии Европейской части СССР. Тр. Геоморфол. инст. АН СССР, вып. 1, 1930.
- Л и ч к о в Б. Л. Движение материков и климаты прошлого Земли. Изд. АН СССР, Л., 1931 (2-е изд., 1935; 3-е изд., 1935; 4-е изд., 1936).

- Л и ч к о в Б. Л. Об эпирогенетических движениях на Русской равнине. Тр. Геоморфол. инст. АН СССР, вып. 10, 1933.
- Л и ч к о в Б. Л. Современная геологическая эпоха. Природа, № 2, 1940.
- Л и ч к о в Б. Л. О современной геологической эпохе. Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1941.
- Л и ч к о в Б. Л. О ритме изменений поверхности в ходе геологического времени. Природа, № 4, 1941.
- Л и ч к о в Б. Л. Изменения рельефа земного шара в связи с его движениями и энергетикой. ДАН СССР, т. 54, № 8, 1944.
- Л и ч к о в Б. Л. Эпирогенезис и землетрясения. Природа, № 3, 1944.
- Л и ч к о в Б. Л. О горных денудационных поверхностях и их происхождении. Изв. Географ. общ. СССР, № 4, 1945а.
- Л и ч к о в Б. Л. Геологические периоды и развитие живого вещества. Журн. общей биологии, т. VI, № 3, 1945б.
- Л и ч к о в Б. Л. Карпинский и современность. Изд. АН СССР, Л., 1946.
- Л и ч к о в Б. Л. Теория тангенциального складчатого образования гор и шариажи Альп. Вестн. Ленингр. унив., № 9, 1948а.
- Л и ч к о в Б. Л. Денудационные поверхности и структуры в горных возвышенностях Таджикистана. Сообщ. Таджикского филиала АН СССР, вып. VIII, 1948б.
- Л и ч к о в Б. Л. К вопросу о значении местных базисов эрозии в гидрогеологии. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, т. 3, М., 1948в.
- Л и ч к о в Б. Л. О структуре земного шара и больших формах земной коры. IV Конф. по вопросам геоморфологии Закавказья (тезисы), Ереван, 1952.
- Л и ч к о в Б. Л. О законе зональности В. В. Докучаева и о степени подчинения этому закону подземных вод. Географ. сб., вып. VI, 1954.
- Л и ч к о в Б. Л. Об энергетике Земли и причине тектонических явлений. Геол. сб. Львовск. геол. общ., № 4, 1954.
- Л и ч к о в Б. Л. О поднятии гор. Вопр. географии, вып. 36, 1954. (Л и ч к о в Б. Л.)
- L i t s c h k o w B. L. Ueber die Hebung der Gebirgssystems. Geomorphologische Probleme. Verl. Hermann Haack, Kartogr. Anstalt. Gotha, 1956.
- Л и ч к о в Б. Л. О формировании подземных вод и единстве природных вод. Сб. Совет. по вопросам формирования вод (тезисы докладов), Изд. АН СССР, 1955.
- Л и ч к о в Б. Л. О связи между изменениями структуры Земли и изменениями климата. Чтения памяти акад. Л. С. Берга (I—IV), Изд. Географ. общ., 1956.
- Л и ч к о в Б. Л. Формирование природных вод и единство подземных вод. Тр. Лабор. гидрогеол. проблем, т. 17, 1958.
- Л о м о н о с о в М. В. О слоях земных. Госгеолиздат, М., 1949.
- Л у к а ш е в и ч И. Д. Неорганическая жизнь Земли. Чч. 1, 2, 1908; ч. 3, 1911а.
- (Л у к а ш е в и ч И.) L o u k a s c h e w i t s c h Joseph. Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents. St.-Petersb., 1911б.
- Л у н г е р с г а у з е н Г. Ф. Периодические изменения климата и великие оледенения Земли (некоторые проблемы исторической палеогеографии и абсолютной геохронологии). Сов. геология, № 59, 1957.
- Л я й е л ь Ч. Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей, тт. 1 и 2. М., 1866.
- Л я п у н о в А. М. Исследования в теории фигуры небесных тел (1903). Избр. труды, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
- Л я п у н о в А. М. О форме небесных тел (1932). Избр. труды, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
- М а г н и ц к и й В. А. О возможном характере деформации в глубоких слоях Земли в подкоровом слое. Бюлл. Московск. общ. испыт. природы, № 2, 1948.
- М а г н и ц к и й В. А. Основы физики Земли. Геодезиздат, М., 1953.
- М а к с и м о в И. В. О вековых изменениях одиннадцатилетнего цикла солнечной активности. ДАН СССР, т. 92, № 6, 1953.
- М а к с и м о в И. В. О некоторых географических проявлениях одиннадцатилетнего цикла солнечной активности. Изв. АН СССР, серия геогр., № 1, 1954.
- М а р к о в К. К. Основные проблемы геоморфологии. ОГИЗ, М., 1948.
- М а р к о в К. К. Палеогеография. Географгиз, М., 1951.
- М а р к о в К. К. Палеогеография. Курс лекций, чч. 1 и 2. Изд. Московск. унив., 1956.
- М о л о д е н с к и й М. С. Упругие приливы, свободная нутация и некоторые вопросы строения Земли. Сб. статей Географ. инст. АН СССР, М., 1953.
- Н а л и в к и н Д. В. Учение о фациях. Географические условия образования осадков. Изд. АН СССР, М.—Л., 1956.
- Н е г е л и. Происхождение естественноисторического вида и понятия о нем. М., 1866.

- Н е й м а й р М. История Земли, тт. 1 и 2. СПб., 1902 (1-е немецкое изд., 1866; 2-е немецкое переработ. и дополн. изд., 1895).
- Н е й м а н В. Б. Геофизический смысл гипографической кривой. Бюлл. Московск. общ. испыт. природы, т. 29 (6), 1954.
- О м е л ь я н о в с к и й М. Э. Против индетерминизма в квантовой механике. Сб. «Философские вопросы современной физики», Киев, 1956.
- О с в а л ь д Вильгельм. Великие люди. Изд. Вятского товарищества, 1910.
- П а в л о в Н. В. Ботаническая география СССР. Алма-Ата, 1948.
- П а н о в Д. Г. Проблема происхождения материков и океанов в свете новейших исследований. Природа, № 3, 1950.
- П а н о в Д. Г. Океаны и моря в морфологии земного шара. Сб. памяти акад. Л. С. Берга, Изд. АН СССР, М.—Л., 1955.
- П а н о в Д. Г. О связи тектонического развития Земли с солнечной активностью. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 31, 1955.
- П а р и й с к и й Н. Н. Изменения длины суток и деформация Земли. Астроном. журн., 1945.
- П а р и й с к и й Н. Н. Изменения скорости вращения Земли в течение года. Тр. Геофиз. инст. АН СССР, № 19 (146), 1953.
- П а р и й с к и й Н. Н. Неравномерность вращения Земли. Сб. «Вопросы внутреннего строения и развития Земли», Изд. Географ. инст. АН СССР, М., 1955.
- П а р и й с к и й Н. Н. Замечания к вопросу о критических параллелях М. В. Стоваса, к вопросу о солнечной обусловленности нерегулярных изменений скорости вращения Земли. Астроном. журн., т. XXXII, вып. 4, 1956.
- П а р и й с к и й Н. Н. и Б е р л я н д С. С. Влияние сезонных изменений атмосферной циркуляции на скорость вращения Земли. Тр. геофиз. инст. АН СССР, № 19 (146), 1953.
- П о п о в В. И. и Р ы ж к о в О. А. О вращении простираций равновозрастных структур против часовой стрелки. Зап. Узбекск. отд. Минерал. общ., вып. 8, Ташкент, 1955.
- П р е д т е ч е н с к и й П. П. Климаты геологического прошлого и схема их зависимости от изменений солнечной активности. Тр. Главной геофиз. обсерватории, вып. 8 (70), 1948.
- П у з а н о в И. И. Зоогеография. Госиздат, М., 1938.
- П у х л я к о в А. Д. О деформациях Земли. Чулым, 1957.
- Р у б а ш е в Б. М. К вопросу о существовании солнечных циклов более высоких порядков. Бюлл. Комисс. по иссл. Солнца, Изд. АН СССР, М.—Л., № 2 (16), 1949.
- Р у б ц о в И. А. Филогенетический параллелизм паразитов и хозяев и его значение в систематике и биогеографии. Усп. совр. биологии, т. XIII, вып. 3, 1940.
- Р у х н и Л. Б. О закономерностях в расположении складчатых зон на земной поверхности. Пробл. советской геологии, № 2, 1938.
- Р у х н и Л. Б. О ритме движения платформы. Пробл. советской геологии, № 1, 1940.
- Р у х н и Л. Б. Климаты прошлого Земли. Изв. Географ. общ., № 2, 1955.
- Р у х н и Л. Б. Основы общей палеогеографии. Гостехиздат, Л., 1959.
- С а у к о в А. А. Геохимия. Изд. АН СССР, М., 1950.
- С и н е л ь н и к о в К. Д. О философских вопросах современной физики. Сб. «Философские вопросы современной физики», Киев, 1956.
- С т е л о Николай. О твердом, естественно содержащемся в твердом (1669). Изд. АН СССР, М., 1957.
- С т о в а с М. В. К вопросу о критических параллелях земного эллипсоида. Автореф., Л., 1951.
- С т о в а с М. В. Геометрический смысл первого и второго эксцентриситетов. Вестн. Ленингр. унив., № 13, 1956.
- С т о в а с М. В. Нерівномірність обертання Землі, як планетарно-геоморфологічний та геотектонічний фактори. Геол. журн. АН УРСР, т. XVII, вып. 3, 1957.
- С т о в а с М. В. К вопросу о пиротной зональности сейсмике Земли. Научн. докл. высшей школы, № 3, 1958а.
- С т о в а с М. В. Переменность вращения Земли и геотектоника. Геол. сб. Львовск. геол. общ., № 5—6, 1958б.
- С т о в а с М. В. Потенциал деформирующих сил и его изменение с изменением ротационного режима эллипсоида. Вестн. Ленингр. унив., № 1, 1959а.
- С т о в а с М. В. Про можливу причину періодичного виникнення планетарних розломів та базальтових вливачів. Доповіді АН УРСР, № 5, 1959б.
- С т о в а с М. В. Де які питання 35-ої параллелі еліпсоида обертання. Доповіді АН УРСР, № 6, 1959в.

- С т о в а с М. В. Деформация параметров эллипсоида с изменением сжатия. Вестн. Ленингр. унив., № 13, 1959г.
- Т и л л о А. А. Распределение центров материка на поверхности земного шара. Изв. Географ. общ., т. XXII, 1887.
- Т и л л о А. А. Средняя высота материков и средняя глубина морей. Изв. Географ. общ., т. 25, 1888.
- Т и л л о А. А. О географическом распределении геологических групп. Зап. Миперал. общ., ч. 29, 1892.
- (Т и л л о А. А.) T h i l l o A. A. Die Zentren der Kontinents und der gegenseitige Lag. Petterm. Mitteilungen, Bd. 34, 1887.
- (Т и л л о А. А.) T h i l l o A. A. Ein Wort über die Haupt Wasserscheide der Erde. Petterm. Mitteilungen, Bd. 33, 1887.
- Т и м и р я з е в К. А. Растения как источник силы (1875). Избр. соч., т. I, М., 1948а.
- Т и м и р я з е в К. А. Солнце, жизнь и хлорофилл. Избр. соч., т. I, 1948б.
- Т и х о м и р о в В. В. и Х а и н В. Е. О некоторых вопросах истории геологических наук. Изв. АН СССР, серия геол., № 6, 1957.
- Т о й т Дю. Изменения климата Южной Америки в позднем палеозое. Тр. XVII Междунаро. геол. конгресса (1937), т. II, М., 1939.
- Т р у д ы совещания по проблемам философии физики, Киев, 1956.
- У с о в М. А. Циклы, фазы и этапы эндогенных геологических процессов. Вопр. геологии Сибири, Изд. АН СССР, М., 1945.
- Ф е с е н к о в В. Г. Природа и возможное происхождение метеоритов, зодикального света и астероидов. Сб. «Вопросы космогонии», № 1, 1952.
- Ф е с е н к о в В. Г. Метеориты и их роль в космогонии солнечной системы. Астроном. журн., т. XXXIII, вып. 5, 1956.
- Х а б а к о в А. В. Об основных вопросах развития поверхности Луны. М., 1949.
- Х а и н В. Е. Некоторые основные вопросы современной тектоники. Изв. АН СССР, серия геол., № 12, 1957.
- Х и т р о в о В. Н. О парусности зачатков некоторых растений. Зап. Киевск. общ. естествоиспыт., т. XX, вып. 1, 1912.
- Ч е б а н е н к о І. І. Готектоічні значіння обертового руху Землі. Доповіді АН УРСР, № 5, 1957.
- Ч и р в и н с к и й П. Н. О закономерностях связи между величиной средних плотностей планет с временем их обращения вокруг осей. Зап. Уральск. общ. любит. естествозн., т. 29, 1909.
- Ч и р в и н с к и й П. Н. Перемещение полюсов как основная причина изменений климатов. Ежегодн. по геологии и метеорологии России, т. 15, вып. 2—3, 1912.
- Ч и р в и н с к и й П. Н. Механизм образования солнечных пятен. Мирведение, вып. 1, 1923.
- Ш а т с к и й Н. С. Гипотеза Вегенера и геосинклинали. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1946.
- Ш а ц м а н Эври. Критический обзор космогонических гипотез. Сб. «Вопросы космогонии», т. III, 1954.
- Ш е п л и Харлоу. Галактики. Изд. техн.-теорет. литер., М.—Л., 1947.
- Ш м и д т О. Ю. Четыре лекции о теории происхождения Земли. Изд. АН СССР, М., 1957.
- Ш н и т н и к о в А. В. Общие черты циклических колебаний уровня озер и увлажненности территории Евразии в связи с солнечной активностью. Бюлл. Комисс. по иссл. Солнца, № 3—4 (17—18), 1949.
- Ш н и т н и к о в А. В. Внутривековые колебания уровня озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от колебаний климата. Тр. Лабор. озероведения АН СССР, вып. 1, 1950.
- Ш н и т н и к о в А. В. Изменчивость солнечной активности за историческое время на основе некоторых земных проявлений. Бюлл. Комисс. по иссл. Солнца, № 7 (21), 1951.
- Ш н и т н и к о в А. В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария. Зап. Географ. общ. СССР, новая серия, т. 16, 1957.
- (Ш о с т а к о в и ч В.) S c h o s t a k o w i t s c h W. Periodische Schwankungen in den Naturerscheinungen. Gerland's Beiträge zur Geophysik, Bd. 30, 1931.
- Ш о с т а к о в и ч В. Б. Иловые отложения озер и периодические колебания в природе. Зап. Гидрол. инст., т. 13, 1934.
- Ш т е м а н Б. К. Проблемы былых континентальных связей между Старым и Новым светом в орнитографическом освещении. Природа, № 7, 1936.
- Ш у б а е в Л. П. Лекции по общему землеведению, вып. 1. Изд. Ленингр. гос. пед. инст. им. Герцена, 1956.

- Шубаев Л. П. О зональности рельефа. Уч. зап. Ленингр. гос. пед. инст. им. Герцена, Кафедра физ. географии, т. 151, 1958.
- Эйгенсон М. С. Вековое изменение солнечной деятельности и его последствия. ДАН СССР, т. 53, № 5, 1946.
- Эйгенсон М. С. Солнце как целое и одиннадцатилетний цикл его деятельности. ДАН СССР, т. 28, № 6, 1948.
- Эйгенсон М. С. Вековое изменение солнечной активности и его геофизические следствия. Бюлл. Ком. по иссл. Солнца, № 3—4 (17—18), 1949.
- Эйгенсон М. С. Геофизические проявления векового цикла деятельности Солнца. Изв. Географ. общ. СССР, т. 83, вып. 1, 1951.
- Эйгенсон М. С. Твердая Земля и солнечная активность. Геол. сб. Львовск. геол. общ., № 1, 1954.
- Эйгенсон М. С. К вопросу о солнечной обусловленности колебаний периодического вращения Юпитера. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954а.
- Эйгенсон М. С. О некоторых смежных вопросах космогонии и геологии. Уч. зап. Львовск. унив., серия геол., т. 31, вып. 7, 1954б.
- Эйгенсон М. С. О физической природе необратимости геологической эволюции. Уч. зап. Львовск. унив., серия геол., т. 31, вып. 7, 1954в.
- Эйгенсон М. С. Солнечная природа неравномерного вращения Земли. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954г.
- Эйгенсон М. С. Солнечная активность как геотектонический фактор. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954д.
- Эйгенсон М. С. О солнечном управлении физическими процессами у сочленов солнечной системы. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 29, 1955.
- Эйгенсон М. С. Космогония и тектогенез. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 32, 1955.
- Эйгенсон М. С. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Львов, 1957.
- Эйгенсон М. С. О вероятном характере ветви спада текущего векового цикла солнечной активности. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 34, 1958.
- Эйгенсон М. С. Солнечная активность, геодинамика и геотектоника. Геол. сб. Львовск. геол. общ., № 5—6, 1958.
- Эйгенсон М. С. О солнечном управлении вращательным движением Земли. Сб. «Международный геофизический год», Изд. АН УССР, Киев, 1958.
- Эйгенсон М. С. Современная фаза солнечной активности, ее вероятный ход и геофизические последствия. Сб. «Международный геофизический год», Изд. АН УССР, Киев, 1958.
- Эйгенсон М. С., Гневыхшев М. Н., Ольшанский А. М. и Рубашев Б. М. Солнечная активность и ее земные проявления. Изд. техн. теор. литер., М.—Л., 1948.
- Эйгенсон М. С. и Мандрыкина Т. Солнечные фронты. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954.
- Эйгенсон М. С. и Стовас М. В. Критические параллели, широтная зональность солнечной активности. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954.
- Эйгенсон М. С. и Стовас М. В. О солнечной обусловленности скорости вращения Земли. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 31, 1955.
- Эйгенсон М. и Хромов С. П. Зональные особенности циркуляции земной атмосферы, критические параллели геонда и солнечная активность. Циркуляр Львовск. астроном. обсерватории, № 28, 1954.
- Ярмоленко В. А. Палеогеографические условия третичного и четвертичного периодов в свете гипотезы о перемещении полюсов. Материалы истории флоры и растительности СССР, т. I, Изд. АН СССР, Л., 1941.
- Airy J. V. On the supposed possible effect of Friction in the of the Moon Motion in Latitude. Monthly notices of the Roy. Astr. Society, 13 April, 1865.
- Airy G. V. On the compensation of the effect attraction of mountains mass as disturbing the apparent astronomical latitude of station in geodetic surveys. Transactions of Royal Society, vol. 145, 1855.
- Airy G. V. Выступление в Athenaeum, 1860.
- Appel P. Traité de mécanique rationnelle. 2-eme éd., vol. 4, part 1, Paris, 1932; vol. 4, part 2, 1937.
- Boethé Jukes. Выступление в Athenaeum, 1860.
- Bömersheim A. Böhm von. Applattung und Gebirgsbildung. Leipzig und Wien, 1910.
- Bubnoff S. Geologie von Europa. Berlin, 1936.
- Darwin G. On the influence of geological changes on the Earth axis of rotation (1877). См.: Darwin G. Scientific papers, vol. 3. Figures of equilibrium of rotation liquid and geophysical investigations. Cambridge, 1910.

- Darwin G. On the stress caused in the interior of the Earth by the weight of continents and mountains (1882). См.: Darwin G. Scientific papers, vol. 2.
- Darwin G. Tidal friction and cosmogony (1879). См.: Darwin G. Scientific papers, vol. 2. Cambridge, 1908a.
- Darwin G. On the bodily of viscous and semielastig Spheroids and oceans tides upon Idding Nucleus (1879). См.: Darwin G. Scientific papers, vol. 2. Cambridge, 1908b.
- Darwin G. Problems connected with tides of a viscous spheroid (1879). См.: Darwin G. Scientific papers, vol. 3. Tidal friction and cosmogony. Cambridge, 1898.
- Day A. A. and Runcorn E. S. K. Polar wandering report of discussion in Cambridge. Nature, vol. 67, № 4479, 1955.
- Douglas A. E. Climatic cycles and tree growth. Washington, 1928.
- Dumas. Publications des oeuvres de Lavoisier. Comp. rend. del'Acad. des Sciences, vol. 54, 1862.
- Ewans J. On a probable geological cause of changes in the position of the axis of the Earth Crust. Proc. Royal Soc., 1866.
- Ewans J. Anniversary adress of the President. Quarterly Journ. of Geol. Soc. of London, vol. 32, 1876.
- Faye H. Sur la lumière radiante et sur le rôle qu'elle joue dans la théorie dynamique de la chaleur solaire. Comp. rend. de l'Acad. des Sciences, vol. 54, 1862.
- Faye H. Sur la structure de l'écorce terrestre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, vol. 102, 1886.
- Fisher R. A. Dispersion on a sphaere. Proc. Royal Soc. A., vol. 217, 1953.
- Fujiwara S., Tsujimura T. and Kusamitsu S. On the Earth-Vortex Echelon Fahlts and allied Phenomena. Gerlands Beitr. zur Geophysik. Zweite Supplement Band, 1933.
- Graham J. W. Evidence of polar shift sinse Trassic Time. J. Geophys. Res., vol. 60, № 3, 1955.
- Heim Alb. Mechanismus der Gebirgsbildung. 1878.
- Heim Alb. Geologie der Schweiz. 1922.
- Honessy. Philosophical Transactions, 1851.
- Hixon. Выступление в Athenaeum, 1860.
- Hoff Karl Ernst Adolf. Geschichte der durch überlieferung nachgewesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Ein Versuch I, Theil 2, Gotha, 1822; Gotha, 1824; Theil 3, Gotha, 1834.
- Holtedal Olaf. On the olligue uplift of some northern lands. Norsk Geogr. tidsskr., vol. 14, № 1—4, 1953.
- Hopkins W. Researches in physical geology. Philosophical Transactions of the Roy Soc. First series, 1839; second series, 1840; third series, 1842.
- Horton A. B. West Africa. Countries and Peoples, 1868.
- Hospers J. Rock magnetism and polar wondering. J. Geol., vol. 63, № 1, 1955.
- Hutton J. Theory of the earth. Edinbourgh, 1789 (2-de ed., Edinbourgh, 1795, vol. 1 et 2; vol. 3, 1893).
- Irving I. Palaeomagnetic and palaeoclimatological aspects of polar wandering. Geophysica pura e applicata, vol. 33, 1956.
- James Henry. On the changes of climate in different regions of the Earth. The Athenaeum. J. of literature, science in fines arts, 1860.
- Juner N. R. Some problems of geomorphology and continental relationships in British Guiana. Geol. Magazine, 1946.
- Kärrinen. Secular land uplift in Finland from persische levelling. Compt. rend. de séances du travail de section des nivellement de l'Association Intern. de Géodesie; Erkki Bull. Geol., Suppl. № 34, 1954.
- Kant I. Untersuchungen der ob die Erde in ihren Umdrehnung um die Achse wodurch sie die Abwechselung des Tages und die Nacht hervorlingt eine Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprung erlitten habe. (1754). Kant's Gesammelte Schriften herausgeb. von Kön. Preussischen Akademie d. Wissenschaften, Bd. I, Berlin, 1902a.
- Kant I. Die Frage ob die Erde veralte physialkisch erworden, 1754, 1902b.
- Kant I. Allgemeine Naturgeschichte Theorie dem mechanischen Ursprung der ganze Weltbaues nach Newtonischen Principien abgehandelt, 1755, 1902b.
- Kant I. Geschichte und Naturbeschreibung der merkwürdichen Verfall der Erbeben welchesam der 1755 einer grossen Theil de erschwittert hat, 1756, 1902r.
- Kant I. Fortgesetzte Betrachtung des seit einiger Zeit wargenommenen Erderschütterungen (1756). 1902d.
- Kant I. Von der Ursachen der Erdschütterungen bei Gelegenheit des Unglück's welches die westliche Länder von Europa gegen das Ende des vorigen Jahres betroffen hat

- 1756 (1756). Gesammelte Schriften. Herausgegeben von Preussisch. Akademie der Wissenschaften, Bd. I, Berlin, 1902e.
- Kant I. Über die Vulkane des Mondes (1785). Werke herausgegeben von Schuchert und Rosenkranz, VI, 1839.
- Kayser E. Lehrbuch der Geologie. Bd. I, 5 Auflage, Berlin, 1918.
- Köppen W. und Wegener A. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin, 1924.
- Kreichgauer. Die Aequatorfrage in die Geologie. 1902 (2 Auflage, 1925).
- Lallemant Ch. Sur la cause probable des tremblements de la Terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, t. 102, 1886.
- Lamarck J. Hydrogéologie. Paris, 1802.
- Laplace. Traité de mécanique céleste, vol. II, livre V. Paris, 1825.
- Lunay M. de. Sur l'existence d'une cause nouvelle ayant une influence sur les valeurs de l'équation de la Lune. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, vol. 65, 1865.
- Le Danois E. Les transgressions océaniques. Bull. de l'Inst. Océanographique, Monaco, 1933.
- Le Danois E. Le rythme des climats dans l'histoire de la Terre et l'Humanité. Paris, 1950.
- Lee J. S. The fundamental cause of evolution of the earth's surface-features. Bull. Geol. Soc. of China, vol. 5, № 3—4, 1927.
- Lee J. S. Some characteristic structures types in Eastern Asia and their bearing problem of continents movements. Geol. magazine, vol. 68, 1929.
- Lee J. S. The Geology of China. London, 1939.
- Lee J. S. Continental drift. Geol. magazine, July, 1939.
- Lee J. S. Vortex structures and other problem to the compounding of geotektonic systems of Northwestern China. Scientia Sinica, vol. 9, № 4, 1955. Это резюме китайской работы, опубликованной в «Acta Geologica Sinica».
- Löffelholz von Colberg C. F. Die Drehungen der Erdkruste in geologische Zeiträume. München, 1886 (2-е Auflage, 1895).
- Lubbock John. On change of climatic resulting from a change in the Earth axis rotation. Quarterly Journal, 1849.
- Mayer I. R. Die Mechanik der Wärme. Stuttgart, 1893a.
- Mayer I. R. Kleinere Schriften und Briefe. Stuttgart, 1893b.
- Milankovitch M. Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la rotation solaire. Paris, 1920.
- Milankovitch M. Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Berlin, 1930.
- Morain Ch. Sur la repartition des tremblements de la Terre en latitude. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, vol. 184, № 10, 1927.
- Nathorst. Zur fossilen Flora Japans. Palaeontol. Abhandlungen, IV, Berlin, 1888.
- Pallas P. S. Observations sur la formations des montagnes et sur les changements arrivés au globe etc. Acta Acad. Sc. Petropol., 1777.
- Playfair J. Illustrations of the Huttonian theory of the Earth (1802). Collected works of John Playfair, I, 1822.
- Poisson H. Sur le mouvement de la Terre autour son centre de gravité. Mém. de l'Acad. des Sciences, t. 8, 1827.
- Poisson H. Traité de mécanique. Paris, 1833.
- Runcorn S. Palaeomagnetism of sediments from the Colorado Plateau. Nature, vol. 176, № 4480, 1955.
- Runcorn S. Rock magnetism-geophysical aspects. Advances in Physics suppl. Phil. Mag., vol. 4, № 14, 1955.
- Runcorn S. Palaeomagnetic survey in Arizona and Utah preliminary results. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 67, № 3, 1956.
- Sacco F. Essai sur l'orogénie de la Terre. Turin, 1895.
- Sacco F. Les lois fondamentales de l'orogénie. Turin, 1906.
- Saull Will. Devonsch. An elucidation of the successive changes of temperature and levels of the oceanic waters upon the earth's surface in harmony with geological evidences. Quarterly Journal of Geol. Society, vol. 10, 1849.
- Schneider K. Zur Frage über die Ursachen geotektonischer Bewegungen. Geologische Rundschau, Bd. 7, Heft 1—2, 1917.
- Schneider K. Die Vulkanische Erscheinungen. Berlin, 1912.
- Schroeder Charles. La rotation souterraine de la Masse Ignée. Paris, 1856.
- Schweydar W. Bemerkungen zu Wegener's Hypothese der Verschiebung der Kontinente. Zeitschr. der Gesellschaft f. Erdkunde zu Berlin, 1921, № 3—4.
- Schwiner R. Astrophysikalische Grundlagen der Geologie. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Bd. 30, Wien, 1928.

- Schwiner R. Einführung in Physikalische Geologie. Wien, 1936.
- Simroth. Die Pendulationstheorie. Leipzig, 1907.
- Snider. La création. Paris, 1856.
- Spitaler R. Beziehungen zwischen den Temperatur und Luftanomalien und den Achsenschwankungen der Erde. Gerlands Beiträge der Geophysik, Bd. 23, 1929.
- Spitaler R. Beziehungen zwischen den Erdbeben in den Alpen und Appeninen und den Achsenschwankungen der Erde. Gerlands Beiträge der Geophysik, Bd. 39, 1933a.
- Spitaler R. Polschwankungen und Geotektonik. Zeitschr. für Geophysik, Heft 5, 1933b.
- Spitaler R. Erdbeben und Achsenschwankungen der Erde. Gerland Beiträge zur Geophysik, Bd. 42, Heft 1, 1934a.
- Spitaler R. Über die Erdbeben in Kalifornien. Gerlands. Beiträge zur Geophysik, Bd. 42, Heft 2—3, 1934b.
- Spitaler R. Erdbeben. Ergebnisse aus «The International Seismological Summary». Pettermann's Geographische Mitteilungen, Heft 9—10, 1936. (Здесь есть глава: Die Verteilung der Erdbeben im Gebiete der kritischen und indifferenter Meridiane).
- Stoyko Nicolas. La variation de la vitesse de rotation de la Terre. Bull. Astronom. Fr., 1950.
- Stoyko Nicolas. Sur la variation saisonniere de la rotation de la Terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 230, 6, 1950.
- Stoyko Nicolas. Les fluctuations saisonniere de la rotation de la Terre. Acad. Belge, Bulletin, № 4, 1951.
- Stoyko Nicolas. Sur les variations du champ magnétique de la Terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 1951.
- Stoyko Nicolas. Sur le champ magnétique variable d'étoiles. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 1952.
- Stoyko Nicolas. Sur les relations entre la variation de la rotation d'oscillation libre et des tremblements de la Terre. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, № 26, 1952.
- Stoyko Nicolas. De l'influence de l'irregularité de la rotation terrestre sur le champ magnétique. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, 18, 1952.
- Suess Ed. Entstehung der Alpen. 1875.
- Suess Ed. Das Antlitz der Erde, 1—3, 1883—1909.
- Taylor F. B. Bearing of the tertiary belt on the origin of the Earth's plan. Bull. Geol. Soc. of Amer., vol. 21 (2), 1910.
- Thomson W. On rigidity of the Earth. Philosophical Transactions, vol. 158, 1864.
- Thomson W. a. Tait A. Treatise of Natural phylosophy. Oxford, 1867, Cambridge, 1879.
- Thomson W. On the observations and calculations required to fend the Tidal Retardation of the earth's rotation. Philosophical magazine, vol. 22, Supplement.
- Toit., du. Our wandering continents. Edinburgh, 1937.
- Véronné A. Rotation de l'ellipsoide hétérogène et figure exacte de la Terre. Journ. de mathematiques pures et appliquées, 6-me sér., t. 8, Paris, 1912.
- Véronné A. Constitution et rotation de l'Univers. Paris, 1927.
- Voltaire. Oeuvres. Ed. Didot, vol. XI.
- Wegener A. Die Entstehung der Kontinente. Pettermann's Mitteilungen, 1912.
- Wegener A. Die Entstehung der Kontinente. Geologische Rundschau, 4, 1912.
- Weitstein R. Die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen und ihre Bedeutung für Geologie. Astronomie und Meteorologie, Zürich, 1880.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
От редакторов	3
<i>Глава первая. Исторические предпосылки правильной трактовки основных явлений физической геологии и общего землеведения</i>	5
О некоторых особенностях ранних фаз развития физической геологии и общего землеведения	5
Теория тяготения Ньютона и развитие его идей у Канта («Естественная теория и история неба», по Канту)	13
Теория тяготения Ньютона и закон сохранения энергии (развитие идей Ньютона у Майера)	20
Из прошлого геотектоники	28
Выводы из исторических предпосылок	63
<i>Глава вторая. Теория тяготения как обязательная основа геологии</i>	66
О происхождении Земли и ее тектоники в связи с диспропорциональностью пространства (к характеристике взаимоотношений гравитационного и кристаллического состояний пространства)	66
Теплота тела Земли и структура этого тела	80
Материки и океаны как мегаструктуры и теория движения материков	84
Геологические циклы, современные циклические явления на Земле и ее движение	108
<i>Глава третья. О так называемых внутренних причинах геологического развития Земли</i>	137
<i>Глава четвертая. О причинах изменения земных тектонических структур и значении природных вод в процессе их изменения</i>	145
Литература	154

Борис Леонидович Личков
ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ ЗЕМЛИ И ЛИТОСФЕРА

*
Утверждено к печати
Географическим обществом
Союза ССР

*
Редактор Издательства *И. В. Суворов*
Технический редактор *В. Т. Бочевер*
Корректоры *Н. Ф. Виноградова* и *Н. М. Шилова*

*
Слано в набор 21/IX 1960 г. Подписано к печати 21/XI 1960 г. РИСО АН СССР № 5148-В. Формат бумаги 70 × 108¹/₁₆. Бум. л. 5¹/₈. Печ. л. 10¹/₈ = 14,11 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 13,93. Изд. № 695. Тип. зак. № 850. М-45652. Тираж 2000.

Цена 10 р. 80 к., с 1 января 1961 г. 1р. 08 к.

*
Ленинградское отделение Издательство Академии наук СССР
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

1-я типография Издательства Академии наук СССР
Ленинград, В. О., 9 линия, д. 12